

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

Випуск 137



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(Протокол № 9 від 27.06.2024)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 137. 574 с.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 14.05.2020 № 627 (додаток 2) журнал внесений до Переліку фахових видань України (категорія «Б») у галузі сільськогосподарських наук (101 – Екологія, 201 – Агронія, 202 – Захист і карантин рослин, 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 207 – Водні біоресурси та аквакультура).

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 24814-14754ПР від 31.05.2021 року.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Головний редактор:

Аверчев О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений працівник науки та техніки України, завідувач кафедри землеробства, Херсонський державний аграрно-економічний університет.

Члени редакційної колегії:

Вожегова Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України;

Лавренко С.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, заслужений винахідник, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Бех В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, зав. відділу селекції риб, Інститут рибного господарства НААН України;

Волох А.М. – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри геоecології і землеустрою, Таврійський державний агротехнологічний університет;

Данилик І.М. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, Інститут екології Карпат НАН України;

Србіслав Денчіч – доктор генетичних наук, професор, член-кор. Академії наук і мистецтв та Академії технічних наук Сербії, Сербія;

Дубина Д.В. – доктор біологічних наук, професор, головний науковий співробітник, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України;

Кутішев П.С. – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри водних біоресурсів та аквакультури, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Мельничук С.Д. – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри технологій молока та м'яса, Сумський національний аграрний університет;

Осадовский Збигнев – доктор біологічних наук, професор, ректор Поморської Академії, Слупськ, Польща;

Пасічник Л.А. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій Ін-ту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України;

Повозніков М.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри конярства та бджільництва, Національний університет біоресурсів і природокористування України;

Скляр В.Г. – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри екології та ботаніки, Сумський національний аграрний університет;

Черненко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри годівлі та розведення сільськогосподарських тварин, Дніпровський державний аграрно-економічний університет;

Шевченко П.Г. – кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник, завідувач кафедри гідробиології та іхтіології, Національний університет біоресурсів та природокористування України.

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 332.3:631.147

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.1>

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД У РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНО ОРІЄНТОВАНОГО АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Аверчев О.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Нікітенко М.П. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,

асистентка кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті висвітлені основні інтегровані заходи до сталого розвитку агропромислового сектору України та впровадження комплексного підходу, який поєднує в собі технологічні інновації, економічні стратегії та природоохоронні засади для реалізації принципів збалансованого розвитку. У сучасному світі, де традиційні сільськогосподарські технології та методи призводять до виснаження корисних ґрунтових та водних ресурсів, що спричиняють негативний вплив на довкілля, інтегровані підходи набувають статусу ключового інструменту для забезпечення сталого розвитку.

Основною метою такого підходу є розробка новітніх технологічних рішень, які не тільки будуть ефективно забезпечувати виконання своїх функцій, але й здійснюються за принципами екологічності та рентабельності виробництва. За рахунок використання відновлюваних джерел енергії, енергоефективних комплексів та інноваційних технологій можна суттєво зменшити обсяги виробничі відходи та знизити рівень шкідливих викидів в атмосферу. Завдяки цьому відбувається збереження навколишнього природного середовища та покращується рівень життя населення.

В економічній сфері комплексні підходи допомагають мінімізувати експлуатаційні витрати завдяки впровадженню енергоефективних рішень та скоротити витрати на експлуатацію та функціонування агропідприємств. Такі заходи, як надання податкових пільг та державних грантів, заохочують до впровадження новітніх технологій. У свою чергу, це сприяє збільшенню кількості нових робочих місць та розширенню можливостей для розвитку інноваційних напрямків в економіці.

До екологічного компоненту інтегрованих підходів належить зменшення хімічного навантаження на навколишнє середовище за рахунок скорочення викидів вуглекислого газу та збереження природного біорізноманіття. Завдяки поєднанню цих трьох складових – технології, економіки та екології – досягається не тільки технічна продуктивність, а й довгострокова стійкість агроценозів.

Тому комплексні методи сталого розвитку агропромислового виробництва, виступають актуальним напрямком, спрямованим на забезпечення оптимального балансу між інноваціями, економічною вигодою та екологічною стійкістю, яка в свою чергу забезпечує розвиток сільськогосподарського виробництва в цілому.

Ключові слова: ресурсозбереження, циклічне виробництво, інноваційні технології, екологічний менеджмент, агропромислове виробництво.

Averchev O.V., Nikitenko M.P. A comprehensive approach to the development of ecologically oriented agro-industrial production

The article highlights the main integrated measures for the sustainable development of Ukraine's agricultural sector and the introduction of an integrated approach that combines technological innovations, economic strategies and environmental principles to implement the principles of balanced development. In today's world, where traditional agricultural technologies and methods lead to the depletion of useful soil and water resources and have a negative impact on the environment, integrated approaches are becoming a key tool for sustainable development.

The main goal of this approach is to develop the latest technological solutions that will not only effectively perform their functions, but also be environmentally friendly and cost-effective. The use of renewable energy sources, energy-efficient complexes and innovative technologies can significantly reduce production waste and reduce the level of harmful emissions into the atmosphere. This helps to preserve the environment and improve living standards.

In the economic sphere, integrated approaches help to minimise operating costs through the implementation of energy-efficient solutions and reduce the cost of operating and maintaining agricultural enterprises. Measures such as tax incentives and government grants encourage the adoption of new technologies. In turn, this helps to increase the number of new jobs and expand opportunities for the development of innovative areas of the economy.

The environmental component of integrated approaches includes reducing the chemical burden on the environment by reducing carbon dioxide emissions and preserving natural biodiversity. The combination of these three components – technology, economics and ecology – ensures not only technical productivity but also the long-term sustainability of agrocenoses.

Therefore, integrated methods of sustainable development of agro-industrial production are a relevant direction aimed at ensuring an optimal balance between innovation, economic benefit and environmental sustainability, which in turn ensures the development of agricultural production in general.

Key words: resource conservation, cyclic production, innovative technologies, environmental management, agro-industrial production.

Постановка проблеми. Розвиток агропромислового сектору України має значні перспективи, особливо у сучасному світі важко обійтись без застосування новітніх технологій за допомогою сучасного обладнання у сільськогосподарській сфері. Сучасна агроінженерія – це розвинена та складна галузь, орієнтована на вирішення технічних проблем та створення інноваційного обладнання і технологій [1]. Розвиток сучасної агроінженерії підтримується низкою чинників та ініціатив. Перша складова їх частина містить освітню компоненту, вона дозволяє забезпечити роботу компетентному та кваліфікованому персоналу; друга частина – базується на логістичній функції, що включає стратегічне розташування, з метою полегшення доступу до трансферу технологій та торгівлі; і третя, важлива складова, це впровадженні інноваційних ідей та модернізації застарілих об'єктів у сільськогосподарському секторі економіки держави. Такий комплексний підхід повинен включати раціональне використання природних ресурсів, ефективність використання новітніх технологій та мати економічну вигоду для сільськогосподарських підприємств.

Основний виклик у сталому розвитку агропромислового виробництва охоплює кілька взаємопов'язаних аспектів, які зумовлюють складність інтеграції та впровадження сталих практик. Розробка нових сталих технологій, які є продуктивними, економічно ефективними та масштабованими, залишається значною перешкодою.

Багато сільськогосподарських технологій все ще перебувають на стадії експериментів або раннього періоду запровадження і потребують свого подальшого доопрацювання. Адаптація нових сталих агротехнологій до наявних інфраструктур і систем в Україні, технічно може бути непростою задачею. Переоснащення старих систем відповідно до нових стандартів нерідко вимагає значних капіталовкладень і технічних рішень, а також виникає необхідність у розробці додаткових освітніх програм і тренінгів, завдяки яким виробники та інші фахівці отримують знання і навички, необхідні для сталого розвитку агроінженерії.

Актуальність розвитку агропромислового сектору у провідних країнах світу обумовлена низкою факторів, таких як зростання населення, зміни клімату, обмеженість природних ресурсів та потреба у підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва. Інноваційні агроінженерні підходи спрямовані на раціональне та ефективне використання природних ресурсів, таких як вода та ґрунт, що запобігає їх виснаженню та забрудненню навколишнього середовища. Таким чином впроваджуючи елементи еколого-безпечних сільськогосподарських технологій у вигляді органічних добрив та біологічних засобів захисту рослин, знижується рівень забруднення атмосфери та водою, підвищується корисність продуктів харчування і покращується здоров'я людей. Підтримуючи здорове довкілля та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впровадження новітніх технологій в агровиробництві має великий вплив на пришвидшений розвиток галузі сільськогосподарства у США. Від так сучасні фермери використовують GPS навігаційні системи, дрони та датчики для точного моніторингу і управління польовими операціями, коли площі полів мають великі площі або мають не зручне розташування. Автономні трактори, збиральні машини та роботи використовують для виконання різних або складних завдань у сільському господарстві. Впроваджують у виробництво культури, які стійкі до шкідників, хвороб і несприятливих погодних умов [2].

У Німеччині сільськогосподарські товаровиробники використовують сенсорні мережі для збору даних про стан ґрунту, погоду та рослин, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів. З метою збільшити виробництво рослинної продукції у міських умовах, фермери впроваджують вертикальне землеробство, у вигляді багатоповерхових теплиць для вирощування рослин, з мінімальним споживанням води та енергії. А також використовують біоенергетичні установки для переробки сільськогосподарських відходів на енергію [3].

Японські фермери спеціалізуються на гідропонній та аеропонній системі, завдяки яким вирощування рослин здійснюється без ґрунту, що дозволяє значно зменшити споживання води і покращити врожайність. А також використання спеціалізованих роботів, які здатні делікатно збирати фрукти і овочі, зменшують втрати врожаю.

Сільськогосподарські виробники Нідерландів використовують сучасні інженерні технології для оптимізації освітлення, вентиляції та водопостачання у теплицях, що дозволяє вирощувати рослини круглий рік. У тому числі комбінування рибництва та гідропоніки, що дозволяє створювати замкнені екосистеми для вирощування риб і рослин з мінімальними витратами води [4].

Посушливі умови Ізраїлю сприяли активному розвитку технологій, які направлені на збереження води та забезпечення культур необхідною вологою безпосередньо до коренів рослин. Основна робота наукових установ полягає у створенні нових гібридів та сортів посухостійких культур. Проводять генетичні дослідження

і селекцію рослин, які можуть витримувати екстремальні погодні умови і обмежені водні ресурси. Ці передові технології та підходи в агроінженерії дозволяють провідним країнам світу підвищувати ефективність сільськогосподарського виробництва, зменшувати негативний вплив на довкілля та забезпечувати стале зростання аграрного сектора.

Постановка завдання. Розвиток сільськогосподарського виробництва поступово займає важливе місце в національних стратегіях більшості провідних країн світу. Інтегровані підходи до сталого розвитку в сільському господарстві охоплюють широке коло різних напрямів, серед яких технологічні інновації, ресурсозбереження та їх енергоефективність. Міжнародна наукова спільнота активно популяризує свої досягнення та демонструє результати провадження новітніх технологій. Сучасні наукові дослідження акцентують увагу на комплексному аналізі синергії сучасних технологій та економічної складової країни забезпечуючи екологічність та ресурсоощадність виготовленої рослинної продукції. Зосереджують увагу на необхідності раціонального використання природних ресурсів та аналізі продуктивності впроваджених технологій впродовж усього циклу виробництва. У проваджених інноваційних технологіях вивчаються окремі фактори, що безпосередньо впливають на підвищення продуктивності та зниження витрат агровиробництва.

Здобутки в сфері агроінженерії створюють нові перспективи для вдосконалення функціонування нових систем та технологій в сільськогосподарському секторі. Інноваційні дослідження в агарній сфері, зосереджуються на модернізації, сталості та нових ідеях, які забезпечують конкурентоспроможність у світовому ринку. Основні зусилля, спрямовані на покращення регуляторного середовища, залучення інвестицій та розвиток людського капіталу, мають вирішальне значення для досягнення цих цілей.

Виклад основного матеріалу. Функціональна структура для розвитку агропромислового виробництва, в якій передбачено основні комплексні підходи, що включає технологічний прогрес, економічну зацікавленість, екологічність та соціальну відповідальність. Комплексний ефект таких заходів направлено для створення циклічних процесів у повторному використанні природних матеріалів, що популяризує модель циклічної економіки (рис. 1). В якій природні ресурси використовуються якомога довше завдяки переробці та повторному використанню. Моделі циклічного виробництва також викликають інтерес для сучасного агробізнесу, адже вони зменшують негативний вплив на довкілля при цьому зберігають рентабельність виробництва. Моделі циклічного виробництва в сільському господарстві використовують для оптимізації процесів вирощування рослин та розведення тварин, з урахуванням сезонних змін та доступних ресурсів. Вони допомагають мінімізувати витрати, підвищити ефективність виробництва та зменшити екологічний вплив [5].

Впровадження систему сівозмін допомагає запобігти виснаженню ґрунту, дозволяє здійснювати контроль за чисельністю шкідників та ураженням хвороб, а також підвищує врожайність культур. Наприклад, після висаджування культури, що виснажують ґрунт (як кукурудза або пшениця), висаджують культуру, яка збагачує та поновлює, за природним відновленням, наявність поживних елементів у ґрунті. Інтегрована модель ведення сільського господарства передбачає поєднання кількох видів діяльності на одній фермі. Наприклад, поєднання рослинництва і тваринництва, де відходи однієї системи використовуються в іншій, таким чином створюючи безвідходне виробництво.

Використання пермакультури у системі агрокультурного дизайну, що базується на спостереженні за природними екосистемами. Вона використовує принципи стійкості та циклічності, забезпечуючи гармонію між рослинами, тваринами, людьми та їхніми середовищами. Сюди входять багаторічні рослини, мульчування, компостування та інші практики, що підтримують здоров'я ґрунтів і екосистеми. В тому числі застосування аквапоніки, що стосується вирощуванню риби (аквакультура) і гідропоніки (вирощування рослин без ґрунту). Відходи від риб забезпечують поживні речовини для рослин, а рослини очищають воду, яка повертається до риби. Це створює замкнутий цикл виробництва, що мінімізує потребу в зовнішніх ресурсах [6, 7].

Агролісівництво включає інтеграцію дерев та чагарників із сільськогосподарськими культурами і тваринництвом. Дерева забезпечують тінь, покращують структуру ґрунту, зменшують ерозію та підвищують біорізноманіття. Це завдяки довготривалій стійкості і продуктивності земель. Компостування рослин, використовується як процес перетворення органічних відходів на багаті поживними речовинами компост, який можна використовувати як добриво. Це добре утилізувати відходи продукції рослинництва і покращити структуру та родючість ґрунту. Наведені моделі дозволяють фермерам більш ефективно використовувати ресурси, знижувати витрати на добрива та пестициди, а також сприяють стійкому розвитку сільського господарства.

Сівозміна	Інтегроване ведення господарства	Пермакультура
<ul style="list-style-type: none"> • Виснажуючі культури • Збагачуючі культури • Поліпшення ґрунту • Контроль шкідників 	<ul style="list-style-type: none"> • Рослинництво • Тваринництво • Використання відходів • Економія на добривах 	<ul style="list-style-type: none"> • Багаторічні рослини • Мульчування • Компостування рослини • Підтримка екосистеми
Сівозміна	Інтегроване ведення господарства	Пермакультура
<ul style="list-style-type: none"> • Виснажуючі культури • Збагачуючі культури • Поліпшення ґрунту • Контроль шкідників 	<ul style="list-style-type: none"> • Рослинництво • Тваринництво • Використання відходів • Економія на добривах 	<ul style="list-style-type: none"> • Багаторічні рослини • Мульчування • Компостування рослини • Підтримка екосистеми

Рис. 1. Моделі циклічного виробництва в сільському господарстві

Додаткове впровадження інноваційних технологій підвищують ефективність виробництва виконуючи складну для людей роботу. Використання елементів діджиталізації допомагає високо-точно здійснювати прогнозування технічного обслуговування, оптимізувати розподіл ресурсів і підвищити операційну ефективність, такі заходи вдосконалюють моніторингову роботу та управління ресурсами [8].

Держава в свою чергу повинна реалізувати на законодавчому рівні впровадження чітких екологічних норм та стандартів для заборони використання шкідливих засобів, а також здійснювати підтримку екологічно раціональних технологій. Виконання даних положень регулюється наданням податкових пільг, грантів і субсидій для реалізації інноваційних проектів і бізнес-ідей, які впроваджують агротехнології.

Сутність інтегрованого підходу полягає в спеціальній методиці, яка передбачає комплексний, всебічний і скоординований підхід до розв'язання проблем та виконання поставлених цілей з огляду на різні чинники та аспекти водночас. Такий напрям має на меті забезпечити результативну та узгоджену взаємодію між усіма елементами системи для отримання сталих кінцевих цілей.

Застосування інтегрованого підходу передбачає комплексну взаємодію між різними сферами діяльності. Для вирішення складних проблем долучаються спеціалісти з різних галузей знань. Відтак у розробці проектів сталого розвитку відбувається із запрошенням до співпраці інженерів, екологів, економістів, агрономів та науковців. Співпраця та узгоджені дії між різними зацікавленими сторонами у досягненні поставлених завдань досягаються в результаті партнерства та інтеграції між урядовими органами, бізнес-структурами, науково-дослідними установами та громадськими організаціями з питань впровадження стратегій сталого розвитку. Найвні спеціалісти за методом комплексного аналізу із врахуванням усіх структурних елементів системи та їх взаємодії, отримують цілісне уявлення про існуючу проблему. При дослідженні технологічних аспектів для визначення їх екологічного впливу на навколишнє середовище від початку виробництва до моменту реалізації. Визначення збалансованості досліджуваної системи здійснюється на основі аналізу екологічних, соціально-економічних та інших аспектів для отримання стабільних результатів. Такий розвиток сільськогосподарських ініціатив, які мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище, є економічно обґрунтованими та спрямованими на вирішення потреб виробництва. Впровадження інноваційних технологічних рішень сталому розвитку сільського господарства, підвищенню ефективності виробництва та забезпеченню продовольчої безпеки [9].

Інтегрований підхід має широке застосування в різних сферах, таких як проєктний менеджмент, природоохоронна та екологічна діяльність, сільське господарство, наука та освіта, охорона здоров'я та інших. Завдяки врахуванню різноманітних факторів та залученню широкого кола зацікавлених сторін він допомагає досягти більш збалансованих та сталих результатів.

При розробці інтегрованих підходів до сталого розвитку агропромислового виробництва виникають різні виклики, які можуть перешкоджати досягненню поставлених цілей. Економічні питання частіше виникають при впровадженні сталих технологій, які потребують значні стартові інвестиції, адже висока собівартість впровадження автоматизації та роботизації виробництва, використання сенсорних датчиків та систем розумного зрошення, біотехнології, нестандартні рішення та залучення супутникового спостереження мають високі початкові витрати на впровадження цих технологій, які компенсуються їхньою ефективністю та економічними перевагами в довгостроковій перспективі. Однак для багатьох фермерів та аграрних компаній саме початкові вкладення можуть бути стримуючим фактором.

Наведена таблиця 1 демонструє широкий спектр можливостей інтегрованих підходів, які сприяють сталому розвитку агровиробництва, підвищуючи ефективність виробництва, зменшуючи негативний вплив на довкілля та покращуючи якість продукції.

Таблиця 1

**Інтегровані підходи до сталого розвитку
сільськогосподарського виробництва**

Інтегрований підхід	Короткий опис	Приклади технологій	Переваги використання
Точне землеробство	Використання новітніх технологій для оптимізації сільськогосподарських процесів	ГІС та GPS-навігація, агродрони, супутникове спостереження	Підвищення врожайності, зниження витрат на ресурси, мінімізація впливу на довкілля
Автоматизація та роботизація	Застосування автономної техніки для виконання аграрних робіт	Автономні трактори, роботизовані системи для збору врожаю	Підвищення ефективності, зменшення потреби в людській праці, точність виконання операцій
Дистанційні методи	Використання сенсорів для моніторингу та управління агропроцесами	Сенсори вологості, системи розумного зрошення	Оптимізація використання води та добрив, своєчасне виявлення проблем
Біотехнології	Застосування наукових досягнень для поліпшення якості та стійкості сільськогосподарських культур	мікробіологічні препарати	Підвищення стійкості культур до шкідників і хвороб, збільшення врожайності
Моніторингова робота	Збір та аналіз великих обсягів даних для прийняття обґрунтованих рішень	Аналітичні платформи, фермерські додатки	Прогнозування врожайності, оптимізація агропроцесів, підтримка прийняття рішень
Вертикальне та мале фермерство	Вирощування культур у контрольованих умовах у малих середовищах	Гідропоніка, аеропоніка, контейнерні ферми	Зниження залежності від погодних умов, можливість вирощування на малих територіях
Агролісівництво	Інтеграція дерев та чагарників з сільськогосподарськими культурами	Смуги дерев на полях, агролісові системи	Підвищення біорізноманіття, захист ґрунтів від ерозії, покращення мікроклімату
Органічне землеробство	Вирощування сільськогосподарських культур без використання синтетичних добрив та пестицидів	Органічні добрива, біологічний захист рослин	Збереження родючості ґрунтів, мінімізація хімічного забруднення, підвищення якості продукції
Відновлювані джерела енергії	Використання відновлюваних джерел енергії для енергопостачання агровиробництва	Сонячні панелі, вітрові турбіни, біогазові установки	Зниження викидів парникових газів, енергетична незалежність, зменшення витрат на енергію

Висновки. Комплексний підхід у розвитку екологічно орієнтованого агропромислового виробництва є ключовим для досягнення стійкого розвитку, підвищення продуктивності та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Цей підхід включає інтеграцію різноманітних технологій і методологій, які спрямовані на оптимізацію використання ресурсів, покращення екологічних умов та забезпечення високої якості сільськогосподарської продукції.

Впровадження цих підходів забезпечує комплексний та системний розвиток агропромислового виробництва, спрямований на гармонійне поєднання економічної ефективності, соціальної відповідальності та екологічної стійкості. Це сприяє не лише підвищенню врожайності та якості продукції, але й забезпеченню довгострокової продовольчої безпеки та збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Інновації як фактор сталого розвитку аграрного виробництва. *Recent Trends in Science: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Internet Conference, (May 4-5, 2023), Dnipro, Ukraine*, с.61-63.
1. Даций О.І., Каліна І.І., Карбовська, Л.О. Фінансові інвестиції у технології безвідходного агровиробництва: досвід США. *Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Економічні науки*, 2024, 1 (73) с. 5-10.
2. Лицур І.М., Орел С.А. Зарубіжний досвід забезпечення еколого-економічної безпеки в агровиробництві. *Збалансоване природокористування*, 2015, 4. с.144-148.
3. Бойко Є.О. Адаптація світового досвіду ресурсозбереження в умовах імплементації аграрного розвитку України в глобальні економічні системи. *Вісник ХНАУ. Серія : Економічні науки*. 2019. №4. Т.2. с.3-16.
4. 5.Спіцин М.М., Кириленко І.В. Особливості інноваційної діяльності як економічної категорії. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*, 2010, 24-25. с. 99-102.
5. Андрейченко А.В. Впровадження безвідходного агровиробництва на шляху до реалізації концепції сталого розвитку. *Науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників*. 2022. с. 571.
6. Максимов М.В., Кутіщев П.С., Лавренко С.О., Лавренко Н.М. Аквапоніка – розумне поєднання рибництва та рослинництва в контексті екологічної безпеки. *Науковий журнал Водні біоресурси та аквакультура*. Херсон., 2019 р. Вип. 2. с. 91-106.
7. Аверчев, О.В., Нікітенко М.П. Перспективний напрямок застосування діджиталізації в сучасному агробізнесі. *Центр фінансово-економічних наукових досліджень*, 2021. с. 34-36.
8. Юрик Н.Є., Величко, А.В., Петришин, М. П. Вплив організаційних змін на удосконалення виробничої системи підприємства. *Менеджмент та маркетинг як фактори розвитку бізнесу*. Київ, 2024. с. 433-434.

UDC 633.15: 631.527

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.2>

ANALYSIS OF THE ASSORTMENT OF MAIZE HYBRIDS AND VARIETIES IN UKRAINE

Baklanova T.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Plant Science and Agroengineering Department, Kherson State Agrarian and Economic University

Mielieshko A.V. – Postgraduate student, Kherson State Agrarian and Economic University

The article provides a characterization of domestic and foreign maize hybrids listed in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine, as well as the main prospective directions in the breeding of this crop. As of April 24, 2024, 1682 maize hybrids and varieties of various maturity groups and utilization directions have been included in the State Register of Plant Varieties in Ukraine. Maize is one of the most widespread and popular crops due to its high productivity, wide range of applications, tolerance to stressful conditions, valuable nutrient composition, and economic significance. The State Register of Plant Varieties in Ukraine includes 1535 varieties and hybrids of common maize, with 696 being of domestic selection, accounting for 45.3%. Leading in diversity of foreign selection varieties are countries like France with 282 varieties and hybrids, the USA with 193, Germany with 105, and Switzerland with 56. In Ukraine, hybrids of maize are mostly grown, with very few varieties associated with the phenomenon of heterosis. The correct selection of hybrids and the use of technological measures are important aspects for achieving high levels of maize productivity. It is necessary to consider the ecological conditions of cultivation and choose hybrids that are best suited for a specific region. It is also important to apply optimal agronomic practices that contribute to increasing yields. The potential of maize hybrids directly affects grain markets. High yields and quality indicators of commercial grain contribute to the competitiveness of Ukrainian maize in the global market. The demand for this crop is steadily increasing, creating opportunities for export. It is also worth noting that agricultural producers have high requirements for modern varieties and hybrids of maize. The Ukrainian State Register of Plant Varieties as of April 24, 2024, confirms that the majority of maize hybrids and varieties suitable for cultivation in Ukraine belong to the medium-ripening maturity group, accounting for 47%. Hybrids and varieties of the medium-ripening group make up slightly less – 37%. Only 1% is accounted for by late-ripening hybrids and varieties, while early-ripening and medium-late hybrids account for 7% and 8% respectively. The potential of maize hybrids is of great importance for the agricultural sector and the grain market. The use of modern breeding methods and optimal technologies allows for obtaining high-yielding hybrids that meet consumer demands and contribute to the development of agriculture. Therefore, further research and improvement of genetic and technological aspects of maize cultivation are key to increasing the yield of this crop.

Key words: maize, hybrids, varieties, breeding, moisture retention.

Бакланова Т.В., Мєлєшко А.В. Аналіз асортименту гібридів та сортів кукурудзи в Україні

У статті наведено характеристику вітчизняних і зарубіжних гібридів кукурудзи, які занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, та основні перспективні напрямки в селекції цієї культури. На 24.04.2024 р. до Державного реєстру сортів рослин України занесено 1682 сортів і гібридів кукурудзи різних груп стиглості і напрямків використання. Кукурудза звичайна є однією з найпоширеніших та популярних культур завдяки своїй високій продуктивності, широкому спектру застосуванню, стійкості до стресових умов, цінному складу поживних речовин і економічному значенню. У Державному реєстрі сортів рослин України налічується 1535 сортів і гібридів кукурудзи звичайної, з яких 696 – вітчизняної селекції, що становить 45,3%. Лідерами за розмахом сортів іноземної селекції є такі країни: Франція – 282 сорти і гібриди, США – 193, Німеччина – 105 та Швейцарія – 56. В Україні здебільшого вирощують гібриди кукурудзи

і зовсім мало сортів, що пов'язано із явищем гетерозису. Правильний вибір гібридів та використання технологічних заходів є важливим аспектом для досягнення високих рівнів урожайності кукурудзи. Необхідно враховувати екологічні умови вирощування і обирати гібриди, які найкраще підходять для конкретного регіону. Також важливо застосовувати оптимальні агротехнічні заходи, які сприяють збільшенню врожайності. Потенціал гібридів кукурудзи безпосередньо впливає на ринок зерна. Високі врожаї та показники якості товарного зерна сприяють конкурентоспроможності української кукурудзи на світовому ринку. Попит на цю культуру стабільно зростає, що створює можливості для експорту. Слід також зазначити, що сільгоспвиробники висувають високі вимоги до сучасних сортів та гібридів кукурудзи. Український Державний реєстр сортів рослин на 24.04.2024 року засвідчує, що найбільша частина гібридів та сортів кукурудзи звичайної, які придатні для вирощування в Україні, належать до середньоранньої групи стиглості і становлять 47%. Відсоток гібридів та сортів середньостиглої групи стиглості децю нижчий – 37%. На пізньостиглі гібриди та сорти припадає лише 1%, тоді як на ранньостиглі та середньопізні – 7% та 8% відповідно. Потенціал гібридів кукурудзи має важливе значення для аграрного сектору та ринку зернових культур. Використання сучасних селекційних методів та оптимальних технологій дозволяє отримати високопродуктивні гібриди, які відповідають вимогам споживачів та сприяють розвитку сільського господарства. Тому подальше дослідження і вдосконалення генетичних та технологічних аспектів вирощування кукурудзи є ключовим для підвищення врожайності цієї культури.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, сорти, селекція, вологовіддача.

Problem statement. Corn (*Zea mays* L.) is one of the main grain crops in the world, with wide applications for feed, industrial, and food purposes. In Ukraine, it ranks third in terms of cultivated areas after wheat and rice. Obtaining high and stable corn yields is an urgent task of the agricultural sector. The main factor influencing its productivity is the selection of hybrids and varieties.

Modern breeding efforts are focused on creating new high-yielding corn hybrids that meet consumer demands in the market for goods and seeds. Genetic improvement of hybrids allows for the development of plants with enhanced traits, such as stress resistance, high yields with simultaneously high grain quality indicators.

The proper combination of hybrid selection and technological elements is key to achieving high corn yields. It is important to consider the ecological conditions of cultivation and choose hybrids that are best adapted to the specific region. Additionally, utilizing optimal agronomic practices that promote increased crop yields is crucial.

The analysis of recent research and publications. The correct selection of hybrids for cultivation plays an important role in increasing the yield and improving the grain quality of corn. According to Ukrainian scientists, in the coming years, the worldwide increase in crop production will be achieved through breeding, i.e., new varieties and hybrids with beneficial traits and quality indicators [1, 2].

Currently, Ukrainian breeding has developed a range of new corn varieties and hybrids with various morpho-biological characteristics and features that respond to favorable (irrigation, fertilizers, plant protection, soil treatment, etc.) and negative (high temperatures, low air humidity, weeds, etc.) factors of the production process. Therefore, it is necessary to carefully choose hybrids, especially now when many farms (especially small ones) cannot ensure high agricultural standards, including an optimal fertilization system and timely plant protection measures [3].

In line with modern requirements, the hybrid composition in the Register of Plant Varieties of Ukraine is constantly updated. This is due to stiff competition among different developers and the desire of agro-producers to sow hybrids with high productivity. Modern intensive hybrids differ in the duration of the vegetation period, plant height, leaf surface area, grain yield and quality, disease resistance,

efficiency of water and fertilizer use, harvest moisture content indicators, and more. The use of modern high-yielding corn hybrids is significant in terms of resource conservation [4].

When selecting specific hybrids of different maturity groups, farmers focus on their adaptability to adverse biotic and abiotic conditions. The resistance of hybrids to high temperatures is extremely important, especially considering climate change and aridification. Domestic and foreign breeders are working on creating hybrids with high yield potential and resistance to adverse environmental conditions such as drought, moisture deficit, pest infestations, and diseases [5, 6].

The study and selection of modern hybrids in order to establish their adaptive properties in specific natural and climatic conditions is relevant, which is an important factor in fully utilizing the genetic potential and increasing the productivity of corn grain.

Problem statement. The task of the scientific search involved analyzing the availability of modern domestic and foreign hybrids and varieties of maize listed in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, and determining the main promising directions in breeding this crop.

Materials and research methods. When analyzing and summarizing the results, materials from our own research, data from the State Register of varieties suitable for distribution in Ukraine, available statistical materials, and scientific publications were used.

Presentation of the main material of the study. Corn cultivation plays a key role in the grain industry of Ukraine. This crop is an integral part of the agricultural sector and plays an important role in ensuring a sustainable balance of grain crops. Corn cultivation is of great importance for the economy, livestock farming, and the grain industry as a whole. Additionally, industries such as food, processing, medical, and microbiological, as well as the country's fuel and energy sector, are interested in this crop, as corn grain is an important raw material for the production of bioethanol and other fuel materials [1, 2].

High-yielding maize hybrids allow for a stable supply of commercial grain to the market, contributing to the development of agriculture. Corn cultivation can also be advantageous for farmers as a feed crop for animals [7, 8].

The potential of maize hybrids directly impacts the grain market. High yield and quality of commercial grain contribute to the competitiveness of Ukrainian maize in the global market. The demand for this crop is steadily increasing, creating opportunities for export. It is also worth noting that the requirements for modern varieties and hybrids of maize, as set by farmers, are quite high (see Figure 1).

Maize comprises 9 subspecies (see Figure 2) [9].

All these subspecies of maize significantly differ from each other in terms of starch content in the grain, size, color, and taste characteristics:

- Sweet corn is widely used for preparing a variety of dishes: soups, salads, pies, pizzas, porridge; it is canned and frozen.
- Air corn, from which cereals, flakes, and popcorn are produced.
- Dent and flinty corn serve as raw material for the production of cereals, alcohol, starch, and are also used as animal feed.
- Starchy corn is used for making alcohol and starch.
- Waxy corn has a single-component starch structure containing amylopectin without amylose, making it suitable for dietary nutrition.

There are 1682 varieties and hybrids of corn in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine (as of April 24, 2024) (Fig. 3).

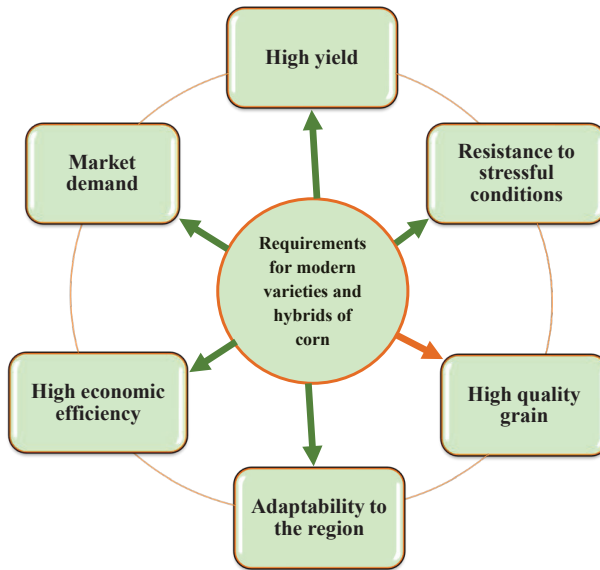


Fig. 1. Requirements for modern varieties and hybrids of corn

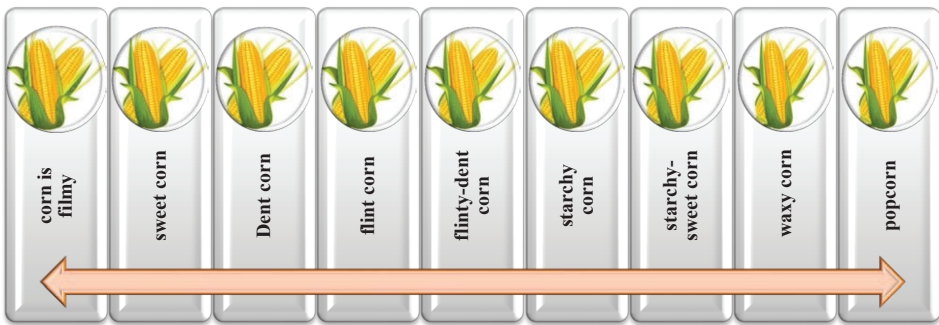


Fig. 2. Maize subspecies (according to M.A. Bilonozhko, D.A. Alimov)

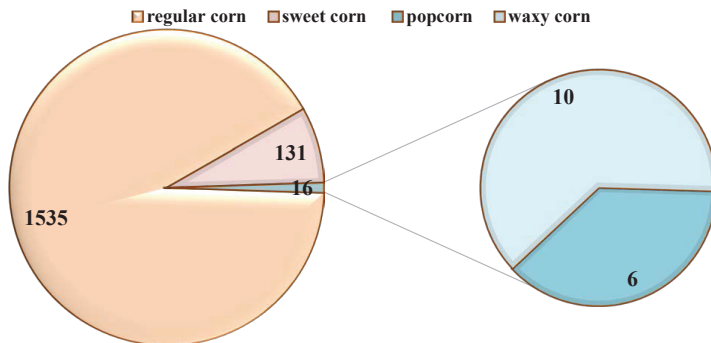


Fig. 3. The number of corn varieties and hybrids according to the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine (as of April 24, 2024), pcs.

The data in Figure 3 indicate that regular maize is the most widespread and popular crop due to its high productivity, versatility in use, resistance to stressful conditions, rich nutrient composition, and economic significance. There are 1535 varieties and hybrids, with 696 of them being of Ukrainian selection, accounting for 45.3%.

Leading in the variety of foreign selection are the following countries: France – 282 varieties and hybrids, USA – 193, Germany – 105, and Switzerland – 56 (see Figure 4). Following these countries are Austria, Republic of Serbia, Canada, Hungary, Bulgaria, Romania, and Croatia.

In Ukraine, hybrids are mainly prevalent, with very few varieties. This is explained by the fact that first-generation hybrids exhibit the phenomenon of heterosis, leading to a significant increase in plant viability and the activity of biological organ formation processes. This, in turn, results in an increase in the yield of the main product by 15-35% or more compared to varieties [10, 11].

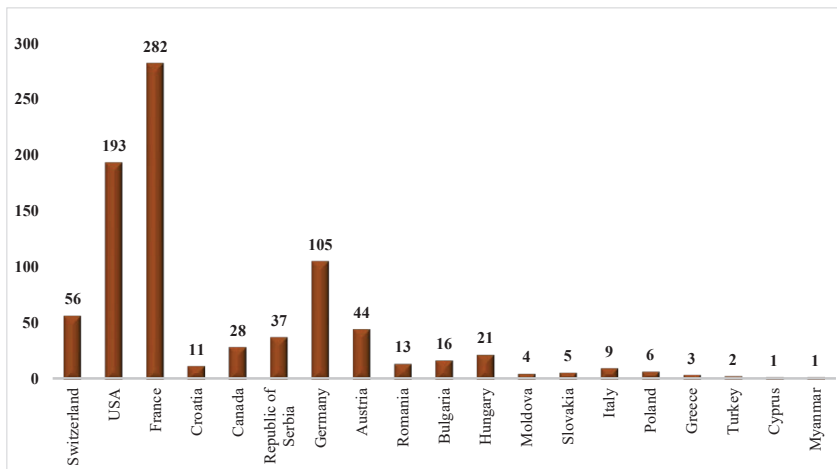


Fig. 4. Originating countries of foreign varieties and hybrids of corn, pcs.

An important aspect for achieving a high yield is the correct choice of hybrid, which depends on the tasks set before farmers: cultivation for grain, feed, or silage.

This approach allows for optimal results in maize cultivation.

There are several types of hybrids used in production:

- Simple hybrid – derived by crossing two self-pollinated lines;
- Three linear hybrid – obtained from crossing a simple interline hybrid with a self-pollinated line;
- Double interline hybrid – the result of crossing two simple interline hybrids.

Maize hybrids can be classified by their maturity level, determined by the duration of their vegetative period. To avoid confusion in determining the maturity of hybrids, a unified classification system based on the number of (duration) days of vegetation was introduced in European countries in 1954. This model was developed and implemented by the Food and Agriculture Organization (FAO), a UN agency dealing with food and agriculture [12].

Classification of maize hybrids into FAO groups allows agricultural producers to accurately determine whether a particular maize hybrid will ripen in a specific region. According to this classification, hybrids are divided into nine main maturity groups,

with numerical values ranging from 100 to 999 forming the basis of the systematics. The hundreds indicate the maturity group of the hybrid, the tens indicate its position within this group, and the units indicate the grain color. Within the same group, different hybrids can have varying durations of the vegetative period. Maturity groups are determined based on the ratio of FAO indicators and the number of days until full maturity of the crop grain [13, 14].

In Ukraine, the classification of maize hybrids by maturity is accepted:

- Early maturing, FAO 100-200 (vegetation period is 90-100 days) with a sum of average daily temperatures of 2200°C, effective 800-900°C;
- Medium-early, FAO 201-300 (vegetation period is 100-115 days) with a sum of average daily temperatures of 2400°C, effective – 1100°C;
- Medium maturing, FAO 301-400 (vegetation period is 115-120 days) with a sum of average daily temperatures of 2600°C, effective – 1170°C;
- Medium-late, FAO 401-500 (vegetation period is 120-130 days) with a sum of average daily temperatures of 2800°C, effective – 1210°C;
- Late, FAO over 500 (vegetation period is 130-140 days) with a sum of average daily temperatures of 3000°C, effective – 1250-1300°C.

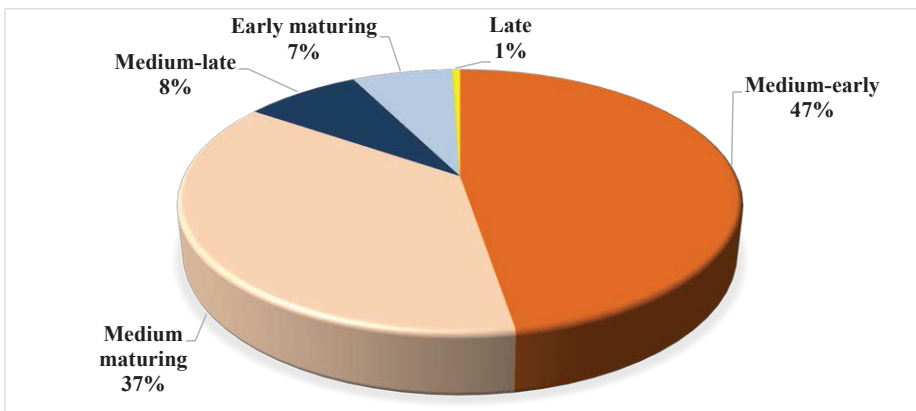


Fig. 5. The percentage share of the maturity group of common corn hybrids entered in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine (as of April 24, 2024), %

When growing corn for grain, it is better to select hybrids with a low FAO index because they release moisture quickly, which is extremely important. Nowadays, grain moisture release has become one of the most important factors in the economic efficiency of corn cultivation [15, 16]. During the ripening process, grain loses moisture at different rates, which gradually decreases. However, hybrids that require a longer period to ripen have a greater productivity potential than early-maturing ones. Therefore, corn hybrids with a higher FAO index tend to have higher yields.

The largest number of corn hybrids and varieties listed in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine (as of April 24, 2024) belong to the medium-early maturity group, accounting for 47%. A slightly smaller percentage belongs to hybrids and varieties of medium maturity – 37% (figure 5). The share of late-maturing varieties and hybrids is only 1%, while early-maturing and medium-late account for 7% and 8%, respectively.

Conclusions. The potential of maize hybrids significantly impacts agriculture and the grain market. Breeding work and the application of optimal technological measures allow for the production of high-yielding hybrids that meet consumer needs and contribute to the development of the agricultural sector. Therefore, further research and improvement of genetic characteristics and technological aspects of maize cultivation are important for increasing the productivity of this crop.

REFERENCES:

1. Сидякіна О. В., Іванів О. О. Сучасний стан і перспективи виробництва зерна кукурудзи. Таврійський науковий вісник 2023. С 225–234. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.33>
2. Сидякіна О. В., Мелешко І. О. Ефективність застосування мінеральних добрив у посівах кукурудзи на зерно (огляд літератури). Таврійський науковий вісник. 2022. Вип. 128. С. 196–203. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.2>
3. Глупак З. І., Бутенко А. О. Урожайність гібридів кукурудзи на зерно залежно від групи стиглості та густоти стояння в умовах лісостепу України. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2022. № 2. С. 5–10.
4. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Урожайність зерна скоростиглих гібридів кукурудзи різних сортів. Вісник аграрної науки. 2017. № 8. С. 19–23.
5. Пащенко Ю. М. Агрокліматичний потенціал зони Степу, добір гібридів і оптимізація їх структури за групами стиглості. Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. 2007. № 30. С. 44–51.
6. Дробітько А. В., Коковіхін С. В. напрями адаптації до кліматичних змін технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях Півдня України. Аграрні інновації. 2020. № 1. С. 42–48. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2020.1.7>
7. Гаврилюк В. М., Коваленко Н. П., Кривенко А. І., Орехівський В. Д., Вакулєнко В. В. Ефективність вирощування високопродуктивних гібридів кукурудзи з підвищеним адаптивним потенціалом до несприятливих умов довкілля. № 15 (2022): Аграрні інновації. С. 97–103. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.15.15>
8. Шевченко М. С., Рибка В. С., Ляшенко Н. О. Основні пріоритети раціонального розвитку виробництва зерна кукурудзи на Дніпропетровщині. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 10. С. 110–124.
9. Зінченко О. І., Каленська С. М. Рослинництво: практикум (лабораторно-практичні заняття): Навчальний посібник для ВМНЗ I-IV р.а. Нова Книга. 536с.
10. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза: селекція та вирощування гібридів: [моногр.]. Вінниця, 2009. 199 с.
11. Гаврилюк В. М., Блащук М. І., Семерунь Т. Б. Який гібрид вибрати. Пропозиція. 2018. № 2. С. 72–73.
12. Черчель В. Характеристика гібридів. Вибір оптимального типу. Агрономія сьогодні: кукурудза. 2019. С. 38–43.
13. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П. В. Кукурудза на зрошувальних землях півдня України: монографія. Херсон : Айлант, 2009. 428 с.
14. Шпаар Д., Гінапп К., Дрегер Д., Захарченко А. Кукурудза: вирощування, збирання, консервування і використання. Київ : Альфа-стевія ЛТД, 2009. 398 с.
15. Кирпа М. Я., Стасів О. Ф., Лук'яненко Т. М., Марченко Т. Ю. Якість насіння гібридів кукурудзи залежно від збиральної вологості і умов дозрівання. № 4 (2020): Аграрні інновації. С. 115–119. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2020.4.17>
16. Китайова С. С., Понуренко С. Г., Чернобай Л. М., Деркач І. Б. Темп вологовідачі зерна кукурудзи при досягненні гібридів різних груп стиглості. Селекція і насінництво: Міжвід. тем. наук. зб. Харків, 2013. Вип. 104. С. 66–72.

УДК 338.43: 635.64

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.3>

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Бакланова Т.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Фартушний Д.М. – здобувач наукового ступеня доктора філософії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Вирощування та виробництво томатів є важливою галуззю сільського господарства як в Україні, так і в усьому світі. Україна відома своїми родючими ґрунтами та сприятливим кліматом для вирощування томатів, що робить її одним з провідних виробників цієї овочевої культури. Українські фермери використовують сучасні технології, сорти та гібриди для отримання високоякісної продукції. У світі томати широко використовують як основний інгредієнт у багатьох стравах та продуктах харчування. Галузь вирощування томатів постійно розвивається, де нові технології та наукові дослідження сприяють покращенню якості та підвищенню рівня врожайності. У статті наведено результати аналітичних досліджень щодо сучасного стану виробництва томатів в Україні, Європі та світі. Інформаційною базою для здійснення наукового пошуку слугували статистичні дані FAOSTAT за 2000–2022 роки. Для досягнення поставленої мети використовували метод порівняльного аналізу, графічний та абстрактно-логічний методи. Аналіз статистичних даних засвідчує, що площі посівів, відведені під томати, в Україні, Європі та світі мають тенденцію до зростання. За даними FAOSTAT, з 2011 по 2022 рік в Україні площі під вирощуванням томатів, як у закритому, так і відкритому ґрунті, зменшилися на 34,4 тис. гектарів, що становить 60% (з 85,9 до 51,5 тис. га відповідно). Незважаючи на це, врожайність за той же період зросла на 23,8% (з 24,6 тонн до 32,3 тонн на гектар). Проте у 2022 році врожайність томатів знизилася до 24,4 тонн на гектар через початок військових дій на території України. Найбільшими виробниками томатів у світі є Індія та Китай. У 2022 році площі під посівами томатів у цих країнах склали 843,0 і 1141,7 тис. га відповідно. Це пояснюється оптимальними кліматичними умовами, які сприяють успішному вирощуванню томатів. Слід зазначити, що Нідерланди та Бельгія, які мають невеликі площі посівів томатів (від 1,2 до 1,9 тис. гектарів), перевершують інші країни за врожайністю (від 400 до 500 тонн на гектар). Це пояснюється використанням тепличних технологій у вирощуванні цієї культури та застосуванням передових агротехнологій. Аналіз статистичних даних щодо вирощування та виробництва томатів дозволяє зазначити, що в Україні у 2022 році відбулося зменшення площ під цією культурою за одночасного зниження врожайності та загального валового збору. Це може бути пов'язано з воєнними подіями та окупацією деяких областей, в яких раніше вирощували значні обсяги овочів. Така ситуація призвела до суттєвого скорочення обсягів виробництва та постачання томатів на ринок, що може вплинути на доступність продукту для споживачів та його вартість.

Ключові слова: томат, плоди, врожайність, валові збори, динаміка посівних площ.

Baklanova T.V., Fartushny D.M. Current trends in tomato cultivation in Ukraine and the world

Growing and producing tomatoes is an important sector of agriculture both in Ukraine and worldwide. Ukraine is known for its fertile soils and favorable climate for tomato cultivation, making it one of the leading producers of this vegetable crop. Ukrainian farmers utilize modern technologies, varieties, and hybrids to obtain high-quality produce. Tomatoes are widely used globally as a primary ingredient in many dishes and food products. The tomato cultivation industry is continuously evolving, with new technologies and scientific research contributing to improved quality and increased yields. This article presents the results of analytical research on the current state of tomato production in Ukraine, Europe, and the world. Statistical data from

FAOSTAT for the years 2000-2022 served as the informational basis for conducting scientific research. Comparative analysis, graphical, and abstract-logical methods were employed to achieve the set goal. Analysis of statistical data indicates that the areas allocated for tomato cultivation in Ukraine, Europe, and globally are showing a tendency towards growth. According to FAOSTAT, from 2011 to 2022, the area under tomato cultivation in Ukraine, both in open field and under protected cultivation, decreased by 34.4 thousand hectares, which is 60% (from 85.9 to 51.5 thousand hectares respectively). Despite this, the yield increased by 23.8% during the same period (from 24.6 tons to 32.3 tons per hectare). However, in 2022, the tomato yield decreased to 24.4 tons per hectare due to the onset of military actions in Ukraine. The largest tomato producers in the world are India and China. In 2022, the areas under tomato cultivation in these countries were 843.0 and 1141.7 thousand hectares respectively. This is explained by the optimal climatic conditions that contribute to successful tomato cultivation. It should be noted that the Netherlands and Belgium, with small areas under tomato cultivation (from 1.2 to 1.9 thousand hectares), outperform other countries in terms of yield (from 400 to 500 tons per hectare). This is explained by the use of greenhouse technologies in growing this crop and the application of advanced agricultural practices. Analysis of statistical data on the cultivation and production of tomatoes indicates that in Ukraine in 2022 there was a decrease in the area under this crop accompanied by a reduction in yield and overall gross harvest. This may be associated with military events and the occupation of certain regions where significant amounts of vegetables were previously grown. This situation has led to a significant reduction in production volumes and supply of tomatoes to the market, which may affect the availability of the product for consumers and its cost.

Key words: tomato, fruits, yield, gross harvest, dynamics of planting areas.

Постановка проблеми. Томат – це корисний продукт, що містить легкозасвоєвані вуглеводи, пектинові речовини та багато вітамінів. Томати також багаті на калій, магній, залізо, цинк, кальцій, фосфор та органічні кислоти, необхідні для нормальної роботи організму. У томатах є значна кількість вітамінів групи В, Е та найбільше – вітаміну С. Вони допомагають задовольнити потребу організму у цих поживних речовинах. Крім того, томати позитивно впливають на наш настрій, оскільки містять тирозин, який перетворюється на серотонін та допомагає підняти настрій і послабити стресові стани [1, 2].

Томати є корисними овочами для людей з надлишковою вагою, оскільки вони не лише насичують організм вітамінами, а й можуть бути використані у лікувальних цілях.

Томати мають чимало корисних властивостей для організму. Вони допомагають зміцнити імунну систему, поліпшити роботу серця, налагодити травлення та знизити рівень холестерину у крові. Крім цього, червоні томати позитивно впливають на склад крові та запобігають утворенню тромбів.

Томати особливо корисні для серцево-судинної системи, оскільки покращують кровообіг, запобігають атеросклерозу, нормалізують серцевий ритм і знижують артеріальний тиск. Також їх рекомендують при захворюваннях пам'яті, гіпертонії, анемії та інших станах [3, 4].

У разі проблем з шлунково-кишковим трактом помідори можуть стимулювати секрецію та перистальтику. Варто вживати їх обережно при виразковій хворобі. Також томати покращують апетит, мають антибактеріальні та протизапальні властивості.

Лікопін (рис. 1), який надає томатам червоний колір, знижує ризик серцево-судинних захворювань, простатиту та раку [5]. Цей пігмент краще засвоюється з термічно оброблених продуктів, але свіжі овочі також корисні. Томати рекомендовані для курців, оскільки допомагають очищати організм від шкідливих речовин, що входять до складу тютюнового диму.

Слід звернути увагу, що томати потрібно виключити зі свого раціону людям, які мають харчову алергію. Також варто обмежити вживання цього продукту тим,

хто хворіє на артрит, подагру, жовчнокам'яну і сечокам'яну хвороби. Споживання томатів у цьому випадку може спровокувати ріст каменів і їх вихід з жовчного міхура.



Рис. 1. Властивості лікопину

Формування якості плодів томатів є процесом, який відбувається протягом всього вегетаційного періоду і залежить від впливу різних абіотичних і біотичних факторів, які є унікальними для кожної фази онтогенезу. Важливою є взаємодія культурних рослин з умовами навколишнього середовища, яка потребує належного забезпечення теплом, вологою та сонячною енергією. Зміни в кліматичних умовах можуть впливати на хімічний склад плодів та їх якість.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміна клімату стала однією з найбільш актуальних проблем у сучасному світі. Вплив кліматичних змін на сільське господарство України відчутний через глобальне потепління, яке призводить до посушливих періодів. Ця ситуація негативно впливає на врожайність рослин, зокрема на півдні України, де втрати врожаю можуть сягати до 50% через непередбачувані погодні умови. У зв'язку зі зміною клімату, яка проявляється у підвищенні середньорічних температур, зміні режиму опадів та інших аспектах, вирощування томатів стає актуальною та важливою галуззю сільськогосподарства. Томати є одними з найпопулярніших овочевих культур у світі, і вони мають велике значення як джерело вітамінів, мінералів та інших корисних речовин для людини.

Тепло відіграє ключову роль у процесах росту, тривалості вегетаційного періоду, плодоутворенні та врожайності томатів. Оптимальна температура для їх розвитку варіює залежно від фаз росту: від 22–23 °C при проростанні насіння до 25 °C під час цвітіння та зав'язування плодів. Коливання температури на 5 °C вище або нижче оптимуму призводить до послаблення процесів життєдіяльності рослин [6].

Велике значення для продуктивності і якості томатів має вологозабезпеченість. Оптимальний рівень вологості ґрунту – 70–80%, повітря – 60–70% від

повної вологоємності [7, 8]. Нестача природної відносної вологості повітря може обмежити рівень урожайності та погіршити якість плодів. Зрошення є важливим агротехнічним заходом у забезпеченні оптимальних умов для росту та розвитку рослин томату.

Тип ґрунту та його родючість також впливають на врожайність і якість плодів. Томати краще ростуть на легких, родючих ґрунтах з нейтральною кислотністю. За оптимального зволоження ґрунту на врожайність і якість плодів найбільше впливає система живлення, яку регулюють використанням органічних і мінеральних добрив [9, 10].

Оптимальні дози органічних і мінеральних добрив покращують смакові та поживні властивості плодів томату. Важливо контролювати систему живлення, оскільки надлишкові дози добрив можуть призвести до накопичення нітратів у плодах та негативно вплинути на їх якість.

Зміна клімату позначається на урожайності та якості вирощених томатів. Так, наприклад, підвищення середньорічних температур може спричинити стрес для рослин, що, в свою чергу, призведе до зниження врожайності та погіршення якості плодів. Також непередбачувані погодні умови, такі як сильні дощі або посухи, можуть негативно позначитися на вирощуванні томатів [11–13].

Одним з способів адаптації до зміни клімату є використання сучасних технологій вирощування томатів. Наприклад, використання теплиць, дроп-систем поливу, систем автоматизації контролю клімату може допомогти забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин навіть за несприятливих погодних умов.

Крім того, важливо розвивати сортовий ряд томатів, що мають високу стабільність до зміни клімату. Селекціонери працюють над створенням нових сортів і гібридів, які будуть більш стійкими до стресових умов та забезпечать високий врожай навіть за складних умов вирощування [14, 15].

Отже, актуальність вирощування томатів у контексті зміни клімату полягає у необхідності адаптації сучасних технологій та сорто-гібридного матеріалу для забезпечення сталого вирощування цієї корисної овочевої культури, навіть за несприятливих погодних умов. Тому агротехнічні заходи вирощування томатів повинні бути спрямовані на створення оптимальних умов для росту та розвитку культури.

Постановка завдання. Метою досліджень передбачали проаналізувати динаміку виробництва томатів на основі площ посівів та врожайності культури в Україні, провідних країнах, які найбільше вирощують плодів томатів, та загалом у світі за період з 2000 до 2022 рік.

Виклад основного матеріалу дослідження. У зв'язку з тим, що томати є одним з найпопулярніших овочів у світі, їх вирощування має важливе значення для забезпечення людей необхідними поживними речовинами, а також для розвитку сільського господарства і економіки країн. За інформацією Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), за період з 2011 по 2022 роки в Україні площі під томати, як закритого, так і відкритого ґрунтів, у загальному обсязі зменшилися на 34,4 тис. га, що склало 60% (з 85,9 до 51,5 тисяч га відповідно) (рис. 2), проте врожайність за цей період (2011–2021 рр.) зросла на 23,8% (з 24,6 до 32,3 т/га відповідно). В 2022 році врожайність плодів томату знизилася і склала 24,4 т/га, що пов'язано з початком військових дій на території України (рис. 3).

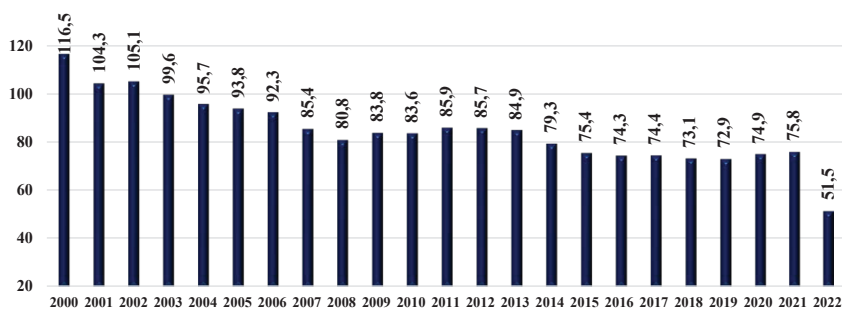


Рис. 2. Площі посівів томату в Україні, тис. га (джерело FAOSTAT, 2023)

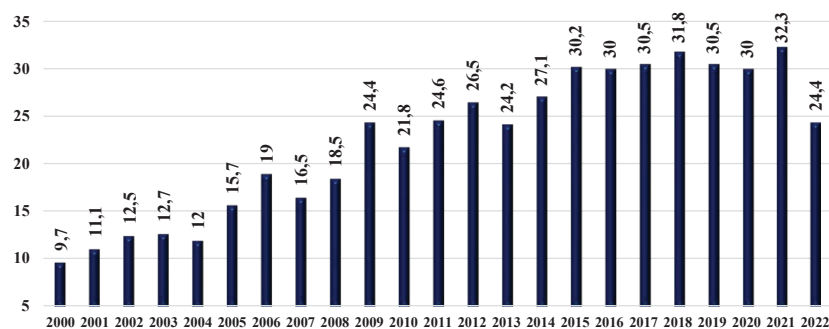


Рис. 3. Урожайність плодів томату в Україні, т/га (джерело FAOSTAT, 2023)

Найбільшими виробниками томатів у світі є Індія та Китай (рис. 4).

У 2022 році площі під посівами томатів склали 843,0 і 1141,7 тис. га. Це пояснюється оптимальними кліматичними умовами, які сприяють вирощуванню томатів, особливо з тривалим вегетаційним періодом. Індія та Китай мають значну чисельність населення, що призводить до великого попиту на продукти харчування, включаючи помідори. Тому фермери в цих країнах вирощують цю культуру на великих площах, щоб задовольнити попит на них. Досвід в обох країнах вирощування томатів має довгу історію, а фермери мають багатий досвід у цьому секторі. Це дозволяє їм ефективно вирощувати помідори на великих площах і отримувати високі врожаї.



Рис. 4. Площі посівів плодів томату в найбільших країнах-виробниках (Індії та Китаю), тис. га (джерело FAOSTAT, 2023)

Таблиця 1

**Площі посівів, зайняті під томатами в різних країнах,
(за даними FAOSTAT, 2023), тис. га**

рік	Бельгія	Бразилія	Єгипет	Ізраїль	Іспанія	Канада	Мексика	Нідерланди	США	Туреччина
2000	0,9	56,7	195,4	4,9	62,3	8,1	124,6	1,2	168,5	208,4
2001	0,9	57,5	180,7	4,2	63,0	9,5	121,3	1,2	164,2	202,5
2002	0,9	62,5	191,2	4,4	59,3	8,8	114,8	1,2	178,6	210,6
2003	0,6	63,5	193,0	6,1	63,0	7,5	121,7	1,3	167,4	211,3
2004	0,6	60,2	195,2	5,8	69,9	7,9	124,9	1,4	173,6	204,9
2005	0,6	60,5	195,0	5,8	72,3	8,3	118,7	1,4	164,3	201,1
2006	0,5	58,9	220,1	5,3	56,7	8,2	126,6	1,5	169,8	193,9
2007	0,5	58,4	225,6	5,3	53,3	7,9	116,7	1,5	170,7	183,5
2008	0,5	60,9	240,2	5,5	54,9	7,5	101,5	1,6	161,9	195,2
2009	0,4	67,6	251,8	5,6	63,8	6,6	99,1	1,6	176,2	186,9
2010	0,5	67,9	216,4	5,8	59,3	6,6	98,2	1,7	158,7	179,1
2011	0,5	71,5	212,4	5,5	51,2	6,9	85,4	1,7	148,9	181,0
2012	0,5	63,9	216,4	6,0	48,6	6,5	96,7	1,7	152,7	189,2
2013	0,5	62,7	205,3	5,9	46,6	6,0	87,2	1,8	152,4	189,1
2014	0,5	64,4	214,0	5,5	54,8	5,4	95,2	1,8	163,4	183,0
2015	0,5	63,6	196,9	5,1	58,1	6,4	92,0	1,8	163,0	193,6
2016	0,5	64,0	185,0	5,4	62,7	6,9	93,4	1,8	141,3	190,0
2017	0,5	61,4	166,2	5,3	60,9	6,3	93,0	1,8	125,7	183,2
2018	0,6	57,4	174,8	5,0	56,1	6,2	90,3	1,8	130,3	168,8
2019	0,6	54,6	174,7	4,7	56,9	5,9	87,9	1,8	110,8	173,4
2020	0,6	52,0	159,7	5,2	55,5	5,9	84,9	1,9	110,4	174,4
2021	0,6	51,9	150,0	5,3	56,1	6,2	90,3	1,9	108,8	165,2
2022	0,6	54,5	143,6	4,3	45,2	6,2	90,7	1,8	106,8	158,7

Загалом, комбінація сприятливих кліматичних умов, великого попиту та досвіду фермерів робить Індію і Китай найбільшими виробниками томатів у світі. Наступні місця за площами посівів посідають такі країни, як Туреччина, Єгипет та США (табл. 1).

Загальні площі під томатами у світі є стабільними і з 2012 р. істотно не різняться (рис. 5).

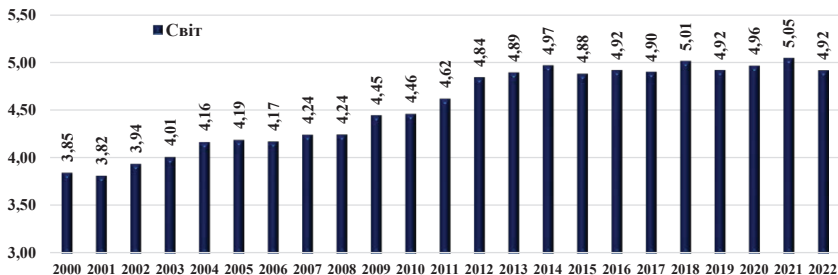


Рис. 5. Площі посівів томатів у світі (джерело FAOSTAT, 2023), млн га

Таблиця 2
Урожайність плодів томату в країнах світу (за даними FAOSTAT, 2023), т/га

рік	Бельгія	Бразилія	Єгипет	Ізраїль	Індія	Іспанія	Канада	Китай	Мексика	Нідерланди	США	Туреччина
2000	240,3	53,0	34,7	84,2	16,2	60,5	51,9	33,1	21,4	433,3	74,9	42,7
2001	259,1	54,0	35,0	83,6	15,7	63,0	52,6	32,8	22,6	458,3	66,7	41,6
2002	260,4	58,4	35,5	89,1	16,3	67,2	65,0	34,6	22,4	462,5	75,4	44,9
2003	416,7	58,4	37,0	66,2	15,9	62,7	66,9	33,0	23,8	473,3	68,2	46,5
2004	390,3	58,4	39,2	88,3	16,2	62,7	74,7	34,1	24,3	484,5	80,6	46,1
2005	414,5	57,0	39,0	75,3	17,5	66,5	75,9	34,9	23,6	472,8	72,5	50,0
2006	459,0	57,1	39,0	83,3	1,8	67,0	73,9	37,6	22,9	453,3	72,2	50,8
2007	451,5	58,7	38,3	81,9	16,9	76,6	75,0	39,9	27,0	456,7	83,1	54,1
2008	481,3	63,5	38,3	75,8	18,2	73,8	75,2	46,9	28,3	456,3	84,6	56,3
2009	523,9	63,8	40,8	81,2	18,6	75,2	76,5	49,3	27,2	491,4	87,7	57,5
2010	473,3	60,5	39,5	77,5	19,6	72,8	74,4	49,3	30,5	486,3	88,5	56,1
2011	460,8	61,8	38,2	75,4	19,1	75,5	68,0	51,4	28,5	478,8	92,5	60,8
2012	483,0	60,7	39,9	65,8	20,6	83,3	84,7	50,5	35,5	476,0	94,8	60,0
2013	499,6	66,8	40,4	74,0	20,7	81,0	83,2	51,4	37,7	483,6	90,7	62,5
2014	498,6	66,9	38,7	77,1	21,2	89,3	67,0	52,4	37,1	505,6	97,2	64,7
2015	496,2	65,9	39,3	70,5	21,4	83,1	66,7	54,0	41,1	507,1	89,5	65,2
2016	506,9	65,1	39,6	70,8	24,2	83,4	72,8	54,9	43,3	507,0	91,1	66,3
2017	496,0	68,8	40,5	70,3	26,0	84,9	78,2	55,7	45,6	508,4	88,6	69,6
2018	470,3	71,9	38,8	69,3	25,0	85,0	80,4	56,7	50,5	508,4	96,8	72,0
2019	473,9	71,8	39,0	63,8	24,3	87,8	82,5	57,7	48,6	505,6	98,0	74,1
2020	502,4	72,2	40,7	66,6	25,1	77,8	82,9	58,5	48,7	486,6	99,1	75,7
2021	448,7	70,9	42,6	68,2	25,1	84,7	82,5	59,7	45,9	475,7	95,9	79,3
2022	466,9	69,9	43,7	67,2	24,5	80,9	85,9	59,9	46,4	423,1	95,5	81,9

Можна зазначити, що незважаючи на невеликі площі посівів томатів Нідерланди (1,2–1,9 тис. га) та Бельгія (0,4–0,9 тис. га) переважають за рівнями врожайності (400–500 т/га), що обумовлюється тепличним вирощуванням цієї культури та впровадженням новітніх агротехнологій (табл. 2).

Середня врожайність плодів томату в світі за весь двадцяти дворічний період зростала з 28,0 до 37,8 т/га (рис. 6).



Рис. 6. Врожайність плодів томату в світі, (за даними FAOSTAT, 2023), т/га

Знання обсягу валових зборів є важливим показником для економіки та фінансової політики будь-яких країн світу. Визначення економічної ситуації, зокрема обсягу валових зборів, є одним з основних показників економічного розвитку, що дозволяє оцінити загальний стан, обсяг виробництва, продажів та прибутковості країн.

За даними FAOSTAT у 2021 році в світі було зібрано близько 189,28 млн т томатів, в Україні ж було зібрано 2,445 млн тонн, що складало 1,29% від загального світового виробництва даної культури (рис. 7, 8). Україна за аналізовані період стабільно входить до 15 світових країн лідерів з виробництва томатів. Необхідно зазначити, що високі показники врожайності залежать від технологій вирощування, агрокліматичних умов та правильного добору сорту чи гібриду.

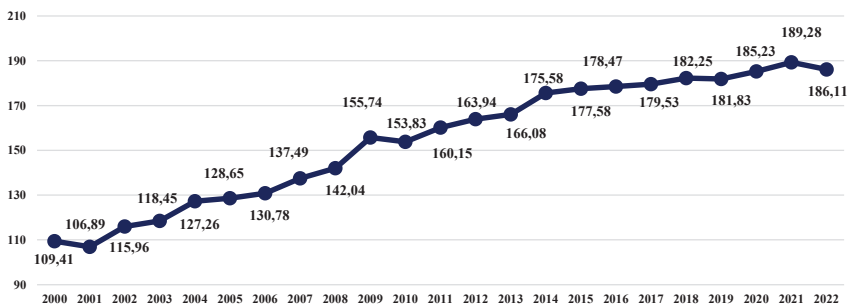


Рис. 7. Валові збори плодів томатів у світі (за даними FAOSTAT, 2023), млн т

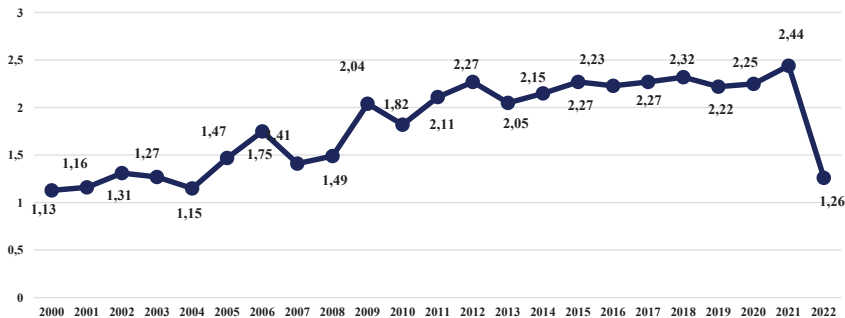


Рис. 8. Валові збори плодів томатів в Україні (за даними FAOSTAT, 2023), млн т

Лідером у виробництві томатів є Китай (рис. 9, табл. 3). У цій країні в 2022 році зібрали 68,34 млн. тонн або 33,75% від загального світового виробництва з площі 1141,7 тис га за врожайності 59,9 т/га.

Другою за величиною країною-виробником у світі стала Індія, де з площі 843 тис. га зібрали 20,69 млн т томатів (середня врожайність – 24,5 т/га). Третє місце посіла Туреччина, виробивши 13,00 млн т на площі 158,7 тис. га (середня врожайність – 81,9 т/га). Сполучені Штати Америки посіли 4 місце.

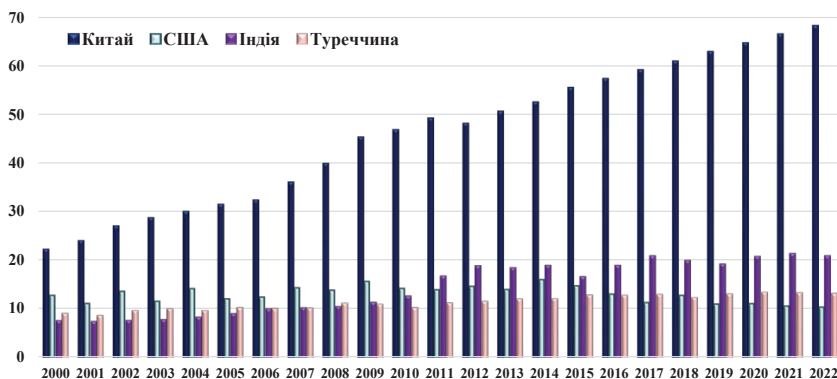


Рис. 9. Країни-лідери виробництва томатів (за даними FAOSTAT, 2023), млн т

Таблиця 3

Динаміка валових зборів плодів томату в країнах світу, млн. т
(за даними FAOSTAT, 2023)

рік	Бельгія	Бразилія	Єгипет	Ізраїль	Індія	Іспанія	Канада	Китай	Мексика	Нідерланди	США	Туреччина
2000	0,22	3,00	6,79	0,42	7,43	3,77	0,42	22,32	2,67	0,52	12,62	8,89
2001	0,23	3,10	6,33	0,35	7,24	3,97	0,50	24,12	2,74	0,55	10,96	8,43
2002	0,23	3,65	6,78	0,39	7,46	3,98	0,57	27,15	2,57	0,56	13,47	9,45
2003	0,25	3,71	7,14	0,41	7,62	3,95	0,50	28,84	2,90	0,60	11,42	9,82
2004	0,25	3,52	7,64	0,51	8,13	4,38	0,59	30,14	3,04	0,66	13,99	9,44
2005	0,23	3,45	7,60	0,43	8,83	4,81	0,63	31,62	2,80	0,66	11,92	10,05
2006	0,24	3,36	8,58	0,44	9,82	3,80	0,60	32,52	2,90	0,68	12,26	9,85
2007	0,22	3,43	8,64	0,43	10,06	4,08	0,60	36,10	3,15	0,69	14,19	9,94
2008	0,23	3,87	9,20	0,42	10,30	4,05	0,56	39,94	2,87	0,73	13,70	10,99
2009	0,23	4,31	10,28	0,45	11,15	4,80	0,50	45,37	2,69	0,80	15,46	10,75
2010	0,23	4,11	8,54	0,45	12,43	4,31	0,49	46,88	3,00	0,82	14,05	10,05
2011	0,22	4,42	8,11	0,41	16,53	3,86	0,47	49,32	2,44	0,82	13,76	11,00
2012	0,23	3,87	8,63	0,39	18,65	4,05	0,55	48,17	3,43	0,81	14,48	11,35
2013	0,25	4,19	8,29	0,44	18,23	3,78	0,50	50,69	3,28	0,86	13,83	11,82
2014	0,25	4,30	8,29	0,43	18,74	4,89	0,36	52,61	3,54	0,90	15,88	11,85
2015	0,25	4,19	7,74	0,36	16,39	4,83	0,43	55,59	3,78	0,89	14,58	12,62
2016	0,26	4,17	7,32	0,39	18,73	5,23	0,50	57,43	4,05	0,90	12,88	12,60
2017	0,26	4,23	6,73	0,37	20,71	5,16	0,49	59,22	4,24	0,91	11,14	12,75
2018	0,26	4,13	6,78	0,35	19,76	4,77	0,50	61,03	4,56	0,91	12,61	12,15
2019	0,27	3,92	6,81	0,30	19,01	5,00	0,49	62,97	4,27	0,91	10,86	12,84
2020	0,31	3,76	6,49	0,34	20,55	4,31	0,49	64,78	4,14	0,91	10,94	13,20
2021	0,28	3,68	6,39	0,36	21,18	4,75	0,52	66,60	4,15	0,88	10,43	13,10
2022	0,30	3,81	6,28	0,29	20,69	3,65	0,53	68,34	4,21	0,77	10,20	13,00

Висновки та пропозиції. Аналізуючи в цілому наведений статистичний матеріал відносно виробництва плодів томату, необхідно зазначити, що в Україні в 2022 році дещо зменшено площі під цією культурою, рівень врожайності і валовий збір загалом. Це, на нашу думку, пов'язано з проведенням військових дій та

окупацією деяких областей України, в яких вирощували значні об'єми овочевої продукції. Ця ситуація призвела до значного зменшення обсягів виробництва та постачання томатів на ринок, що може вплинути на доступність цього продукту для споживачів і на його цінову політику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Слепцов Ю. Томатні технології. Плантатор. 2017. № 2. С. 36–39.
2. Жук О. Я., Сиворакша О. А., Федосій І. О. Помідор: біологія та насінництво: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 160 с.
3. Біолого-екологічні особливості овочевих культур: навчальний посібник / Нікончук Н.В. та ін. Миколаїв: МНАУ, 2020. 407 с.
4. Сімахіна Г.О., Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів. Київ: НУХТ. 2009. 312 с.
5. Засць В. А., Нещадим Л. П. Лікопін – важлива складова якісного та корисного харчування. Якість і безпека харчових продуктів: тези доп. II Міжнар. наук.-практ. конф., 12-13 листопада 2015 р. / Національний університет харчових технологій; М-во освіти і науки України. К.: НУХТ, 2015. С. 46–48.
6. Божко Л.Ю. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні: монографія. Одеса.: «Екологія». 2010. 364 с.
7. Бондаренко К.О., Косенко Н.П. Вплив умов вологозабезпеченості та удобрення рослин на врожайність плодів томата за краплинного зрошення на Півдні України. № 3 (2020): Аграрні інновації. С. 6–10. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2020.3.1>.
8. Коваленко І.О., Шатковський А.П. Водний режим і врожайність томатів за підгрунтового краплинного зрошення. № 19 (2023): Аграрні інновації. С. 62–66. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.19.10>.
9. Нікончук Н.В., Туполенко О.С. Промислова технологія вирощування томатів на півдні України. Миколаїв. С. 73–75.
10. Косенко Н., Погорелова В. Насіннева продуктивність сортів томата залежно від схеми сівби та удобрення в умовах Південного Степу. Вісник аграрної науки №2 (803). 2020. С. 37–43. DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202002-06>.
11. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Бакланова Т.В. та ін. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату. Наукові горизонти. 2020. № 2 (87). С. 89–101. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-102-110>.
12. Палапа Н.В., Дем'янюк О.С., Нагорнюк О.М. Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. Агроекологічний журнал. 2022. № 2. С. 34–45. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263314>.
13. Вожегова Р.А., Димов О.М. Застосування добрив як запорука збереження родючості ґрунтів і стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва. Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2016. № 96. С. 21–31.
14. Завадська О.В., Пархомук Я. Якість плодів помідора залежно від сорту та ступеня стиглості. Modern scientific researches. Issue 9. Part 1. 2019. С. 88–91. DOI: [10.30889/2523-4692.2019-09-01-017](https://doi.org/10.30889/2523-4692.2019-09-01-017).
15. Севідов В.П., Севідов І.В. Показники продуктивності і якості гібридів помідору індетермінантного типу. Вісник ПДАА. 2022.No1. С.84–89. DOI: [10.31210/viznyk2022.01.10](https://doi.org/10.31210/viznyk2022.01.10).

УДК 631.581.5:631524.84:633.34

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.4>

ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ РОСЛИНИ СОЇ ПІД ВПЛИВОМ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Бердін С.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції та насінництва,

Сумський національний аграрний університет

Мурач О.М. – науковий співробітник,

Інститут сільського господарства Північного Сходу

Національної академії аграрних наук України

Зубко О.М. – аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства,

Сумський національний аграрний університет

Крючко Л.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біотехнології та хімії,

Сумський національний аграрний університет

Для розгляду задачі вивчення дії препаратів на рослини в посівах сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України було проведено вивчення динаміки формування архітекtonіки рослин сої залежно від схем передпосівної обробки насіння. Дослідження були проведені протягом 2023 року в коротко-ротаційній польовій сівозміні Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України. В досліді використовувалися методи досліджень: польовий, лабораторно-аналітичний та статистичний. Посівна площа ділянки складала 168 м², облікова 114 м². Сівбу проводили суцільним способом сівалкою СН-16 насінням супереліти сорту сої Сіверка з нормою висіву 0,850 млн./га схожих насінин, яке було оброблено протруйником Авідо (1 л/т). Безпосередньо перед сівою провели обробку насіння водою, Ризогуміном (2 кг/т), Біоглобіном (1,0 л/т) або їх сумішшю згідно зі схемою досліду. За результатами наших досліджень вивчення архітекtonіки рослин сої в залежності від схеми застосування передпосівної обробки насіння встановлена різнобічна реакція рослин сорту Сіверка на передпосівну обробку насіння інокулянтном Ризогуміном (2 кг/т) та стимулятором Біоглобіном (1,0 л/т). Роздільне застосування біопрепаратів призводило до збільшення параметрів куща відносно контролю (виключення – початковий ріст рослин у варіанті з Біоглобіном). Сумісне застосування препаратів, знижувало ефективність індивідуального застосування кожного із препаратів за виключенням варіанту з Біоглобіном. Таким чином, індикатором формування маси насіння з урахуванням реакції рослин сої на застосування препаратів для передпосівної обробки насіння були визначальними ріст рослин у фазу цвітіння та гілкування й утворення кількості бобів на рослині. Спираючись на результати досліджень, пропонуємо біопрепарати, що вивчали, використовувати роздільно порівнянні з сумісним, перевагу віддавати Ризогуміну з нормою обробки 2 кг на тону посівного матеріалу. Загальна кількість насінин у контролі склала 26,9 шт./кущ. У разі інокуляції насіння кількість збільшилась на 18,8%, стимулятора росту – 15,9%, сумісна обробка біопрепаратами – 7,4. Встановлена позитивна дія обробки насіння біопрепаратами на кількісні показники репродукційної складової архітекtonіки куща. При чому препарати показали вищу ефективність роздільного застосування їх у порівнянні з сумісним.

Ключові слова: сімба, урожайність, передпосівна обробка насіння, продуктивність, соя, інокулянт.

Berdin S.I., Murach O.M., Zubko O.M., Kriuchko L.V. Dynamics of the formation of generative organs of the soybean plant under the influence of preparation for seed pre-sowing treatment

To consider the task of studying the effect of drugs on plants in soybean crops in the conditions of the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine, a study of the dynamics of the formation of the

architecture of soybean plants depending on the schemes of pre-sowing seed treatment was carried out. Research was conducted during 2023 in the short-rotation field crop rotation of the Institute of Agriculture of the Northeast of the National Academy of Sciences of Ukraine. Research methods were used in the research: field, laboratory-analytical and statistical. The sown area of the plot was 168 m², the accounting area was 114 m². Sowing was carried out in a continuous way with a planter CH-16 with super-elite seeds of the Siverka soybean variety with a sowing rate of 0.850 million/ha of similar seeds, which were treated with Avido poison (1 l/t). Immediately before sowing, the seeds were treated with water, Rhizohumin (2 kg/t), Biogloblin (1.0 l/t) or their mixture according to the experimental scheme. According to the results of our research on the study of the architecture of soybean plants, depending on the scheme of application of pre-sowing seed treatment, a versatile response of Siverka variety plants to pre-sowing seed treatment with the inoculant Rhizogumin (2 kg/t) and the stimulator Biogloblin (1.0 l/t) was established. The separate use of biological preparations led to an increase in the parameters of the bush compared to the control (the exception is the initial growth of plants in the version with Biogloblin). Combined use of drugs reduced the effectiveness of individual use of each of the drugs, with the exception of the variant with Biogloblin. Thus, the indicator of the formation of seed mass, taking into account the reaction of soybean plants to the use of preparations for pre-sowing treatment of seeds, was determined by the growth of plants in the phase of flowering and branching and the formation of the number of beans per plant. Based on the results of the research, we suggest using the studied biopreparations separately compared to the compatible one, giving preference to Rhizogumin with a processing rate of 2 kg per ton of seed material. The total number of seeds in the control was 26.9 pcs./bush. In the case of seed inoculation, the amount increased by 18.8%, growth stimulator – 15.9%, simultaneous treatment with biological preparations – 7.4. A positive effect of seed treatment with biological preparations on the quantitative indicators of the reproductive component of the architecture of the bush was established. At the same time, the drugs showed a higher efficiency of their separate use compared to their combined use.

Key words: sowing, productivity, pre-sowing treatment of seeds, yield, soybean, inoculant.

Постановка проблеми. Соя в Україні залишається провідною зернобобовою культурою, їй присвячена значна увага дослідженням специфіки формування продуктивності зерна з метою підвищення ефективності використання посівних площ. Визначаючи, що параметри куща є достатньо стійкою сортовою ознакою, але ж будь-який чинник варіює під впливом зовнішніх факторів.

Сучасні технології вирощування сої включають у передпосівну обробку насіння інокулянти (препарати, в склад яких включені ризобактерії для передпосівної обробки насіннєвого матеріалу зернобобових культур), а також регулятори росту. Ці фактори безпосереднє впливають на формування параметрів рослини сої, саме тому виникає необхідність у вивченні впливу передпосівної обробки на безпосереднє формування архітекtonіки куща, з метою відокремлення базових факторів впливу на продуктивність зерна сої.

Тому дослідження вивчення біологічних особливостей сорту, в зокрема архітекtonіки куща, на формування максимальної продуктивності зерна сої в визначених умовах є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні соя в Україні виступає, як культура базового постачання рослинного білка. Не дивлячись на несприятливі умови, як природні, так і агротехнічні, посівні площі під соєю займають питому вагу в структурі зернових та зернобобових культур [1, 2].

Формування зерна та проблеми збільшення його виходу з гектара є основою досліджень по культурі соя. Значна увага багатьох дослідників присвячена впливу біологічних препаратів на зернову врожайність, зокрема передпосівної обробки насіння інокулянтами та регуляторами росту [1, 3, 5].

Біологічна реакція сорту на різні дози та схеми застосування препаратів є доволі непередбачуваною. Фактори впливу діють не тільки на формування бобів

та зернівок, але і на всі параметри куща. Архітектоніка репродуктивної системи сої, що включає цвітіння, утворення квіток та плодоношення істотно впливають на врожайність зерна [3, 7].

Процес цвітіння сої відіграє важливу роль у формуванні плодів та насіння. Час та тривалість цвітіння можуть суттєво впливати на врожайність. Занадто раннє чи пізнє цвітіння може створити несприятливі умови для запилення та утворення повноцінних плодів. Оптимальні стоки цвітіння, що відповідають умовам навколишнього середовища та забезпечує добру запилюваність квіток, саме це може призвести до підвищення врожайності.

Кількість квіток і плодів, що утворюються, також мають пряме відношення до врожайності. Більша кількість квіток, як правило, забезпечує більший потенціал для утворення плодів та насіння. Однак, значна кількість квіток на фоні недостатнього зволоження та елементів живлення є негативним фактором впливу на формування повноцінного зерна. Саме оптимальне формування квіток та їхнє подальше запилення сприяють утворенню максимальної кількості якісних плодів, що дозволяє отримати повноцінний високий врожай [1, 5, 8].

Форма та розмір бобів та насіння сої також впливають на її врожайність. Деякі сорти сої мають більші боби, які можуть містити більше насінин. На розмір бобів також впливають технологічні фактори. Обґрунтований підбір сорту та технології, що враховує сортові особливості культури сприятиме збільшенню врожайності [1, 3, 4, 7].

Важливо відзначити, що вплив архітектоніки куща на врожайність культури може змінюватись в залежності від умов вирощування, включаючи тип ґрунту, доступність вологи, рівень удобрення, кліматичні умови та генетичні властивості сорту. Сучасні селекційні програми прагнуть створити сорти сої з оптимальною архітектонікою, що враховують різні фактори, включаючи висоту, розгалуженість, відстань між вузлами та інші аспекти, які можуть сприяти покращенню врожайності. Правильний підбір сорту сої з оптимальною архітектонікою рослин, під конкретні умови вирощування, в кінцевому підсумку дозволяє максимізувати врожайність посіву [3, 8].

Архітектоніка культурної рослини є стійкою сортовою ознакою. Але модифікаційна мінливість, яка закладена природою в генетичний фонд культури, є фактором продукування різної продуктивності рослин одного і того ж сорту. Головна задача агропромисловців врахувати та забезпечити вимоги культури, які будуть сприяти позитивному впливу архітектоніки куща сої підвищенню врожайності зерна [1, 5, 7].

Постановка завдання. Для розгляду задачі вивчення дії препаратів на рослини в посівах сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України було проведено вивчення динаміки формування архітектоніки рослин сої залежно від схем передпосівної обробки насіння.

Дослідження були проведені протягом 2023 року в коротко-ротаційній польовій сівозміні Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України. Ґрунти дослідних ділянок – чорнозем типовий мало гумусний з вмістом гумусу – 3,8%, кислотною реакцією ґрунту 6,2, вмістом рухомих форм фосфору – 21,4 мг/100 г, обмінного калію – 10,2 мг/100 г ґрунту.

До погодних відмінностей року слід віднести те, що весь період до формування бобів соя відчувала перенасиченість вологи, за рахунок чого формувала значний ріст та мала достатній розвиток продуктивної архітектоніки. Однак утворення бобів та його налив проходило в умовах з підвищеними середньомісячними температурами відносно середніх багаторічних на 21–45%. При цьому,

за рахунок менш екстремальних максимальних температур, особливо в липні та лояльніших до умов вирощування мінімальних температур, які в літній період не були менше за 8°C. Кількість опадів за період вегетації склала 287 мм, що становить 113% до багаторічних показників. Але в період сходів спостерігався дефіцит опадів (52% від норми), а в період сходи бутонізація відзначався підвищеною кількістю опадів (+ 31% до норми), близько 85% червневих опадів прийшло на другу декаду місяця. Шість із десяти днів дощило і випало 70 мм опадів. Тому ГТК по місяцям вегетації сої був різним від 2,5 в червні до 0,3 в серпні. В липні ГТК також визначав режим, як зону забезпеченого зволоження (1,2).

В досліді використовувались методи досліджень: польовий, лабораторно-аналітичний та статистичний. Посівна площа ділянки складала 168 м², облікова 114 м². Сівбу проводили суцільним способом сівалкою СН-16 насінням супереліти сорту сої Сіверка з нормою висіву 0,850 млн./га схожих насінин, яке було оброблено протруйником Авідо (1 л/т). Безпосередньо перед сівбою провели обробку насіння водою, Ризогуміном (2 кг/т), Біоглобіном (1,0 л/т) або їх сумішшю згідно зі схемою досліду (Таблиця 1). Попередником була пшениця озима. Технологія вирощування сої була загальноприйнятою для зони Північно-Східного Лісостепу України [9].

Таблиця 1

Схема досліду

№ п/п	Препарати та норма внесення	Варіант обробки
1.	Контроль (обробка насіння водою)	без обробки препаратами
2.	Ризогумін (2,0 кг/т)	інокуляція насіння
3.	Біоглобін 1,0 л/т	обробка насіння біостимулятором
4.	Ризогумін (2 кг/т) + Біоглобін, 1,0 л/т	інокуляція та обробка насіння біостимулятором

Польові дослідження проводили згідно «Методики Державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [9]. Математична обробка одержаних результатів розрахована методом дисперсійного аналізу з використанням програми Statistica 6.0 [10].

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження архітекtonіки куща передбачає не лише вивчення морфологічних ознак, а і розвиток генеративних органів, як складової частини куща сої.

Першим генеративним органом, який закладається на рослині це плодоносні вузли. В умовах 2023 року кількість вузлів була на рівні 13,6-15,4 шт./кущ (Таблиця 2). Найменшу кількість вузлів було на рослинах контрольного варіанту – 13,6 шт./кущ. Вплив Ризогуміну на закладку генеративних органів внаслідок більш збалансованого азотного живлення виявився у збільшенні плодоносних вузлів на 13,2%. Стимуляція внутрішніх ресурсів рослини Біоглобіном також збільшило кількість вузлів на 11,0%. Таким чином обробіток рослин, як інокулянт, так і стимулятором росту позитивно впливало на закладення кількості репродуктивних органів. Сумісне ж застосування біопрепаратів також позитивно впливало на закладення плодоносних вузлів, але сумісна дія була скоріше негативною в порівнянні з індивідуальною дією препаратів. Збільшення кількості вузлів в останньому варіанті склало 8,1%.

Таблиця 2

Формування генеративних органів рослинами сої залежно від схем передпосівної обробки насіння

Варіанти	Генеративні органи, шт./кущ		
	плодоносних вузлів	боби	насінини
Контроль	13,6	15,2	25,9
Ризогумін	15,4	17,5	30,7
Біоглобін	15,1	17,1	30,0
Ризогумін+Біоглобін	14,7	15,4	27,8
НІР ₀₅	0,3	1,5	2,1

Така закономірність вплинула на формування кількості бобів на рослині. В умовах 2023 року на контрольному варіанті було утворено 15,2 шт. на рослині. Формування бобів за інокуляцію насіння збільшило кількість бобів до 17,5 шт./кущ або на 15,1% до контролю. Майже таким же виявився результат дії Біоглобіну – 17,1 шт./кущ. Різниця між варіантами складала 2,4% на користь варіанту із Ризогуміном. Сумісна дія препаратів у разі дослідження кількості бобів на рослині вкотре зменшила позитивний вплив на формування параметра куща щодо індивідуальної дії чи то інокулянту, чи то біостимулятора. У нашому випадку зменшення позитивного впливу склало щонайменше на 10%. Тому перевага над контролем при комплексному застосуванні склала лише 1,3%. Тобто реально варіант з сумісною обробкою насіння та контролем сформували майже рівну кількість бобів на рослині.

На формування загальної кількості насінин на рослині впливало два фактори: по-перше, кількість бобів на рослині, по-друге, утворення зерен в бобі. Утворення насінин в бобі залежало від дії препаратів (Рисунок 1). Якщо на варіанті без застосування передпосівної обробки насіння біопрепаратами утворилося 1,71 шт./біб, то передпосівна обробка, як Ризогуміном (2 кг/т), так і Біоглобіном (1,0 л/т) дозволили отримати додатково на 2,9% насінин в бобі, а сумісна дія препаратів збільшила кількість зерен до 1,81 шт./біб або перевищила контроль на 5,8%.

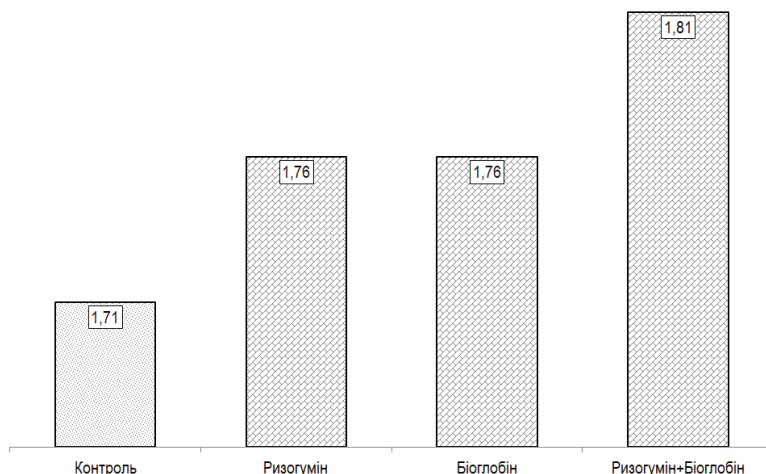


Рис. 1. Вплив біопрепаратів на утворення кількості насінин в бобі у рослин сої

Така незначна дія передпосівної обробки на утворення насінин в бобі збільшила вихід насінин на рослині у варіанті з комплексним застосуванням досліджуваних препаратів. Так, загальна кількість насінин у контролі склала 26,9 шт./кущ. У разі інокуляції насіння кількість збільшилась на 18,8%, стимулятора росту – 15,9%, сумісна обробка біопрепаратами – 7,4.

Таким чином, встановлена позитивна дія обробки насіння біопрепаратами на кількісні показники репродукційної складової архітекtonіки куща. При чому препарати показали вищу ефективність роздільного застосування їх у порівнянні з сумісним.

Вагові показники структури врожайності щодо параметрів форми куща визначали залежність продуктивності куща від його архітекtonіки. Вагові показники рослин сої, які сформувалися під дією обробки насіння біопрепаратами представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Вплив передпосівної обробки насіння на структуру продуктивності сої

Варіанти	Кількість насінин, шт.	Маса 1000 насінин, г	Маса зерна з рослини		
			г	± до контролю	
				г	%
Контроль	25,9	157,2	3,71	0,00	0
Ризогумін	30,7	162,0	4,59	0,88	19,2
Біоглобін	30,0	160,1	4,42	0,71	16,0
Ризогумін+Біоглобін	27,8	155,8	3,95	0,24	6,0
НІР ₀₅	1,2	2,3	0,7		

Згідно з даними таблиці вихід зерна в досліджуваних варіантах збільшився відносно контролю на 6,0–19,2%.

Висновки і пропозиції. За результатами наших досліджень вивчення архітекtonіки рослин сої в залежності від схеми застосування передпосівної обробки насіння встановлена різнобічна реакція рослин сорту Сіверка на передпосівну обробку насіння інокулянтном Ризогуміном (2 кг/т) та стимулятором Біоглобіном (1,0 л/т).

Роздільне застосування біопрепаратів призводило до збільшення параметрів куща відносно контролю (виключення – початковий ріст рослин у варіанті з Біоглобіном). Сумісне застосування препаратів, знижувало ефективність індивідуального застосування кожного із препаратів за виключенням варіанту з Біоглобіном.

Таким чином, індикатором формування маси насіння з урахуванням реакції рослин сої на застосування препаратів для передпосівної обробки насіння були визначальними ріст рослин у фазу цвітіння та гілкування й утворення кількості бобів на рослині.

Спираючись на результати досліджень, пропонуємо біопрепарати, що вивчали, використовувати роздільно порівнянні з сумісним, перевагу віддавати Ризогуміну з нормою обробки 2 кг на тону посівного матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шевніков М.Я., Галич О.П., Лотиш І.І., Міленко О.Г. Деякі параметри господарки цінних ознак сорту сої для умов Лівобережного Лісостепу України. Вісник ПДАА. 2015. Вип. 3. С. 40-43.
2. Дмитрук Я.І., Гавій В.М. Вплив препаратів агат та фітоспорин на окремі показники структури врожаю сої культурної у фазі дозрівання плодів. III Міжн.

наук.-практ. конференція "Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні новації" (до 85-річчя природничо-географічного факультету): Матеріали доповідей. Ніжин: НДУ імені Миколи Гоголя. 2018. С. 61.

3. Нагорний В.І., Мурач О.М. Вплив азотфіксуючого препарату, стимулятора росту і молібдену на продуктивність сої в північно-східному Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія "Агрономія і біологія". 2011. В. 4. С. 77-81.

4. Нагорний В.І. Вплив способу обробітку ґрунту і системи удобрення на продуктивність сортів сої. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія "Агрономія і біологія". 2011. В. 4. С. 81-85.

5. Губенко Л.В., Задубинна Є.В., Ветрова Н.О.. Продуктивність сої залежно від способів основного обробітку ґрунту та застосування мінеральних добрив. Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН. 2018. В. 2. С. 35-43.

6. Циганська О.І. Вплив мінеральних добрив та біопрепарату на ріст та розвиток рослин сої. Наукові доповіді НУБіП України. 2021. В. 6 (94). С. 1-4. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.06.008>

7. Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I., Malynka L.V., Butenko A.O., Klochkova T.I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9(1). 2019. P. 76-80.

8. Бутенко А.О., Масик І.М., Собко М.Г., Тихонова О.М. Формування врожайності сортів сої різних груп стиглості залежно від строків сівби та ширини міжрядь. Зрошуване землеробство. 2020. Вип. 74. С. 73-83.

9. Волкодав В.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури). Київ. 2001. 69 с.

10. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: Навчальний посібник. Суми, Університетська книга. 2000. 203 с.

УДК 633.13:631.529
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.5>

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ВІВСА ОЗИМОГО В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Буняк О.І. – к.с.-г.н.,

заступник директора з наукової роботи,

Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці

імені В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України

Проведено вивчення колекційних зразків вівса озимого в умовах північного Лісостепу України (Носівська СДС МІП ім. В. М. Ремесла НААН України, Чернігівська обл.) та за результатами досліджень встановлено особливості прояву ознак продуктивності залежно від сортових властивостей та умов вирощування. Вивчали тринадцять зразків вівса озимого різного еколого-географічного походження. Сівбу провели вручну, 2 рядки довжиною 2 метри з міжряддям 0,3 м у трьох повторностях. Визначали структурні показники: довжину стебла (см), продуктивне куціння (шт.), довжину головної волоті (см), масу зерна з головної волоті (г), маса зерна з рослини (г), маси 100 зерен з рослини (г), з визначенням статистичних параметрів: середнього арифметичного (\bar{X}), стандартного відхилення (S), коефіцієнта варіації (V). Розраховували показники адаптивності: коефіцієнт регресії (b) і середньоквадратичне відхилення від регресії (S^2_{di}), гомеостатичність (Hom) і селекційну цінність (Sc). Погодні умови в 2021–2023 відзначалися сильною контрастністю за температурним та режимом вологозабезпечення, що дозволило об'єктивно оцінити селекційний матеріал озимих зернових культур в польових умовах. Встановлено відмінності між сортами вівса озимого півчастого та голозерного підвидів за проявом ознак продуктивності, гомеостатичності й селекційної цінності. Виділено сорти з поєднанням високої гомеостатичності, селекційної цінності й ознак продуктивності, серед півчастих підвидів: Гузерипль (продуктивне куціння, довжина головної волоті, маса зерна з рослини), Sw Dalguise (маса зерна з головної волоті та рослини), Подгорний (маса 100 зерен); серед голозерних підвидів: Hendon (маса зерна з головної волоті) та Grafton (маса 100 зерен, маса зерна з рослини). В селекції на стійкість до вилягання перспективним є залучення зразків півчастого вівса: Tardis та Gerald, голозерних: Hendon та Grafton.

Ключові слова: овес озимий, сорт, гомеостатичність, адаптивність, кількісні ознаки, продуктивність.

Bunyak O.I. Features of the formation of quantitative characters of collected samples of winter oats in the conditions of the Northern Forest-Steppe of Ukraine

A study of collection samples of winter oats in the conditions of the Northern Forest-Steppe of Ukraine (Nosivska SDS of the MIP named after V. M. Remesla of the National Academy of Sciences of Ukraine, Chernihiv region) was carried out, and according to the results of the research, the peculiarities of the manifestation of productivity signs were determined depending on varietal properties and growing conditions. Thirteen samples of winter oats of different ecological and geographical origin were studied. Sowing was carried out manually, 2 rows 2 meters long with a row spacing of 0.3 m in three repetitions. Structural indicators were determined: stem length (cm), productive tillering (pieces), length of the main panicle (cm), mass of grain from the main panicle (g), mass of grain from a plant (g), mass of 100 grains from a plant (g), with the definition of statistical parameters: arithmetic mean (\bar{X}), standard deviation (S), coefficient of variation (V). Adaptability indicators were calculated: regression coefficient (bi) and root mean square deviation from regression (S^2_{di}), homeostaticity (Hom) and selection value (Sc). Weather conditions in 2021–2023 were marked by a strong contrast in terms of temperature and moisture regime, which made it possible to objectively evaluate the selection material of winter grain crops in field conditions. The differences between the varieties of winter oats of the filmy and bare grain subspecies were established in terms of productivity, homeostasis and breeding

value. Varieties with a combination of high homeostaticity, selection value and productivity traits were selected, among the membranous subspecies: Huzeripl (productive tillering, length of the main panicle, weight of grain from the plant), Sw Dalguise (weight of grain from the main panicle and plant), Podgorny (weight of 100 grains); among the bare grain subspecies: Hendon (grain weight from the main panicle) and Grafton (100 grain weight, grain weight from the plant). In breeding for resistance to lodging, it is promising to involve samples of film oats: Tardis and Gerald, whole grains: Hendon and Grafton.

Key words: winter oats, variety, homeostasis, adaptability, quantitative traits, productivity.

Для культури вівса (*Avena sativa* L.), завдяки високим поживним якимостям зерна та визнанню корисності для здоров'я людини [1], в даний час відчутне зростання частки використання валової продукції на харчові цілі [2, 3]. Враховуючи невибагливість до умов вирощування та універсальність напрямків використання культури (харчовий зерновий, кормовий зерновий, зеленоукісний) ведеться поживавлена робота з розробки програм із створення поліпшених сортів вівса, які задовольняли б вимоги виробництва. Зокрема, для розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу вівса вивчають та залучають у гібридизацію географічно-віддалені колекційні зразки [4]. Приділяють увагу доборам високопродуктивних ліній з комплексом цінних господарських ознак [5] та створенню нових сортів з підвищеною екологічною адаптивністю для забезпечення стабільно високим врожаїв [6, 7, 8].

Основні площі під вівсом розміщені в регіонах з достатнім забезпеченням вологою, де його висівають навесні оскільки порівняно з іншими зерновими культурами (за винятком рису) він є найбільш вимогливим до наявності доступної води [9]. Овес озимий, для України, відносно нова в селекційному відношенні культура, зокрема проводять оцінку вихідного матеріалу для адаптивної селекції озимого вівса в умовах Правобережного Лісостепу на Верхняцькій ДСС ІБКіЦБ [10] та в умовах північного Лісостепу України на Носівській СДС МПП ім. В.М. Ремесла НААН України [11]. Основна лімітуюча ознака для вирощування вівса озимого в умовах Лісостепу та Полісся України – це збереженість рослин після несприятливих умов перезимівлі, тобто зимостійкість. Його здатність переносити несприятливі умови зими набагато менша ніж в інших зернових культур. За даними Yao Jin et al. [12] відсоток перезимівлі різних сортів вівса варіював від 33 % до 86 %. Дослідники з вівсом озимим відмічають значну варіацію врожайності та різноманітність зимостійкості, що підкреслює потенціал селекційних програм для добору зимостійких ліній [13]. Використання ярого чи зимуючого вівса у кормових цілях (в тому числі й для випасу худоби) залежить від різних факторів, основний з яких кліматичний – озимий овес переважно підходить для клімату з м'якою зимою [14].

Враховуючи суттєвий вплив на прояв окремих ознак і властивостей, у тому числі і врожайності, значних коливань гідротермічних показників за роками, селекціонери приділяють значну увагу адаптивному потенціалу створюваних сортів. А оцінка селекційного матеріалу на адаптивність та стабільність є необхідною умовою для відбору високоадаптивних форм [15]. Тому метою досліджень було вивчення вихідного матеріалу вівса озимого за параметрами адаптивності та добір кращих форм для комбінаційної селекції зі створення нового вихідного матеріалу.

Умови та методика проведення досліджень. Експериментальні дослідження виконувалися на Носівській СДС (Чернігівська обл.) у селекційній сівозміні на чорноземі типовому, легкосуглинковому, із середнім забезпеченням елементами живлення і середньокислою реакцією ґрунтового розчину. Погодні умови в 2021–2023 років були відносно сприятливі для вегетації вівса озимого. Відмічаємо

середній рівень вологозабезпечення ґрунту, що сприяло отриманню рівномірних сходів рослин на 10–12 добу після сівби. В зиму рослини входили нормально розкущеними – 4–6 стебел. Умови зимового періоду (2021–2022 рр. та 2022–2023 рр.) були не досить стресовими для культури, порівняно з 2020–2021 рр. коли спостерігали значне випадіння рослин вівса озимого (морози у грудні (MIN -9-15° С протягом 7 діб) без снігового покрыву, у січні (MIN -10-19° С протягом 3 діб) та у лютому (MIN -16-17° С протягом 2 діб)). В загальному, умови років, в яких проводили дослідження, відзначили сильною контрастністю за температурним та режимом вологозабезпечення, що дозволило об'єктивно оцінити селекційний матеріал озимих зернових культур в польових умовах. До вивчення залучили тринадцять зразків вівса озимого різного еколого-географічного походження. Сівбу провели вручну, 2 рядки довжиною 2 метри з міжряддям 0,3 м у трьох повторностях. Після припинення осінньої вегетації оцінювали зразки вівса з визначенням продуктивного кушіння, глибини залягання вузла кушіння, та довжину колеоптиле. Після відновлення весняної вегетації провели оцінку перезимівлі зразків вівса методом прямого підрахунку рослин. У фазу повної стиглості відбирали рослини та визначили структурні показники: довжину стебла (см), продуктивне кушіння (шт.), довжину головної волоті (см), масу зерна з головної волоті (г), маса зерна з рослини (г), маси 100 зерен з рослини (г), з визначенням статистичних параметрів: середнього арифметичного (\bar{X}), стандартного відхилення (S), коефіцієнта варіації (V). Також розраховували наступні показники: коефіцієнт регресії (b) і середньоквадратичне відхилення від регресії (S^2_{di}) [16] гомеостатичність (Hom) і селекційна цінність (Sc) [17]. Статистичну обробку результатів дослідження проведено в редакторі Microsoft Excel 2016.

Результати досліджень. Урожайність зерна зернових культур та зокрема вівса озимого складається з таких елементів структури врожаю як продуктивна кущистість, маса зерна з волоті, маса 1000 зерен. Продуктивність волоті залежить від кількості колосків і зерен в ній. За індивідуального добору в селекційній роботі з вівсом використовують ознаки: довжина стебла (як одна з основних що визначає стійкість до вилягання), довжина волоті і крупність зерна.

В таблиці 1 наведені середні арифметичні параметрів кількісних ознак вівса озимого за три роки досліджень (2021–2023 рр.). Довжина стебла проявила низький та помірний рівень фенотипового варіювання у сортів (6,0–15,0 %), що свідчить про стабільність прояву ознаки та її сортової приналежності. Встановлено істотний вплив умов року на прояв висоти стебла у сортів вівса озимого.

Відмічено істотно вищі показники довжини стебла в умовах 2022 р. До низьких (висота рослин 81–100 см), відповідно до Міжнародного класифікатора роду *Avena* L., віднесли сорти Tardis (\bar{X} = 91,0 см) та Gerald (\bar{X} = 98,5 см), які відзначалися високою стійкістю до вилягання (9 балів). До групи середніх за висотою рослин (101–110 см) та стійких до вилягання за три роки досліджень (7–9 балів) увійшли голозерні сорти Grafton (\bar{X} = 103,1 см), Hendon (\bar{X} = 106,7 см) та Expression (\bar{X} = 107,1 см) а також плівчасті сорти Кабардинець (\bar{X} = 107,9 см) та Sw Dalguise (\bar{X} = 109,1 см). Інші зразки відзначалися довгим тонким стеблом (\bar{X} = 114,4–139,5 см) та спостерігали їх значне вилягання (1–3 бали).

Зразки вівса озимого схильні до сильного продуктивного кушіння, так у середньому відмічали від 4,8 до 9,3 продуктивних стебел. Виділили зразки з істотно вищими показниками продуктивного кушіння: Гузерипль (\bar{X} = 9,3 шт.), Подгорний (\bar{X} = 8,4 шт.) та Hendon (\bar{X} = 7,6 шт.). Коефіцієнти варіювання продуктивного кушіння в досліджуваних сортах визначили від низького до значного (3,9–26,3 %)

Таблиця 1
Параметри кількісних ознак сортів вівса озимого (середнє за 2021–2023 рр.)

Сорт		Довжина стебла, см	Кількість продуктивних стебел, шт	Довжина головної волоті, см	Маса зерна з головної волоті, г	Маса зерна з рослини, г	Маса 100 зерен з рослини, г
Tardis	X	91,0 ± 1,3	6,0 ± 0,5	19,3 ± 0,4	1,7 ± 0,1	9,2 ± 0,9	3,8 ± 0,1
	S	8,5	0,6	1,8	0,2	1,8	0,3
	V	9,4	10,1	9,4	9,8	19,5	8,8
Вірний	X	114,4 ± 2,3	7,2 ± 0,6	22,8 ± 1,1	1,8 ± 0,2	10,4 ± 1,3	4,0 ± 0,1
	S	13,2	1,9	3,9	0,3	3,3	0,3
	V	11,5	26,2	17,2	15,3	28,9	8,0
Кабардинець	X	107,9 ± 1,4	4,8 ± 0,5	22,7 ± 0,6	2,4 ± 0,3	10,0 ± 1,7	4,6 ± 0,1
	S	13,1	0,6	1,2	0,3	2,1	0,7
	V	12,1	13,1	5,5	11,4	21,1	15,9
Гузеришль	X	139,5 ± 2,1	9,3 ± 0,7	27,8 ± 0,8	1,5 ± 0,1	10,8 ± 1,3	3,5 ± 0,1
	S	8,4	0,4	2,0	0,3	1,7	0,4
	V	6,0	3,9	7,2	13,3	15,8	11,2
Мезмай	X	117,1 ± 1,9	7,5 ± 0,5	22,3 ± 0,6	1,6 ± 0,2	9,7 ± 1,1	4,0 ± 0,1
	S	18,9	2,0	5,0	0,3	2,9	0,6
	V	6,0	26,3	22,9	10,3	31,2	13,9
Sw Dalguise	X	109,1 ± 1,6	5,5 ± 0,6	23,7 ± 0,8	2,2 ± 0,2	10,7 ± 1,9	3,8 ± 0,1
	S	15,0	0,6	3,0	0,1	1,8	0,7
	V	13,7	10,7	12,8	2,1	16,9	17,3
Hopnel	X	129,3 ± 2,8	7,4 ± 0,6	25,3 ± 1,2	1,4 ± 0,1	7,4 ± 0,5	3,7 ± 0,1
	S	14,7	0,6	0,9	0,2	0,7	0,3
	V	11,8	7,8	3,7	14,3	9,5	7,5
Gerald	X	98,5 ± 1,3	5,5 ± 0,4	20,3 ± 0,7	2,4 ± 0,1	11,3 ± 1,7	3,9 ± 0,1
	S	19,1	0,8	2,7	0,4	2,5	0,7
	V	12,4	13,8	13,2	17,0	21,9	17,7
Expression	X	107,1 ± 2,7	4,8 ± 0,5	23,1 ± 0,7	2,2 ± 0,2	8,8 ± 1,0	2,9 ± 0,1
	S	19,3	0,5	3,9	0,6	2,2	0,6
	V	14,0	10,9	17,1	18,0	24,9	20,7
Подгорний	X	121,1 ± 0,9	8,4 ± 0,6	22,0 ± 0,5	1,4 ± 0,1	9,4 ± 0,7	3,9 ± 0,1
	S	19,4	0,7	2,6	0,3	1,8	0,3
	V	15,0	8,6	11,6	14,8	19,3	7,2
№1/14	X	118,4 ± 2,2	7,3 ± 0,7	22,9 ± 0,5	1,3 ± 0,1	8,8 ± 0,9	4,2 ± 0,1
	S	17,4	1,9	3,7	0,1	1,6	0,5
	V	14,7	25,2	16,3	7,3	18,7	12,4
Hendon	X	106,7 ± 1,3	7,6 ± 0,8	24,4 ± 0,7	2,6 ± 0,1	14,8 ± 2,1	3,2 ± 0,1
	S	15,1	2,1	3,0	0,2	4,2	0,3
	V	13,8	27,7	12,1	7,4	42,3	8,0
Grafton	X	103,1 ± 2,7	7,2 ± 0,9	23,2 ± 0,6	2,4 ± 0,2	14,0 ± 2,2	3,2 ± 0,2
	S	7,0	1,6	3,9	0,2	2,8	0,5
	V	6,7	22,4	16,5	8,9	14,6	5,3

та, переважно, залежали від умов вирощування. Сорт Гузеришль визначили кращим за гомеостатичністю ($\text{Hom}_1 = 237,8$, $\text{Hom}_2 = 356,6$) та селекційною цінністю ($S_c = 8,7$) за продуктивним кушінням (табл. 2). Відповідно до коефіцієнту лінійної регресії ($b_1 = 0,43$) та варіанси стабільності ($S^2 d_1 = 0,01$) сорт Гузеришль

Таблиця 2
Параметри екологічної пластичності за кількісними ознаками що формують продуктивність у зразків вієса озимого

Показники	Пара-метри	Tardis	Верный	Капар-динец	Гузє-риньль	Мезмай	Sw Dalgise	Норепел	Gerald	Expre-ssion	Потор-ний	№1/14	Ненон	Grafton
Кількість продукт. стебел, шт.	b _i	0,32	1,70	0,76	0,43	2,29	0,71	0,39	0,58	0,06	0,82	2,19	2,49	1,91
	S ² d _i	0,6	3,2	0,01	0,01	0,7	0,01	0,4	0,7	0,5	0,1	0,4	0,1	0,3
	Ном ₁	59,2	27,3	36,4	237,8	28,6	51,1	90,7	39,5	44,1	97,4	29,1	26,8	32,4
	Ном ₂	50,7	8,3	29,4	356,6	7,3	45,1	82,5	26,1	46,1	77,8	8,6	6,5	10,0
	Sc	4,9	4,3	3,7	8,7	4,4	4,5	6,1	4,1	3,9	7,2	4,7	4,3	4,6
Довжина волоті, см	b _i	0,72	1,18	0,50	0,18	1,39	1,26	0,35	1,04	1,63	0,72	1,30	1,16	1,56
	S ² d _i	0,6	14,8	0,2	7,6	27,8	0,01	0,3	1,7	0,3	7,1	8,1	1,7	1,5
	Ном ₁	205,6	132,7	411,5	386,7	95,9	185,4	686,0	153,5	135,3	189,8	140,2	201,4	141,5
	Ном ₂	56,6	18,7	185,4	96,9	9,6	32,1	372,2	28,7	18,8	37,3	19,0	34,1	18,4
	Sc	16,0	16,9	20,5	24,1	13,9	18,5	23,4	15,6	16,6	17,5	16,4	19,1	16,7
Маса зерна з волоті, г	b _i	0,68	0,83	2,39	1,43	0,87	0,34	0,13	1,69	2,30	1,33	0,25	0,70	0,83
	S ² d _i	0,0	0,1	0,5	0,01	0,1	0,01	0,01	0,01	0,2	0,01	0,01	0,01	0,01
	Ном ₁	16,9	11,7	7,6	6,3	7,7	48,1	13,4	13,8	7,8	5,5	17,7	35,2	27,3
	Ном ₂	56,2	22,3	5,1	10,0	13,1	240,3	48,8	19,8	6,4	8,2	99,3	92,4	63,4
	Sc	1,4	1,3	1,3	0,9	1,1	2,0	1,1	1,7	1,2	0,8	1,1	2,2	2,0
Маса зерна з рослини, г	b _i	0,96	1,37	0,73	1,00	1,45	0,42	0,60	1,15	0,95	0,71	0,86	3,67	1,20
	S ² d _i	1,0	11,5	5,9	0,01	5,1	5,5	1,0	4,6	4,4	3,6	1,1	0,4	0,02
	Ном ₁	47,1	39,9	47,3	67,9	30,2	63,2	77,7	51,4	35,4	48,6	46,7	35,1	96,0
	Ном ₂	13,9	6,8	11,5	20,6	5,3	17,8	58,9	10,4	8,0	15,5	14,4	3,0	24,3
	Sc	6,4	6,5	6,5	8,0	4,9	7,6	6,2	7,3	5,3	6,8	6,0	7,0	10,6

слабко реагував на зміну умов середовища та був стабільний за проявом високого продуктивного кушіння в різних умовах. Голозерний сорт Hendon виявив високу реакцію на зміну умов середовища ($b_i = 2,49$), тобто мав кращу адаптивність до сприятливих умов за проявом продуктивного кушіння.

Довжина волоті, за роки досліджень, залежно від сорту становила від 19,3 см до 27,8 см, коефіцієнт варіювання ознаки від низького до значного ($V = 3,7\text{--}22,9\%$). Істотно довшу волоть, порівняно до інших сортів, встановлено в сорту Гузерипль ($\bar{X} = 27,8$ см). Довгу волоть відзначали також у плівчастого сорту Норепел ($\bar{X} = 25,3$ см) та голозерного сорту Hendon ($\bar{X} = 24,4$ см), останній ще цікавий тим що довга волоть формувалася на порівняно короткому стеблі. Однак відмітимо високу пластичність ($b_i = 1,16$) довжини волоті у сорту Hendon та її низьку стабільність прояву ($S^2d_i = 1,72$). Сорт Норепел виявився кращим за гомеостатичністю ($\text{Hom}_1 = 685,9$, $\text{Hom}_2 = 372,2$) та разом з сортом Гузерипль за селекційною цінністю ($\text{Sc} = 23,4\text{--}24,1$). Прояв довжини волоті у сорту Норепел слабо реагувала на зміну умов середовища ($b_i = 0,35$) та була стабільною ($S^2d_i = 0,30$) в різних умовах. Істотно коротшу волоть відмічено у сортів Tardis та Gerald ($\bar{X} = 19,3\text{--}20,3$ см).

Найвищу продуктивність волоті встановлено у голозерних сортів Hendon ($\bar{X} = 2,6$ г) і Grafton ($\bar{X} = 2,4$ г) та плівчастих сортів Gerald ($\bar{X} = 2,4$ г) і Кабардинець ($\bar{X} = 2,4$ г). Істотно низьку масу зерна з волоті зафіксовано у зразка №1/14 ($\bar{X} = 1,3$ г), сортів Подгорний ($\bar{X} = 1,4$ г) і Норепел ($\bar{X} = 1,4$ г). За сполученням показників гомеостатичності та селекційної цінності маси зерна з волоті виділимо сорти Hendon ($\text{Hom}_1 = 35,2$, $\text{Hom}_2 = 92,4$, $\text{Sc} = 2,2$) та Sw Dalguise ($\text{Hom}_1 = 48,1$, $\text{Hom}_2 = 240,3$, $\text{Sc} = 2,0$). Вказані сорти відзначалися також незначною реакцією на зміну умов середовища ($b_i = 0,70$, $0,34$) та стабільністю прояву маси зерна з волоті ($S^2d_i = 0,01$). Маса 100 зерен з рослини виявила переважно слабку та помірну варіацію ($V = 5,3\text{--}20,7\%$) у зразків та виявляла сортові особливості. Серед досліджуваних сортів крупне зерно (визначали масу 100 зерен з рослини) встановлено в зразка Кабардинець ($\bar{X} = 4,6$ г). Істотно меншу масу 100 зерен з рослини у вибірці сформували голозерні сорти Expression ($\bar{X} = 2,9$ г) Hendon ($\bar{X} = 3,2$ г) та Grafton ($\bar{X} = 3,2$ г), однак згідно класифікатора роду *Avena* L. вони належать до крупнозерних, серед зразків без плівок ($M_{1000} \geq 28$ г). Високі показники гомеостатичності та селекційної цінності за крупністю зерна серед плівчастих зразків визначили в сорту Подгорний ($\text{Hom}_1 = 54,6$, $\text{Hom}_2 = 99,5$, $\text{Sc} = 3,4$) а серед голозерних – у сорту Grafton ($\text{Hom}_1 = 59,8$, $\text{Hom}_2 = 179,0$, $\text{Sc} = 2,9$). Ці ж зразки, за проявом маси 100 зерен з рослини, відповідно коефіцієнту регресії слабо реагували на зміну умов середовища ($b_i = 0,70$, $0,40$) та виявили високу стабільність ознаки ($S^2d_i = 0,01$) на противагу крупнозерному сорту Кабардинець, який виявив сильну реакцію на умови вирощування ($b_i = 2,05$).

Маса зерна з рослини в зразків становила від 7,4 г до 14,8 г а коефіцієнт варіювання ознаки переважно виявив помірне та високе значення ($V = 9,5\text{--}42,3\%$). Істотно вищу масу зерна з рослини визначили у голозерних сортів Hendon ($\bar{X} = 14,8$ г) та Grafton ($\bar{X} = 14,0$ г). Обидва сорти були пластичними за продуктивністю рослини, тобто виявляли сильну реакцію на зміну умов середовища, однак сорт Grafton був більш стабільним за проявом маси зерна з рослини ($b_i = 1,2$; $S^2d_i = 0,02$) та мав кращі показники гомеостатичності та селекційної цінності ($\text{Hom}_1 = 96,0$, $\text{Hom}_2 = 24,3$, $\text{Sc} = 10,6$). Серед плівчастих зразків відмітимо сорти що поєднують середній показник продуктивності рослин та високу селекційну цінність генотипу: Gerald ($\bar{X} = 11,3$ г, $\text{Sc} = 7,3$), Гузерипль ($\bar{X} = 10,8$ г, $\text{Sc} = 8,0$), Sw Dalguise ($\bar{X} = 10,7$ г, $\text{Sc} = 7,6$).

Як зауважують Гопцій та Криворученко [18] існує кілька типів поєднання в одному генотипі прояву ознак продуктивності та гомеостатичності. В наших дослідженнях також відмічаємо даний факт, зокрема високі показники ознак що формують продуктивність (довжина, маса зерна з головної волоті, та маса 100 зерен з рослини) не завжди поєднувалася з високими показниками гомеостатичності, отже для селекції вівса озимого бажано добирати генотипи зі сполученням максимального прояву ознак продуктивності та високими показниками адаптивності.

Висновки. Проведено вивчення колекційних зразків вівса озимого в умовах північного Лісостепу України та за результатами досліджень встановлено особливості прояву ознак продуктивності залежно від сортових властивостей та умов вирощування. Встановлено відмінності між сортами вівса озимого плівчастого та голозерного підвидів за проявом ознак продуктивності, гомеостатичності й селекційної цінності. Виділено сорти з поєднанням високої гомеостатичності, селекційної цінності й ознак продуктивності, серед плівчастих: Гузерипль (продуктивне кушіння, довжина головної волоті, маса зерна з рослини), Sw Dalguise (маса зерна з головної волоті та рослини), Подгорний (маса 100 зерен); серед голозерних: Hendon (маса зерна з головної волоті) та Grafton (маса 100 зерен, маса зерна з рослини). В селекції на стійкість до вилягання перспективним є залучення зразків плівчастого вівса: Tardis та Gerald, голозерних: Hendon та Grafton.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Joyce SA, Kamil A, Fleige L, Gahan CGM. The Cholesterol-Lowering Effect of Oats and Oat Beta Glucan: Modes of Action and Potential Role of Bile Acids and the Microbiome. *Front Nutr.* 2019. 276:171. doi: 10.3389/fnut.2019.00171.
2. Соц, С. М., Жигунов, Д. О., & Кустов, І. О. Показники якості голозерного вівса. *Зернові продукти і комбікорми.* 2013. № 1. С. 10-13.
3. Marukhnyak, A., Pushchak, V., & Lisova, Y. Adaptive features of oats breeding genotypes for stem length. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2020. № 67 (1). С. 98-114.
4. Нечепоренко Л. П., Орлов С. Д. Селекційна цінність ліній і сортозразків вівса посівного (*Avena Sativa* L.). *Зернові культури.* 2019. Том 3. № 1. С. 18-25 <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0055>.
5. Нечепоренко Л. П., Орлов С. Д. Створення вихідного матеріалу вівса посівного з підвищеними біоенергетичними показниками і на його основі сорту «Денка». *Біоенергетика.* 2020. № 1 (15). С. 26-29.
6. Буняк О. І. Екологічна стабільність та пластичність сортів голозерного вівса в умовах Північного Лісостепу України. *Миронівський вісник.* 2016. № 2. С. 25-39.
7. Буняк О. І. Адаптивність голозерних сортів вівса носівської селекції за основними цінними господарськими ознаками. *Миронівський вісник.* 2019. № 9. С. 5-10. <https://doi.org/10.31073/mvis201909-01>.
8. Солодушко В. П. Селекція вівса: основні напрями і результати. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* 2015. № 9. С. 91-96.
9. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин. За редакцією професора М. М. Макрушина. Підручник. Вінниця: Нова Книга. 2006. 416 с.
10. Нечепоренко Л. П. Вивчення колекції зимуючого вівса у правобережному Лісостепу України. Сучасні аспекти і технології у захисті рослин: *матеріали Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф.* (м. Полтава, 24 листопада 2022 р.). Полтава: ПДАА. 2022. С. 92-95.

11. Буняк О. І. Оцінка сортів зимуючого вівса після перезимівлі. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур. *Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів* (с. Центральне, 21 квітня 2023 р.). С. 22.
 12. YAO Jin, HE Yun, LU Jia-ding et al. Winter survival rate, tillering characteristics, and production performance of autumn-sown forage oats in henan province. *Journal of Grassland Science*. 2023. 31 (2). P. 528-539. DOI: 10.11733/j.issn.1007-0435.2023.02.027.
 13. Rocha D. J. A., Cordova U. A., Flaresso J. A., & Neto J. S. Winter oat for forage in the highland of Santa Catarina, Brazil. 2023. 4. <https://doi.org/10.31219/osf.io/5ed73>.
 14. Murphy K. M., O'Kiely M., & Collins F. J. Winter and spring oat varieties for forage in Ireland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 2015. 44 (1). P. 107-118.
 15. Стариченко В. М., Голик Л. М., Ткачова Н.А. Литус М. В. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів і ліній в селекції пшениці озимої. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 77-84.
 16. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. 6. P. 36-40.
 17. Khanhyldyn V. V., Lytvynenko N. A. Homeostaticity and adaptability of winter wheat varieties. *Nauch.-tekhn. byul. VSHY*. 1981. 1 (39). P. 8-14.
 18. Гопцій В. О., Криворученко Р. В. Адаптивні властивості та селекційна цінність колекційних генотипів пшениці м'якої озимої за ознаками продуктивності колосу. *Зернові культури*. 2020. Том 4. № 2. С. 230-242 <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0130>
-

УДК 633.15: 631.816.11: 631.89
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.6>

ВПЛИВ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ОСНОВНОЇ І ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ КУКУРУДЗИ

Вахній С.П. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин,
Білоцерківський національний аграрний університет
Засуха А.А. – аспірант кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин,
Білоцерківський національний аграрний університет

В статті наведено результати досліджень впливу добрив та регуляторів росту рослин на формування елементів структури врожаю рослин кукурудзи та урожайності основної та побічної продукції. Дослідження проводили в 2022–2023 рр. в ПСП Агрофірма «Світанок» Київської області за наступною схемою: Фактор А. Мінеральні добрива (кг/га д. р.) 1. Без добрив; 2. $N_{50}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{70}P_{50}K_{50}$; 4. $N_{90}P_{70}K_{70}$ Фактор В. Позакореневе підживлення добривами та регуляторами росту рослин 1. Без застосування; 2. Нутривант Універсальний (2 кг/га) у фазі BBCH 13–16; 3. Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі BBCH 13–16 + Атланте (0,5 л/га) у фазі BBCH 17–18; 4. Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі BBCH 13–14 + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі BBCH 15–16 + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі BBCH 17–18. Встановлено, що найкращі умови для рослин кукурудзи були на варіанті із внесенням добрив $N_{90}P_{70}K_{70}$ та позакореневим підживленням препаратами Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3–4 листків кукурудзи (BBCH 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4–5 листків кукурудзи (BBCH 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7–8 листків кукурудзи (BBCH 17–18), які забезпечують найвищі параметри структури зернової частини врожаю, довжину качана – 18,1 см, діаметр качана – 4,9 см, кількість зерен з качана – 520,5 шт., масу зерна з качана – 154,2 г та масу 1000 зерен – 295,6 г. Максимальні значення маси рослини кукурудзи (556,6 г) та її структурних елементів – качана з зерном (183,2 г), стебла (254,5 г), листків (95,8 г) та волоті (23,1 г) отримано також на цьому варіанті. В загальній структурі рослини на стебло припадає 40,1%, листки – 14,5%, зерно – 38,0%, обгортки і стрижень качана – 4,3% та волоть – 3,1%.

Урожайність основної і побічної продукції кукурудзи залежала від погодних умов та забезпечення елементами живлення. В більш сприятливому за кліматичними умовами 2023 р., урожайність зерна була в межах 8,95–11,25 т/га, а побічної продукції – 12,17–16,35 т/га, а у 2022 р. вона становила 7,52–9,46 т/га і 10,11–14,56 т/га, відповідно. В середньому, за два роки досліджень максимальні показники урожайності зерна і побічної продукції, а також індекс урожайності отримано на варіанті досліду який передбачав внесення $N_{90}P_{70}K_{70}$ у поєднанні із позакореневим підживленням Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 10,35 і 15,46 т/га та 0,38.

Ключові слова: кукурудза, добрива, позакореневе підживлення, зерно, побічна продукція, індекс урожайності.

Vakhniy S.P., Zasukha A.A. Influence of fertilizers and plant growth regulators on the productivity of main and by-products of maize

The article presents the results of research on the effect of fertilizers and plant growth regulators on the formation of elements of the maize yield structure and the yield of main and by-products. The research was conducted in 2022–2023 at the private agricultural enterprise "Svitanok" in Kyiv region according to the following scheme: Factor A. Mineral fertilizers (kg/ha d.m.) 1. No fertilizers; 2. $N_{50}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{70}P_{50}K_{50}$; 4. $N_{90}P_{70}K_{70}$ Factor B. Foliar fertilization with fertilizers and plant growth regulators 1. No application; 2. Nutrivant Universal (2 kg/ha) in the phase of BBCH 13–16; 3. Nutrivant plus Grain (2 kg/ha) in the phase of BBCH 13–16 + Atlante (0.5 l/ha) in the phase of BBCH 17–18; 4. Icar Bigo Roots (0.5 l/ha) in the phase of BBCH 13–14 + Icar Fosto (0.5 l/ha) in the phase of BBCH 15–16 + Icar Zinto (0.5 l/ha) in the

phase of BBCH 17-18. It was established that the best conditions for maize plants were in the variant with the application of fertilizers N90P70K70 and foliar feeding with Icar Bigo Roots (0.5 l/ha) in the phase of 3-4 leaves of maize (BBCH 13-14) + Icar Fosto (0.5 l/ha) in the phase of 4-5 leaves of maize (BBCH 15-16) + Icar Zinto (0, 5 l/ha) in the phase of 7-8 leaves of maize (BBCH 17-18), which provide the highest parameters of the structure of the grain part of the crop, cob length – 18.1 cm, cob diameter – 4.9 cm, number of grains per cob – 520.5 pcs, grain weight per cob – 154.2 g and weight of 1000 grains – 295.6 g. The maximum values of maize plant weight (556.6 g) and its structural elements – cob with grain (183.2 g), stem (254.5 g), leaves (95.8 g) and panicle (23.1 g) were also obtained in this variant. In the overall structure of the plant, the stem accounts for 40.1%, leaves – 14.5%, grain – 38.0%, wrappers and cob core – 4.3% and panicle – 3.1%.

Yields of main and by-products of corn depended on weather conditions and nutrient supply. In the more favorable climate year of 2023, grain yields ranged from 8.95-11.25 t/ha and by-products from 12.17-16.35 t/ha, while in 2022 they were 7.52-9.46 t/ha and 10.11-14.56 t/ha, respectively. On average, for two years, the maximum grain and by-product yields and yield index were obtained in the experiment variant that involved the application of N90P70K70 in combination with foliar fertilization with Icar Bigo Roots (0.5 l/ha) + Icar Fosto (0.5 l/ha) + Icar Zinto (0.5 l/ha) – 10.35 and 15.46 t/ha and 0.38.

Key words: corn, fertilizers, foliar feeding, grain, by-products, yield index.

Постановка проблеми. Кукурудза (*Zea mays* L.), як важлива харчова культура має важливий вплив на людське суспільство. Переробка кукурудзи дає багато побічних продуктів, таких як борошно з кукурудзяного глютену, кукурудзяне лушпиння та кукурудзяний напій, багатий білком, олією, вуглеводами та іншими поживними речовинами. Їх накопичення у великих кількостях під час виробничого процесу призводить не лише до навантаження на навколишнє середовище, а й до втрати потенційно цінних харчових матеріалів, які можна переробити. Фактично, побічні продукти переробки кукурудзи частково використовувалися у функціональних харчових продуктах, поживних речовинах, кормах та інших галузях. Вторинна утилізація цих побічних продуктів може не тільки вирішити проблему спричиненого ними забруднення відходами, а й виробляти продукти з високою доданою вартістю та покращувати економічні переваги від вирощування кукурудзи [1].

Сільськогосподарський та харчовий сектори щорічно створюють велику кількість відходів [2], тому необхідно ефективно переробляти ці сільськогосподарські відходи, щоб зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Крім того, ці сільськогосподарські відходи можна використовувати, як дешеве джерело білків, вуглеводів і харчових волокон. Зокрема, побічні продукти переробки зерна багаті багатьма поживними речовинами, які корисні для людей та мають різноманітне застосування в харчовій промисловості. Однак сільськогосподарські побічні продукти, як правило, вважаються малоцінними [3].

У нинішньому столітті енергозбереження, скорочення викидів і охорона навколишнього середовища є одними з найбільших проблем, які постають перед промисловим виробництвом і людьми. Як показали численні дослідження, усі побічні продукти сільськогосподарських культур мають потенційну цінність і користь [4]. Тому ефективна переробка та циклічне використання цих побічних продуктів має велике значення [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні гібриди кукурудзи дуже вимогливі до технології вирощування і термінів проведення певних операцій. Порушення певних елементів технології, стресові погодні умови можуть привести до різкого зниження продуктивності культури [6].

Потенціал врожайності сучасних гібридів дуже високий, і у виробничих умовах становить до 16–18 т/га за оптимального поєднання максимальної кількості

факторів життя рослин [7–8]. Оптимальне забезпечення рослин поживними речовинами, вологою і теплом сприяє досягненню таких високих показників врожайності [9].

При вирощуванні кукурудзи на зерно, найважливішим є не тільки кількість поживних речовин, що вносяться з тим чи іншим добривом, але і співвідношення елементів живлення між собою [10]. Макро- та мікроелементи можуть набувати нових функцій, що визначаються їх фізичними, хімічними та біологічними властивостями. Таким чином, вивчення можливих взаємодій між окремими елементами відкриває широкі можливості для їх ефективного поглинання кореневою системою або листовим апаратом та наступним транспортуванням в рослинний організм [11–12].

Ефективність внесення добрив залежить від погодних умов, родючості ґрунту, біологічних характеристик сорту або гібриду, типу, способу внесення та норми внесення добрив, співвідношення поживних речовин і т. д. [13]. Позакореневе підживлення різними видами добрив є економічно вигідним способом заповнити дефіцит поживних речовин, особливо за несприятливих умов навколишнього середовища [14–15]. За оптимального забезпечення мікроелементами пришвидшується розвиток рослин і досягання насіння, підвищується посухо- та холодостійкість [16].

Необхідність застосування мікродобрив при вирощуванні сільськогосподарських культур, зумовлена кількома причинами: використання високоврожайних гібридів, збільшення врожайності яких може призвести до зниження вмісту мікроелементів у продуктивній масі; покращення якості зерна; підвищення стійкості до хвороб та несприятливих факторів; збалансоване живлення рослин та збагачення рослинницької продукції мікроелементами [17–20].

Отримані Siam H. S. та ін. [21] результати свідчать про те, що висота рослин, сира та суха маса рослин, маса качана, маса 1000 зерен, врожайність та вміст NPK у рослинах кукурудзи були значно вищими за внесення аміачної селітри. Підвищення рівня азоту до 140 кг д.р./га значно збільшувало висоту рослин, вміст сухої речовини, масу качана, масу 1000 зерен та врожайність зерна. Концентрація заліза та марганцю в зеленій масі кукурудзи значно зростала в результаті застосування сульфату амонію, але не була суттєвою для вмісту цинку. Застосування сульфату амонію забезпечило найвищий вміст заліза, марганцю та цинку у зерні кукурудзи.

За даними О. В. Трубілова [22] під впливом мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, які вносили під першу культивуацію, приріст врожайності зерна становив 0,40 т/га, практично таким він був за внесення добрив при сівбі дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ (приріст 0,41 т/га). Максимальний ефект одержано від внесення $N_{45}P_{45}$ під культивуацію і $N_{15}P_{15}K_{15}$ при сівбі, приріст урожайності зерна дорівнював 0,80 т/га.

Говенько Р. В. та Антал Т. В. [23] було науково обґрунтовано та доведено, що ефективність застосування азотних добрив залежить від виду добрива, фенологічної фази кукурудзи та кратності позакореневих обробок посівів. Найбільша маса 1000 зерен (320 грамів) була у гібриду ЕС Конкорд у варіанті застосування добрива пролонгованої дії КАС 32 та підживлення посівів добривом Гумілін Стимул у фенологічну фазу 5–7 листка (ВВСН 15–17), тоді, як на контролі без обробки посівів цей показник становив 280 г. Маса 1000 зерен з качана найменшою була у варіанті застосування фону азотного добрива – аміачна вода. Проте одноразове застосування добрива Гумілін Стимул у фенологічну фазу 5–7 листків (ВВСН 15–17) було більш ефективним, ніж дворазове (295 г). Найбільшу кількість зерен у ряду (36,0 шт.) та зерен у качані (504 шт.) сформовано за варіанту внесення

добрива КАС 32 та позакореневого підживлення посівів, що можна пояснити характерною для нього пролонгованою дією елементів живлення. Ці умови дозволили отримати найбільші показники маси 1000 насінин. Обробка посівів добривом Гумілін Стимул показала найвищу ефективність за застосування у фенологічну фазу 5–7 листків (ВВСН 15–17) на фоні добрива КАС 32 за одноразового внесення з нормою 3 л/га.

Застосування добрив та проведення позакорневих підживлень позитивно впливає на врожайність зерна кукурудзи. При збільшенні норм добрив збільшувалася врожайність. Найбільшу ефективність мало проведення позакореневого підживлення у фазі ВВСН 20 (10 листків) мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію. Найвищий рівень врожайності отримали за удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ при підживленні у фазі 10 листків, що становить 13,24 т/га [24].

За рахунок післясходового застосування комплексних мінеральних добрив Plantonit Frumentum і Plantonit Grain продуктивність культури зростала в середньому на 6,0 і 5,4%, порівняно із внесенням лише $N_{60}P_{60}K_{60}$. При внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain ранньостиглі гібриди збільшували врожайність зерна на 1,76 т/га, середньоранні на 2,11 т/га, середньостиглі на 1,96 т/га у порівнянні з варіантом без добрив [25].

Найвищу врожайність зерна кукурудзи було одержано за дворазового підживлення Моноцинк + Біомаг + Вимпел у фазу 5–7 та 10–12 листків – 8,18 т/га у гібрида ранньостиглої групи. Приріст врожайності, залежно від позакорневих підживлень та групи стиглості гібрида становив 0,72–1,50 т/га [26].

Структурні компоненти врожаю є визначальними в урожайності гібридів. Управління ними можливе за рахунок норм добрив, густоти стояння рослин та властивостей гібридів. Кількість зерен у качані гібридів кукурудзи змінюється від 418 до 680 шт., за середньої кількості зерен – 469–636 шт. І значно залежить від погодних умов в період цвітіння, зокрема максимальних температур повітря. Маса 1000 зерен в середньому складає 167–244 грами і суттєво залежить від погодних умов в період формування та наливу зернівки. За внесення $N_{150}P_{135}K_{135}$ та 60 тис. рослин/га формується найбільша маса, а за внесення $N_{120}P_{105}K_{105}$ або навіть $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 90 тис. рослин/га. Маса зерна в початку складає 91,4–148 г [27].

Найбільш сприятливі умови живлення рослин гібриду кукурудзи СИ Зефір складаються на варіанті із внесенням азотних добрив (N_{40} перед сівбою) у поєднанні із мікродобривом Вуксал Р Мах, які забезпечують найвищі параметри структури врожаю, а саме довжину качана – 18,3 см, діаметр качана – 5,0 см, масу зерна з качана – 178,2 г та масу 1000 зерен – 267,6 г, що на 0,3 см, 0,4 см, 30,9 г та 29,0 г більше, в порівнянні із контрольним варіантом (без внесення добрив). Поліпшення умов живлення рослин кукурудзи за рахунок внесення азотних добрив та мікроелементів сприяє зростанню рівня урожайності на 0,68–2,21 т/га, в порівнянні із контрольним варіантом [28].

Метою дослідження було визначення впливу добрив та регуляторів росту рослин на формування елементів структури врожаю рослин кукурудзи та урожайності основної та побічної продукції.

Постановка завдання. Дослідження проводили в 2022–2023 рр. в ПСП Агрофірма «Світанок» Київської області за наступною схемою: Фактор А. Мінеральні добрива (кг/га д. р.) 1. Без добрив; 2. $N_{50}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{70}P_{50}K_{50}$; 4. $N_{90}P_{70}K_{70}$ Фактор В. Позакоренеve підживлення добривами та регуляторами росту рослин 1. Без застосування; 2. Нутривант Універсальний (2 кг/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16); 3. Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи

(ВВСН 13–16) + Атланте (0,5 л/га) у фазі 7–8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18); 4. Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3–4 листків кукурудзи (ВВСН 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4–5 листків кукурудзи (ВВСН 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7–8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18). Висівали гібрид кукурудзи СИ Октеон (ФАО 380). Площа облікової ділянки – 294 м². Повторність – триразова. Розміщення варіантів послідовне. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем глибокий середньосуглинковий на лесовидному суглинку.

Технологія вирощування кукурудзи загальноприйнята для зони Лісостепу, крім прийомів, які були поставлені на вивчення. Сівбу гібридів кукурудзи проводили у третій декаді квітня за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10 °С. Мінеральні добрива (нітроамофоска) вносили восени, решту азотних (аміачна селітра) – перед сівбою. Добрива Нутривант, Атланте і Ікар вносили у позакореневе підживлення у відповідні фази кукурудзи з витратою робочого розчину 250 л/га. Дослідження проводили згідно методичних рекомендацій [29].

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування елементів структури врожаю істотно залежить від забезпеченості рослин кукурудзи елементами живлення. В даних літературних джерелах приведено багато інформації, яка підтверджує взаємозв'язок формування елементів структури врожаю та застосування добрив [30–33].

В середньому за два роки, найкращі умови для рослин кукурудзи були на варіанті із внесенням добрив $N_{90}P_{70}K_{70}$, які забезпечують найвищі параметри структури зернової частини врожаю, довжину качана – 18,0–18,1 см, діаметр качана – 4,9 см, кількість зерен з качана – 503,0–520,5 шт., масу зерна з качана – 147,6–154,2 г та масу 1000 зерен – 292,9–295,6 г, що на 3,8–4,3%, 10,2%, 7,5–7,8%, 15,3–17,1% та 7,1–8,5% більше, в порівнянні з контролем (табл. 1).

Таблиця 1

**Елементи структури врожаю качана кукурудзи
(середнє за 2022–2023 рр.), см**

Мінеральні добрива (А)	Позакореневе підживлення (В)	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість зерен з качана, шт	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
Без добрив	Без застосування	17,3	4,4	466,5	126,1	269,9
	Нутривант Універсальний	17,4	4,4	479,5	131,2	273,3
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	17,4	4,4	481,0	131,7	273,5
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	17,4	4,4	484,0	133,7	276,0
$N_{50}P_{30}K_{30}$	Без застосування	17,6	4,6	489,0	140,4	286,8
	Нутривант Універсальний	17,7	4,6	501,0	145,9	290,9
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	17,7	4,6	502,5	146,3	290,9
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	17,7	4,6	505,0	147,1	291,1
$N_{70}P_{50}K_{50}$	Без застосування	17,8	4,7	495,5	144,4	291,0
	Нутривант Універсальний	17,9	4,7	509,0	149,6	293,5
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	17,9	4,7	511,0	150,1	293,2
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	17,9	4,7	513,0	150,9	293,7

Продовження таблиці 1

$N_{30}P_{70}K_{70}$	Без застосування	18,0	4,9	503,0	147,6	292,9
	Нутривант Універсальний	18,1	4,9	517,0	152,6	294,6
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	18,1	4,9	518,0	153,3	295,4
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	18,1	4,9	520,5	154,2	295,6
НІР ₀₅	А	0,3	0,1	4,3	5,7	5,2
	В	0,1	0,1	0,3	0,8	0,9
	АВ	0,4	0,1	4,2	6,3	6,0

При застосуванні дози добрив $N_{70}P_{50}K_{50}$ це збільшення становило 2,6–2,9%, 5,7%, 6,0–6,2%, 12,9–14,5% та 6,4–7,8%. А при внесенні $N_{50}P_{30}K_{30}$ – 1,7–2,0%, 3,4%, 4,3–4,8%, 10,0–11,3% та 5,5–6,4%, відповідно.

Позакореневе підживлення добривами та регуляторами росту рослин, в середньому по варіантах з мінеральними добривами, забезпечувало зростання кількості зерен з качана у гібриду кукурудзи СИ Октеон на 13,1–17,1 шт., маси зерна з качана – 5,2–6,9 г та масу 1000 зерен – 2,9–4,0 г, порівняно з ділянками без їх використання. При цьому найбільш ефективним виявився варіант Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3–4 листків кукурудзи (ВВСН 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4–5 листків кукурудзи (ВВСН 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7–8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18).

Під впливом досліджуваних факторів, аналогічно зерновій частині рослини кукурудзи, змінювалися і вегетативні органи (табл. 2).

Таблиця 2

**Маса структурних частин рослин кукурудзи перед збиранням
(середнє за 2022–2023 рр.), г**

Мінеральні добрива (А)	Позакореневе підживлення (В)	Качан (разом з зерном)	Стебло	Листки	Волозь	Вся рослина
Без добрив	Без застосування	154,7	216,8	80,0	21,1	472,5
	Нутривант Універсальний	157,3	220,3	83,0	21,3	481,8
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	157,9	222,7	85,4	21,2	487,1
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	160,3	227,5	88,5	21,4	497,6
$N_{50}P_{30}K_{30}$	Без застосування	168,3	225,2	84,5	21,6	499,6
	Нутривант Універсальний	170,5	228,8	86,5	21,7	507,4
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	171,4	229,8	88,1	21,7	510,9
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	173,4	233,0	91,3	21,8	519,4
$N_{70}P_{50}K_{50}$	Без застосування	173,1	232,6	87,3	21,8	514,8
	Нутривант Універсальний	174,9	235,3	88,8	22,0	521,0
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	175,7	237,6	90,7	22,1	526,1
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	177,9	242,2	92,7	22,1	534,9

Продовження таблиці 2

N ₉₀ P ₇₀ K ₇₀	Без застосування	177,4	243,9	90,3	22,7	534,2
	Нутривант Універсальний	179,0	245,7	92,2	22,9	539,7
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	180,2	248,1	93,2	22,9	544,3
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	183,2	254,5	95,8	23,1	556,6
НІР ₀₅	А	5,3	6,7	1,8	0,3	7,5
	В	0,4	1,4	1,3	0,7	2,3
	АВ	5,9	7,4	3,4	1,1	9,8

Найвищі значення маси рослини відмічено на варіанті із внесенням N₉₀P₇₀K₇₀ та позакореновому підживленні Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто – 556,6 г. Маса качана з зерном (183,2 г), стебла (254,5 г), листків (95,8 г) та волоті (23,1 г) мали максимальні значення також на цьому варіанті. Мінеральні добрива, в більшій мірі, впливали на наростання вегетативних органів, ніж на качана з зерном, а позакореневе підживлення регуляторами росту впливало як на вегетативну, так і генеративну масу рослин кукурудзи. Не виявлено достовірного впливу досліджуваних факторів на формування волоті у кукурудзи.

В загальній структурі рослини на стебло припадає 40,1%, листки – 14,5%, зерно – 38,0%, обгортки і стрижень качана – 4,3% та волоть – 3,1% (рис. 1).

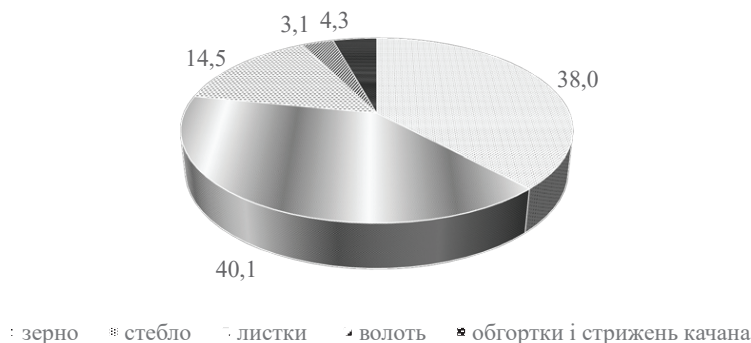


Рис. 1. Частка органів рослин кукурудзи в загальній структурі, %

Урожайність основної і побічної продукції кукурудзи залежала від погодних умов та забезпечення елементами живлення. Так, в більш сприятливому за кліматичними умовами 2023 р. урожайність зерна була в межах 8,95–11,25 т/га, а побічної продукції – 12,17–16,35 т/га (табл. 3).

В 2022 р., як наслідок посушливих умов в період цвітіння-формування зерна, продуктивність кукурудзи була меншою і становила 7,52–9,46 т/га і 10,11–14,56 т/га, відповідно.

В середньому за два роки, найкращі показники урожайності зерна і побічної продукції встановлено на варіанті досліджу, який передбачав внесення N₉₀P₇₀K₇₀ у поєднанні із позакореновим підживленням комплексом препаратів Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3–4 листків кукурудзи (ВВСН 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4–5 листків кукурудзи (ВВСН 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7–8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18) – 10,35 і 15,46 т/га, що на 1,64 і 3,45 т/га більше, в порівнянні

Таблиця 3

Урожайність основної і побічної продукції кукурудзи, т/га

Мінеральні добрива (А)	Позакоренеve підживлення (В)	Основна продукція (зерно)			Побічна продукція		
		2022 р.	2023 р.	середнє	2022 р.	2023 р.	середнє
Без добрив	Без застосування	7,52	8,95	8,24	10,11	12,17	11,14
	Нутривант Універсальний	7,90	9,20	8,55	10,56	12,58	11,57
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	7,94	9,23	8,58	10,79	12,67	11,73
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	8,10	9,33	8,71	11,16	12,86	12,01
N ₅₀ P ₃₀ K ₃₀	Без застосування	8,44	9,85	9,15	12,03	14,31	13,17
	Нутривант Універсальний	8,81	10,22	9,52	12,76	14,72	13,74
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	8,86	10,27	9,57	12,88	14,81	13,84
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	9,08	10,52	9,80	13,47	15,23	14,35
N ₇₀ P ₃₀ K ₃₀	Без застосування	8,64	10,17	9,41	11,81	14,13	12,97
	Нутривант Універсальний	8,95	10,57	9,76	13,18	15,05	14,11
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	8,99	10,61	9,80	13,38	15,18	14,28
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	9,20	10,91	10,06	13,98	15,61	14,80
N ₉₀ P ₇₀ K ₇₀	Без застосування	8,85	10,43	9,64	12,30	14,76	13,53
	Нутривант Універсальний	9,13	10,84	9,99	13,69	15,69	14,69
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	9,17	10,95	10,06	13,89	15,76	14,82
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	9,46	11,25	10,35	14,56	16,35	15,46
НІР ₀₅	А	0,18	0,24	0,20	0,34	0,39	0,37
	В	0,08	0,12	0,15	0,16	0,25	0,23
	АВ	0,24	0,33	0,36	0,46	0,52	0,58

із контрольним варіантом (без удобрення). На аналогічних варіантах із внесенням N₅₀P₃₀K₃₀ і N₇₀P₃₀K₃₀ продуктивність культури становила 9,80 і 14,35 т/га і 10,06 і 14,80 т/га, що на 1,09 і 2,34 та 1,34 і 2,79 т/га більше, в порівнянні із контрольним варіантом.

Співвідношення врожайності зерна та побічної продукції, яке виражається Індексом урожайності, є відносним показником. За зростання урожайності зерна відповідно збільшується і маса побічної продукції. Проте, залежно від погодних умов, насамперед забезпечення вологою, формується різне співвідношення, яке може бути індикатором оцінки забезпечення рослин чинниками довкілля [34]. Відношення маси зерна до загальної маси надземної частини рослини характеризує направлене використання продуктів асиміляції на формування господарської (зернової) частини врожаю [35]. Також індекс урожайності вказує на фізіологічну

ефективність та здатність рослин перетворювати загальну накопичену суху речовину в економічний врожай.

За результатами наших досліджень встановлено значний вплив мінерального живлення і позакореневого підживлення на формування індексу урожайності кукурудзи (рис. 2). Так, вищі значення цього показника отримано при застосуванні $N_{90}P_{70}K_{70}$ та четвертому варіанті позакореневого підживлення (Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто) – 0,38.

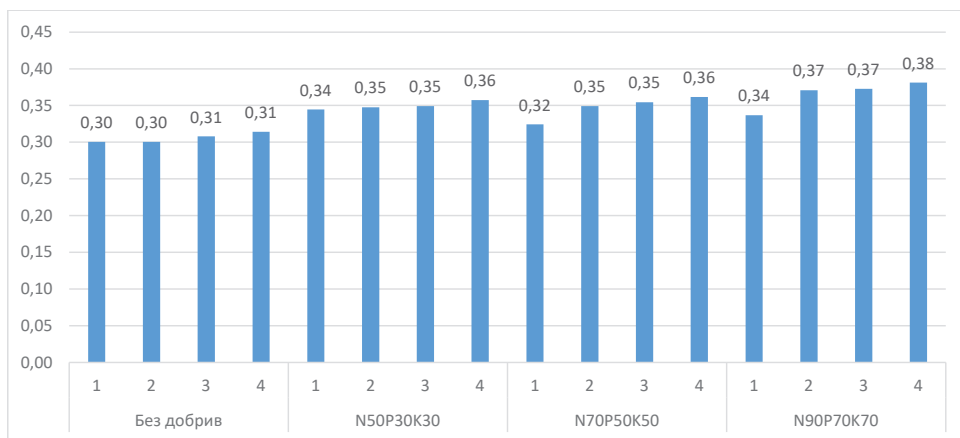


Рис. 2. Індекс урожайності кукурудзи залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2022–2023 рр.) (1 – Без застосування, 2 – Нутривант Універсальний, 3 – Нутривант плюс Зерновий + Атланте, 4 – Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто)

Аналогічні дані отримано і в дослідженнях С. М. Каленської та В. Г. Тарана [34], які вказують, що індекс урожайності значно різниться за вирощування гібридів кукурудзи з різною густиною стояння, змінних норм добрив та погодних умов – 0,36–0,52.

Висновки і пропозиції. Найкращі умови для рослин кукурудзи були на варіанті із внесенням добрив $N_{90}P_{70}K_{70}$ та позакореневим підживленням препаратами Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3–4 листків кукурудзи (ВВСН 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4–5 листків кукурудзи (ВВСН 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7–8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18), які забезпечують найвищі параметри структури зернової частини врожаю, довжину качана – 18,1 см, діаметр качана – 4,9 см, кількість зерен з качана – 520,5 шт., масу зерна з качана – 154,2 г та масу 1000 зерен – 295,6 г. Максимальні значення маси рослини кукурудзи (556,6 г) та її структурних елементів – качана з зерном (183,2 г), стебла (254,5 г), листків (95,8 г) та волоті (23,1 г) отримано також на цьому варіанті. В загальній структурі рослини на стебло припадає 40,1%, листки – 14,5%, зерно – 38,0%, обгортки і стрижень качана – 4,3% та волоть – 3,1%.

Урожайність основної і побічної продукції кукурудзи залежала від погодних умов та забезпечення елементами живлення. В більш сприятливому за кліматичними умовами 2023 р., урожайність зерна була в межах 8,95–11,25 т/га, а побічної продукції – 12,17–16,35 т/га, а у 2022 р. вона становила 7,52–9,46 т/га і 10,11–14,56 т/га, відповідно. В середньому за два роки, максимальні показники

урожайності зерна і побічної продукції, а також індекс урожайності отримано на варіанті досліду, який передбачав внесення $N_{90}P_{70}K_{70}$ у поєднанні із позакореневим підживленням Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 10,35 і 15,46 т/га та 0,38.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Jiao Y., Chen H. D., Han H., Chang Y. Development and utilization of corn processing by-products: a review. *Foods*. 2022. №11 (22). 3709.
2. Ravindran R., Jaiswal A. K. Exploitation of food industry waste for high-value products. *Trends in biotechnology*. 2016. Т. 34. №. 1. p. 58–69.
3. Dey D., Richter J. K., Ek P., Gu B. J., Ganjyal G. M. Utilization of food processing by-products in extrusion processing: A review. *Frontiers in sustainable food systems*. 2021. №4. 603751.
4. Hagos K., Zong J., Li D., Liu C., Lu X. Anaerobic co-digestion process for biogas production: Progress, challenges and perspectives. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2017. №76. P. 1485–1496.
5. Dedinec A., Markovska N., Ristovski I., Velevski G., Gjorgjievska V. T., Grncarovska T. O., Zdraveva P. Economic and environmental evaluation of climate change mitigation measures in the waste sector of developing countries. *Journal of Cleaner Production*. 2015. №88. P. 234–241.
6. Штукін М. О., Оничко В. І. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2013. №11. С. 213–217.
7. Grabovskyi M., Kucheruk P., Pavlichenko K., Roubik H. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. №30. 70022–70038.
8. Басюк П.Л., Грабовський М. Б., Козак Л.А., Качан Л.М. Зміна фотосинтетичного потенціалу посівів кукурудзи залежно від застосування мікродобрив та регуляторів росту рослин. Збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції: «Хімія, біотехнологія, екологія та освіта», м. Полтава, 15-16 травня 2024 року, Полтава, ПДАУ, С. 214–217.
9. Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Урожайність зеленої і сухої маси гібридів кукурудзи та вихід біогазу залежно від застосування макро- і мікродобрив. *Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 77. С. 79–85.
10. Zuffo L. T., Luz L.S., Destro V., Silva M. E. J., Rodrigues M. C., Lara L. M., Faria S. V., DeLima R. O. Assessing genotypic variation for nitrogen use efficiency and associated traits in Brazilian maize hybrids grown under low and high nitrogen inputs. *Euphytica*. 2021. 217.
11. Infante P.A., Moore K.J., Lenssen A.W., Archontoulis S.V., Scott P., Fei S. Z. Phenology and Biomass Production of Adapted and Non-Adapted Tropical Corn Populations in Central Iowa. *Agronomy Journal*. 2018. №110. P. 171–182.
12. Prymak I., Grabovskyi M., Fedoruk Y., Pokotylo I., Lozinskyi M., Panchenko T., Yezerkovska L., Karaulna V., Kozak L. Change of weediness in a five-field crop rotation by minimizing the main tillage of the soil and different levels of fertilizer and its impact on crop productivity. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2023. Vol. 23. Is. 4. P. 725–736.
13. Румбах М. Ю. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти рослин та фону мінерального живлення. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. №. 40. С. 110–113.
14. Лавриненко Ю.О., Міщенко С.В., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Кобизева Л.Н., Грабовський М.Б. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву і обробітку біопрепаратами за умов зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. №12 С. 41–47.

15. Степаненко М. В., Грабовський М. Б., Козак Л. А. Вплив азотного добрива та мікродобрив на площу листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи. Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів «Вклад наукових інвестицій у розвиток агропромислового комплексу в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та флуктуацій клімату», м. Дніпро, 16–17 березня 2023 р. С. 150–151.
16. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Бойко В.П. Засвоєння елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив кукурудзою. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2019. Вип. 95, 1 ч. С. 128–138.
17. Enakiev Y. I., Bahitova A. R., Lapushkin V. M. Microelements (Cu, Mo, Zn, Mn, Fe) in corn grain according to their availability in the fallow sod-podzolic soil profile. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018. 24 (№ 2). P. 285–289.
18. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Ященко С.А. Застосування препарату Ентеронормін у посівах кукурудзи. *АгроТерра*. 2020. № 1(8). С. 49–56.
19. Панченко Т., Новохацький М., Грабовський М., Козак Л., Правдива Л. Комплексна оцінка впливу основного обробітку ґрунту й удобрення на елементи структури, врожайність зерна і зеленої маси кукурудзи. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2023. Вип. 33 (47). С. 78–93.
20. Грабовський М.Б. Особливості технології вирощування кукурудзи як сировини для виробництва біогазу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 10. №1. С. 12–17.
21. Siam H. S., Abd-El-Kader M. G., El-Alia H. I. Yield and yield components of maize as affected by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 2008. №4(5). P. 399–412.
22. Трубілов О. В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від способів обробітку ґрунту і мінерального живлення. Бюлетень *Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 114–117.
23. Говенько Р. В., Антал Т. В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 15. С. 22–29.
24. Шинкарук Л. М. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: агрономія*. 2021. № 25. С. 162–166.
25. Грабовський М.Б., Вахній С.П., Лозінський М.В., Панченко Т.В., Басюк П.Л. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. *Агробіологія*. 2021. №2. С. 33–42.
26. Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив позакорневих підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. №. 4. С. 102–109.
27. Каленська С. М., Таран В.Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*. № 101. 2018. С. 122–128.
28. Степаненко М. В., Грабовський М. Б. Вплив способів сівби на формування маси 1000 зерен у гібридів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 159–165.
29. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. Єщенко В. О. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
30. Паламарчук В. Д., Мазур О. В., Шевченко Н. В., Мазур О. В. Елементи структури врожаю гібридів кукурудзи залежно від внесення біологічних препаратів в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 244–252.
31. Грабовський М.Б., Павліченко К.В. Вплив макро- та мікродобрив на тривалість міжфазних періодів рослин кукурудзи. Матеріали міжнародної наукової

Інтернет-конференції «Наукові здобутки селекціонерів ННЦ «Інститут землеробства НААН» – на благо майбутнього, присвячена 120-річчю від дня народження вченого, аграрія, селекціонера Данила Лихваря», Вінниця, 8 вересня 2022 р. С. 83–86.

32. Скакун В. М., Марченко Т. Ю. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 135–142.

33. Цилюрик О. І., Іжболдін О. О., Сологуб І. М. Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники та урожайність кукурудзи в Північному Степу. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 59–66.

34. Каленська С. М., Таран В. Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and protection*. 2018. Vol. 14. № 4. Р. 141–149.

35. Kemanian A. R., Stöckle C. O., Huggins D. R., Viega L. M. A simple method to estimate harvest index in grain crops. *Field Crops Research*, 2007. №103(3). Р. 208–216.

36. Sharifi A. Remotely sensed vegetation indices for crop nutrition mapping. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. T. 100. №. 14. P. 5191–5196.

УДК 633.85:631.82

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.7>

ВПЛИВ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА РЕСУРСООЩАДНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ВИСОТУ РОСЛИН ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Гамаюнова В.В. – д.с.-г.н., професор,

завідувачка кафедри землеробства, геодезії та землеустрою,

Миколаївський національний аграрний університет

Задирко Р.В. – здобувач наукового ступеня доктора філософії,

Миколаївський національний аграрний університет

Висота рослин є важливим показником у формуванні продуктивності льону олійного. На даній елемент індивідуальності продуктивності рослин можна суттєво вплинути різними агротехнічними заходами, про що зазначають вітчизняні та іноземні дослідники. Так, висота рослин льону олійного значною мірою залежить від передпосівної обробки насіння та агрофону вирощування, що підтвердили результати досліджень, проведені впродовж 2021–2023 рр. на чорноземі південному дослідного поля ННПЦ Миколаївського НАУ із середньостиглим сортом льону олійного Надійний. Дослід двохфакторний. Фактор А – передпосівна обробка насіння (обробка водою; Баст Комплекс). Фактор В – фон живлення (без добрив; $N_{15}P_{15}K_{15}$; Баст Комплекс; $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Баст Комплекс; Органік Д-2М; $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М; Бор; $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Бор). Позакореневі підживлення посівів проводили у фазу ялинки. За результатами досліджень встановлено, що оптимізація фону живлення сприяла збільшенню висоти рослин на 4,4–7,8% у 2021 р., 3,6–8,2% у 2022 р., 4,3–6,9% у 2023 р. та 4,1–7,6% у середньому за три роки досліджень. Передпосівна обробка насіння мікродобривом Баст Комплекс сприяла збільшенню висоти рослин льону олійного у середньому за фактором В на 1,4% у 2021 р., 1,8% у 2022 р., 1,6% у 2023 р. та 1,5% у середньому за три роки досліджень. Значною мірою на висоті рослин льону олійного позначились погодні умови року вирощування, зокрема, умови вологозабезпеченості. Висота рослин була тим більшою, чим більш вологими були умови вегетаційного періоду. Максимальні значення висоти рослин льону олійного у досліді забезпечило проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс, внесення мінеральних добрив у нормі $N_{15}P_{15}K_{15}$ та проведення позакореневого підживлення мікродобривом Баст Комплекс, органо-мінеральним добривом Органік Д-2М та мікроелементом Бором – 80,2–81,0 см у середньому за роки досліджень, що на 6,2–7,0 см або 8,4–9,5% більше, ніж в абсолютному контролі без внесення добрив та з обробкою насіння водою. Між урожайністю насіння та висотою рослин льону олійного встановлено дуже сильний кореляційний зв'язок: $R^2 = 0,9156–0,9538$ за обробки насіння водою та $R^2 = 0,9186–0,9631$ за обробки мікродобривом Баст Комплекс.

Ключові слова: льон олійний, передпосівна обробка насіння, мінеральні добрива, мікродобрива, позакореневе підживлення, висота рослин, кореляційний зв'язок.

Gamayunova V.V., Zadyrko R.V. The influence of seed treatment and resource-saving nutrition on the height of oil flax plants in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

The height of plants is an important indicator in determining the productivity of oil flax. Various agronomic practices can significantly affect this individual productivity element, as noted by domestic and foreign researchers. Thus, the height of oil flax plants largely depends on pre-sowing seed treatment and agro-nutrition, as confirmed by the results of studies conducted from 2021 to 2023 on the black soil of the experimental field of the Mykolaiv National Agrarian University with the medium-ripening variety of oil flax called "Nadiyny". The study was two-factor. Factor A – pre-sowing seed treatment (treatment with water; Bast Complex). Factor B – nutrition background (no fertilizers; $N_{15}P_{15}K_{15}$; Bast Complex; $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Bast Complex; Organic D-2M; $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Organic D-2M; Boron; $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Boron). Foliar feeding was carried out during the cotyledon stage. According to the research results, it was found that optimizing the nutrition

background contributed to an increase in plant height by 4.4–7.8% in 2021, 3.6–8.2% in 2022, 4.3–6.9% in 2023, and 4.1–7.6% on average over three years of research. Pre-sowing seed treatment with microfertilizer Bast Complex contributed to an increase in the height of oil flax plants on average for factor B by 1.4% in 2021, 1.8% in 2022, 1.6% in 2023, and 1.5% on average over three years of research. Weather conditions during the growing season, particularly moisture availability, significantly influenced the height of oil flax plants. The height of plants was greater when the vegetative period had more moisture. The maximum plant height values in the study were achieved through pre-sowing seed treatment with microfertilizer Bast Complex, application of mineral fertilizers at the rate of $N_{15}P_5K_{35}$, and foliar feeding with microfertilizer Bast Complex, organo-mineral fertilizer Organic D-2M, and micronutrient Boron – 80.2–81.0 cm on average over the years of research, which is 6.2–7.0 cm or 8.4–9.5% more than in the absolute control without fertilizer application and with seed treatment with water. A very strong correlation was found between seed yield and height of oil flax plants: $R^2 = 0.9156–0.9538$ for water seed treatment and $R^2 = 0.9186–0.9631$ for seed treatment with microfertilizer Bast Complex.

Key words: oil flax, pre-sowing seed treatment, mineral fertilizers, microfertilizers, foliar feeding, plant height, correlation relationship.

Постановка проблеми. Формування врожаю будь-якої культури, і льону олійного зокрема, варто розглядати у розрізі окремих структурних елементів, адже збільшення або зменшення продуктивності може обумовлюватися структурними змінами, які відбуваються в рослинах і які певними агротехнічними заходами можна контролювати та регулювати. Елементи структури врожаю є важливими показниками, за допомогою яких можна пояснити зміни інтенсивності ростових процесів у рослинному організмі, адже саме вони відображають умови формування продуктивності [1–3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Висота рослин є важливим показником у формуванні продуктивності льону олійного, про що зазначають Saroha A. та ін. [4], Gidey V. A. [5]. Основними функціями стебла є провідна та опорна або механічна. Окрім цього, у стеблах льону олійного накопичуються запасні вуглеводи і білки, також вони беруть участь у процесах фотосинтезу [6].

У більшості сучасних сортів льону олійного висота рослин коливається в межах 50–70 см, що є досить низьким показником, особливо зважаючи на можливість використання лляної соломи для переробки на волокно [7]. Проте різними агротехнічними заходами можна суттєво вплинути на даний елемент індивідуальної продуктивності рослин. Так, наприклад, висота рослин льону олійного може зростати зі збільшенням норми висіву, що обумовлюється як конкуренцією між пагонами, так і кореневими системами рослин за світло, вологу та елементи живлення. Затінення пагонів конкурентними культурними рослинами призводить до витягування стебел і збільшення висоти рослин. Одночасно, нестача вологи та поживних речовин для росту і розвитку рослин, навпаки, призводить до зменшення даного елемента структури врожаю. Надмірна щільність посівів може бути причиною вилягання посівів, зниження стійкості до хвороб та недобору врожаю. Загущені посіви за посушливих умов можуть бути неплодоносними [6].

Результати досліджень Мельника М. А. та Зайця С. О. [8] доводять, що висота рослин льону олійного значною мірою залежить від передпосівної обробки насіння та посівів мікробіологічними препаратами. За результатами досліджень інших авторів [9, 10, 11] встановлено, що суттєвий вплив на висоту рослин льону олійного має фон мінерального живлення рослин. Саме тому вивчення впливу передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення на висоту рослин льону олійного є актуальним науковим завданням, особливо в умовах зростаючої посушливості клімату, коли увагу аграріїв все частіше привертають посухостійкі культури.

Постановка завдання. Мета дослідження – визначити вплив передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс та ресурсоощадного живлення на висоту рослин льону олійного за вирощування на чорноземі південному в умовах Південного Степу України.

Дослідження проводили на дослідному полі ННПЦ Миколаївського НАУ виродовж 2021–2023 рр. за загальноприйнятими методиками [12–14]. У досліді вирощували середньостиглий сорт льону олійного Надійний (оригінація – ТОВ НВА «Землеробець»). Попередник – пшениця озима. Агротехніка, за виключенням досліджуваних факторів, була загальноновизнаною для умов Південного Степу України.

Дослід двохфакторний. Фактор А – передпосівна обробка насіння: 1. Обробка водою; 2. Баст Комплекс (0,5 л/т). Фактор В – фон живлення: 1. Без добрив; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. Баст Комплекс (1,5 л/га); 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Баст Комплекс (1,5 л/га); 5. Органік Д-2М (2 л/га); 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М (2 л/га); 7. Бор (1 л/га); 8. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Бор (1 л/га). Основне внесення добрив проводили під передпосівну культивування, позакореневі підживлення посівів – у фазу ялинки.

Статистичну обробку експериментальних даних виконували із застосуванням програмного пакету Microsoft Office Excel та програмно-інформаційного комплексу Agrostat. Значення коефіцієнту кореляції аналізували за шкалою Чеддока [15].

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами проведених нами досліджень встановлено значний вплив фону живлення на висоту рослин середньостиглого сорту льону олійного Надійний. Мінімальну висоту в усі роки вирощування визначено на контрольних неодобрених ділянках досліді (табл. 1). Оптимізація фону живлення сприяла збільшенню показника на 4,4–7,8% у 2021 р., 3,6–8,2% у 2022 р., 4,3–6,9% у 2023 р. та 4,1–7,6% у середньому за три роки дослідіжень. Найнижчий приріст висоти рослин визначено за внесення повного мінерального добрива у нормі $N_{15}P_{15}K_{15}$, максимальний – за проведення на цьому фоні позакореневих підживлень посівів мікроелементами – мікродобривом Баст Комплекс, органо-мінеральним добривом Органік Д-2М або Бором, що наочно у середньому за фактором А демонструє рис. 1.

Таблиця 1

Висота рослин льону олійного за впливу досліджуваних факторів, см

Фон живлення (фактор В)	Передпосівна обробка насіння (фактор А)							
	обробка водою				обробка мікродобривом Баст Комплекс (0,5 л/т)			
	2021	2022	2023	середнє за 2021–2023 рр.	2021	2022	2023	середнє за 2021–2023 рр.
Контроль (без добрив)	79,0	68,8	74,2	74,0	80,3	70,2	75,5	75,3
$N_{15}P_{15}K_{15}$	82,6	71,4	77,5	77,2	83,8	72,6	78,7	78,4
Баст Комплекс	83,8	73,5	77,6	78,3	84,9	74,7	78,8	79,5
$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Баст Комплекс	85,3	74,6	79,5	79,8	86,5	75,8	80,6	81,0

Продовження таблиці 1

Органік Д-2М	83,6	73,4	76,3	77,8	84,6	74,5	77,5	78,9
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік Д-2М	84,5	74,3	79,2	79,3	85,9	75,5	80,4	80,6
Бор	82,7	72,7	76,0	77,1	84,0	74,0	77,2	78,4
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Бор	84,0	74,0	79,0	79,0	85,2	75,1	80,2	80,2
НІР ₀₅ , см								
2021 рік	за фактором А – 0,07; за фактором В – 0,15; за взаємодією факторів АВ – 0,19							
2022 рік	за фактором А – 0,05; за фактором В – 0,12; за взаємодією факторів АВ – 0,16							
2023 рік	за фактором А – 0,06; за фактором В – 0,14; за взаємодією факторів АВ – 0,18							

Передпосівна обробка насіння мікродобривом Баст Комплекс також сприяла збільшенню висоти рослин льону олійного (рис. 2). Це збільшення у середньому за фактором В становило 1,4% у 2021 р., 1,8% у 2022 р., 1,6% у 2023 р. та 1,5% у середньому за три роки досліджень.

Висота рослин льону олійного суттєво коливалася за роками вирощування. Простежується чітка закономірність: висота рослин є тим більшою, чим більш вологими є умови вегетаційного періоду. Так, максимальні показники висоти рослин встановлено у найбільш вологому серед років досліджень 2021 р., мінімальні – у найбільш посушливому 2022 р.

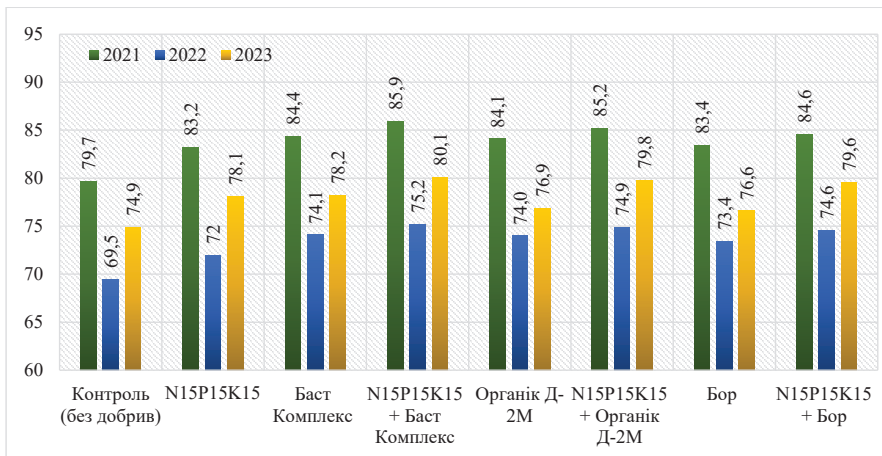


Рис. 1. Висота рослин льону олійного в середньому за фактором А, см

Абсолютний максимум висоти рослин льону олійного у досліді забезпечило проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс, внесення мінеральних добрив у нормі N₁₅P₁₅K₁₅ та проведення позакореневих підживлень мікродобривом Баст Комплекс, органо-мінеральним добривом Органік Д-2М та мікроелементом Бором – 80,2–81,0 см у середньому за роки досліджень, що на 6,2–7,0 см або 8,4–9,5% більше, ніж в абсолютному контролі без внесення добрив та з обробкою насіння водою.

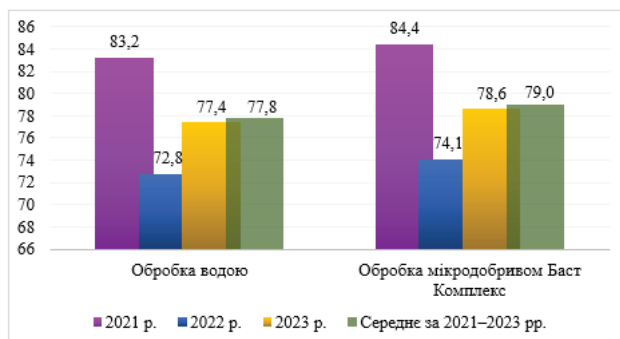


Рис. 2. Висота рослин льону олійного в середньому за фактором В, см

Між урожайністю насіння та висотою рослин льону олійного встановлено дуже сильний кореляційний зв'язок: $R^2 = 0,9156-0,9538$ за обробки насіння водою та $R^2 = 0,9186-0,9631$ за обробки мікродобривом Баст Комплекс.

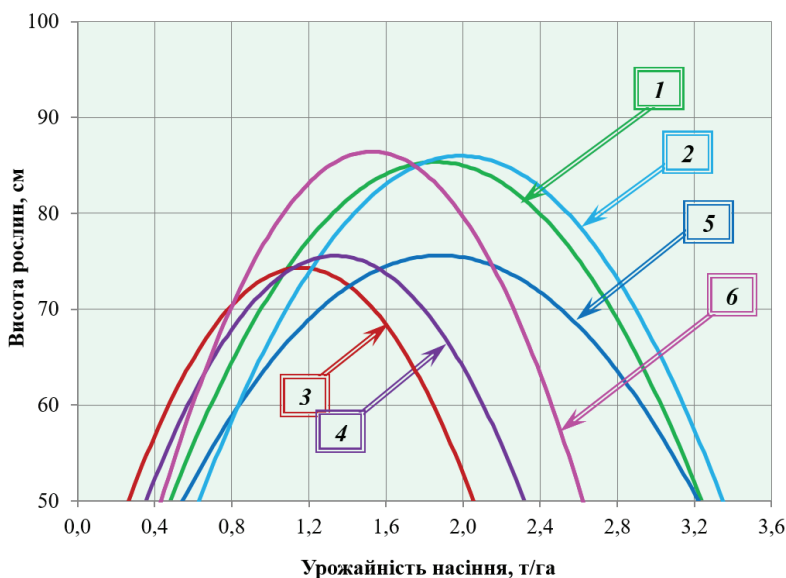


Рис. 3. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю насіння та висотою рослин льону олійного:

- 1 – обробка насіння водою (2021 р.): $y = -18,588x^2 + 69,137x + 21,064$; $R^2 = 0,9538$;
 2 – обробка насіння мікродобривом Баст Комплекс (2021 р.): $y = -19,506x^2 + 74,63x + 14,772$; $R^2 = 0,9555$;
 3 – обробка насіння водою (2022 р.): $y = -30,392x^2 + 67,541x + 36,87$; $R^2 = 0,9156$;
 4 – обробка насіння мікродобривом Баст Комплекс (2022 р.): $y = -26,531x^2 + 62,683x + 38,545$; $R^2 = 0,9186$;
 5 – обробка насіння водою (2023 р.): $y = -14,316x^2 + 52,056x + 28,366$; $R^2 = 0,9369$;
 6 – обробка насіння мікродобривом Баст Комплекс (2023 р.): $y = 2,7886x^2 + 1,2648x + 70,164$; $R^2 = 0,9631$.

Тісний кореляційний зв'язок та прямий позитивний вплив висоти рослин на врожайність насіння льону олійного відзначають також Dabalo D. Y. та ін. [16], Logo M. V. та ін. [17].

Висновки і пропозиції. Оптимізація фону живлення рослин та передпосівна обробка насіння мікродобривом Баст Комплекс сприяли збільшенню висоти рослин льону олійного з максимальними її значеннями у варіантах поєднання обробки насіння мікродобривом, внесення мінеральних добрив у нормі $N_{15}P_{15}K_{15}$ та проведення позакореневих підживлень у фазу ялинки мікроелементами – 80,2–81,0 см у середньому за роки досліджень, що на 6,2–7,0 см або 8,4–9,5% більше, ніж у неудобреному контролі з обробкою насіння водою. Між урожайністю насіння та висотою рослин льону олійного встановлено дуже сильний кореляційний зв'язок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Guan D. X., Menezes-Blackburn D., Li G. The Importance of Mineral Elements for Sustainable Crop Production. *Agronomy*. 2024. Vol. 14, №. 1. P. 209. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14010209>.
2. Zhang H., Zhao Y., Zhu J. K. Thriving under stress: how plants balance growth and the stress response. *Developmental Cell*. 2020. Vol. 55, №. 5. P. 529–543. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.devcel.2020.10.012>.
3. Ольховський Г. Ф. Агрохімічні та фізіологічні особливості формування продуктивності пшениці озимої. Харків : Тім Пабліш Груп, 2022. 113 с.
4. Saroha A., Pal D., Gomashe S. S., Akash, Kaur V., Ujjainwal S., Rajkumar S., Aravind J., Radhamani J., Kumar R., Chand D., Sengupta A., Wankhede D. P. Identification of QTNs associated with flowering time, maturity, and plant height traits in *Linum usitatissimum* L. using genome-wide association study. *Frontiers in Genetics*. 2022. Vol. 13. P. 811924. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.811924>.
4. Gidey B. A. Yield evaluation and character association of linseed (*Linum usitatissimum* L.) genotypes in moisture stress areas of South Tigray, Ethiopia. *Journal of Cereals and Oilseeds*. 2020. Vol. 11, №. 1. P. 16–20. DOI: <https://doi.org/10.5897/JCO2020.0208>.
5. Столярчук Т. А. Вплив норми висіву та ширини міжрядь на висоту рослин льону олійного. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 102. С. 78–83.
6. Фурса О., Архип А., Євтушенко В. Придатність соломи льону олійного для переробки на волокно. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2024. Вип. 331, № 1. С. 343–346. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-52>.
7. Мельник М. А., Заєць С. О. Динаміка росту рослин льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів. *Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри* : Міжнародний форум = Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery : global and national dimensions. International forum : доповіді учасників міжнар. наук.-практ. конф., 30–31 трав. 2024 р. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 57–61.
8. Muhammad H. F., Ahmad A., Tahir M. Response of different phosphorus levels and application methods on the growth yield and quality of linseed crop. *Biological and Clinical Sciences Research Journal*. 2020. Vol. 2020, №. 1. DOI: <https://doi.org/10.54112/bcsrj.v2020i1.19>.
9. Ковальов В. Б., Семєній О. Г., Дмитренко Т. Ф. Вплив удобрення на структуру врожаю різних видів льону та вихід олії. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства УААН*. 2010. Вип. 1–2. С. 126–133.
10. Гамаюнова В. В., Задирко Р. В. Вплив макро- та мікродобрив на формування врожайності льону олійного в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 234–240. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.34>.

11. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. К. : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
 12. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / Рожков А. О. та ін. ; за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 316 с.
 13. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / Рожков А. О. та ін. ; за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 342 с.
 14. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. / Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
 15. Dabalo D. Y., Singh B. C. S., Weyessa B. Genetic variability and association of characters in linseed (*Linum usitatissimum* L.) plant grown in central Ethiopia region. Saudi Journal of Biological Sciences. 2020. Vol. 27, №. 8. P. 2192–2206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.043>.
 16. Loro M. V., Carvalho I. R., Huth C., da Silva J. A. G., Port E. D., Pradebon L. C. Agronomic performance of linseed as a function of plant arrangement: desempenho agrônômico da linhaça em função do arranjo da planta. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*. 2022. Vol. 12, №. 1. P. 29–39. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v12i1.14001>.
-

УДК 633.854.78:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.8>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У СИСТЕМІ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН СОНЯШНИКУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Гречишкіна Т.А. – асистент кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Соняшник є основною олійною культурою в Україні та однією із головних олійних культур у світі. Соняшник дає найбільший вихід олії з одиниці площі порівняно з іншими олійними культурами. Побічні продукти переробки насіння соняшнику – макуха при пресуванні і шрот при екстрагуванні (близько 35% від маси насіння) є цінним концентрованим кормом для худоби. Макуха містить 38-42% перетравного протеїну, 20-22% безазотистих екстрактивних речовин, 6-7% жиру, 14% клітковини, 6,8% золи, багато мінеральних солей. За поживністю 100 кг макухи відповідають 109 корм. од. Шрот містить близько 33-34% перетравного протеїну, 3% жиру, 100 кг його відповідають 102 корм. од.

Рівень урожайності насіння знаходиться на низькому рівні, тому потребує вдосконалення сучасних елементів технологій вирощування культури. Вирішити завдання можливо шляхом оптимізації системи живлення рослин завдяки збалансованому забезпеченню їх мікроелементами.

Недотримання науково обґрунтованого чергування культур у сівозміні призводить до появи симптомів дефіциту мікроелементів і зниження продуктивності соняшнику. Критичними періодами є фази 2-3 пар листків та бутонізації 8-10 пар листків. Нестача в перший період бору, цинку, марганцю веде до недобору врожаю. Іншими важливими мікроелементами для соняшнику є також молібден, мідь і залізо.

Оптимізація живлення сіркою покращує засвоєння рослинами азоту, збільшує вміст олії та підвищує врожай соняшнику. Магній бере участь в обміні азоту, фосфору та синтезі білків. Соняшник дуже чутливий до нестачі бору, особливо під час посухи. Бор забезпечує проростання пилку і запліднення квіток, а за його нестачі молоді листки сильно деформуються через відмирання тканин біля їхньої основи, рослини відстають у рості, головки деформовані, сім'янки нерівномірні, точки росту відмирають. Марганець активізує ферментативні процеси, бере участь в азотному обміні, процесі фотосинтезу та синтезі білків, істотно впливає на врожайність. Його нестача проявляється у вигляді хлоротичних цяток на молодих листках.

Ключові слова: насіння, соняшник, урожайність, олійність, мікроелементи, мікродобрива.

Grechishkina T.A. Efficiency of microelements application in sunflower plant nutrition system (literature review)

Sunflower is the main oilseed crop in Ukraine and one of the main oilseeds in the world. Sunflower produces the highest oil yield per unit area compared to other oilseeds. The by-products of sunflower seed processing – press cake and meal (about 35% of the seed weight) – are valuable concentrated feed for livestock. The cake contains 38-42% digestible protein, 20-22% nitrogen-free extractives, 6-7% fat, 14% fiber, 6.8% ash, and many mineral salts. In terms of nutrition, 100 kg of cake corresponds to 109 feed units. The meal contains about 33-34% of digestible protein, 3% of fat, 100 kg of it corresponds to 102 feed units.

The level of seed yield is low, so it requires improvement of modern elements of crop cultivation technologies. The problem can be solved by optimizing the system nutrition of plants through a balanced supply of microelements.

Failure to observe scientifically based crop rotation in crop rotation leads to symptoms of micronutrient deficiency and reduced sunflower productivity. The critical periods are the phases of 2-3 pairs of leaves and budding of 8-10 pairs of leaves. The lack of boron, zinc, and manganese in the first period leads to a shortage of yield. Other important trace elements for sunflower are molybdenum, copper and iron.

Optimizing sulfur nutrition improves nitrogen uptake by plants, increases oil content and increases sunflower yields. Magnesium is involved in nitrogen and phosphorus metabolism and protein synthesis. Sunflower is very sensitive to boron deficiency, especially during drought. Boron ensures pollen germination and fertilization of flowers, and in case of its deficiency, young leaves are severely deformed due to tissue death at their base, plants stunt, heads are deformed, achenes are uneven, and growth points die. Manganese activates enzymatic processes, participates in nitrogen metabolism, photosynthesis and protein synthesis, and has a significant impact on yields. Its deficiency is manifested in the form of chlorotic spots on young leaves.

Key words: seeds, sunflower, yield, oil content, trace elements, microfertilizers.

Постановка проблеми. Основною олійною культурою в Україні є соняшник та однією із головних олійних культур у світі. Соняшник дає найбільший вихід олії з одиниці площі порівняно з іншими олійними культурами. Від загального виробництва олії на соняшникову олію припадає 98%. Її використовують не тільки в кулінарії, для виготовлення різних консервів та кондитерських виробів, а й при виготовленні фарб, лаків, лінолеуму, стеарину та водонепроникних тканин тощо [1, с. 135; 2, с. 15; 3, с. 189].

Побічні продукти переробки насіння соняшнику – макуха при пресуванні і шрот при екстрагуванні (близько 35% від маси насіння) є цінним концентрованим кормом для худоби. Макуха містить 38-42% перетравного протеїну, 20-22% безазотистих екстрактивних речовин, 6-7% жиру, 14% клітковини, 6,8% золи, багато мінеральних солей. За поживністю 100 кг макухи відповідають 109 корм. од. Шрот містить близько 33-34% перетравного протеїну, 3% жиру, 100 кг його відповідають 102 корм. од. Лузга (вихід 16-22% від маси насіння) є сировиною для виробництва гексозного й пентозного цукру. Із гексозного цукру виробляють етиловий спирт і кормові дріжджі, із пентозного – фурфурол, який використовують при виготовленні пластмас, штучного волокна та іншої продукції [4, с. 218; 5, с. 19; 6, с. 35].

Лузга (вихід 16-22% від маси насіння) є сировиною для виробництва гексозного й пентозного цукрів. Із гексозного цукру виробляють етиловий спирт і кормові дріжджі, із пентозного – фурфурол, який використовують при виготовленні пластмас, штучного волокна та іншої продукції.

Кошки соняшнику (вихід 56-60% від маси насіння) є цінним кормом для тварин. В них міститься 6,2-9,9% протеїну, 3,5-6,9% жиру, 43,9-54,7% безазотистих екстрактивних речовин та 13,0-17,7% клітковини. З кошиків виробляють харчовий пектин, який використовується в кондитерській промисловості [7, с. 20; 8, с. 15; 9, с. 65].

Економічні переваги соняшнику та постійно зростаючий попит на олію та насіння на внутрішньому й світових ринках спровокували збільшення валового виробництва шляхом розширення посівних площ зайнятих соняшником, що викликало погіршення стану агроценозів, збільшення шкодочинних об'єктів, що робить неможливим отримати високі урожаї.

Тому актуальним завданням для аграрної науки і виробництва є підвищення рівня урожаю та валових зборів насіння з високими показниками якості за рахунок удосконалення системи живлення соняшнику.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Живлення рослин є найважливішою частиною обміну речовин у рослинному організмі, оскільки воно визначає спрямованість біохімічних перетворень речовин, ріст, розвиток, продуктивність рослин та якість урожаю. Поживний режим рослин тісно пов'язаний з наявністю в ґрунті рухомих форм елементів живлення й придатності їх для рослин. Чим

вище урожай культури, тим більше потреба поживних речовин. Особливо важливим є забезпечення рослин макро- й мікроелементами при вирощуванні високоврожайних гібридів з високим генетичним потенціалом за інтенсивними технологіями [10, с. 183; 12, с. 85].

Систему удобрення формують з врахуванням особливостей конкретних ґрунтово-кліматичних умов, рівня програмованого врожаю, агротехнічних й організаційно-господарських чинників. Азотні та фосфорні добрива під соняшник вносять значно вищими нормами, ніж під інші сільськогосподарські культури [13, с. 57; 14, с. 205].

У соняшнику період засвоєння поживних речовин розтягнутий, тому він потребує їх більше, особливо калію, ніж зернові культури. Для одержання 1 ц насіння соняшник засвоює орієнтовно 5-7 кг азоту, 2,5-2,8 кг фосфору і 12-16 кг калію. Так, за урожайності 21 ц/га насіння, соняшник вносить з ґрунту 120 кг азоту, 45 кг фосфору і 235 кг калію. Азот рівномірно засвоюється рослинами соняшнику впродовж вегетації. Починаючи з фази 3-4 пар листків і до фази цвітіння використовуються 70-80% азоту. Особливо негативно позначається нестача азоту під час формування кошика. Надлишок азоту зменшує вміст олії, призводить до надмірного вегетативного росту. В процесі вегетації соняшник поглинає поживні речовини досить нерівномірно. Велика кількість азоту й фосфору споживається до фази цвітіння, а також під час утворення листя, стебел і коріння. Після появи кошиків поглинання фосфору різко зменшується. Калій поглинається соняшником майже впродовж всього вегетаційного періоду, проте найінтенсивніше – до цвітіння. На ріст і розвиток, формування врожаю та якість продукції, різні поживні речовини діють по-різному [15, с. 111; 16, с. 117; 18, с. 65].

Так, азот посилює ростові процеси, сприяє формуванню більш крупних рослин і кошиків. Проте, надмірне азотне живлення затягує вегетацію, негативно впливає на процеси накопичення олії у насінні, оскільки вміст білку в насінні підвищується, а олійність різко знижується. При надмірному азотному фоні зростає вірогідність вилягання рослин й ураження збудниками хвороб (фомопсисом, білою гниллю тощо) [19, с. 185].

Фосфор поглинається рослиною від сходів до цвітіння, нагромаджується в стеблах та листках, а після цвітіння переміщується в кошики і в кінцевому результаті у сім'янки. 60-70% від всієї потреби у фосфорі рослини поглинають у період формування кошика – завершення цвітіння.

Нестача фосфору негативно впливає на формування та налив сім'янок і обмежує продуктивність соняшника. Достатня кількість фосфору підвищує посухостійкість рослин та олійність насіння. Фосфор сприяє формуванню потужної кореневої системи, закладці репродуктивних органів з великим числом зачаткових квіток у кошику. Тому велике значення має забезпечення рослин фосфором у початкових етапах органогенезу від проростання насіння до 3-4 пар справжніх листків. При достатньому фосфорному живленні прискорюється розвиток рослин, більш раціонально витрачається волога, внаслідок чого вони стійко переносять суховії і дефіцит вологи в ґрунті. При посиленому фосфорному живленні різко знижується коефіцієнт водоспоживання рослинами соняшнику [20, с. 54; 21, с. 57; 22, с. 55].

Калій підвищує посухостійкість рослин, допомагає утримати вологу і зменшує її випаровування. Він відіграє велику роль у регулюванні балансу вологи в рослині. Найбільше калію засвоюється у період від утворення кошика до досягання. При дефіциті калію стебла рослин соняшнику стають крихкими і тонкими. Недостатнє живлення калієм приводить до формування зерна з невеликим вмістом

олії. Також знижується рівень урожаю соняшнику та змінюється співвідношення вмісту насичених і ненасичених жирних кислот в олії [23, с. 32; 25, с. 78].

Недотримання науково обґрунтованого чергування культур у сівозміні призводить до появи симптомів дефіциту мікроелементів і зниження продуктивності соняшнику. Критичними періодом є фази 2-3 пар листків та бутонізації 8-10 пар листків. Нестача в перший період бору, цинку, марганцю веде до недобору врожаю. Іншими важливими мікроелементами для соняшнику є також молібден, мідь і залізо.

Оптимізація живлення сіркою покращує засвоєння рослинами азоту, збільшує вміст олії та підвищує врожай соняшнику. За її дефіциту молоді листки набувають блідо-зеленого або жовтого забарвлення, з'являється плямистий хлороз. Ріст рослин пригнічується. Нестача сірки в живленні соняшнику виявляється на ґрунтах легкого гранулометричного складу, з кислою реакцією ґрунтового середовища, погано аерованих, з низьким умістом гумусу [26, с. 18; 27, с. 15].

Магній бере участь в обміні азоту, фосфору та синтезі білків. Нестача магнію в живленні соняшнику проявляється на піщаних і кислих ґрунтах, а також в умовах високого вмісту калію в ґрунті та при низьких температурах.

Соняшник дуже чутливий до нестачі бору, особливо під час посухи. Бор забезпечує проростання пилку і запліднення квіток, а за його нестачі молоді листки сильно деформуються через відмирання тканин біля їхньої основи, рослини відстають у рості, головки деформовані, сім'янки нерівномірні, точки росту відмирають. Нестача бору в живленні соняшнику проявляється на піщаних ґрунтах, за високого вмісту азоту або кальцію, низьких температур та під час посухи. Критичний вміст бору в ґрунті – 0,5-3,0 мг/кг. У ґрунт вносять 1-2 кг/га д. р. борних добрив. Ефективність їх підвищується за позакореневого застосування, оскільки у ґрунті значна частина мікроелемента переходить у недоступні форми. Позакореневі підживлення ефективні, якщо їх проводити кілька разів на початку вегетації. Перше необхідно виконати у фазі 3-4 пар листків, друге – перед цвітінням, використовуючи 6%-й водний розчин карбаміду з додаванням 200-600 г/га бору. Поширене застосування бору і під час передпосівної обробки насіння [28, с. 128; 29, с. 675; 30, с. 142].

Марганець активізує ферментативні процеси, бере участь в азотному обміні, процесі фотосинтезу та синтезі білків, істотно впливає на врожайність. Його нестача проявляється у вигляді хлоротичних цяток на молодих листках. При цьому старі та дуже молоді листки не пошкоджуються. Зазвичай на рухомі сполуки марганцю збіднені ґрунти з високим умістом гумусу, легкого гранулометричного складу, з нейтральною або лужною реакцією, після марганцефільних попередників. Внесення марганцевих добрив у ґрунт малоефективне, тому використовують позакореневі підживлення. Загалом позакореневі підживлення проводять у фази 3-4 та 5-6 пар листків, коли відбувається інтенсивний ріст рослин і закладаються кошики. Найкраще застосовувати мікродобрива у вигляді хелатів і поєднувати внесення їх з обробкою посівів засобами захисту рослин, регуляторами росту, провівши попередній тест на сумісність. Цей агрозахід гарантовано забезпечує рослини мікроелементами у найдоступніших формах і саме у критичний період розвитку, що стимулює коренеутворення і закладання кошика, а відповідно, й підвищення продуктивності рослин.

Експериментальні дослідження показали, що позакореневі підживлення посівів соняшнику мікроелементами сприяють покращенню процесів засвоєння рослинами соняшнику азоту, фосфору та калію, тим самим створюючи передумови для формування високопродуктивного агроценозу [30, с. 142].

Врожайність насіння соняшнику збільшилася у варіантах із застосуванням мікроелементів на 1,2-3,5 ц/га або на 4,4-12,9%. Найбільший вплив мала обробка рослин розчином бору й міді, перевищивши фоновий варіант на 3,1-3,5 ц/га або 11,5-12,9%, відповідно. Найменша вплив чинили марганець і молібден. Найбільше вплив на діаметр кошики, кількість насіння, масу насіння в кошику, масу 1000 насінин мали цинк і мідь. На олійність насіння соняшнику відмічена максимальна позитивна дія кобальту, міді та цинку. Вміст олії на цих варіантах становив 55,0, 55,1 і 55,2%, відповідно [19].

Висновки. Соняшник є головною олійною культурою в Україні. Займає лідируючі позиції за площами посівів серед олійних культур та умовним виходом олії з гектара посіву. Рівень урожайності насіння знаходиться на низькому рівні, тому потребує вдосконалення сучасних елементів технологій вирощування культури. Вирішити завдання можливо шляхом оптимізації системи живлення рослин завдяки збалансованому забезпеченню їх мікроелементами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Капустіна Г.А. Динаміка вмісту мікроелементів у ґрунті і листі соняшника за тривалого удобрення. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2014. Вип. 81. С. 133–137.
2. Гончарова І. Мінеральне живлення соняшника. Мікроелементи. 2020. URL: <http://vnis.com.ua/useful-information/advice-to-the-agronomist/Mineralne-zhivlennia-Microelementi>.
3. Голубенко І.А., Савельєва О.М., Попович О.Б. Особливості вирощування соняшнику в умовах Півдня України. *Охорона ґрунтів*. 2020. Вип. 10. С. 184–191.
4. Соколова О.О., Гонтова Т.М. Вивчення динаміки накопичення елементів у листках соняшника однорічного. *Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології*. 2013. Вип. 6. С. 216–221.
5. Вожегова Р., Малярчук М., Митрофанов О., Мігальов А., Малярчук В. Ефективність сучасних технологій вирощування соняшнику за різних умов зволоження та способів і глибини основного обробітку ґрунту на півдні України. *Техніка і технології АПК*. 2013. № 1. С. 19–21. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark_2013_1_8.
6. Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Бочевар О.В. Продуктивність гібридів соняшнику в різні за зволоженням роки. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 5. С. 31–39. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2013_5_10.
7. Кирсанова Г. В., Пугач А. В., Губа Е. П. Удосконалення технології вирощування соняшнику шляхом оптимізації фону мінерального живлення. *Динаміка наукових badań-2017: матеріали XIII міжнародowej naukowo-praktycznej konferencji, (Przemysl, 7-15 lipca 2017 roku)*. Przemysl: Nauka i studia, 2017. S. 19–23. URL: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/388>.
8. Покопцева Л. А. Єременко О. А. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для вибору гібриду соняшнику за умов вирощування у зоні степу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2017. Вип. 9. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/3230>.
9. Андрієнко О., Жужа О.А. Причини невиповненості насіння та кошика соняшнику. Пропозиція, 2016. №3. С. 60–68.
10. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2015. Випуск 107. С. 183–188.
11. Шакалій С. М. Формування врожайності та якості насіння соняшнику залежно від позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2017. Том 1. № 1. С. 69–74.

12. Нестерчук В. В. Напрями оптимізації елементів технології вирощування гібридів соняшнику в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць*. Херсон: Грінь Д.С., 2015. Вип. 63. С. 84–86.
13. Поляков О., Нікітенко О. Додаткове живлення соняшнику. *Пропозиція*. 2013. С. 57–58.
14. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві: монографія / В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, С.В. Коковихін. – Херсон: Айлант, 2013. – 378 с.
15. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування надземної маси і врожайності соняшнику під впливом окремих технологій вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2020. Вип 1.(105). С. 50–57. doi:10.31521/2313-092X/2020-5/105/-7
16. Мельник А. В., Мельник Т. І., Акуаку Д., Макарчук А. Порівняльний аналіз кореляцій морфологічних ознак та продуктивності сортів кондитерського соняшнику в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2016. Вип №9. С. 117–120.
17. Цехмейструк М.Г., Глибокий О.М. Удобрення гібридів соняшнику, як фактор зміни урожайності. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. випуск 25. Харків 2018. с. 111-117.
18. Грицьок П. М., Бачишина Л. Д. Вплив зміни кліматичних умов на динаміку врожайності зернових в Україні. *Науковий журнал «Економіка України»*. Київ, 2016. № 6 (655). С. 68–75.
19. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрив на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція та насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 183–188.
20. Троценко В. І., Жатов О. Г. Толерантність до загущення, як фактор формування високопродуктивних посівів соняшника. *Вісник СНАУ*. 2011. № 4 (21). С. 54–58.
21. Поляков О., Нікітенко О. Додаткове живлення соняшнику. *Пропозиція*. 2013. С. 57–58.
22. Мельник А. В. Агробіологічні основи формування врожаю соняшнику та ріпаку ярого в лівобережному лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня д-ра с.-г. наук: 06.01.09 / НУБІП. Київ, 2013. 43 с.
23. Доценко О., Мірошниченко М., Семенов Д., Панасенко Є. Удобрення соняшнику: сучасно та ефективно. *Пропозиція*. 2017, №5.
24. Седнецький В. М. Вплив гумінових препаратів на врожайність та якісні показники соняшнику в умовах лісостепу західного. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2018, № 294. С. 32–41.
25. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Добровольський А. В. Агротехнічний спосіб пролонгації фотосинтетичної діяльності рослин соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2016. № 4 (92). С. 77–84.
26. Цехмейструк М.Г., Костромітін В.М., Шелякін В.О., Глибокий О.М., Гутянський Р.А. Методичні рекомендації по особливостях формування і реалізації продуктивного потенціалу гібридів соняшнику при використанні елементів біологізації. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2020 р. 23 с. 19.
27. Рогач Т. І., Курята В. Г. Вплив суміші регуляторів росту хлормек-ва-тхлориду і трептолему на врожайність та якість олії соняшнику. *Наукові доповіді НУБІП*. 2011. №7 (23). URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11riogs.pdf.
28. Покопцева Л. А., Єременко О. А., Булгаков Д. В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду Армада. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2016. Вип. 4 (92). С. 127–136.

29. Цехмейструк М. Г., Глибокий О. М. Зміни клімату та урожай гібридів соняшнику. Основи управління продукційним процесом польових культур: монографія; за редакцією д-ра с.-г. наук, проф., академіка НААН В. В. Кириченка. Х.: ФОП Бровін О. В., 2016. С. 673–687.

30. Паламарчук В. Д. Позакореневі підживлення у сучасних технологіях вирощування гібридів соняшнику. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2020. № 1 С. 137–144.

УДК 633.34:631.52

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.9>

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ (ОГЛЯДОВА)

Григорів Я.Я. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту,

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Турак Ю.О. – аспірант кафедри лісового і аграрного менеджменту,

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

У статті представлено огляд останніх літературних джерел, що стосуються формування продуктивності кукурудзи в залежності від сучасних умов вирощування. Також проведено аналіз сучасного стану посівних площ під кукурудзою, висвітлено особливості та обговорено перспективи вирощування цієї культури в сучасних умовах.

Протягом останніх 10 років площа посівів кукурудзи в Україні збільшилася майже вдвічі і на даний момент становить приблизно 4,8 млн гектарів. Однак за науковими рекомендаціями оптимальна площа посіву кукурудзи на зерно і силос у межах України повинна бути близько 3 млн гектарів. До цього часу дискусії про оптимальне розміщення посівів кукурудзи на зерно в Україні є невирішеними. Встановлено, що поточне розміщення зернової кукурудзи за природно-економічними зонами України не забезпечує повністю ефективне використання біокліматичного та економічного потенціалу для збільшення виробництва зерна. Це вимагає подальшого вдосконалення розміщення цієї культури в окремих регіонах країни.

В контексті глобальних і місцевих змін клімату в Україні спостерігаються значні трансформації в розміщенні посівів кукурудзи в залежності від ґрунтово-кліматичних зон. Зменшилася частка посівів кукурудзи в зоні Степу, тоді як в зонах Лісостепу та Полісся спостерігається збільшення, особливо у тих районах, де раніше вона не вирощувалася. В окремих регіонах вирощування кукурудзи залежить від наявності вологи. Загалом у зв'язку із воєнними діями площі під кукурудзою зменшуються, а збільшуються під соняшником та соєю.

Для підвищення прибутковості вирощування кукурудзи наступним кроком є використання ремонтантних гібридів. Ці гібриди відрізняються від звичайних форм кукурудзи вищою продуктивністю, кращою якістю зерна та рослинних органів, а також відзначаються високою стійкістю до хвороб, пошкоджень від шкідників та вялігання.

Ключові слова: кукурудза, посіви, світове виробництво, урожайність, гібриди.

Hryhoriv Ya. Ya., Turak Yu. O. Features of corn cultivation in modern conditions

The article provides a review of recent literature sources concerning the productivity formation of corn depending on contemporary cultivation conditions. Additionally, an analysis of the current acreage under corn cultivation is conducted, highlighting the peculiarities and discussing the prospects of growing this crop under modern conditions.

Over the past 10 years, the area under corn cultivation in Ukraine has nearly doubled and currently stands at approximately 4.8 million hectares. However, according to scientific recommendations, the optimal area for corn cultivation for grain and silage within Ukraine should be around 3 million hectares. To date, discussions on the optimal placement of corn cultivation for grain in Ukraine remain unresolved. It has been identified that the current distribution of grain corn according to natural-economic zones in Ukraine does not fully utilize the bio-climatic and economic potential for increasing grain production. This necessitates further refinement of the placement of this crop in specific regions of the country.

In the context of global and local climate change, significant transformations in the distribution of corn cultivation in Ukraine are observed based on soil-climatic zones. There has been a decrease in the share of corn cultivation in the Steppe zone, while an increase is observed in the Forest-Steppe and Polissya zones, especially in areas where it was not previously grown. In certain regions, corn cultivation depends on the availability of moisture. Overall, due to the

hostilities, the areas planted with corn are decreasing, while those planted with sunflower and soy are increasing.

The next step to increase the profitability of corn cultivation is the use of remontant hybrids. These hybrids differ from conventional corn varieties in higher productivity, better grain and plant quality, as well as being characterized by high resistance to diseases, pest damage, and lodging.

Key words: corn, plantings, global production, yield, selection.

Постанова проблеми. В останні десятиліття біосфера Землі зазнає значних змін, які, на думку вчених, спричинені глобальним потеплінням. Ці процеси планетарного масштабу впливають на континентальні, регіональні та локальні системи. Глобальна зміна кліматичних умов призводить до зміни клімату в окремих регіонах, що є важливим для аграрної науки. Зокрема, змінюється видовий та сортовий склад вирощуваних культур, нові види та сорти рослин потребують агротехнологій, здатних забезпечити ефективне та стабільне виробництво рослинницької продукції в нових умовах. Крім того, науково-технічний прогрес змушує аграріїв постійно вдосконалювати існуючі технології вирощування культур.

Кукурудза є однією з найвисоковрожайніших злакових рослин, яка має широке застосування у продовольчому, кормовому та технічному виробництві. Вона користується високим попитом як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, з великою можливістю імпортозаміщення [3]. Тому кукурудза здатна давати високі та якісні врожаї навіть на малородючих ґрунтах.

Постановка завдання. Завдання полягало в аналізі стану світового та вітчизняного виробництва кукурудзи на основі статистичних даних, вивченні особливостей формування сортових ресурсів і посівних площ, а також розгляді перспектив вирощування цієї культури в сучасних важких умовах.

Матеріали та методи досліджень. Під час аналізу та узагальнення результатів використовувалися матеріали власних досліджень, дані державної статистики та довідкова інформація з наукових видань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміни клімату становлять серйозну загрозу для нашої планети і значно впливають на сільськогосподарське виробництво. Зміни гідротермічних умов, що спостерігаються в нашій країні протягом останніх десятиліть на фоні загального потепління призводять до нестабільного виробництва сільськогосподарської продукції, включаючи насіння кукурудзи. Дані досліджень свідчать про невисокий адаптивний потенціал існуючого асортименту сортів кукурудзи, що вимагає тривалої селекційної роботи для його покращення. Потрібні нові адаптивні сорти, здатні забезпечувати економічно обґрунтовані врожаї в стресових умовах довкілля [1, 2]. Водночас, зміни клімату відкривають можливості для нових підходів та інновацій у вирощуванні сільськогосподарських культур, включаючи кукурудзу. Перед науковцями постає завдання впровадження комплексу інноваційних рішень на різних стадіях виробництва цієї культури, щоб підвищити врожайність та покращити якість продукції.

Адже, загальновідомо, що кукурудза є однією з найпоширеніших культур у світі, відзначається своєю універсальністю використання та високою врожайністю. Вона застосовується як продовольча культура, корм для тварин, а також в промисловості для виробництва біопалива. З кукурудзяних зародків виробляється олія з лікувальними властивостями. Зі стебел і обгортки качанів виготовляють папір, клей, фарби, штучну смолу та інше. Кукурудза має велике значення в сільському господарстві і є важливою складовою багатьох аграрних систем. Вона може бути вирощена в різних кліматичних умовах і має великий потенціал

для забезпечення продовольства та енергії. У світі зараз спостерігається надлишок цієї зернової культури, особливо з урахуванням рекордного урожаю в Південній Америці та великих перехідних запасів у США. Оскільки у Америці та Європі держава надає підтримку для вирощування кукурудзи через дотації, українським агропідприємствам, які розраховують тільки на власні зусилля, доволі складно конкурувати за собівартістю з виробниками інших країн, що мають кращу підтримку у цьому аспекті.

Нині кукурудзу вирощують у багатьох країнах Європи та Азії, і серед зернових культур вона займає провідні позиції у світі. На території країн СНД кукурудза вперше з'явилася в Молдові, потім на півдні України та на Кавказі, однак її поширення було досить повільним. Лише наприкінці 19 століття площі її вирощування почали помітно збільшуватися. Після акліматизації поблизу берегів Чорного моря, кукурудза почала розповсюджуватися в північних та лісостепових районах України. У 1916 році площа посіву кукурудзи на зерно становила вже 650,6 тис. га [3].

В Україні кукурудза стала широко розповсюдженою в другій половині 20 століття. Поступове зростання її виробництва розпочалося з 90-х років. За останні 10 років площа посівів кукурудзи в Україні збільшилася більш ніж удвічі і зараз становить близько 5 млн га (рис. 1). Водночас, за науковими рекомендаціями, оптимальна площа посіву кукурудзи на зерно і силос в Україні має бути в межах 3 млн га. Питання щодо оптимального розміщення площ посівів кукурудзи на зерно в Україні залишається дискусійним. Встановлено, що нинішнє розміщення зернової кукурудзи за природно-економічними зонами країни не повністю забезпечує ефективне використання біокліматичного та економічного потенціалу для збільшення виробництва зерна. Це, в свою чергу, вказує на необхідність подальшого вдосконалення розміщення цієї культури в окремих регіонах країни [4].

Аналізуючи дані рисунку 1 бачимо, що значне зростання посівних площ кукурудзи в Україні відмічається у 2009 році, яке становило 4883,0 млн.га, що становить майже 75% порівняно із 2007 роком.

Помітне зниження спостерігається з 2011 по 2013 роки, коли частка кукурудзи в структурі посівних площ знизилась з 10,3 до 13,5%, досягнувши 4,1 млн га.

У наступні роки площі посівів кукурудзи значно зросли. Таким чином, спостерігається збільшення площ вирощування кукурудзи з 1,2 млн га в 2001 році до 4,9 млн га в 2021 році. Такий рівень виробництва вивів Україну до п'ятірки світових лідерів [5].

Не секрет, що сучасні короткоротаційні сівозміни включають обмежений набір культур: озиму пшеницю, кукурудзу, соняшник, частково озимий ріпак та сою, тому підібрати оптимальних або навіть допустимих попередників для кукурудзи досить складно. Часто кукурудзу вирощують після озимої пшениці, але цього попередника не вистачає, оскільки він використовується також для посіву соняшнику, озимого ріпаку та сої (Рис.2.). Якщо повторне вирощування інших культур є недопустимим, то кукурудза витримує такі посіви. Тому частину посівів кукурудзи висівають повторно після неї самої протягом двох-трьох і більше років. Однак, відмітимо, що в повторних посівах втрачається продуктивність культури від 30 до 50%. Тому, складно говорити про доцільність даних посівів та їх рентабельність вирощування для агровиробників.

Монокультурне вирощування кукурудзи призводить до погіршення фітосанітарного стану агроєкосистеми, зокрема до поширення шкідників, хвороб та специфічних видів бур'янів, стійких до застосовуваних гербіцидів. Однією з проблем,

що з'явилася останніми роками, є інтенсивний розвиток лучного метелика, який може повністю знищити сходи кукурудзи. Це вимагає посилення заходів захисту кукурудзи від шкідливих організмів, що впливають на екологічний стан агроєко-системи [6, 7].

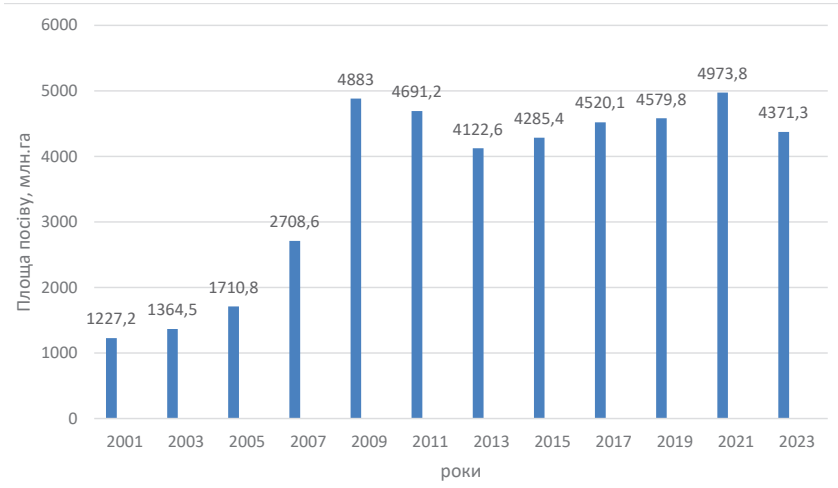


Рис. 1. Динаміка площ посівів кукурудзи в Україні з 2001 по 2023 рік, млн га [4]

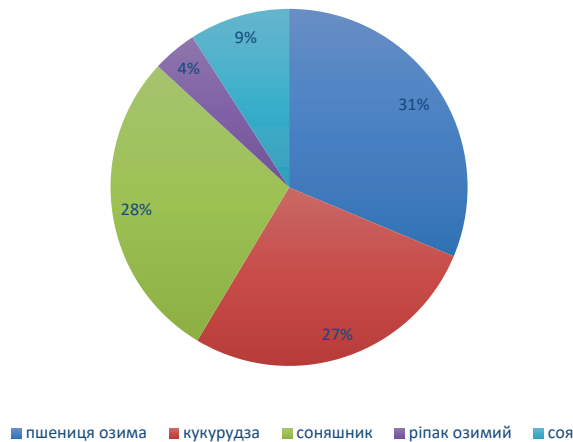


Рис. 2. Площі посівів основних сільськогосподарських культур в Україні та їх структура у 2023 році [4]

Відмітимо, що на сьогодні основні посіви кукурудзи на зерно в Україні зосереджені в степовій і лісостеповій зонах, тоді як для силосу та зеленого корму її вирощують у всіх зонах. В останні роки, через глобальні зміни клімату, в південній частині країни все частіше спостерігаються посушливі погодні умови під час вегетації кукурудзи та нестача вологи в ґрунті. Це спричинило стрімку

тенденцію до збільшення посівних площ у лісостеповій зоні та зменшення в степовій. Таким чином, ареал вирощування зміщується в зону стабільного вологозабезпечення [8, 9].

Якщо розглянути світовий ринок вирощування кукурудзи, то США є світовим лідером у виробництві зерна кукурудзи, щорічно збираючи 250–320 млн тонн зерна з врожайністю понад 10 т/га, що становить понад третину світового врожаю цієї культури. У 2020 році виробництво зерна кукурудзи в США збільшилося на 12–15%. Основні країни-виробники кукурудзи включають індустріально розвинені держави, такі як США, Франція та Італія, а також країни з динамічною економікою – Китай, Індія, Румунія, Бразилія. Зокрема, в Бразилії виробництво кукурудзи зросло на 22%, у країнах Південної Америки – на 26%, а в Аргентині – на 30%. У Китаї виробництво зерна кукурудзи зменшилося приблизно на 8,4 млн тонн порівняно з минулим роком, у Мексиці – на 5%, а в Канаді – на 9% [10].

Водночас, США є виробничим гігантом на ринку кукурудзи, визначаючи світові тенденції для цієї культури. Внутрішнє виробництво кукурудзи в країні непинно зростає, зокрема завдяки державним програмам підтримки біоенергетики. За результатами 2020 року, поряд із США, провідними світовими експортерами кукурудзи є Аргентина, Бразилія та Україна (рис. 3).

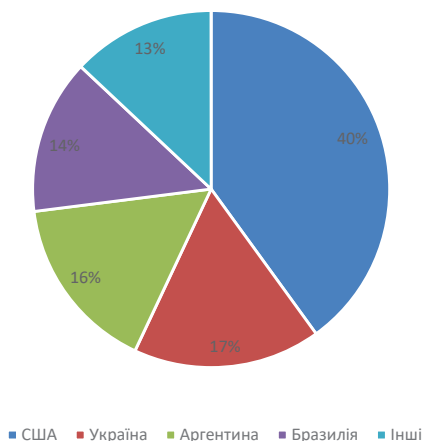


Рис. 3. Частка світового експорту кукурудзи в 2022–2023 маркетинговому році [11]

За підсумками сезону 2022/23 експорт кукурудзи з України зменшився на 11,5% порівняно з попереднім сезоном і становив 16,66 млн тонн. Більше половини всього експортованого обсягу української кукурудзи тоді припало на країни ЄС. У сезоні 2023/24 ситуація змінилася, ми побачимо значне скорочення посівних площ під кукурудзою. Можливо, нам дійсно потрібно пройти через цей період, зменшуючи виробництво, переробку та обсяги експорту цієї культури. Перевага буде надана олійним культурам, зокрема соняшнику та сої.

Водночас рівень урожайності кукурудзи в Україні зріс з 2,7 т/га у 1991 році до 5,0 т/га у 2021 році, тобто майже вдвічі (рис. 4). Максимальна урожайність, якої досягають окремі сільськогосподарські підприємства Лісостепу, що застосовують заходи інтенсифікації виробництва, становить 1,7–1,8 т/га.

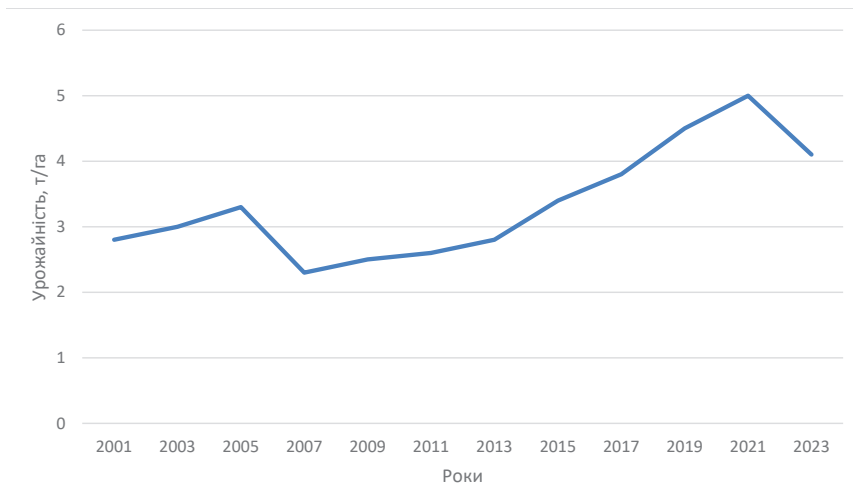


Рис. 4. Динаміка врожайності кукурудзи в Україні протягом 2001–2023 років, т/га, Джерело: [4]

Таким чином, Україна займає провідне місце серед розвинених країн світу за економічними показниками аграрного сектору, статусом виробника-експортера зерна кукурудзи вона отримала вже 36 разів. У 2021 році в Україні було зібрано приблизно 28 млн тонн зерна кукурудзи, що перевищує показник попереднього року на 17%, а також валовий збір зерна пшениці в тому ж році. За результатами посівної кампанії 2021 року найбільші площі під кукурудзою знаходяться в Полтавській (486,8 тис. га), Кіровоградській (392,5 тис. га), Дніпропетровській (387,6 тис. га), Черкаській (347,8 тис. га), Вінницькій (326,4 тис. га) та Харківській (325,2 тис. га) областях. Щорічно площі під кукурудзою збільшуються у всіх областях України [12].

Висновки. Кукурудза – одна з тих культур, яка дозволяє вітчизняним агровиробникам отримувати прибутковість вирощування на гектарі землі. Навіть при низьких цінах на зерно, які склалися у сезоні 2023/2024, висока валова врожайність цієї культури може забезпечити хорошу рентабельність.

Кукурудза займає одне з провідних місць серед зернових культур у сучасному світовому виробництві, розміщуючись на третьому місці після пшениці та рису. За біологічною врожайністю, яка може досягати 30 тонн на гектар, кукурудза взагалі посідає перше місце серед усіх зернових.

У різних країнах світу близько 20% зерна кукурудзи використовується для продовольчих потреб, 15–20% – у промисловій сфері для виробництва масел і палива, а решта використовується в тваринництві як корм. Попит на кукурудзу та обсяги її виробництва зростають, перш за все, через зростання цін на енергоресурси, оскільки ця культура стала основною сировиною для виробництва біоетанолу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Економіка для кукурудзи: курс на рентабельність і нові підходи до вирощування. GrowHow.in.ua. URL: <https://www.growhow.in.ua/ekonomika-dlia-kukurudzykurs-na-rentabelnist-i-novi-pidkhody-do-vyroshchuvannia/> (дата звернення 27.05.2024).

2. Influence of cultivation technology on the growth and development of sweet corn plants of hybrid Moreland F1. Ya. Hryhoriv, S. Butenko, A. Hotvianska, N. Nozdrina, V.

Rozhko, O. Karpenko, O. Sykalo, A. Kustovska, V. Toryanik, I. Salatenko. *Ecological Engineering & Environmental Technology (EET)*. Vol. 23(6), 2022. P. 104-110. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/152917>

3. Бабич А. О., Побережна А. А. Народонаселення і продовольство на рубежі другого і третього тисячоліть. Київ, Аграрна наука, 2000. 158 с.

4. Петриченко В.Ф. Стратегічні напрями розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року: доповідь. Стратегія розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 р. Збірник матеріалів Чотирнадцятих річних зборів Всеукраїнського конгресу вчених економістів аграрників. Київ, 1617 жовтня 2012 р. ННЦ «Ін-т аграр. економіки». Київ, 2013. С. 19-29.

5. Програма "Зерно України – 2016". URL: <http://www.uaan.gov.ua/sites/default/files/zerno.doc> (дата звернення 27.05.2024).

6. Циков В.С. Агроекологічні особливості вирощування кукурудзи у Степу України. *Зберігання та переробка зерна*. 2000. № 3. С. 18-21.

7. Мамаєва Г.Г. Вплив монокультури на екологічний стан системи ґрунт – рослина та ґрунтовогома. *Екологічна безпека в АПК*. 2002. 594 с.

8. Payton P. et al. Protecting cotton photosynthesis during moderate chilling at high light intensity by increasing chloroplastic antioxidant enzyme activity. *J. Exp. Bot.* 2001. Vol. 52. № 12. P. 2345-2354.

9. Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*. 2002. Vol. 418. № 8. P. 671-677.

10. Миколенко І. Г. Сучасний стан і перспективи розвитку ринку зерна. *Сільські вісті*. 2007. № 129. С. 27-32.

11. Департамент сільського господарства США. URL: www.fas.usda.gov (дата звернення 27.05.2024).

12. Українська зернова асоціація. URL: uga-port.org.ua (дата звернення 27.05.2024).

УДК 631.84:631.52

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.10>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ СІДИ БАГАТОРІЧНОЇ НА МАЛОПРОДУКТИВНИХ ГРУНТАХ (ОГЛЯДОВА)

Дмитраш Т.І. – аспірант кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Григорів Я.Я. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту,

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Виснаження традиційних джерел енергії та зростання вартості енергетичних ресурсів негативно впливають на визначення собівартості виробництва сільськогосподарської та промислової продукції, що знижує її конкурентоспроможність на міжнародному рівні. Таким чином, основним завданням держави є забезпечення ефективного використання власних паливно-енергетичних ресурсів та диверсифікація джерел і шляхів постачання енергетичних ресурсів.

Україна має всі необхідні передумови для широкого впровадження і застосування передових технологій вирощування та переробки біомаси енергетичних культур. Розвиток біоенергетичних технологій допоможе вирішити проблему енергозабезпечення країни, покращить екологічну ситуацію в регіонах і сприятиме збільшенню зайнятості місцевого населення.

У статті представлено огляд останніх літературних джерел, присвячених дослідженням формування продуктивності багаторічної сіди та інших енергетичних трав'янистих рослин залежно від елементів технології вирощування. Проведено аналіз сучасного стану посівних площ енергетичних культур, висвітлено особливості та перспективи вирощування цієї культури на малопродуктивних ґрунтах.

Розглянуті основи вирощування мени поширених енергетичних культур, які були проаналізовані в роботах вітчизняних та зарубіжних науковців, включають вибір оптимальних місць і ґрунтів, а також встановлення перспективних видів малопоширених енергетичних культур як потенційної сировини для енергетичної галузі країни. Особлива увага приділяється необхідності вдосконалення технологій з метою досягнення більшого приросту біомаси.

Зроблено аналіз наукових досліджень науковців за якими визначено перспективні енергетичні культури для вирощування як біосировини для енергетичного ринку країни. Встановлено, що найбільш перспективними культурами для вирощування на малопродуктивних ґрунтах є сіда багаторічна і міскантус.

Ключові слова: біоенергетичні рослини, сіда багаторічна, сорго багаторічне, міскантус, продуктивність.

Dmytrash T.I., Hryhoriv Ya.Ya. Prospects of perennial Sida cultivation on low-productivity lands (review)

Depletion of traditional energy sources and the increasing cost of energy resources negatively affect determining the cost of agricultural and industrial production, thereby reducing its competitiveness at the international level. Thus, the main task for the state is to ensure efficient utilization of its own fuel and energy resources and diversify sources and supply routes of energy resources.

Ukraine has all the necessary prerequisites for wide implementation and application of advanced technologies for cultivation and processing of biomass from energy crops. The development of bioenergy technologies will help address the country's energy security issues, improve the environmental situation in regions, and contribute to increasing local employment.

The article provides a review of recent literature sources dedicated to research on the productivity formation of perennial miscanthus and other energy grasses depending on cultivation technology elements. An analysis of the current state of energy crop cultivation areas is conducted, highlighting the features and prospects of growing these crops on low-productive soils.

The discussed foundations of cultivating less common energy crops, analyzed in studies by domestic and international scientists, include the selection of optimal locations and soils, as well as the identification of promising types of less common energy crops as potential feedstock for the country's energy sector. Special attention is given to the necessity of improving technologies aimed at achieving greater biomass growth.

Scientific studies have been analyzed by researchers to identify promising energy crops for cultivation as biomass for the country's energy market. It has been determined that the most promising crops for cultivation on low-productivity soils are perennial grass miscanthus and perennial sorghum.

Key words: *bioenergy crops, perennial sorghum, perennial miscanthus, productivity.*

Постановка проблеми. Розвиток та використання біопалива з відновлюваних джерел енергії, зокрема рослинної біомаси, відіграють ключову роль у зменшенні енергетичної залежності України. Через зростання вартості енергетичних ресурсів біомаса, як частина відновлюваної енергії, стає все більш важливою на світовому рівні. Нині майже 80% світових поставок енергоресурсів складає невідновлюване викопне паливо [1, 2]. Біомаса, що використовується як паливо, займає четверте місце у світовому виробництві, становлячи 10% від загального обсягу первинної енергії. У країнах Європейського Союзу частка біомаси в загальному споживанні енергії становить 7% [3]. В провідних країнах ЄС, таких як Латвія, Фінляндія, Швеція, Данія, Австрія, частка біомаси у валовому енергоспоживанні досягає 15–27%, тоді як в Україні ця частка трохи більше 1%. Серед усіх видів біомаси тверда біомаса становить найбільший відсоток – 80%, з розподілом від 0% до 95% залежно від країни. Найвищий відсоток використання твердої біомаси спостерігається у Фінляндії. Україна має значний потенціал для використання біомаси в енергетичних цілях і всі необхідні передумови для широкого впровадження цього відновлюваного джерела енергії [4, 5].

Постановка завдання. Завдання полягало в аналізі стану світового та вітчизняного виробництва біоенергетичних культур, включаючи сіду багаторічну, на основі статистичних даних. Також необхідно було дослідити особливості формування сортових ресурсів і посівних площ, а також розглянути перспективи вирощування цієї культури на малопродуктивних землях.

Матеріали та методи досліджень. При аналізі та узагальненні результатів використовувалися матеріали власних досліджень, дані державної статистики та довідкова інформація з наукових публікацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні під час воєнного стану ситуація з енергоносіями негативно впливає не лише на економіку, екологію та добробут громадян України, але й на залежність країни від імпортованих енергоносіїв. Це стимулює Україну активно розглядати альтернативні джерела енергії [6–8].

Енергетична незалежність України є одним із найважливіших і термінових питань, вирішення якого тісно пов'язане з екологічним станом довкілля, соціальними аспектами, економічною та політичною безпекою. Один із шляхів покращення ситуації полягає у створенні альтернативної енергетики, зокрема розвитку відновлюваного біопалива. Порівняно з іншими джерелами відновлюваної енергії, біоенергія з біомаси має численні переваги, зокрема: низькі витрати на виробництво, широку сферу використання, децентралізоване виробництво, а також постійне постачання екологічно безпечної сировини.

Слід також зазначити, що для аграрного сектору біоенергія є новим альтернативним джерелом доходу, що сприяє створенню нових робочих місць та підвищує значущість сільської місцевості.

Енергетичні культури – це рослини, які спеціально вирощуються для використання як паливо або для виробництва біопалива. Тому особливу актуальність набуває вирощування нових видів високопродуктивних багаторічних енергетичних рослин, що дозволить щорічно отримувати необхідну кількість біомаси. Енергетичні рослини мають високий урожай і невеликі вимоги до вирощування [9].

Згідно з проведеними розрахунками, Україна має значний потенціал для виробництва енергетичних рослинних біоресурсів. Теоретичний потенціал біомаси складає майже 50 млн тонн умовного палива, при цьому економічно доцільний обсяг варіюється від 2 до 27 млн тонн. Щодо нетрадиційних трав'янистих багаторічних енергетичних культур, таких як сільфій, топінамбур, міскантус та сіда багаторічна, їх виробництво оцінюється в 0,61 та 0,35 млн тонн відповідно [10, 11].

Використання нових високопродуктивних трав'янистих енергетичних культур, які ще не широко застосовуються в аграрному секторі України, мають очевидні переваги. Вихід теплової енергії за один гектар вирощування таких культур різний [12]. Зокрема, сіда багаторічна та міскантус виробляють найбільший обсяг енергії для виробництва твердих видів палива [13].

При вилученні з активного обробітку земель, розташованих у зонах агроландшафтів, які піддаються ерозії (де їх використовують як природні кормові угіддя чи заліснюють), частину цих площ можна відвести для вирощування багаторічних трав'янистих культур, включаючи менш поширені. Ці культури не лише ефективно захищатимуть ґрунт від ерозії, але й слугуватимуть джерелом біосировини для виробництва твердих видів палива, таких як паливні брикети чи гранули, у сільській місцевості [14, 15]. За аналізом літературних джерел [16–18] можна визначити, що досліджень стосовно енергетичного потенціалу багаторічних трав'янистих фітоценозів України та заходів для підвищення їх енергетичної продуктивності проведено досить обмежено. Актуальність подальших досліджень з цього питання зростає через підвищення вартості невідновлюваних первинних джерел енергії та зменшення потреби у трав'яних кормах, оскільки поголів'я худоби скорочується [19].

Важливою проблемою для науковців і аграрних виробників є розробка та оптимізація агротехнологій вирощування, а також економічне та енергетичне пояснення технологічних процесів, з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов [8].

Використання малопоширених енергетичних рослин у вирощуванні в Україні наразі перебуває на етапі експериментальних досліджень. Для успішного впровадження вирощування енергетичних рослин в Україні необхідна ціленаправлена робота [20].

Аналіз останніх наукових досліджень та літературних джерел свідчить про зростаючу перевагу рослинних відновлюваних видів біопалив. За останні роки велика кількість науковців зосередилася на вдосконаленні технологій вирощування менш поширених та незаслужено забутих енергетичних культур. У країнах з високим рівнем економічного розвитку вже давно широко впроваджено технології вирощування та використання енергетичних рослин. Однак, дослідження, спрямовані на вивчення динаміки приросту біомаси енергетичних рослин, раніше не проводилися. Відтак, метою нашого дослідження стало дослідження перспективи вирощування енергетичних рослин на малопродуктивних землях України.

Як відомо, в Україні з 32 млн га орних земель приблизно 4 млн га є малородючими, що робить їх придатними для вирощування енергетичних культур. Для дослідників та сільськогосподарських виробників важливим завданням є розробка та вдосконалення технологій вирощування, а також економічне та енергетичне обґрунтування технологічних процесів з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов. У країнах Європейського Союзу близько 13,1 млн гектарів земель доступні для вирощування біоенергетичних культур. За оцінками Європейської комісії, для вирощування енергетичних культур варто використовувати приблизно 10% загальної площі сільськогосподарських угідь.

В Україні все активніше ведуться науково-дослідні роботи щодо енергетичних культур. Наразі науковці досліджують понад 20 видів швидкорослих енергетичних культур, які доцільно вирощувати для отримання високорентабельної рослинної біомаси. Енергетичні культури включають як олійні рослини, що використовуються для виробництва біопалива, так і багаторічні трав'янисті рослини, які слугують сировиною для виробництва паливних гранул та брикетів.

Відомо, що на сьогодні в Україні є близько 4 млн га земель виведених з сільськогосподарського використання через їх низьку родючість і схильність до ерозії, а у зв'язку із воєнними діями ця цифра значно збільшиться. Тому вирощування високоврожайних, швидкорослих біоенергетичних культур на таких землях сприятимуть їх очищенню, збережуть ґрунти від ерозії, збільшать потужність родючого гумусового шару та загалом покращать енергетичний і екологічний стан країни.

Варто враховувати, що протягом останніх 20 років у нашій країні спостерігається змішаний тип погоди, коли протягом одного вегетаційного періоду відбуваються тривалі похолодання навесні, аномальні погодні явища з екстремально високими температурами влітку та зливи з надмірною кількістю опадів. Зміна клімату в Україні відбувається приблизно за тим самим сценарієм, що й на планеті: середньорічна приземна температура підвищилася приблизно на $0,6^{\circ}\text{C}$, а в північних і північно-східних регіонах – на 1°C ; одночасно амплітуда сезонного ходу температури знизилася на $0,4^{\circ}\text{C}$. Річна сума опадів у північно-західних районах зменшилася на 10–15%.

Одна з небагатьох позитивних кліматичних змін полягає в тому, що теплий період року стає довшим, а це означає, що тривалість фотосинтезу збільшується завдяки теплій пізній осені, м'якій зимі та ранній весні. Тобто період активного використання сонячної енергії культурними рослинами для фотосинтезу, коли температура повітря становить $18\text{--}27^{\circ}\text{C}$, суттєво подовжується.

З огляду на ці природні зміни, підбір культур та технологій створення енергетичних плантацій для виробництва біопалива потрібно здійснювати з урахуванням ґрунтово-кліматичних ресурсів [21].

Так, зробивши детальний аналіз наукових досліджень робіт проведених як вітчизняними та іноземними науковцями визначено, що поміж енергетичних культур найбільшу вегетативну масу нарощували рослини міскантусу та сільфію пронизанолистого. За їх даними, урожайність міскантусу становила $54,6\text{ т/га}$ із застосуванням добрив, а сільфію пронизанолистого – відповідно $54,3\text{ т/га}$, тоді як сіди багаторічної була на рівні $49,9\text{ т/га}$ (Рис. 1) [8, 22].

Як бачимо з рисунка 1, найнижчу врожайність спостерігали у сорго багаторічного ($40,1\text{ т/га}$) за однакового удобрення дозою $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$. При цьому продуктивність сіди багаторічної складала $49,9\text{ т/га}$ із застосуванням добрив.

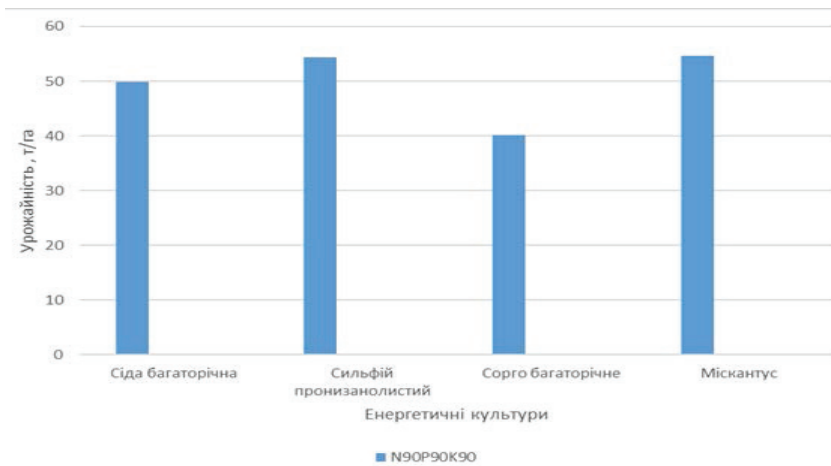


Рис. 1. Урожайність зеленої маси енергетичних рослин, т/га

Водночас, необхідно відмітити, що відносний приріст зеленої маси досліджуваних енергетичних культур був найвищим на другий рік вирощування для всіх культур і складав 20–120%. На третій рік вирощування темпи приросту знизилися і становили відносно другого року 10–70%. Найбільший приріст спостерігався при вирощуванні сильфію пронизанолистого із застосуванням добрив, а найменший – при вирощуванні сорго багаторічного. Так, на думку науковців зменшення відносного приросту могло бути спричинене недостатньою кількістю вологи у ґрунті та браком елементів живлення, таких як мікроелементи, а також зниженням температури.

Не секрет, що енергетичні рослини вирощують з метою отримання високо рентабельної сировини для енергетичного ринку країни. Енергоресурси в умовному вимірі (умовне паливо) – це спосіб вираження кількості палива та енергії в загальних енергетичних одиницях. В Україні в національній практиці як одиницю енергії використовують тонну умовного палива (т у. п.), що еквівалентно тонні умовного палива вугільного еквівалента (ТВЕ).

Умовне паливо – це одиниця обліку органічного палива, яка застосовується для порівняння ефективності різних видів палива та їх загального обліку. За одиницю умовного палива приймається 1 кг палива з питомою теплотою згоряння 7000 ккал/кг. У нафтогазовій геології для розрахунку запасів родовищ умовне паливо визначається як 1 млрд м³ природного газу, що еквівалентно 1 млн т умовного палива [8].

Ми здійснили розрахунок необхідної сировини енергетичних культур для утворення 1 кг умовного палива на основі експериментально отриманого виходу енергії (рис. 2). Перерахунок проводився з урахуванням використання для виробництва біопалива сухої маси стебел. Найвищий вихід умовного біопалива було встановлено у сіди багаторічної – 8,28 т/га, тоді як у міскантуса цей показник був трохи меншим і становив 8,08 т/га.

Вихід умовного біопалива з рослин сорго багаторічного був значно нижчим порівняно з сідою багаторічною та міскантусом, що пояснюється незначним виходом стеблової маси цієї рослини, обумовленою її біологічною особливістю. Показник умовного біопалива для сорго багаторічного становив 4,95 т/га.

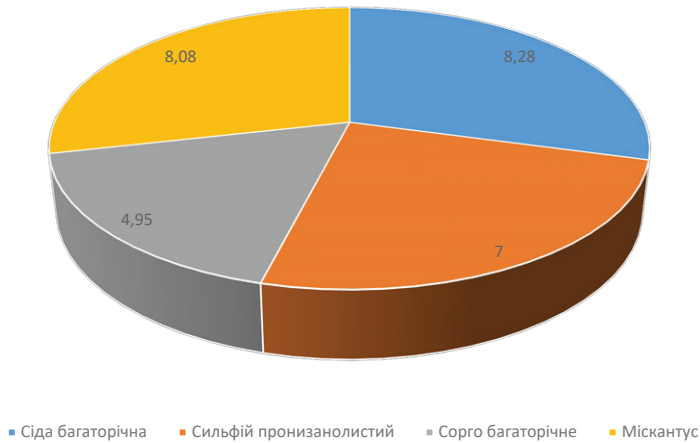


Рис. 2. Вихід умовного палива з фітосировини багаторічних енергетичних культур, га

В Україні на сьогоднішній день створено сорти рослин фітоенергетичного напрямку для різних видів біопалива: рідкого (етанол, біодизель тощо), газового, твердого (брикети, пелети) та інших. Для виробництва біопалива доцільно вирощувати не лише традиційні, але й малопоширені енергетичні культури, особливо багаторічні, які є більш врожайнішими, менш енерговитратними та можуть вирощуватися на землях, непридатних для традиційних сільськогосподарських культур.

Висновки. Енергетичні культури – це рослини, які спеціально вирощуються для використання як паливо або для виробництва біопалива. Тому особливу важливість має вирощування нових видів високопродуктивних багаторічних енергетичних рослин, що дозволяють щорічно отримувати необхідний обсяг біомаси. Ці енергетичні рослини характеризуються високим урожаєм і малими вимогами до вирощування.

Найбільш продуктивними багаторічними рослинами виявилися сіда багаторічна, яка в середньому за період вегетації здатна давати врожай на рівні 49,9 тонн на гектар. Дослідження підтвердило, що використання високоврожайних культур для виробництва твердого біопалива є важливим напрямом у біоенергетиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gupta V. K., Tuohy M. G., Kubicek C. P., Saddler J. Bioenergy Research: Advances and Applications: textbook. Oxford. 2014. p. 500.
2. Hryhoriv Ya., Lyshenko M., Butenko A., Nechyporenko V., Makarova V., Mikulina M., Bahorka M., Tymchuk D. S., Samoshkina I., Torianyk I. Competitiveness and Advantages of Camelina sativa on the Market of Oil Crops. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 2023, 24(4), pp. 97–103 <https://doi.org/10.12912/27197050/161956>
3. Титко Р., Калініченко В. Відновлювальні джерела енергії (Досвід Польщі для України). Варшава: QWG, 2010. 15 с.
4. Juodka, R., Nainienė, R., Juškienė, V., Juška, R., Leikus, R., Kadžienė, G., & Stankevičienė, D. Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as feedstuffs in meat type poultry diet: A source of protein and n-3 fatty acids. *Animals*, 12(3), 2022. P. 295. <https://doi.org/10.3390/ani12030295>

5. Riaz, R., Ahmed, I., Sizmaz, O., & Ahsan, U. Use of *Camelina sativa* and by – products in diets for dairy cows: Are view. *Animals*, 12 (9), 2022. P. 1082. <https://doi.org/10.3390/ani12091082>
6. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні / Г. Г. Гелету́ха, Т. А. Желе́зна, П. П. Кучеру́к, Є. М. Олі́йник. *Аналітична записка БАУ*. 2014. № 9. С. 9–10.
7. Рижук С. М., Слюсар І. Т., Вергунов В. А. Агроекологічні особливості високоефективного використання осушуваних торфових ґрунтів Полісся і Лісостепу. Київ: Аграр. наука, 2002. 136 с.
8. Prospectives of Growing Energy Crops for the Production of Different Types of Biofuel. Hryhoriv Ya., Butenko Ye., Kabanets V., Filon V., Kriuchko L., Bondariva L., Mikulina M., Yevtushenko Ye., Polyvanyi A., Kovalenko V. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 25(5), 2024, P. 191–197 <https://doi.org/10.12912/27197050/185710>
9. Корнійчук О. В. Потенціал рослинницької галузі України у формуванні біопаливного виробництва. *Вісник аграрної науки*. № 5. 2022. с. 33–41.
10. Кургак В. Г., Левковський А. М., Єфремова Г. В., Лещенко О. Ю. Біоенергетичний потенціал багаторічних трав'янистих фітоценозів України. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Вип. 19. 2013. С. 63–67.
11. Kurhak V. H., Tkachenko M. A., Asanishvili N. M. Energy productivity of uncommon herbs for solid fuel manufacturing. *Ukrainian J. of Ecology*. No 1. 2021. P. 299–305. doi: 10.15421/ 2021_45.
12. Кургак В. Г., Ткаченко А. М. Біоенергетичний потенціал багаторічних трав'янистих фітоценозів. *Вісник аграрної науки*. No 2. 2016. С. 15–20.
13. Гелету́ха Г. Г., Желе́зна Т. А., Жовмір М. М. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. Т. 32. No 6. 2010. С. 58–65.
14. Kurgak V. G. Panasyuk S. S., Asanishvili N. M. Influence of perennia llegume son the productivity of meadow phytocenoses. *Ukrainian J. of Ecology*. No 6. 2020. P. 310–315. doi: 10.15421/ 2020_298
15. Petrychenko V., Kurgak V., Rybak S. Bioenergy potential of meadows of Ukraine. *Grassland Federation*. 2014. P. 143–145.
16. Гелету́ха Г. Г., Желе́зна Т. А., Олі́йник Е. М. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. Т. 35. No 4. 2013. С. 5–15.
17. Думич В. В. Журба Г. І., Курило Г. І. Техніко-технологічні заходи для закладання енергоплантації свічграсу в умовах Полісся України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. Вип. 19. 2013. С. 37–42.
18. Роїк М., Курило В., Гументик М. Ефективність вирощування високопродуктивних енергетичних культур. *Вісник Львівського НАУ*. No 15(2). 2011. С. 12–13.
19. Кургак В. Г. Лучні агрофітоценози: підручник. Київ: ДІА, 2010. 374 с.
20. Бенцаровський Д. М., Дацько Л. В. Зміна родючості ґрунтів України під впливом сільськогосподарського використання. *Охорона родючості ґрунтів*. Вип. 1. 2004. 123 с.
21. Семенчук В. Г. Вирощування міскантусу гігантського як сировини для виробництва твердих видів палива на схилових угіддях південно-західного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. № 10. 2021. С. 45–50.
22. Радченко М.В. Особливості вирощування сіди багаторічної залежно від елементів технології. *Аграрні інновації*. № 16. 2022. С. 66–69.

УДК 632.7:633.17(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.11>

ВИДОВИЙ СКЛАД ТА ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ОСНОВНИХ ФІТОФАГІВ ПІСЛЯЖНИВНИХ ПОСІВІВ *PANICUM MILIACEUM* L. В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Дудченко В.В. – д.е.н., професор,

член-кореспондент Національної академії аграрних наук України,
професор кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Марковська О.Є. – д.с.-г.н., професор,

в.о. завідувача, професор кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Стеценко І.І. – д.ф.,

асистент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Гречишкіна Т.А. – асистент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті представлено результати дослідження видового складу основних фітофагів післяжнивних посівів проса звичайного в умовах півдня України. Головною умовою для отримання дружніх сходів проса у післяжнивних посівах є достатні запаси вологи в ґрунті на момент сієби та низька чисельність фітофагів, які пошкоджують проростки та сходи культури. Шкодочинний ентомокомплекс агроценозу проса представлений близько двадцятьма видами, серед яких є поліфаги та спеціалізовані шкідники. За результатами проведених обліків встановлено, що шкодочинний ентомокомплекс агроценозу проса посівного в умовах польової сівозміни ПП «Криниця» складався із таких видів фітофагів: жуужелиця просяна (*Orponus calceatus* Duft.) – 19%, п'явця червоногруда (*Ouleta melanopus* L.) – 4%, білика хлібна смугаста (*Phyllotreta vittula* Redt.) – 4%, совка південна стеблова (*Oria musculosa* Hb.) – 6%, совка озима (*Scotia segetum* Schiff.) – 22%, комарик просяний (*Stenodiplosis panici* Plot.) – 26% та метелик стебловий (*Ostrinia nubilalis* Hb.) – 19%.

Жуужелиця просяна в умовах 2023 року розвивалася в одному поколінні, досягаючи максимальної чисельності у фазі повного дозрівання зерна-початок збирання – 9,0 екз./м². Метелик стебловий розвивався у двох поколіннях. Літ імаго першого покоління починався у другій декаді липня, пік чисельності припадав на фазу сходів проса. Початок льоту другого покоління відмічався з третьої декади, найбільшу чисельність метеликів другого покоління (9 екз./настку) спостерігали в кінці першої декади вересня (ВВСН 51). Комарик просяний розвивався у трьох поколіннях. Чисельність імаго першого та другого покоління була незначною та становила 31–47 екз./настку. Максимального значення чисельність фітофага досягала у фазі викидання волоті-початок формування зерна та становила 54 екз./настку.

За результатами феромонного моніторингу встановлено, що літ першого покоління метеликів совки озимої починався з кінця першої декади травня. Чисельність досягала максимуму у першу декаду червня та становила 11 екз./настку. Максимальна чисельність метеликів другого покоління фіксувалася у третій декаді серпня та становила 12 екз./настку.

Ключові слова: просо звичайне, шкідники, ентомокомплекс, чисельність, покоління, імаго, личинки, настка.

Dudchenko V.V., Markovska O.Ye., Stetsenko I.I., Grechyshkina T.A. Species composition and population dynamics of main phytophages in post-harvest crops of *Panicum miliaceum* L. in Southern Ukraine

The article presents the results of a study on the species composition of the main phytophages in post-harvest common millet crops in the southern regions of Ukraine. The main condition for obtaining friendly millet shoots in post-harvest crops is sufficient soil moisture at the time of

sowing and a low population of phytophages that damage the seedlings and shoots of the crop. The harmful entomocomplex of millet agroecosystem is represented by about twenty species, including polyphages and specialized pests. According to the results of the surveys, it was established that the harmful entomocomplex of sown millet agroecosystem in the conditions of crop rotation at a private enterprise "Krynysia" consisted of the following phytophage species: ground beetle (*Ophonus calceatus* Duft.) – 19%, cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) – 4%, striped flea beetle (*Phyllotreta vittula* Redt.) – 4%, Brighton wainscot moth (*Oria musculosa* Hb.) – 6%, grain moth (*Scotia segetum* Schiff.) – 22%, millet midge (*Stenodiplosis panici* Plot.) – 26%, and European maize borer (*Ostrinia nubilalis* Hb.) – 19%.

The ground beetle developed in one generation in the conditions of 2023, reaching its maximum population during the phase of full grain ripening and the beginning of harvesting, with 9.0 individuals/m². The European maize borer developed in two generations. The flight of the imago of the first generation began in the second decade of July, with the peak population occurring during the millet germination phase. The beginning of the flight of the second generation was noted from the third decade, with the highest population of the second generation (9 individuals/trap) observed at the end of the first decade of September (BBCH 51). The millet midge developed in three generations. The population of imago of the first and second generations was insignificant, ranging from 31–47 individuals/trap. The maximum population was observed during the phase of ear emergence and the beginning of grain formation, reaching 54 individuals/trap.

According to the results of pheromone monitoring, it was established that the flight of the first generation of European maize borer moths began at the end of the first decade of May. The population reached its maximum in the first decade of June, with 11 individuals/trap. The maximum population of the second generation moths was recorded in the third decade of August, amounting to 12 individuals/trap.

Key words: common millet, pests, entomocomplex, population, generation, imago, larvae, trap.

Постановка проблеми. Сучасні реалії ведення агровиробництва – військова агресія РФ, втрата масштабного зрошення на півдні України, глобальне потепління, примушують аграріїв вирощувати сільськогосподарські культури з невеликою собівартістю, високою посухо- й жаростійкістю, солевитривалістю, а за достатньої кількості опадів, здатних формувати два врожаї на рік з одного гектару сівозмінної площі у післяжнивних або післязакісних посівах. Усіма переліченими характеристиками володіє просо посівне (*Panicum miliaceum* L.) – цінна круп'яна культура, якій за своєю значимістю в нашій країні належить друге місце після гречки, а третє – посідає рис [1]. Завдяки своїм біологічним і фізіологічним особливостям, відносній невибагливості до умов культивування, низьким витратам матеріальних ресурсів на технологію, високій екологічній пластичності, а отже здатності формувати сталі врожаї за несприятливих погодних умов року – все це вагомими аргументами на введення аграріями в сівозміни цієї культури [2, с. 6; 3, с. 50].

Головною умовою для отримання дружніх сходів проса у післяжнивних посівах є достатні запаси вологи в ґрунті на момент сівби та низька чисельність фітофагів, які пошкоджують насіння, що проростає, та сходи культури. Шкідливий ентомокомплекс агроценозу проса представлений в основному двадцятьма видами, серед яких є багатоїдні та спеціалізовані фітофаги. Сумарні втрати зерна проса від діяльності останніх можуть становити в середньому 15–20%, а за масової чисельності таких комах як жужелиця просяна, совка озима, метелик стебловий – 50% і більше [4, с. 22–50].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Жужелиця просяна (*Ophonus calceatus* Duft.) є багатоїдним шкідником із ряду твердокрилих (Coleoptera), родини жужелиці (Carabidae). В Україні зафіксована її підвищена шкодочинність на півдні (Херсонська, Миколаївська, Одеська області, АР Крим); нестійка – Запорізька, Дніпропетровська, Донецька, Луганська області; незначна шкідливість – Лісостеп

та Полісся. Фітофаг має великий спектр харчових культур (пшениця, ячмінь, жито, овес, просо, сорго, рис, кукурудза), а також здатний пошкоджувати кормові культури, льон, суницю. Імаго знищують проростки, молоді пагони, генеративні органи й особливо дозріваюче зерно злакових культур. Шкодочинність личинок незначна, вони можуть житися молодими проростками злакових рослин, а за нестачі основних об'єктів харчування у них відмічено сапрофагію [5, с. 143].

Совка озима (*Scotia segetum* Schiff.) є надзвичайно небезпечним шкідником поліфагом із ряду лускокрилі (Lepidoptera), родини совки (Noctuidae), поширеним в Україні повсюдно. До харчового спектру фітофага належить 147 видів рослин із багатьох ботанічних родин, серед яких культурними є зернові, бобові, технічні, овочеві, баштанні, плодово-ягідні. Совка озима належить до підгризаючих совок й пошкоджує посіви проса у фазі сходів. Гусениці перших віків об'їдають листові пластинки і молоді рослини, личинки дорослих віків здатні підгризати сходи в місці вузла кушіння, що призводить до загибелі всієї рослини. За масової чисельності шкідника зрідження посівів може набувати катастрофічних масштабів [6, с. 67].

Метелик стебловий (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) також є надзвичайно небезпечним шкідником поліфагом із ряду лускокрилі (Lepidoptera), родини вогнівки (Pyraustidae), який пошкоджує понад 150 видів рослин. Гусениці здатні знищувати всі органи рослин (листя, стебла, волоті), завдаючи великої шкоди посівам кукурудзи, соняшника, сої, проса, сорго тощо в усіх регіонах України, особливо в зоні Степу та Лісостепу [6, с. 33].

Комарик просяний (*Stenodiplosis panici* Plot.) із ряду двокрилі (Diptera), родини галиці (Cecidomyiidae) є спеціалізованим фітофагом, який шкодить посівам проса на стадії личинки й поширений в Україні повсюдно, особливої шкоди завдає у зоні Степу. Гусениці першого віку потрапляють у середину квітки, живляться соком квіткових лусочок, маточок, тичинок [4, с. 37].

Отже, встановлення видового складу основних фітофагів агроценозу проса посівного є актуальним для розроблення науково-обґрунтованих та економічно ефективних систем контролю.

Постановка завдання. Мета експерименту – визначити видовий склад та динаміку чисельності основних фітофагів у післяжнивних посівах проса звичайного. Дослідження проводили в 2023 році в умовах польової сівозміни ПП «Криниця», с. Інгулець Херсонського району Херсонської області у посівах проса звичайного сорту Таврійське, яке вирощували після ячменю озимого.

Початок та динаміку льоту метеликів совки озимої (*Scotia segetum* Schiff.) та метелика стеблового (*Ostrinia nubilalis* Hb.) проводили за допомогою феромонних пасток «БІОхімтех (Insecto)», які встановлювали із розрахунку 1 шт./10 га посіву. Облік личинок совки озимої (*Scotia segetum* Schiff.) та імаго й личинок жужелиці просяної (*Ophonus calceatus* Duft.) виконували шляхом проведення ґрунтових розкопок на глибину 10 см та за методом облікових майданчиків із розрахунку 16 шт. на 100 га посіву. Чисельність гусениць метелика стеблового (*Ostrinia nubilalis* Hb.) та ступінь пошкодження рослин проса посівного визначали оглядом 100 рослин у 20 місцях поля. Початок та динаміку льоту комарика просяного (*Stenodiplosis panici* Plot.) визначали за допомогою пасток Мьоріке, які виготовляли з жовтих пластикових тарілочок, закріплених у посіві на рівні волотей проса та заповнених розчином миючого засобу з перевіркою та підрахунком комах щодня з початку льоту. Заселеність волотей личинками комарика просяного встановлювали шляхом проведення детальних обстежень та аналізом облікових рослин.

Виклад основного матеріалу дослідження. Історично просо посівне вирощується на території нашої країни вже понад 3,5 тис. років [7], тому логічно, що за цей час в агробіоценозі цієї культури створився певний комплекс живих організмів, для яких рослини проса є основною трофічною базою та які сьогодні можуть завдавати суттєвих проблем для отримання високих рівнів продуктивності. Структура шкідливого ентомокомплексу *Panicum miliaceum* L. налічує значно меншу кількість видів, порівняно з основними зерновими культурами. Більшість серед фітофагів, що живляться рослинами проса посівного, складають багатодні комахи, на частку яких в умовах нашого дослідження припадало 55%. Спеціалізованих видів під час проведення обліків було виявлено лише два: жужелиця просяна та комарик просяний, однак частота їх трапляння також була високою та становила сумарно 45% (рис. 1).

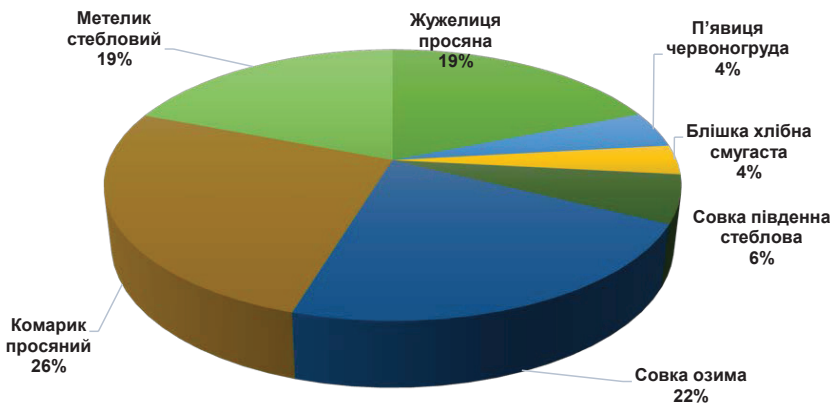


Рис. 1. Структура шкідливого ентомокомплексу агроценозу проса посівного

За результатами проведених обліків встановлено, що шкодочинний ентомокомплекс агроценозу проса посівного в умовах польової сівозміни ПП «Криниця» складався із таких видів фітофагів:

- жужелиця просяна (*Ophonus calceatus* Duft.) – 19%;
- п'явица червоногруда (*Oulema melanopus* L.) – 4%;
- блішка хлібна смугаста (*Phyllotreta vittula* Redt.) – 4%;
- совка південна стеблова (*Oria musculosa* Hb.) – 6%;
- совка озима (*Scotia segetum* Schiff.) – 22%;
- комарик просяний (*Stenodiplosis panici* Plot.) – 26%;
- метелик стебловий (*Ostrinia nubilalis* Hb.) – 19%.

Враховуючи терміни сівби проса у післяжнивних посівах, шкідливий ентомокомплекс та його вікова структура популяцій відрізняються від посівів за вирощування культури як основної.

За результатами польових обстежень встановлено, що жужелиця просяна (*Ophonus calceatus* Duft.) в умовах 2023 року розвивалася в одному поколінні, дорослі комахи зустрічалися у посівах культури від початку до закінчення вегетації. У фазі сходів культури (перша декада липня) чисельність імаго становила 2 екз./м², а в подальшому зростала, досягаючи максимальних значень у фазі повного дозрівання зерна-початок збирання й становила 9,0 екз./м² (рис. 2).

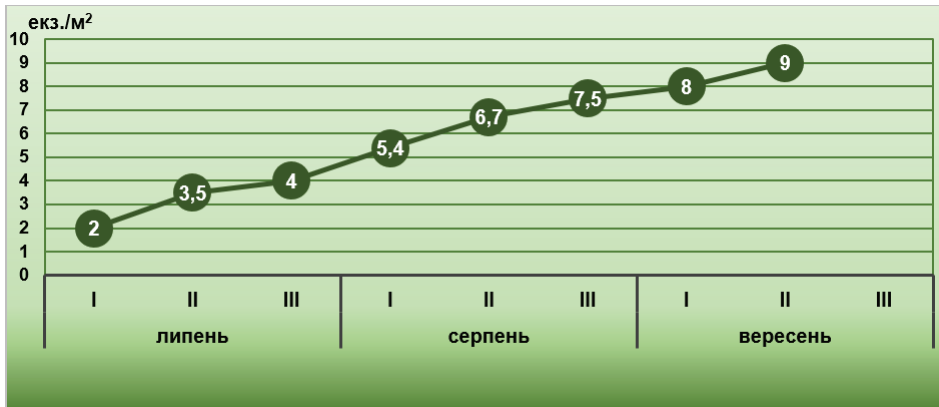


Рис. 2. Динаміка чисельності імаго жужелиці просяної (*Orphonus calceatus* Duft.) у післяжнивних посівах проса (2023 р.)

Оскільки основною стадією розвитку жужелиці просяної, яка завдає шкоди рослинам проса є імаго, облік чисельності личинок проводили тільки на початку вегетації та перед збиранням культури. За результатами проведених спостережень встановлено, що масова поява личинок в умовах 2023 р. спостерігалася у фазі наливу-дозрівання зерна культури, коли шкодочинність їх у посівах мінімальна.

Відомо, що одним із найбільш небезпечних шкідників кукурудзи та проса в умовах України є метелик стебловий (*Ostrinia nubilalis* Нб.). Зважаючи на фенологію та біологічні особливості фітофага за умови вирощування проса посівного у післяжнивних посівах, чисельність та відповідно шкодочинність метелика стеблового в агроценозі культури може бути вищою, порівняно з агроценозом проса за весняного строку сівби.

За результатами фенологічних спостережень в умовах 2023 року метелик стебловий розвивався у двох поколіннях. Аналіз динаміки льоту метеликів *Ostrinia nubilalis* Нб. на феромонні пастки в умовах 2023 року показав, що літ імаго першого покоління починався у другій декаді червня (3 ос./пастку) та тривав до кінця липня, а пік чисельності припадав на першу декаду липня, що співпадало з фазою сходів проса (ВВСН 12). Перші яйцекладки відмічалися на рослинах кукурудзи у господарстві, починаючи з третьої декади червня та подекуди спостерігалися на сходах проса посівного до кінця липня. Відродження личинок першого покоління *Ostrinia nubilalis* Нб. відбувалося у період із першої декади липня до другої декади серпня.

Початок льоту другого покоління відмічався, починаючи з третьої декади серпня (4 ос./пастку) та тривав впродовж тридцяти діб. Пік чисельності метеликів другого покоління (9 екз./пастку) спостерігали в кінці першої декади вересня, що співпадало з фазою розвитку культури – ВВСН 51 (початок викидання волоті) (рис. 3).

Така чисельність імаго фітофага призвела до значного заселення рослин проса личинками *Ostrinia nubilalis* Нб. у кількості, що перевищувала ЕПШ. Відкладання яєць другим поколінням стеблового метелика масово відбувалося вже на рослинах проса посівного, починаючи з першої декади вересня впродовж 30 діб. Відродження личинок другого покоління починалося з першої декади вересня та тривало до завершення вегетації рослин.

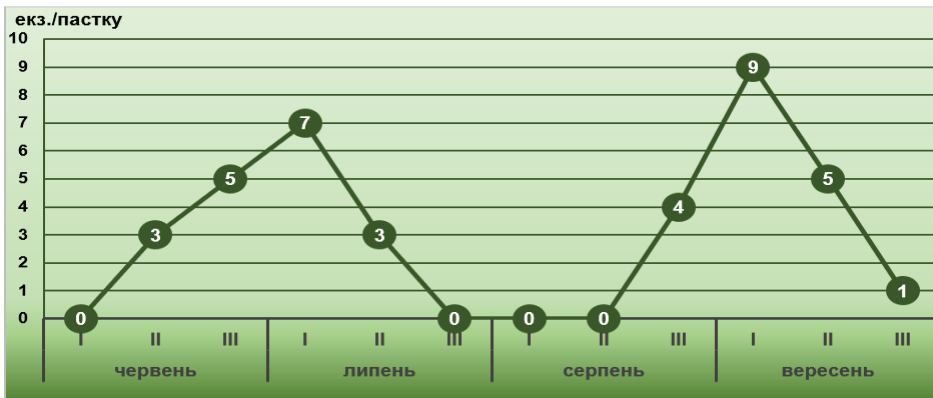


Рис. 3. Динаміка льоту імаго метелика стеблового (*Ostrinia nubilalis* Hb.) в умовах господарства (2023 р.)

Досить шкодочинним видом комах, які пристосовані до харчування зерном проса посівного, є комарик просяний (*Stenodiplosis panici* Plot.). У південних регіонах України даний шкідник може формувати 3–4 покоління. У наших дослідженнях в умовах 2023 року комарик просяний розвивався у трьох поколіннях, найбільш чисельним серед яких було третє. Чисельність імаго першого покоління була незначною та становила 31 екз./пастку у другу декаду червня, що припадало на фазу сходів культури. Друге покоління комарика просяного було неістотно чисельнішим – 47 екз./пастку. Максимального значення чисельність фітофага досягала у фазі викидання волоті-початок формування зерна та становила 54 екз./пастку, що пов'язано в першу чергу зі сприятливими погодними умовами цього періоду та появою значної кормової бази (рис. 4).



Рис. 4. Динаміка льоту імаго комарика просяного (*Stenodiplosis panici* Plot.) в умовах господарства (2023 р.)

Літ третього покоління імаго просяного комарика тривав із третьої декади серпня до другої декади вересня. Яйцекладки у зав'язях проса відмічалися до початку третьої декади вересня, у цей час спостерігали й масове заселення зав'язей личинками фітофага.

Надзвичайно шкодочинним фітофагом для сходів більшості польових культур, у тому числі й проса посівного, є совка озима (*Scotia segetum* Schiff.). У південних областях України цей шкідник спроможний сформувати два покоління, друге з яких розвивається в агроценозах зернових і просапних культур. Гусениці старших віків першого покоління совки озимої найбільше шкодять у післяжнивних та післяукісних посівах, у т. ч. пошкоджуючи паростки та молоді рослини проса посівного.

За результатами феромонного моніторингу встановлено, що літ першого покоління метеликів совки озимої був тривалим та починався з кінця першої декади травня по третю декаду червня. Чисельність метеликів, які фіксувалися феромонними пастками в другу та третю декаду травня становила відповідно 6,0 та 8,5 екз./пастку впродовж доби, досягаючи максимуму в першу декаду червня, коли вона становила 11 екз./пастку. Літ метеликів другого покоління *Scotia segetum* Schiff. починався з третьої декади липня та тривав до кінця вересня. Максимальна чисельність метеликів другого покоління фіксувалася у третій декаді серпня та становила 12 екз./пастку (рис. 5).



Рис. 5. Динаміка льоту імаго совки озимої (*Scotia segetum* Schiff.) в умовах господарства (2023 р.)

Личинки першого покоління совки озимої в умовах 2023 року в агроценозі проса посівного за результатами ґрунтового моніторингу були присутні на полі після збирання попередника до моменту сівби проса. Шкодочинність гусениць першого покоління совки озимої спостерігалася від фази сходів культури до утворення рослинами проса третього листка (початок третьої декади липня).

Висновки. Шкідливий ентомокомплекс агроценозів проса посівного у післяжнивних посівах в умовах півдня України в 2023 році складався з семи основних видів фітофагів. Найбільш чисельними впродовж вегетації культури були такі шкідники: совка озима (*Scotia segetum* Schiff.), метелик стебловий (*Ostrinia nubilalis* Hb.), жужелиця просяна (*Ophonus calceatus* Duft.) та комарик просяний (*Stenodiplosis panici* Plot.).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Камінська А.І. Стан виробництва та кон'юнктура ринку проса в Україні. Ефективна економіка. № 1. 2015. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3731> (дата звернення 20.06.24).

2. Рудник-Іващенко О.І. Адаптивний потенціал проса. Насінництво. 2010. № 1. С. 5–12.
 3. Нікітенко М. П., Аверчев О. В. Вирощування проса в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. 2020. № 116. С. 47–55.
 4. Аверчев О., Нікітенко М., Йосипенко І. Хвороби та шкідники проса на півдні України : навч. посібник. Одеса : Олді+, 2023. 180 с.
 5. Сільськогосподарська ентомологія : навч. посібник / А.В. Дудник. Миколаїв : МДАУ, 2011. 389 с.
 6. Морфологія, біологія багатоїдних шкідників та заходи боротьби з ними в адаптивних технологіях вирощування: наукова монографія / І. М. Мринський, В. В. Урсал, Н. М. Лавренко; за ред. І. М. Мринського. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 92 с.
 7. Світовий тренд на пшоно у якому не видно України. URL: https://yizhakultura.com/material/20230319_1436 (дата звернення 20.06.24).
 8. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. 624 с.
-

УДК 633.854.54:631

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.12>

СПОСОБИ І РЕЖИМИ КОМБАЙНОВОГО ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ: АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА

Жуйков О.Г. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Іванів М.О. – к.с.-г.н.,

завідувач кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати досліджень залежності комплексу кількісно-якісних показників врожаю насіння льону олійного сортів Південна ніч та Водограй, а також його посівних кондицій від способу та сценарію комбайнового збирання культури. Застосування прямого однофазного способу комбайнового збирання льону олійного не поступалося контрольному варіанту ні за показником насіннєвої продуктивності однієї рослини, ні за показником M_{1000} . Проведення збирання культури за двофазною схемою характеризувалося істотним негативним впливом на формування зазначених показників: показник M_{1000} зменшувався, порівняно із контрольним варіантом, на 0,5 г або 7,1%, а показник продуктивності однієї рослини – на 0,06 г або 15,4%. Застосування за однофазного способу передзбиральної десикації також негативним чином позначався на формуванні показників лабораторного снопу: за використання Реглону Супер показник M_{1000} зменшувався на 0,7 г, Раундапу – на 1,0 г порівняно із контрольним варіантом; зменшення показнику продуктивності однієї рослини, відповідно, склало 0,07 і 0,1 г.

За варіантом сорту Південна ніч застосування прямого однофазного способу збирання за показником врожайності насіння поступалося контрольному варіанту (в середньому на 0,03 т/га або 2,1%). Додаткове проведення передзбиральної десикації характеризувалося більш істотним зменшенням показника врожайності насіння: Реглон Супер зумовив формування насіннєвої продуктивності льону олійного сорту Південна ніч на 0,09 т/га (6,4%) менше за контрольний варіант, а препарат Раундап – на 0,13 т/га або 9,2%. Двофазний спосіб збирання також поступав за показником врожайності насіння контрольному варіанту на 0,10 т/га або 7,1%. В середньому за фактором В, насіннєва продуктивність сорту льону олійного Південна ніч в досліді склала 1,34 т/га. За сортом культури Водограй максимальний показник був відмічений за контрольним варіантом (1,33 т/га), за прямого однофазного комбайнування насіннєва продуктивність зменшилася на 0,04 т/га або 3,0%, використання десиканта Реглон Супер зумовило зменшення врожайності насіння у порівнянні з контролем на 0,06 т/га або 4,5%, препарату Раундап – на 0,1 т/га або 7,5%, а проведення збирання двофазним способом зумовлювало зменшення даного показника на 0,08 т/га або 6,0%. Середня врожайність насіння льону олійного сорту Водограй за фактором В у досліді склала 1,27 т/га.

За варіантом сорту Південна ніч, застосування однофазного способу збирання і контрольний трифазний спосіб не вирізнялися за олійністю насіння (в середньому показник склав 42,4%), а застосування передзбиральної зумовило істотне погіршення даного показника (за варіантом препарату Реглон Супер на 0,7%, а Раундап – на 0,9% менше за контрольний варіант); неефективним визнаний нами і спосіб роздільного двофазного збирання – вміст в насінні культури сирого жиру був на 0,5% меншим за контроль і склав 41,9%. Середній показник олійності сорту льону Південна ніч у досліді за варіантом способу комбайнового збирання склав 42,0% (загальний збір жиру, відповідно, 0,56 т/га). За сортом Водограй істотної різниці між контрольним варіантом і варіантом однофазного способу збирання не виявлено (показник склав 42,7-42,9%), десикація істотним чином зменшувала значення показника вмісту в насінні сирого жиру (Реглон Супер – на 0,5%, а Раундап – на 0,9%), а двофазний спосіб збирання не поступався контролю. В середньому

за фактором В, олійність насіння сорту Водограй склала 42,4% за загального збору жиру 0,54 т/га.

Показник лабораторної схожості насіння за однофазного способу збирання та контрольного варіанту 96,2%. Водночас, передзбиральна десикація посіву істотним чином погіршувала показник лабораторної схожості насіння: за використання препарату Реглон Супер він склав 95,1%, Раундап – відповідно 92,7%. Варіант проведення збирання роздільним двофазним способом характеризувався істотно вищим показником лабораторної схожості насіння порівняно із варіантами застосування передзбиральної десикації (95,8%), хоча також поступався як контрольному варіанту, так і варіанту прямого однофазного збирання. Максимальних значень показник енергії проростання набув у варіантах контролю та прямого однофазного способу збирання культури (відповідно, 88,7% та 88,5%), істотно нижчим був у варіанті роздільного двофазного способу (83,1%), а мінімальних значень набув за однофазного способу збирання із попереднім проведенням передзбиральної десикації посіву (80,0% за застосування в якості десиканта препарату Реглон Супер та 74,4% за застосування препарату Раундап).

Ключові слова: льон олійний, передзбиральна десикація, способи комбайнового збирання, врожайність, олійність насіння, лабораторна схожість, енергія проростання.

Zhuikov O.G., Ivaniv M.O. Methods and regimes of combine harvesting of oil flax in the conditions of the Southern Steppe: agrobiological justification and ecological assessment

The article presents the results of research on the dependence of the complex of quantitative and qualitative indicators of the yield of oil flax seeds of the Pivdenna Nich and Vodogray varieties, as well as its sowing conditions, on the method and scenario of harvester harvest. The use of a direct single-phase method of combine harvesting of oil flax was not inferior to the control option either in terms of the seed productivity of one plant or in terms of the M_{1000} index. Harvesting the culture according to the two-phase scheme was characterized by a significant negative impact on the formation of the specified indicators: the M_{1000} indicator decreased, compared to the control option, by 0.5 g or 7.1%, and the productivity indicator of one plant – by 0.06 g or 15.4%. The use of a single-phase method of pre-harvest desiccation also negatively affected the formation of indicators of the laboratory sheaf: when using Reglon Super, the indicator of M_{1000} decreased by 0.7 g, Roundup – by 1.0 g, compared to the control variant; the decrease in productivity of one plant was 0.07 and 0.1 g, respectively.

According to the variant of the Pivdenna Nich variety, the use of a direct single-phase method of harvesting was inferior to the control variant in terms of seed yield (on average, by 0.03 t/ha or 2.1%). Additional pre-harvest desiccation was characterized by a more significant decrease in seed yield: Reglon Super resulted in the formation of seed productivity of oilseed flax of the Pivdenna Nich variety by 0.09 t/ha (6.4%) less than the control variant and the Roundup preparation by 0.13 t/ha or 9.2%. The two-phase method of harvesting was also inferior to the control option by 0.10 t/ha or 7.1% in terms of seed yield. On average, according to the B factor, the seed productivity of the Pivdenna Nich flax variety in the experiment was 1.34 t/ha. According to the Vodogray culture variety, the maximum indicator was noted for the control variant (1.33 t/ha), with direct single-phase harvesting, seed productivity decreased by 0.04 t/ha or 3.0%, the use of the Reglon Super desiccant caused a decrease in seed yield in comparison with control by 0.06 t/ha or 4.5%, Roundup drug by 0.1 t/ha or 7.5%, and harvesting in a two-phase method led to a decrease in this indicator by 0.08 t/ha or 6.0%. The average yield of flax seeds of the Vodogray oil variety according to factor B in the experiment was 1.27 t/ha.

According to the variant of the Pivdenna Nich variety, the use of a single-phase method of harvesting and the control three-phase method did not differ in terms of seed oiliness (on average, the indicator was 42.4%), and the use of pre-harvest caused a significant deterioration of this indicator (according to the option of the Reglon Super drug by 0.7%, and Roundup is 0.9% less than the control version); the method of separate two-phase harvesting was recognized as ineffective by us – the content of raw fat in the seeds of the culture was 0.5% less than the control and amounted to 41.9%. The average indicator of the oil content of the Pivdenna Nich flax variety in the experiment using the combine harvesting method was 42.0% (total fat collection, respectively, 0.56 t/ha). According to the Vodogray variety, no significant difference between the control variant and the variant of the single-phase harvesting method was found (the indicator was 42.7-42.9%), desiccation significantly reduced the value of the indicator of crude fat content in the seeds (Reglon Super – by 0.5%, and Roundup – by 0.9%), and the two-phase collection

method was not inferior to the control. On average, according to factor B, the oil content of seeds of the Vodogray variety was 42.4% with a total fat collection of 0.54 t/ha.

The indicator of laboratory germination of seeds for the single-phase harvesting method and the control variant is 96.2%. At the same time, re-harvesting desiccation of the crop significantly worsened the indicator of laboratory seed germination: when using the drug Reglon Super, it amounted to 95.1%, Roundup – 92.7%, respectively. The option of carrying out harvesting by a separate two-phase method was characterized by a significantly higher rate of laboratory germination of seeds compared to the options of using pre-harvest desiccation (95.8%), although it was also inferior to both the control option and the option of direct one-phase harvesting. The maximum values of the germination energy indicator were obtained in the variants of the control and the direct single-phase method of harvesting the culture (respectively, 88.7% and 88.5%), it was significantly lower in the variant of the separate two-phase method (83.1%), and the minimum values were obtained in the single-phase method method of harvesting with pre-harvest desiccation of the seed (80.0% for the use of the drug Reglon Super as a desiccant and 74.4% for the use of the drug Roundup).

Key words: oil flax, pre-harvest desiccation, combine harvesting methods, yield, seed oiliness, laboratory germination, germination energy.

Постановка проблеми. Загальновідомо, що найбільш принциповим елементом у вирощуванні льону олійного є його комбайнове збирання, адже нераціональний вибір його способу чи режиму може звести нанівець всю застосовану до того агротехніку й призвести до істотних втрат урожаю. Водночас, механізоване збирання – досить ресурсо та енергоємний процес, що формує 50-80% загальних виробничих та енергетичних витрат [2, с. 64; 11, с. 1]. також, біологічною особливістю льону олійного є нерівномірність цвітіння, формування коробочок та їхнього дозрівання. Найперші бутони квіток утворюються на верхніх гілках центрального стебла й зацвітають раніше інших [12, с. 104]. Така ж послідовність і в досяганні коробочок: спочатку дозрівають коробочки на гілках, розташованих вище по стеблу, пізніше всіх дозрівають коробочки, які знаходяться в нижній частині суцвіття. В період дозрівання льону олійного виділяють такі основні фази стиглості: зелену, жовту й повну [1, с. 13]. З моменту сходів до повної стиглості проходить 80-95 днів залежно від особливостей сорту, метеорологічних умов, родючості та якості обробітку ґрунту, елементів живлення тощо. Фаза «зеленої стиглості» настає незабаром після закінчення цвітіння льону, в цей період стебла, листя й коробочки мають інтенсивно зелений колір. У більшості коробочок насіння сформувалося, але ще має зелений колір і легко роздавлюється пальцями проте проводити збирання льону олійного у цій фазі ще не можна. З настанням фази «жовтої стиглості» льяне поле набуває однорідного світло-жовтого кольору: стебло жовте, листя починає обсіпатися в нижній частині стебла, а більшість коробочок жовтого кольору. Насіння фізіологічно зріле, світло-коричневе. В цю фазу льон олійний можна скошувати у валки для двофазного збирання: насіння в коробочках під час сушіння в полі дозріває й цілком придатне для технічних і посівних цілей. З фази повної стиглості льяне поле має коричневий колір: листки на стеблах опадають, стебло сухе буро-коричневе, коробочки жовто-коричневі, за дощової погоди – буро-коричневі. В цей період завершується формування насіння й відбувається швидке здерев'яніння стебла, насіння стає тверде, блискуче, набирає типового для сорту кольору й починає відставати від перетинок коробочок: при струшуванні коробочки чути, як насіння в ній торохтить. У цю фазу, за умови чистих від бур'янів посівів, льон олійний збирають однофазним способом, тобто прямим комбайнуванням [3, с. 330].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Комбайнове збирання льону олійного здійснюють тим же комплексом машин, що й зернові колосові культури. Цей

період припадає на кінець липня-початок серпня, тобто збігається у часі із зерновими жнивими. Реальної конкуренції між агрокультурами не виникає, тому що льон може постояти до закінчення зернових жнив: насіння з його коробочок не обсипається, стебла не вилягають. Проте, запізнюватися зі збиранням не варто, оскільки своєчасно зібране насіння льону містить більше олії та має вищу схожість. Слід зважати, що оптимальні строки збирання прямим комбайнуванням – це період, коли дозріває 75% коробочок, із вологістю насіння в межах 12-13% [4, с. 69; 9, с. 90].

Основним недоліком однофазного способу збирання є втрати врожаю внаслідок поганого вимолочування частини недозрілих коробочок і можливого самозігрівання бункерної маси на току [5, с. 177]. Відомо, що льон олійний – культура з незакінченим типом вегетації і в деякі роки після посушливого періоду випадіння рясних дощів у другій половині літа викликає вторинне цвітіння льону. На майже дозрілих рослинах відростають пагони, утворюються нові бутони, квітки, а потім і коробочки, які дозрівають дуже недружно [5, с. 175]. Досить повільно й нерівномірно дозріває льон і за надмірного азотного живлення та пізніх строках сівби – в такому разі не слід чекати дозрівання всіх коробочок. Затягування зі збиранням льону призводить до втрати коробочок першого строку цвітіння, в яких міститься фізіологічно більш зріле, виповнене насіння [7, с. 96]. З метою прискорення дозрівання, а також у разі забур'яненості посівів, слід застосувати десикацію. В такому разі, обробку посівів проводять за 7-14 днів до збирання препаратами Реглон Супер (3 л/га), Баста (2 л/га), Раундап (2-3 л/га) [8, с. 19; 12, с. 102]. Принциповою умовою для збирання прямим комбайнуванням є те, щоб стебла рослин були бурими й сухими, оскільки вологі стебла погано зрізуються, забивають ножі різального апарата жатки й намотуються на обертові частини комбайна, то ж скошування краще розпочинати в найбільш спекотний період доби [10, с. 9].

Як альтернатива, роздільним (двофазним) способом посіви льону олійного збирають за значної засміченості посівів або відростання бічних пагонів і вторинному цвітінні. Збирання починають за 10-12 днів до повного досягання, коли дозріє 50-75% коробочок [13, с. 104]: на даний момент вологість коробочок становить 40-45%, стебел – 40-60%. Суттєвою перевагою скошування у валки є більш раннє збирання (на 6-8 днів раніше), адже у валках льон значно швидше підсихає, ніж за дозрівання на корені, при цьому посівні якості насіння не втрачаються. При обмолоті насіння немає втрат через недомолот недозрілих коробочок, внаслідок чого значно поліпшується якість зібраної продукції [14, с. 148], до того ж насіння не потребує підсушування, а втрати врожаю не перебільшують 2%. Істотно підвищується продуктивність роботи комбайну, адже суха маса добре обмолочується і комбайн працює в 3-4 рази продуктивніше, ніж за прямого комбайнування, також відмічаються значно менші витрати праці й коштів на післязбиральну доробку насіння, порівняно з прямим комбайнуванням [15, с. 87; 17, с. 41]. Водночас, за роздільного способу збирання льон спочатку скошують жатками й укладають у валки. Для цього поле, призначене для збирання, має бути рівним, прикоченим, без каменів, його краї слід вирівняти для рівного проходу жатки й комбайна. В такому разі висота скошування – 12-15 см: за такої висоти зрізу стерня добре витримує масу щільного валка та забезпечує швидке й рівномірне його підсихання. В разі низької стерні валок лежить на ґрунті, погано провітрюється й нерівномірно висихає, що призводить до зіпсування й псування насіння в нижній частині валка, особливо в разі випадіння дощів [16, с. 74]. За сприятливих умов валки висихають протягом п'яти-семи днів, після чого їх підбирають і обмолочують комбайнами

з підбирачами при зниженні вологості насіння до 12-13% [18, с. 150]. Обмолочування непросушених валків призводить до великих втрат урожаю від недомолоту та намотування стебел на обертові деталі комбайна, а, навпаки, пересушування насіння до 8-10% призводить до сильного його травмування [19, с. 32].

Постановка завдання. Завдання наукового дослідження полягало у визначенні оптимального способу комбайнового збирання льону олійного, а також доцільності застосування передзбиральної десикації стеблостою щодо впливу зазначених технологічних чинників на комплекс кількісно-якісних ознак врожаю культури та посівні кондиції насіння, а саме: елементи структури врожаю, врожайність насіння, вміст в насінні сирого жиру, лабораторну схожість, енергію проростання, показник M_{1000} . Реалізація зазначеного переліку наукових завдань була здійснена шляхом закладання двофакторного польового досліду в умовах ДПДГ «Піонер» Бериславського району Херсонської області на площі 1,6 га впродовж 2022-2023 років. Фактор А (сорт льону олійного) був представлений двома варіантами: Південна ніч та Водограй, фактор В (спосіб та режим комбайнового збирання) наступними варіантами: трифазне збирання (лабораторний контроль) – ручне відбирання снопового матеріалу, транспортування на стаціонар і подальший обмолот в лабораторних умовах; пряме (однофазне збирання); однофазне збирання з попереднім застосуванням десиканта Реглон Супер нормою 3 л/га; однофазне збирання з попереднім застосуванням десиканта Раундап нормою 3 л/га; роздільне (двофазне збирання). Спосіб закладання досліду – розщепленими блоками із частковою рендомізацією за фактором А, повторність досліду – чотириразова. Технологія вирощування культури в досліді – традиційна зональна сортова технологія, рекомендована організацією-оригіном (ІОК НААН).

Виклад основного матеріалу дослідження. Штучне прискорення дозрівання насіння за рахунок інтенсифікації фізіологічних процесів втрати рослиною клітинної та міжклітинної вологи (а саме таким є механізм спрацьовування більшості синтетичних хімічних десикантів, представлених на ринку ЗХЗР), на думку деяких авторів, спричиняє неприродний характер перебігу онтогенезу на фінальних його стадіях, що негативно позначається на більшості кількісних і якісних показників продуктивності сільськогосподарських культур, і, зокрема, соняшника [6, с. 52]. З метою встановлення характеру впливу способу комбайнового збирання і передзбиральної десикації на елементи пробного снопу льону олійного нами були проведені дослідження, результати яких наведені у таблиці 1. Приймаючи до уваги ту обставину, що до моменту проведення передзбиральної десикації технологія вирощування за всіма варіантами досліду була абсолютно тотожною, нами не досліджувалися такі параметри лабораторного снопу, як кількість плодівих гілок і кількість насінин в коробочці, адже дані показника були сформовані рослинами льону олійного під впливом інших факторів, і вибір способу та режиму комбайнового збирання не мало на них жодного впливу.

Так, наприклад, аналіз показника кількості плодів на одній рослині дозволяє зробити висновок, що фактор В не мав істотного впливу на його формування, а неістотна різниця за варіантами фактору В не виходила за межі математичної достовірності досліду. На показник кількості коробочок, сформованих на одній рослині, достовірний вплив мав лише фактор А: сортові особливості культури зумовили формування на одній рослині льону олійного сорту Південна ніч, в середньому, 19,6 плодів, а на рослинах сорту Водограй – відповідно 17,7 шт./рослину, що на 1,9 шт. або 9,7% менше (табл. 1).

Таблиця 1

Показники структури врожаю льону олійного в залежності від способу комбайнового збирання (середнє за 2022-2023 рр.)

Сорт (фактор А)	Спосіб збирання (фактор В)	Кількість плодів, шт./рослину	M_{1000}^* г	Маса насіння, г/рослину
Південна ніч	Трифазне – контроль	19,7	7,3	0,41
	Однофазне	19,6	7,2	0,40
	Однофазне + десикація Реглон Супер	19,5	6,5	0,33
	Однофазне + десикація Раундап	19,5	6,2	0,29
	Двофазне	19,6	6,7	0,36
Водограй	Трифазне – контроль	17,7	7,0	0,37
	Однофазне	17,9	7,0	0,37
	Однофазне + десикація Реглон Супер	17,8	6,2	0,31
	Однофазне + десикація Раундап	17,6	6,0	0,28
	Двофазне	17,7	6,4	0,30
НІР ₀₅	А	0,77	0,22	0,35
	В	0,81	0,19	0,40
	АВ	1,06	0,28	0,62

Показник M_{1000}^* , навпаки, за результатами наших досліджень характеризувався істотною залежністю від фактору способу комбайнового збирання культури: прискорений характер втрати рослинами вологи зумовлював зменшення значення даного показника структури врожаю льону олійного за всіма варіантами фактору А (сорт). Так, за варіантом сорту культури Південна ніч, показник M_{1000}^* максимальних значень набув за варіантом контрольного способу збирання (трифазне лабораторне) і прямого однофазного без застосування десиканта і склав, відповідно, 7,3 та 7,2 г. Проведення передзбиральної десикації препаратом Реглон Супер зумовило істотне зменшення показника M_{1000}^* до рівня 6,5 г (-0,8 г від контролю), а застосування препарату Раундап зменшувало цей показник, порівняно із контрольним варіантом, ще істотніше (-1,1 г). Проведення комбайнового збирання льону олійного сорту Південна ніч двофазним роздільним способом також поступалося контрольному варіанту: показник M_{1000}^* склав, в середньому, 6,7 г (-0,6 г відносно контрольного варіанту).

Абсолютно схожим виявився характер залежності показника M_{1000}^* від способу комбайнового збирання льону олійного і за варіантом сорту Водограй. Так, в середньому за роки проведення досліджень, значення даного показника за контрольним варіантом і за прямого однофазного збирання без застосування десикації склало 7,0 г, використання в якості передзбирального десиканта препаратів Реглон Супер та Раундап зумовлювало істотне (на 0,8 г та 1,0 г відповідно) зменшення цього показника відносно контрольного варіанту. Проведення комбайнового збирання двофазним способом також поступалося за показником M_{1000}^* (6,4 г або -0,6 г до контролю).

Диференційований характер значення показника M_{1000} за варіантами дослідів зумовив аналогічну тенденцію формування підсумкового елементу пробного снопу – насінневої продуктивності однієї рослини льону олійного (маса насіння з однієї рослини). Так, за варіантом сорту культури Південна ніч, контрольний варіант (лабораторний обмолот) і варіант прямого однофазного комбайнового збирання не мали істотної різниці (насіннева продуктивність однієї рослини склала 0,40-0,41 г), варіант прямого збирання із застосуванням передзбиральної десикації препаратом Реглон Супер істотно поступався контрольному варіанту (маса насіння з однієї рослини склала 0,33 г) як і варіант із застосуванням в якості десиканта препарату Раундап (0,29 г відповідно). Проведення комбайнового збирання льону олійного сорту Південна ніч за двофазною схемою (попереднє скошування у валки з подальшим їх підбиранням і обмолочуванням) характеризувався дещо вищим показником насінневої продуктивності однієї рослини (на рівні 0,36 г), хоча також істотно поступався контрольному варіанту і варіанту прямого однофазного збирання.

Схожим нами визнаний і характер показника, що досліджувався, від фактору способу комбайнового збирання і за варіантом сорту льону олійного Водограй: за насінневої продуктивності однієї рослини на контрольних ділянках і ділянках, де реалізовувався прямий однофазний спосіб збирання, в середньому 0,37 г/рослину, застосування двофазного способу істотно зменшувало цей показник (0,30 г/рослину), а додаткове проведення передзбиральної десикації посіву у варіантах прямого комбайнування також визнане за неефективне: використання препарату Реглон Супер зменшувало показник до 0,31 г/рослину, Раундап – до 0,28 г/рослину.

Усереднені значення показників пробного снопу за фактором А (сорт льону олійного) за роки проведення дослідження мало наступний вигляд (рис. 1).

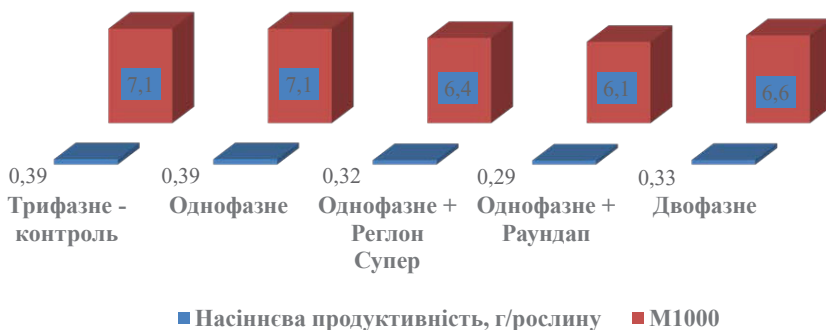


Рис. 1. Середні значення показників структури врожаю льону олійного в залежності від способу комбайнового збирання (середнє за 2022-2023 рр.)

Застосування прямого однофазного способу комбайнового збирання льону олійного не поступалося за ефективністю контрольному варіанту ні за показником насінневої продуктивності однієї рослини, ні за показником M_{1000} . Проведення збирання культури за двофазною схемою характеризувалося істотним негативним впливом на формування зазначених показників: показник M_{1000} зменшувався, порівняно із контрольним варіантом, на 0,5 г або 7,1%, а показник продуктивності однієї рослини – на 0,06 г або 15,4%.

Застосування за однофазного способу збирання культури такого агроприйому, як передзбиральний обробіток посіву десикантом, також негативним чином позначався на формуванні показників лабораторного снопу: за використання препарату Реглон Супер показник M_{1000} зменшувався на 0,7 г, Раундап – на 1,0 г порівняно із контрольним варіантом; зменшення показнику продуктивності однієї рослини, відповідно, склало 0,07 і 0,1 г.

Нижче нами наведені результати дослідження впливу факторів на врожайність насіння льону олійного та вміст в ньому сирого жиру. Як видно з табл. 2, всі фактори досліджу характеризувалися істотним впливом на формування кількісно-якісних ознак врожаю культури.

Таблиця 2
Кількісно-якісні показники врожаю льону олійного в залежності від способу комбайнового збирання (середнє за 2022-2023 рр.)

Сорт (фактор А)	Спосіб збирання (фактор В)	Врожайність, т/га	Вміст в насінні сирого жиру, %	Загальний збір жиру, т/га
Південна ніч	Трифазне – контроль	1,41	42,4	0,60
	Однофазне	1,38	42,4	0,59
	Однофазне + десикація Реглон Супер	1,32	41,7	0,55
	Однофазне + десикація Раундап	1,28	41,5	0,53
	Двофазне	1,31	41,9	0,55
Водограй	Трифазне – контроль	1,33	42,7	0,57
	Однофазне	1,29	42,9	0,55
	Однофазне + десикація Реглон Супер	1,27	42,2	0,53
	Однофазне + десикація Раундап	1,23	41,8	0,51
	Двофазне	1,25	42,6	0,53
НІР ₀₅	А	0,03	0,32	
	В	0,03	0,24	
	АВ	0,06	0,40	

За варіантом сорту льону олійного Південна ніч застосування прямого однофазного способу комбайнового збирання за показником врожайності насіння дещо поступалося контрольному варіанту (в середньому на 0,03 т/га або 2,1%), що пояснюється нами незначним рівнем об'єктивних виробничих втрат зернової частини врожаю за різними елементами збирального комплексу в межах технічних допусків. Додаткове проведення передзбиральної десикації посіву характеризувалося нами більш істотним зменшенням показника врожайності насіння культури, що пояснюється впливом цього агроприйому на такий показник структури врожаю культури, як M_{1000} (табл. 1): так, варіант застосування препарату Реглон Супер зумовив формування насінневої продуктивності льону олійного сорту Південна ніч на 0,09 т/га (6,4%) менше за контрольний варіант, а препарату Раундап – на 0,13 т/га або 9,2%. Застосування двофазного способу збирання культури хоча і було більш ефективним порівняно із передзбиральною десикацією, проте

також поступалося за показником врожайності насіння контрольному варіанту на 0,10 т/га або 7,1%. В середньому за фактором В, насіннева продуктивність сорту льону олійного Південна ніч в досліді склала 1,34 т/га.

Абсолютно аналогічним характер залежності показника врожайності насіння від фактору способу комбайнового збирання визнаний нами і за сортом культури Водограй: максимальний показник був відмічений за контрольним варіантом (1,33 т/га), за прямого однофазного комбайнування насіннева продуктивність зменшилася на 0,04 т/га або 3,0%, використання в якості передзбирального десиканта препарату Реглон Супер зумовило більш істотне зменшення врожайності насіння у порівнянні з контролем (на 0,06 т/га або 4,5%), препарату Раундап – на 0,1 т/га або 7,5%), а проведення комбайнового збирання за роздільного двофазного способу зумовлювало зменшення даного показника на 0,08 т/га або 6,0%. Середня врожайність насіння льону олійного сорту Водограй за фактором В у досліді склала 1,27 т/га.

Істотним виявився, за результатами наших досліджень, і вплив факторів досліду на показник вмісту в насінні культури сирого жиру. Так, за варіантом сорту Південна ніч, застосування прямого однофазного способу збирання і контрольний трифазний спосіб (лабораторний обмолот) не вирізнялися за олійністю насіння (в середньому показник склав 42,4%), а застосування передзбиральної десикації з причини неприродного характеру втрати рослинами вологи і пришвидшення фінальних стадій стиглості насіння зумовило істотне погіршення даного показника (за варіантом препарату Реглон Супер на 0,7%, а Раундап – на 0,9% менше за контрольний варіант); неефективним визнаний нами і спосіб роздільного двофазного збирання – за такого сценарію вміст в насінні культури сирого жиру був на 0,5% меншим за контроль і склав 41,9%. Середній показник олійності сорту льону Південна ніч у досліді за варіантом способу комбайнового збирання склав 42,0% (загальний збір жиру, відповідно, 0,56 т/га).

Якщо проаналізувати вплив способу комбайнового збирання на олійність насіння сорту льону Водограй, то можна зробити висновок, що математично істотної різниці між контрольним варіантом і варіантом однофазного способу збирання в досліді не виявлено (показник склав 42,7-42,9%), застосування передзбиральної десикації істотним чином зменшувало значення показника вмісту в насінні сирого жиру (Реглон Супер – на 0,5%, а Раундап – на 0,9%), а двофазний спосіб збирання не поступався контрольному варіанту. В середньому за фактором В, олійність насіння сорту льону Водограй в досліді склала 42,4% за загального збору сирого жиру 0,54 т/га.

Якщо усереднити основні кількісно-якісні показники врожаю льону олійного за фактором А (сорт культури), то в середньому за роки проведення дослідження вони виглядають наступним чином (рис. 2).

За показником врожайності насіння найбільш оптимальним способом комбайнового збирання льону олійного визнаний прямий однофазний спосіб, що на 0,04-0,08 т/га переважав інші варіанти фактору В (додаткове застосування передзбиральної десикації та двофазне роздільне комбайнове збирання). Що до показника вмісту в насінні жирної олії, то варіанти одно та двофазного способу збирання не мали істотної різниці з контрольним варіантом (вміст сирого жиру коливався в межах 42,3-42,6%), а застосування штучної десикації рослин льону олійного перед проведенням комбайнового збирання істотним чином зменшувало цей показник (на 0,6-0,8%).

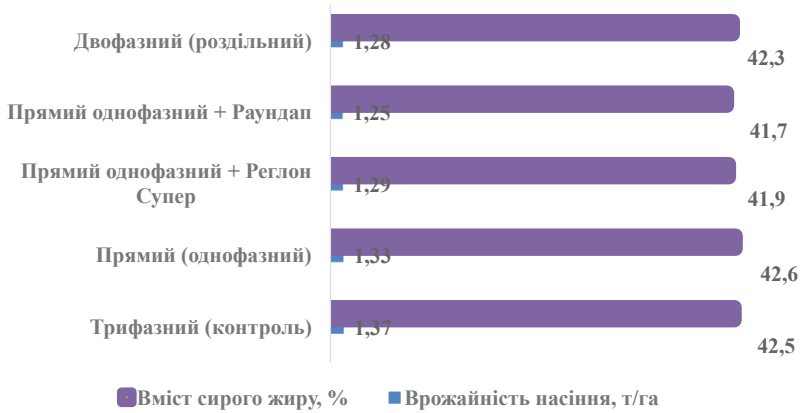


Рис. 2. Усереднені значення показників врожайності та олійності насіння льону олійного залежно від способу комбайнового збирання (середнє за 2022-2023 рр.)

З метою встановлення характеру впливу способів комбайнового збирання льону олійного перебіг фізіологічних процесів до та післязбирального дозрівання, нами були проаналізовані базисні показники, що характеризують посівні кондиції насіння культури в середньому за фактором А (рис. 3).

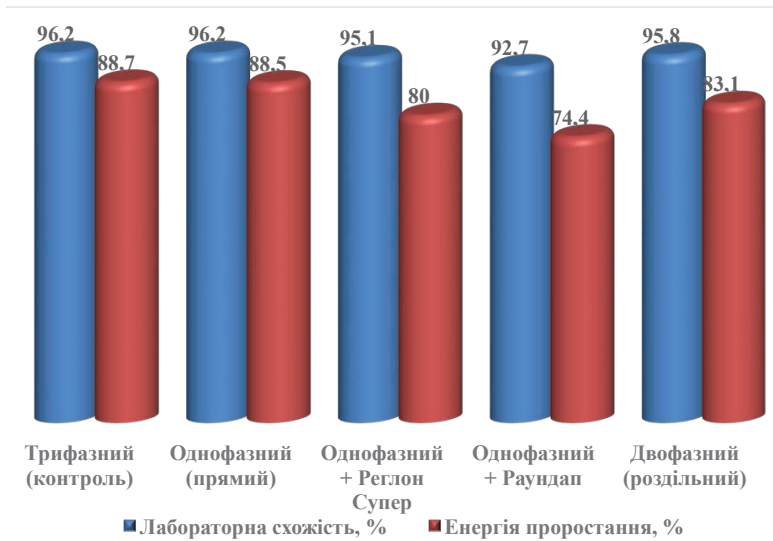


Рис. 3. Посівні якості насіння льону олійного залежно від способу комбайнового збирання (середнє за 2022-2023 рр.)

Аналіз експериментальних даних дозволяє зробити висновок, що показник лабораторної схожості насіння культури за однофазного способу збирання не відрізнявся за аналогічного показника за контрольного варіанту і склав, в середньому за роки проведення дослідження, 96,2%. Водночас, додаткове застосування за однофазного способу збирання льону олійного такого агроприйому, як Perezbiralna

десикація посіву, істотним чином погіршувала показник лабораторної схожості насіння: за використання препарату Реглон Супер він склав 95,1%, Раундап – відповідно 92,7%. Варіант проведення комбайнового збирання культури роздільним двофазним способом характеризувався істотно вищим показником лабораторної схожості насіння порівняно із варіантами застосування передзбиральної десикації (95,8%), хоча також дещо поступався як контрольному варіанту, так і варіанту прямого однофазного збирання.

Аналогічний характер залежності від способу комбайнового збирання був відмічений нами і за показником енергії проростання насіння льону олійного: максимальних значень він набув у варіантах контролю та прямого однофазного способу збирання культури (відповідно, 88,7% та 88,5%), істотно нижчим був у варіанті роздільного двофазного способу (83,1%), а мінімальних значень набув за однофазного способу збирання із попереднім проведенням передзбиральної десикації посіву (80,0% за застосування в якості десиканта препарату Реглон Супер та 74,4% за застосування препарату Раундап).

Висновки.

1. Біологічною особливістю льону олійного є нерівномірність цвітіння, формування коробочок та їхнього дозрівання, то ж вибір оптимального способу комбайнового збирання культури – запорука мінімізації рівня виробничих втрат врожаю насіння.

2. Кожен із способів збирання культури має свої недоліки і переваги і повинен застосовуватися з огляду на агрокліматичні та виробничі умови, що склалися на момент початку збирального періоду льону олійного.

3. Штучне прискорення дозрівання насіння за рахунок інтенсифікації процесу втрати рослиною клітинної та міжклітинної вологи (застосування синтетичних хімічних десикантів) негативним чином позначається на більшості кількісних і якісних показників продуктивності льону олійного, а також посівних кондицій насіння культури.

4. Оптимальним способом комбайнового збирання льону олійного в досліді визнаний прямий однофазний спосіб без застосування передзбиральної десикації, що за комплексом оціночних показників майже не поступався контрольному варіанту (трифазний лабораторний спосіб), а варіант роздільного двофазного способу збирання культури вбачається нами як альтернативний.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дударев І. М. Особливості збирання льону олійного. *Сільськогосподарські машини*. 2014. Вип. 28. С. 11–17.
2. Жуйков О.Г., Мельник М.А. Льон олійний в Україні – культура втрачених можливостей. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 123. С.62–67.
3. Олійні культури. Рослинництво: підручник / С.М. Каленська та ін. Київ: НАУУ, 2005. С. 330–332.
4. Кириченко В. В. Визначення оптимальних параметрів виробництва олійних культур: метод. рекомендації. Харків: Магда LTD, 2012. С. 67–78.
5. Ковальов В. Б., Дмитренко Т. Ф., Юрченко Л. М. Вплив технологій збирання на врожайність насіння різних груп льону та на вихід олії. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2011. Вип. 95. С. 174–180.
6. Найцінніша з сільгоспкультур / Ю. Махно та ін. *Пропозиція*. 2021. №57. С. 52–54.
7. Махно Юлія. Харчовий льон. *The Ukrainian Farmer*. 2018. №39. С. 96–97.

8. Махова Т. В., Бережна А. М., Поляков О. І. Вплив способів збирання на врожайність льону олійного. *Вісник Запорізького національного університету*. 2011. № 2. С. 19–22.
 9. Мирончук В. П. Оптимальні строки збирання льону олійного. *Землеробство*. 2010. Вип. 82. С. 90–93.
 10. Нікішенко В. Л., Малярчук М. П., Заєць С. О. Льон олійний. Технологія вирощування: наук.-метод. реком. Херсон: ВАТ «Херсонська міська друкарня», 2009. 12 с.
 11. Особливості збирання насіння льону олійного. URL: <https://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-zbirannya-nasinnya-lonu-oliynogo> (дата звернення: 06.04.2024).
 12. Поляков О., Нікітенко О., Вахненко С. Агротехніка льону олійного. *The Ukrainian Farmer*. 2017. №32. С. 102–105.
 13. Рудік О. Л., Мринський І. М. Продуктивність льону олійного за впровадження технологій подвійного використання культури. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. №1 (93). С. 102–112.
 14. Сай В. А. Технологія вирощування, збирання та первинної переробки льону олійного. Луцьк: ЛНТУ, 2012. 168 с.
 15. Сай В. А., Дідух В. Ф., Тараймович І. В. Вибір технологій збирання льону олійного в зоні західного Полісся. *Вісник Поліського ДАУ*. 2009. № 15. С. 84–87.
 16. Хілінський С. А. Олійний льон для аграріїв сьогодні – від 100% рентабельності та низка інших переваг. *Агроном*. 2020. №4. С. 74–75.
 17. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування / Чехов А. В. та ін. Київ, 2007. 55 с.
 18. Шувар А. М., Войтович Р. М. Оцінка способів збирання льону олійного. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2012. № 17. С. 149–153.
 19. Янишевський Л. І., Майційчук В. М. Вплив елементів технології вирощування на врожайність насіння сортів льону олійного. *Сортовивчення та сортознавство*. 2014. Вип. 1. С. 31–33.
-

УДК 633.34

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.13>

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ НОРМОЮ ВИСІВУ, ЗАСТОСУВАННЯМ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ І УРОЖАЙНІСТЮ СОЇ У ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОМУ

Івасик М.В. – аспірантка кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин, Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

У 2023 році на дослідних ділянках Хмельницької області України було проведено дослідження впливу норми висіву та застосування регуляторів росту на урожайність сої. Дослідження проводилося на площі 4 га, розділеній на ділянки по 0,5 га для кожної групи. Використовували два способи посіву: рядковий та широкорядний. Як регулятор росту застосовувався гіберелін, контрольні ділянки були без регулятора.

Результати показали, що застосування гібереліну значно підвищує врожайність ($F = 15,72$, $p < 0,01$), висоту рослин ($F = 9,63$, $p < 0,05$) та кількість бобів на рослині ($t = 2,85$, $p < 0,05$). Спосіб посіву також впливає на ці параметри: врожайність ($F = 4,05$, $p < 0,05$), висоту рослин ($F = 4,21$, $p < 0,05$), кількість бобів ($t = 2,11$, $p < 0,05$). Вплив на стійкість до хвороб і шкідників, а також на вміст білка та олії у насінні не був статистично значущим.

Отримані результати дозволяють зробити кілька важливих висновків. Виявлено, що застосування гібереліну та вибір способу посіву мають істотний вплив на врожайність сої та морфологічні характеристики рослин. Це відкриває широкі можливості для оптимізації вирощування цієї культури з метою підвищення врожайності та ефективності виробництва. Однак, варто зазначити, що дослідження мало деякі обмеження, зокрема, вони проводилися на обмеженій території та обмеженій кількості сортів сої. Для отримання більш репрезентативних результатів, необхідно провести додаткові дослідження на більшій території та включити до аналізу більшу кількість сортів.

Одним з можливих напрямків майбутніх досліджень може бути вивчення впливу інших регуляторів росту на розвиток сої, а також подальше дослідження різних методів посіву з метою знаходження оптимальних стратегій вирощування. Також важливо дослідити вплив змін клімату на рост та урожайність сої в умовах Лісостепу Західного. Такі дослідження допоможуть покращити розуміння процесів, що відбуваються в агроєкосистемі, та сприятимуть подальшому розвитку сільського господарства на регіональному рівні.

Практичне застосування отриманих результатів включає оптимізацію використання регуляторів росту та вибір способу посіву для максимізації урожайності. Це дозволить фермерам досягати кращих показників урожайності сої, підвищуючи загальну ефективність виробництва і забезпечуючи стійке сільське господарство.

Ключові слова: соя, гіберелін, урожайність, спосіб посіву, регулятори росту.

Ivasyk M.V. The relationship between the rate of sowing, the use of growth regulators and the productivity of soybeans in the Western Forest Steppe

In 2023, a study of the influence of the sowing rate and the use of growth regulators on the yield of soybeans was carried out in experimental plots of the Khmelnytskyi region of Ukraine. The study was conducted on an area of 4 hectares, divided into plots of 0.5 hectares for each group. Two methods of sowing were used: row and wide row. Gibberellin was used as a growth regulator, the control plots were without the regulator.

The results showed that the use of gibberellin significantly increases yield ($F = 15.72$, $p < 0.01$), plant height ($F = 9.63$, $p < 0.05$) and the number of beans per plant ($t = 2.85$, $p < 0.05$). The sowing method also affects these parameters: yield ($F = 4.05$, $p < 0.05$), plant height ($F = 4.21$, $p < 0.05$), number of beans ($t = 2.11$, $p < 0.05$). The effect on resistance to diseases and pests, as well as on protein and oil content of seeds was not statistically significant.

The obtained results allow us to draw several important conclusions. It was found that the use of gibberellin and the choice of sowing method have a significant effect on soybean yield

and morphological characteristics of plants. This opens up wide opportunities for optimizing the cultivation of this crop in order to increase the yield and efficiency of production. However, it is worth noting that the study had some limitations, in particular, it was conducted in a limited area and a limited number of soybean varieties. To obtain more representative results, it is necessary to conduct additional studies in a larger area and include a larger number of varieties in the analysis.

One of the possible directions of future research may be the study of the influence of other growth regulators on the development of soybeans, as well as the further study of different sowing methods in order to find optimal cultivation strategies. It is also important to investigate the impact of climate change on the growth and yield of soybeans in the conditions of the Western Forest Steppe. Such research will help to improve the understanding of the processes taking place in the agroecosystem and will contribute to the further development of agriculture at the regional level.

The practical application of the obtained results includes optimization of the use of growth regulators and selection of the sowing method to maximize yield. This will allow farmers to achieve better soybean yields, increasing overall production efficiency and ensuring sustainable agriculture.

Key words: soybean, gibberellin, yield, planting method, growth regulators.

Постановка проблеми. Соя є однією з основних культур, що вирощується в Лісостепі Західном Україні та має важливе значення як для продовольчої безпеки, так і для економіки країни в цілому. Однак, досягнення стабільно високих урожаїв сої залишається викликом через різноманітні чинники, серед яких особливо важливими є норма висіву та застосування регуляторів росту. Ці чинники впливають на стан рослин, їх стійкість до стресових умов і, зрештою, на врожайність. Таким чином, дослідження взаємозв'язку між цими параметрами є актуальним і важливим як з наукової, так і з практичної точки зору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соя (*Glycine max*) є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі завдяки високій споживній цінності. Вона використовується в харчовій промисловості, тваринництві, виробництві біопалива та багатьох інших галузях. Як основа для виготовлення продуктів, таких як соєве молоко, тофу, соєве борошно, соєве масло та соєвий соус, соя відзначається високим вмістом білка, вітамінів і мінералів, що робить її важливим компонентом вегетаріанських та веганських дієт [1]. В тваринництві соя є основним інгредієнтом у кормах для тварин, завдяки високому вмісту білка, який сприяє швидкому росту та розвитку тварин. Окрім цього, соя використовується для виробництва біодизеля, що є альтернативним джерелом енергії [2].

Врожайність сої залежить від багатьох факторів, таких як кліматичні умови, тип ґрунту, агротехнічні заходи та застосування добрив й пестицидів. В середньому, врожайність сої у світі коливається від 2 до 3 тон з гектара, проте в оптимальних умовах цей показник може бути значно вищим. До основних факторів, що впливають на врожайність сої, належать кліматичні умови, такі як температура, опади та тривалість світлового дня, що є критичними для росту та розвитку рослин [3]. Також важливими є ґрунтові умови: родючість ґрунту, його структура та кислотність, які впливають на доступність поживних речовин для рослин [4]. Не менш важливими є агротехнічні заходи, що включають норми висіву, обробіток ґрунту, застосування добрив та захист рослин від шкідників і хвороб [5].

Підвищення врожайності сої вимагає застосування ефективних методів та технологій. Одним із способів є оптимізація норми висіву, яка допомагає забезпечити рівномірний розподіл рослин, зменшити конкуренцію за ресурси та покращити доступ до світла. Застосування регуляторів росту є ще одним важливим методом. Ці речовини стимулюють ріст і розвиток рослин, покращують їх стійкість до стресів (наприклад, засухи чи хвороб) та підвищують ефективність використання

поживних речовин [6]. Крім того, внесення збалансованих добрив і мікроелементів забезпечує рослини необхідними поживними речовинами, сприяючи їх здоровому росту та розвитку [7]. Використання сучасних засобів захисту рослин допомагає мінімізувати втрати врожаю через шкідників і хвороби.

Регулятори росту, такі як гібереліни, цитокініни, ауксини та етилен, використовуються для стимулювання росту рослин, покращення їхнього фізіологічного стану та підвищення врожайності. Оптимальна норма висіву залежить від конкретних умов вирощування і може змінюватись від 300 до 600 тисяч рослин на гектар [8]. Правильний підбір норми висіву в поєднанні із застосуванням регуляторів росту дозволяє досягти найвищих показників урожайності.

Таким чином, підвищення врожайності сої вимагає комплексного підходу, що включає оптимізацію агротехнічних заходів, правильний вибір норм висіву та застосування регуляторів росту.

У сучасній науковій літературі розглядаються різні аспекти впливу норми висіву та регуляторів росту на врожайність сої. Зокрема, дослідження показують, що оптимізація норми висіву може сприяти кращій структурі посівів і зменшенню конкуренції між рослинами за ресурси. Наприклад, результати наукової розвідки А. Баби́ча та О. Бахмата демонструє, що правильний підбір густоти посіву може підвищити продуктивність культур [9]. У своєму подальшому дослідженні О. Бахмат довів, що регулятори росту сприяють покращенню фізіологічного стану рослин, підвищуючи їхню стійкість до несприятливих погодних умов та хвороб [10]. Однак, в цих дослідженнях бракує комплексного підходу, який би враховував взаємодію між нормою висіву та регуляторами росту.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри наявність значної кількості досліджень, питання комплексного впливу норми висіву та застосування регуляторів росту на урожайність сої залишаються недостатньо вивченими. Зокрема, невирішеним залишається питання оптимізації цих факторів для досягнення максимальних урожаїв у конкретних кліматичних та агротехнічних умовах регіону. Крім того, бракує даних про економічну ефективність таких агротехнічних заходів, що також є важливим аспектом для їх практичного застосування.

Постановка завдання. Метою даної статті є дослідження впливу різних норм висіву та застосування регуляторів росту на врожайність сої в умовах Лісостепу Західного України. Завданнями дослідження є:

- а) визначити оптимальні норми висіву для забезпечення високої продуктивності сої;
- б) оцінити ефективність застосування регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного України;
- в) дослідити взаємодію між нормою висіву та регуляторами росту і їхній спільний вплив на врожайність сої.

Виклад основного матеріалу дослідження. Лісостеп Західний України розташований на території Вінницької, Хмельницької, Тернопільської, Львівської, Рівненської та Волинської областей. Цей регіон характеризується помірно континентальним кліматом з чітко вираженими сезонами. Середньорічна кількість опадів становить близько 570 мм, що забезпечує достатнє зволоження для вирощування сільськогосподарських культур. Вегетаційний період триває від 195 до 215 днів, що сприяє вирощуванню широкого спектру культур, включаючи сою.

Ґрунти представлені опідзоленими чорноземами. Ці ґрунти мають високу родючість завдяки високому вмісту гумусу (4–6%) та хорошій структурі. Агрохімічні характеристики ґрунту включають високу забезпеченість азотом, фосфором

та калієм. Реакція ґрунтового розчину слабо кисла або нейтральна (рН 6.0–7.0), що є оптимальним для вирощування сої.

Для досліджень було обрано декілька сортів сої.

1. Сорт «Сандра»: ранньостиглий сорт з періодом вегетації 95–100 днів. Відзначається високою стійкістю до хвороб та шкідників.

2. Сорт «Білявка»: середньостиглий сорт з періодом вегетації 110–115 днів. Має високий потенціал урожайності та добру адаптивність до різних умов вирощування.

3. Сорт «Ультра»: середньостиглий сорт з періодом вегетації 105–110 днів. Відзначається високою стійкістю до посухи та відмінними показниками якості насіння.

Дослідження проводилися на дослідних ділянках загальною площею 5 гектарів, розділених на 10 окремих ділянок по 0,5 гектара кожна. Посів сої було здійснено 12 травня 2023 року на території Хмельницької області. Використовувалися два способи сівби:

- 1) традиційний рядковий спосіб з міжряддям 45 см;
- 2) широкорядний спосіб з міжряддям 70 см.

Для досліджень використовувався регулятор росту гіберелін, він використовувався у фазу розвитку 2–3 трійчастих листків; контроль на дослідних ділянках без використання регулятора проводився для всіх фаз розвитку.

В ході досліджень оцінювалась низка показників. Урожайність вимірювалась як загальна маса насіння з однієї ділянки. Висота рослин вимірювалась на різних стадіях росту. Кількість бобів на рослині підраховувалася на кожній ділянці. Стійкість до хвороб і шкідників оцінювалась візуально та шляхом лабораторних аналізів. Для визначення якості насіння аналізували вміст білка та олії у ньому.

Для статистичної перевірки цих результатів був використаний однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA). Значення *F*-коефіцієнта для впливу гібереліну на урожайність склало 15,72, що перевищує критичне значення $F = 4,15$ при рівні значущості $p < 0.01$ (Таблиця 1). Це підтверджує, що вплив гібереліну на урожайність є статистично значущим.

Таблиця 1

Урожайність, висота рослин та кількість бобів на рослині для різних сортів сої з урахуванням стимуляторів росту та способу посіву

Сорт сої	Спосіб посіву	Стимулятор росту	Урожайність (т/га)	Висота рослин (см)	Кількість бобів на рослині
Білявка	Рядковий	Без стимулятора	2.6 ± 0.2	70 ± 3	28 ± 2
Білявка	Рядковий	Гіберелін	2.9 ± 0.2	73 ± 3	30 ± 2
Білявка	Широкорядний	Без стимулятора	2.5 ± 0.3	68 ± 4	27 ± 2
Білявка	Широкорядний	Гіберелін	2.8 ± 0.2	72 ± 3	29 ± 2
Сандра	Рядковий	Без стимулятора	2.4 ± 0.3	68 ± 2	26 ± 1
Сандра	Рядковий	Гіберелін	2.7 ± 0.3	71 ± 2	28 ± 1
Сандра	Широкорядний	Без стимулятора	2.3 ± 0.2	66 ± 3	25 ± 1
Сандра	Широкорядний	Гіберелін	2.6 ± 0.2	70 ± 2	27 ± 1
Ультра	Рядковий	Без стимулятора	2.8 ± 0.2	75 ± 4	30 ± 3
Ультра	Рядковий	Гіберелін	3.1 ± 0.2	78 ± 4	32 ± 3
Ультра	Широкорядний	Без стимулятора	2.7 ± 0.3	73 ± 4	29 ± 3
Ультра	Широкорядний	Гіберелін	3.0 ± 0.2	77 ± 4	31 ± 3

Джерело: власна розробка автора.

Розрахункове значення F -коефіцієнта для встановлення статистичної значущості впливу способу посіву на врожайність склало 4,05, що більше $F = 3,98$ при рівні значущості $p < 0,05$ (Таблиця 1), тобто спосіб посіву має статистично значущий вплив на врожайність сої.

Значення F -коефіцієнта для встановлення статистичної значущості впливу способу посіву на висоту рослин склало 4,21, що перевищує критичне значення $F = 3,98$ для $p < 0,05$ (Таблиця 1). Тобто спосіб посіву має статистично значущий вплив на висоту рослин. Розрахунковий F -коефіцієнт, що визначає статистичну значущість впливу застосування гібереліну на висоту рослин, становить 9,63, що вище критичне значення $F = 3,98$ для $p < 0,05$ (Таблиця 1). Отже, вплив гібереліну на висоту рослин є статистично значущим.

Для оцінки впливу гібереліну на кількість бобів на рослині застосовувався t -тест. Значення t -коефіцієнта для кількості бобів на рослині склало 2,85, що перевищує критичне значення $t = 2,06$ при рівні значущості $p < 0,05$ (Таблиця 1). Це вказує на статистично значущий вплив гібереліну на кількість бобів на рослині. Розрахункове значення t -коефіцієнта при визначенні впливу способу посіву на кількість бобів склало 2,11 перевищує критичне значення $t = 2,06$ для $p < 0,05$, тому відмінності є статистично значущими.

Вплив від застосування гібереліну на стійкість до хвороб і шкідників був також оцінений за допомогою t -тесту. Розрахункове значення t -коефіцієнта для стійкості до хвороб склало 1,45, а для стійкості до шкідників – 1,58, що не перевищує критичне значення $t = 2,06$ для рівня значущості $p < 0,05$ (Таблиця 2). В залежності від способу посіву t -коефіцієнт для стійкості до хвороб склав 1,32, а для стійкості до шкідників – 1,45, що не перевищує критичне значення $t = 2,06$ для $p < 0,05$. Отже, спосіб посіву та вплив гібереліну не мають статистично значущого впливу на ці параметри.

Таблиця 2

Стійкість до хвороб і шкідників, вміст білка та олії в насінні для різних сортів сої з урахуванням стимуляторів росту та способу посіву

Сорт сої	Спосіб посіву	Стимулятор росту	Стійкість до хвороб (бали)	Стійкість до шкідників (бали)	Вміст білка (%)	Вміст олії (%)
Білявка	Рядковий	Без стимулятора	4.5 ± 0.2	4.2 ± 0.3	38.5 ± 0.5	18.2 ± 0.4
Білявка	Рядковий	Гіберелін	4.6 ± 0.2	4.3 ± 0.3	38.7 ± 0.5	18.3 ± 0.4
Білявка	Широкорядний	Без стимулятора	4.4 ± 0.3	4.1 ± 0.3	38.3 ± 0.6	18.1 ± 0.5
Білявка	Широкорядний	Гіберелін	4.5 ± 0.2	4.2 ± 0.3	38.6 ± 0.5	18.2 ± 0.4
Сандра	Рядковий	Без стимулятора	4.3 ± 0.3	4.0 ± 0.2	37.8 ± 0.6	18.0 ± 0.3
Сандра	Рядковий	Гіберелін	4.4 ± 0.3	4.1 ± 0.2	38.0 ± 0.6	18.1 ± 0.3
Сандра	Широкорядний	Без стимулятора	4.2 ± 0.3	3.9 ± 0.2	37.7 ± 0.7	17.9 ± 0.3
Сандра	Широкорядний	Гіберелін	4.3 ± 0.3	4.0 ± 0.2	37.9 ± 0.6	18.0 ± 0.3
Ультра	Рядковий	Без стимулятора	4.6 ± 0.2	4.4 ± 0.2	39.0 ± 0.4	18.5 ± 0.5
Ультра	Рядковий	Гіберелін	4.7 ± 0.1	4.5 ± 0.2	39.2 ± 0.4	18.6 ± 0.5
Ультра	Широкорядний	Без стимулятора	4.5 ± 0.2	4.3 ± 0.2	38.8 ± 0.4	18.4 ± 0.5
Ультра	Широкорядний	Гіберелін	4.6 ± 0.2	4.4 ± 0.2	39.1 ± 0.4	18.5 ± 0.5

Джерело: власна розробка автора.

Значення F -коефіцієнта для вмісту білка склало 1,28, а для вмісту олії – 1,34, що не перевищує критичне значення $F = 3,98$ для рівня значущості $p < 0,05$

(Таблиця 2). Це вказує на те, що вплив гібереліну на ці параметри не є статистично значущим.

Висновки і пропозиції. З результатів аналізу видно, що застосування гібереліну позитивно впливає на врожайність, висоту рослин та кількість бобів на рослині для всіх досліджуваних сортів сої. Статистичний аналіз (ANOVA і *t*-тест) підтверджує значущість цих змін на рівнях значущості $p < 0,01$ та $p < 0,05$ відповідно. Вплив гібереліну на стійкість до хвороб і шкідників, а також на вміст білка та олії у насінні не є статистично значущим, що свідчить про необхідність додаткових досліджень для більш повного розуміння ефектів регуляторів росту на ці параметри. Спосіб посіву також має статистично значущий вплив на такі параметри, як урожайність, висота рослин та кількість бобів на рослині. Це підтверджується значеннями *F*-коефіцієнтів (ANOVA) та *t*-коефіцієнтів (*t*-тест) для рівня значущості $p < 0,05$. Однак, спосіб посіву не має статистично значущого впливу на стійкість до хвороб і шкідників, а також на вміст білка та олії в насінні. Це свідчить про те, що зміна способу посіву може бути ефективним засобом для підвищення врожайності та покращення морфологічних характеристик сої.

Виявлено, що застосування гібереліну та вибір способу посіву мають істотний вплив на урожайність сої та морфологічні характеристики рослин. Це відкриває широкі можливості для оптимізації вирощування цієї культури з метою підвищення врожайності та ефективності виробництва. Однак, варто зазначити, що проведене дослідження мало деякі обмеження, зокрема, воно проводилося на обмеженій території та для обмеженої кількості сортів сої. Для отримання більш репрезентативних результатів, необхідно провести додаткові дослідження на більшій території та включити до аналізу більшу кількість сортів.

Одним з можливих напрямків майбутніх досліджень може бути вивчення впливу інших регуляторів росту на розвиток сої, а також подальше дослідження різних методів посіву з метою знаходження оптимальних стратегій вирощування. Також важливо дослідити вплив змін клімату на рост та врожайність сої в умовах Лісостепу Західного. Такі дослідження допоможуть покращити розуміння процесів, що відбуваються в агроecosystemі, та сприятимуть подальшому розвитку сільського господарства на регіональному рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Growth regulators promote soybean productivity: a review / H. Amoanimaa-Dede et al. *Peer Journal*. 2022. Vol. 10. Article e12556. URL: <https://doi.org/10.7717/peerj.12556> (дата звернення: 20.05.2024).
2. Study on the regulatory effects of GA₃ on soybean internode elongation / F. Shan et al. *Plants*. 2021. Vol. 10. No. 8. Article 1737. URL: <https://doi.org/10.3390/plants10081737> (дата звернення: 20.05.2024).
3. Gibberellins and auxin regulate soybean hypocotyl elongation under low light and high-temperature interaction / G. Bawa et al. *Physiologia Plantarum*. 2020. Vol. 170. No. 3. P. 345–356. URL: <https://doi.org/10.1111/ppl.13158> (дата звернення: 20.05.2024).
4. Al-Karawi A. W., Al-Jumaily J. M. Study of some growth criteria and yield of soybean crop with the effect of boron and some growth regulators: study of some growth criteria and yield of soybean crop with the effect of boron and some growth regulators. *Iraqi Journal of Market Research and Consumer Protection*. 2022. Vol. 14. No. 1. P. 137–145. URL: <https://www.iasj.net/iasj/download/f1ac0577b3af1b82> (дата звернення: 20.05.2024).
5. Yield and economic effectiveness of soybean grown under different cropping systems / D. Gawęda et al. *International Journal of Plant Production*. 2020. Vol. 14.

№ 3. P. 475–485. URL: <https://doi.org/10.1007/s42106-020-00098-1> (дата звернення: 20.05.2024).

6. Yield features of two soybean varieties under different water supplies and field conditions / A. Anda et al. *Field Crops Research*. 2020. Vol. 245. Article 107673. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107673> (дата звернення: 20.05.2024).

7. Wei M. C. F., Molin J. P. Soybean yield estimation and its components: A linear regression approach. *Agriculture*. 2020. Vol. 10. No. 8. Article 348. URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture10080348> (дата звернення: 20.05.2024).

8. Shea Z., Singer W. M., Zhang B. Soybean production, versatility, and improvement. *Legume crops – prospects, production and uses*. London, UK : IntechOpen, 2020. P. 29–50.

9. Бабич А. О., Бахмат О. М. Екологічні умови та агротехнічне обґрунтування технології вирощування сої в умовах південно-західної частини Лісостепу України. *Вісник ДААУ*. 1999. № 1–2. С. 200–205. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/6601> (дата звернення: 20.05.2024).

10. Бахмат О. М. Екологічні основи удобрення та інокуляції на урожайність насіння сої в умовах лісостепу західного. *Вісник Житомирського Національного Агроєкологічного Університету*. 2013. № 1. Ч. 1. С. 21–27. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2013_1%281%29__5 (дата звернення: 20.05.2024).

УДК 631.532

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.14>

ПРОДУКТИВНІСТЬ МІСКАНТУСУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ В УМОВАХ ПРИКАРПАТТЯ

Карбівська У.М. – д.с.-г.н., професор,

професор кафедри лісового і аграрного менеджменту,

Прикарпатський державний національний університет імені Василя Стефаника

Сітник А.А. – аспірант кафедри лісового і аграрного менеджменту,

Прикарпатський державний національний університет імені Василя Стефаника

У зв'язку з ростом зацікавленості у вирощуванні енергетичних культур та необхідністю ефективного використання ресурсів, особливо добрив, актуальним стає питання розробки та удосконалення економічних технологій вирощування міскантусу гігантського, який вважається одним із найперспективніших джерел біомаси для подальшої переробки. Використання біомаси міскантусу має свої переваги, такі як швидкість росту та можливість річного збору великих об'ємів матеріалу. Крім того, його можна вирощувати на малопродуктивних та забруднених землях. Створення високопродуктивних плантацій міскантусу гігантського може забезпечити постійне постачання виробничих потужностей біопаливних заводів та теплових електростанцій необхідною кількістю високоякісної біомаси, яка містить велику кількість лігніну та целюлози.

Представлено результати досліджень за 2022–2023 роки з вивчення впливу удобрення на продуктивність міскантусу гігантського, встановлено, що варіанти удобрення впливали на його урожайність. В дослідженнях вивчалися варіанти удобрення: 1 – контроль без добрив (обробка водою); 2 – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 3 – БЛЕК ДЖЕК КС; 4 – Інтермаг Титан; 5 – $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС; 6 – $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан.

Максимальна висота куща спостерігалась у варіантах із комплексним внесенням: $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан – 224 см., $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС – 226 см, кількість пагонів на одній рослині буда 38 та 40 штук, висота найбільшого пагона становила 231 і 240 сантиметрів відповідно,

Встановлено, що найвищу врожайність міскантусу гігантського досягнуто за вирощування у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС – 34,2 т/га, що на 8,6% більше порівняно з контролем, вага однієї рослини була на рівні 2,24 кілограми. Також висока урожайність спостерігається у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан – 33,6 т/га.

Ключові слова: ріст, розвиток, висота рослин, продуктивність, мінеральні добрива, міскантус гігантський, дерново-підзолистий ґрунт.

Karbiwska U.M., Sitnyk A.A. Productivity of miscanthus depending agricultural technology elements in sod-podzolic soil conditions on the Precarpathian region

Due to the growing interest in cultivating energy crops and the need for efficient resource use, particularly fertilizers, the development and enhancement of cost-effective cultivation technologies for giant miscanthus has become a pertinent issue. Giant miscanthus is considered one of the most promising sources of biomass for further processing. The use of miscanthus biomass has advantages such as rapid growth and the ability to yield large volumes of material annually. Additionally, it can be grown on low-productivity and contaminated lands. Establishing high-yielding plantations of giant miscanthus can ensure a steady supply of high-quality biomass, rich in lignin and cellulose, to biofuel plants and thermal power stations.

The results of studies conducted in 2022–2023 on the impact of fertilization on the productivity of giant miscanthus have shown that different fertilization options affected its yield. The fertilization options studied were: 1 – control without fertilizers; 2 – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 3 – BLACK JACK KS; 4 – InterMag Titan; 5 – $N_{90}P_{90}K_{90}$ + BLACK JACK KS; 6 – $N_{90}P_{90}K_{90}$ + InterMag Titan.

The maximum plant height was observed in the variants with complex fertilization: $N_{90}P_{90}K_{90}$ + InterMag Titan – 224 cm, and $N_{90}P_{90}K_{90}$ + BLACK JACK KS – 226 cm. The number of

shoots per plant was 38 and 40, with the height of the tallest shoot being 231 and 240 centimeters, respectively.

It was established that the highest yield of giant miscanthus was achieved with the N30 P30 K30 + BLACK JACK KS variant, yielding 34.2 t/ha, which is 8.6% higher compared to the control, with a plant weight of 2.24 kilograms. High yields were also observed in the N₉₀ P₉₀ K₉₀ + Intermag Titan variant, yielding 33.6 t/ha.

Key words: growth, development, plant height, productivity, mineral fertilizers, giant miscanthus, sod-podzolic soil.

Постанова проблеми. У світлі нових умов, коли енергетичні ресурси перерозподіляються, часто непередбачуване, а також через глобалізацію світового ринку, питання енергозабезпечення та споживання енергії підприємств різних галузей потребують додаткового розгляду. Це передбачає розроблення практичних пропозицій щодо раціонального використання енергетичних ресурсів, їх ефективного застосування та підвищення конкурентоспроможності підприємств [9]. В цьому контексті, найбільш доступним, щорічно поновлюваним і енергоефективним джерелом є біомаса рослинних енергетичних культур [8].

Реалії сучасного життя накладають нові вимоги щодо дедалі ширшого вирощування біоенергетичних культур для переробки їх на біопаливо. Адже отримувати врожай на рівні біомаси традиційних сільськогосподарських культур не раціонально, оскільки площі, доступні для вирощування біоенергетичних рослин, є досить обмеженими. При цьому в умовах України такі рослини С4-типу фотосинтезу, як міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*), здатні забезпечити високий рівень формування біомаси [12].

Міскантус гігантський – природний гібрид між *Miscanthus sinensis* і *Miscanthus saccharifolius*, а його материнською формою був *Miscanthus saccharifolius* [2]. Цей вид розмножується виключно вегетативно і є найпоширенішим видом в Україні, який застосовується у виробництві біопалива, фіторе mediaції ґрунтів та отримання додаткових продуктів [3, 5, 8]. Саме тому детальне вивчення методів збільшення врожайності біомаси міскантусу дозволить забезпечити додаткову сировину для виробництва біопалива, що стає актуальним питанням нашого часу.

Аналіз останніх досліджень публікацій. Насьогодні все більше вчених обґрунтовують необхідність збільшення відсотку та стимулювання використання відновлюваних джерел енергії в європейських країнах взагалі та в Україні зокрема [4, 11]. Розробляються шляхи зменшення енергозатрат за вирощування сільськогосподарських й енергетичних культур на та виробництва біопалив [1, 6, 15].

Енергетичні культури сприяють синергії між продуктивністю та біорізноманіттям з точки зору кліматичних змін та багатофункціональності біомаси. Доведено, що з урожаєм 20 т сухої маси з 1 га міскантус гігантський виносить близько 60 кг N, 16 кг P₂O₅, та 80 кг K₂O [14]. Тому, підживлення насаджень цієї культури є однією із умов отримання високого врожаю біомаси. Дослідженнями визначено Кулика М.І., що найбільший вплив на врожайність міскантусу гігантського має весняне підживлення за вирощування рослин за схемою 60×60 см. Встановлено, що врожайність міскантусу гігантського на 79% залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції r 0,89 та на 82% – від кількості стебел за коефіцієнта кореляції r 0,91 [10].

Останні роки було проведено значну кількість досліджень, спрямованих на вивчення особливостей зростання, розвитку та утворення врожайності біомаси міскантусу гігантського. Однак, питання застосування різних систем удобрень, включаючи органічні регулятори росту рослин та комплексні добрива, ще не отримали вичерпної наукової уваги.

Постанова завдання. Дослідження проводились впродовж 2022–2023 років на дослідному полігоні Ботанічного саду Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Ґрунти на дослідній ділянці належать до дерново-підзолистого поверхнево-оглеєного типу. За механічним складом це важкоглинистий ґрунт з крупнопилуватою структурою. Він має потужний гумусовий горизонт завтовшки 45 см. Агрохімічні показники такі: кислотність (рН) – 4,7, вміст гумусу (%) – 2,71, забезпеченість ґрунту (мг/кг): азотом – 78,0, фосфором – 43,0, калієм – 98,0.

Польовий дослід був закладений рендомізованим способом у трьохкратному повторенні. В досліді вивчали дію макро та мікродобрив на продуктивність міскантусу гігантського сорту Осінній зорецвіт (оригіна́тор – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, включений до Державного реєстру сортів рослин України з 2015 р.). Дослідженнями вивчалися шість варіантів удобрення, за контроль взято варіант без добрив (на природній родючості ґрунту, обробка водою), $N_{90}P_{90}K_{90}$, БЛЕК ДЖЕК КС, Інтермаг Титан, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліду

Міскантус гігантський сорт Осінній зорецвіт	Контроль (без добрив, обробка водою) $N_{90}P_{90}K_{90}$ БЛЕК ДЖЕК КС Інтермаг Титан $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан
--	--

Агротехніка вирощування міскантусу загальноприйнята за винятком варіантів, що досліджувались. Аналіз метеорологічних умов, що склалися протягом вегетаційного періоду росту рослин, проводився на основі даних Івано-Франківської обласної метеостанції. Погодні умови 2022 року відрізнялись від середньобагаторічних даних, опадів випало на 42,0 мм більше від норми та температура повітря була 12,0 °С вищою від середньо багаторічної. Найбільша кількість опадів випала в червні, що на 35,4 мм більша від норми, також температура в цей період була на 2,4 °С вищою від норми. Нестача вологи спостерігалась в серпні, що на 35,8 мм менше від норми.

Природно-кліматичні умови 2023 року відрізнялись від норми, коли опадів випало на 199,1 мм більше від середньобагаторічної, а також середня температура повітря була 10,9 °С вищою від норми. За вегетаційний період випало 607,1 мм опадів, найбільше їх було в квітні (116,9 мм), червні (174,2 мм) та липні (158,2 мм), нестача опадів спостерігалась травні, де відхилення від норми становило -28,3 мм. Найтеплішими були серпень (18,0 °С) та вересень (13,1 °С).

Мета наших досліджень – вивчити вплив удобрення на ріст, розвиток та продуктивність міскантусу гігантського за вирощування на дерново-підзолистому ґрунті.

Результати досліджень. Забезпечення економічно вигідної продуктивності сільськогосподарських культур можливе лише шляхом оптимізації технології вирощування рослин за допомогою раціонального використання всіх можливих факторів. Темпи росту і розвитку рослин міскантусу під час вегетації дозволяють вчасно впливати на процес утворення високої продуктивності культури. Висота,

за словами Купермана Ф. М., є однією з основних ознак, яка визначає ріст і розвиток рослин [13].

Формування надземної маси міскантусу, включаючи висоту, залежить від морфологічних особливостей сорту, гідротермічних та агротехнічних заходів, включаючи добрива. Аналізуючи висоту основного пагона міскантусу в різні періоди вегетації рослини (табл. 2), встановлено, що на контролі вона була найменшою протягом усього вегетаційного періоду.

Наприкінці вегетаційного періоду другого року на контрольному варіанті рослини в середньому по трьох повтореннях мали висоту 204 см, кількість пагонів на одній рослині 33 штуки. На варіантах з внесенням $N_{90}P_{90}K_{90}$, Інтермаг Титан та їх поєднання висота рослин становила відповідно 209 см та 224 см, що суттєво перевищувало контроль. Застосування гуматного добрива БЛЕК ДЖЕК КС сприяло збільшенню показника висоти рослин на 17 см порівняно з контролем. Максимальну висоту 226 см мали рослини на ділянці, де було застосоване комплексне удобрення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС.

Таблиця 2

Вплив удобрення на розвиток рослин міскантусу гігантського

Варіант	Кількість пагонів, шт./рослині	Висота куща, см	Висота найбільшого пагона, см
Контроль (без добрив, обробка водою)	33	204	218
$N_{90}P_{90}K_{90}$	34	209	223
БЛЕК ДЖЕК КС	37	221	232
Інтермаг Титан	36	218	228
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС	40	226	240
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан	38	224	231

Урожайність міскантусу визначається дією багатьох чинників, що маю вплив на ріст і розвиток рослин – забезпечення вологою і теплом, поживними речовинами, фізичним станом ґрунту та забур'яненістю посівів.

За результатами досліджень урожайність листково-стеблової маси міскантусу на контролі становила 30,7 т/га. При застосуванні удобрення урожайність зросла на 0,7 т/га (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив удобрення на продуктивність міскантусу гігантського

Варіант	Урожайність листково-стеблової маси, т/га		Урожайність ± до контролю	
	з 1 га, т	вага 1 росл./кг	т/га	%
Контроль (без добрив, обробка водою)	30,7	1,87	–	–
$N_{90}P_{90}K_{90}$	31,4	1,96	+0,7	+1,7
БЛЕК ДЖЕК КС	33,2	2,04	+2,5	+6,1
Інтермаг Титан	32,4	2,01	+1,7	+4,2
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС	34,2	2,34	+3,5	+8,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан	33,6	2,27	+2,9	+7,1

Урожайність сирової біомаси наприкінці вегетаційного періоду становила від 30,7 до 34,2 тон на гектар. Найменша урожайність була на контролі, а внесення добрива БЛЕК ДЖЕК КС істотно не вплинуло на урожайність біомаси. При застосуванні комплексного удобрення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС зросла на 8,6%.

Висновки. На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що спостерігається покращення умов росту рослин за внесення удобрення забезпечило збільшення кількості пагонів та висоти рослин міскантусу. Найбільшу їх кількість – 40 шт./рослину та висоту куща 226 см отримано за внесення удобрення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС.

Встановлено, що найвищу врожайність міскантусу гіганського досягнуто за вирощування на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС – 34,2 т/га, що на 8,6% більше порівняно з контролем, вага однієї рослини була на рівні 2,24 кілограми. Також висока урожайність спостерігається у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан – 33,6 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bai Y., Luo L., van der Voet E. Life cycle assessment of switchgrass-derived ethanol as transport fuel. *J. Life Cycle Assess.* 2010. Vol. 15: 468–477. DOI: 10.1007/s11367-010-0177-2
2. Chramiec-Głabik A., Grabowska-Joachimiak A., Sliwinska E., Legutko J., Kula A. Cytogenetic analysis of *Miscanthus* × *giganteus* and its parent forms. *Caryologia*, 2012. Vol. 65, no. 3. P. 234–242.
3. Kulyk M., Galytska M., Samoylik M., Zhornyk I. Phytoremediation aspects of energy crops use in Ukraine. *Agrology*, 2019. Vol. 1, no. 4. P. 373–381. <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/4157>
4. Röder M., Mohr A., & Yan Liu. Sustainable bioenergy solutions to enable development in low- and middleincome countries beyond technology and energy access. *Biomass and Bioenergy*. 2020. Vol. 143. doi: 10.1016/j.biombioe.2020.105876
5. Samson R., Mani S., Boddey R., Sokhansanj S., Quesada D., Urquiaga S. The potential of C4 perennial grasses for developing a global BIOHEAT industry. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2005. Vol. 24. P. 461–495. doi.org/10.1080/07352680500316508
6. Гументик М. Я., Бондар В. С. Економічна й енергетична ефективність вирощування біоенергетичних культур на біопаливо. *Біоенергетика*. 2018. № 1. С. 16–19. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen_2018_1_5
7. Дековець В.О., Кулик М.І. Вплив удосконалення елементів технології вирощування на врожайність надземної вегетативної маси міскантусу гіганського. *Аграрні інновації*. 2023. №17. С. 46–53.
8. Дековець В.О., Кулик М.І. Енергетична ефективність удосконаленої технології вирощування міскантусу гіганського для отримання біомаси. *Аграрні інновації*. 2023. №20. С. 28–33.
9. Энергоэффективность та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти : колективна монографія / Кол. авторів; за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава: ПП “Астрая”, 2019. 603 с.
10. Кулик М. І., Сиплива Н. О., Рожко І. І. Урожайність та ефективність виробництва біомаси енергетичних культур залежно від елементів технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 104, 2019. С. 148–159. URI: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/8607>
11. Кулик О. Способи стимулювання використання альтернативних джерел енергії за законодавством України та Європейського Союзу. *Підприємництво, господарство і право*. 2018. Вип. 4. С. 86–90.

12. Присяжнюк О.І., Гончарук О.М. Особливості формування продуктивності та якості біомаси міскантусу гіганського під впливом елементів агротехніки. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Випуск 30. 2022. С. 53–60.

13. Радченко М.В., Глупак З.І., Данильченко О.М. Вирощування міскантусу в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Випуск 1–2 (36–37). 2019. С. 7–10.

14. Романчук Л. Д., Зінченко В. О., Василюк Т. П. Особливості вирощування енергетичних культур в умовах Полісся України: з кн. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України / відп. ред. О. В. Скидан. К. : Центр учбової літератури, 2014. С. 81–111.

15. Страпчук С. Виробництво та використання біоенергетичних ресурсів у сільському господарстві України на засадах сталості. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2021. № 9 (28). С. 80–87. DOI: 10.37100/2616-7689.2021.9(28).11

УДК 633.63:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.15>

ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ КОРМОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Кулик Г.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри загального землеробства,

Центральноукраїнський національний технічний університет

Трикіна Н.М. – викладач кафедри загального землеробства,

Центральноукраїнський національний технічний університет

В статті відображені результати досліджень по впливу регуляторів росту на формування продуктивності кормових буряків шляхом обприскування посівів. Вивчали такі регулятори росту як Біолан в нормі 30 мл/га, Регоплант – 20 мл/га та Стимпо – 20 мл/га. За контроль слугував варіант без застосування регуляторів росту. Досліджено вплив наведених препаратів на формування асиміляційного апарату рослинами кормових буряків, як то наростання кількості листків та площу листової поверхні, а також показників продуктивності та якості – урожайності коренеплодів та вмісту і збору сухої речовини. За результатами досліджень встановлено, що всі регулятори росту мали позитивний вплив на продуктивність коренеплодів кормових буряків. Протягом вегетації культури кращі показники отримано від дії регулятора росту рослин Біолан. Від обприскування посівів кормових буряків цим препаратом показник кількості листків досяг максимуму під час обліку 10 серпня (31,4 шт./рослину), а площа листової поверхні – при обліку через 30 днів після обробки – 38,5 дм²/рослину. В більш пізні періоди облік наведені показники зменшувалися, що відповідає морфологічним особливостям кормових буряків.

Регулятор росту Біолан сприяв кращому виживанню рослин кормових буряків під час вегетації, що відобразилося на показнику густоти рослин на період збирання культури – 91,8 тис.шт./га.

Достовірна прибавка врожайності коренеплодів відносно контролю була від обприскування посівів регуляторами росту Біолан – 5,1 т/га та Регоплант – 4,0 т/га (НІР₀₅ = 3,6 т/га).

Вміст сухої речовини при вирощуванні кормових буряків є важливим показником: у контрольному варіанті показник склав 11,6 %. Обприскування посівів регуляторами росту сприяло збільшенню показника на 0,6-1,4 %. Суттєву прибавку вмісту сухої речовини отримано від використання регулятора росту Біолан – 1,4 %.

Середні показники збору сухої речовини у варіанті без застосування регуляторів росту для обробки посівів кормових буряків склали 6,29 т/га, а використання регуляторів росту рослин сприяло збільшенню показника до 7,04-7,71 т/га, що на 0,75-1,42 т/га більше контролю.

Ключові слова: кормові буряки, регулятори росту рослин, коренеплоди, урожайність, вміст сухої речовини.

Kulyk H.A., Trykina N.M. Effectiveness of growth regulators in forming forage beet productivity in the Steppe of Ukraine

The article reflects the results of research on the influence of growth regulators on the formation of fodder beet productivity by spraying crops. Such growth regulators as Biolan at a rate of 30 ml/ha, Regoplant – 20 ml/ha and Stimpo – 20 ml/ha were studied. The variant without the use of growth regulators served as control. The influence of these drugs on the formation of the assimilation apparatus of fodder beet plants, such as the increase in the number of leaves and the area of the leaf surface, as well as productivity and quality indicators – the yield of root crops and the content and collection of dry matter – was studied. According to the research results, it was established that all growth regulators had a positive effect on the productivity of fodder beet root crops. During the growing season of the crop, the best indicators are obtained from the action of the plant growth regulator Biolan. After spraying fodder beet crops with this drug, the

number of leaves reached a maximum when recorded on August 10 (31.4 pieces/plant), and the leaf surface area – when recorded 30 days after treatment – 38.5 dm²/plant. In the later periods of accounting, the indicated indicators decreased, which corresponds to the morphological features of fodder beets.

The Biolan growth regulator contributed to better survival of fodder beet plants during the growing season, which was reflected in the plant density indicator for the harvest period – 91.8 thousand units/ha.

A significant increase in the yield of root crops compared to the control was from spraying crops with growth regulators Biolan – 5.1 t/ha and Regoplant – 4.0 t/ha (NIR₀₅ = 3.6 t/ha).

The content of dry matter when growing fodder beets is an important indicator: in the control version, the indicator was 11.6%. Spraying crops with growth regulators contributed to an increase in the indicator by 0.6-1.4%. A significant increase in dry matter content was obtained from the use of Biolan growth regulator – 1.4%.

The average indicators of dry matter collection in the variant without the use of growth regulators for the treatment of fodder beet crops amounted to 6.29 t/ha, and the use of plant growth regulators contributed to an increase in the indicator to 7.04-7.71 t/ha, which is 0.75-1.42 t/ha more control.

Key words: fodder beets, plant growth regulators, root crops, productivity, dry matter content.

Постановка проблеми. Кормові буряки є одним із найцінніших соковитих кормів у раціоні сільськогосподарських тварин. Вони мають високу поживну цінність: у 1 центнері коренеплодів кормових буряків міститься 12-15 к.од.; вміст легкоперетравних вуглеводів становить 9 %, протеїну – 1,1-1,5 %. Культура має цінність також за наявність у своєму складі значної кількості пектинових і мінеральних речовин, вуглеводів і вітамінів. Досить цінною є також гичка буряків, урожайність якої складає 20-30 % маси коренеплодів: вона має більше, ніж злакові культури, протеїнів, вміст яких становить 15-16 % [1, 2].

Останніми роками проводяться заходи по відновленню галузі тваринництва в Україні, тому питання підвищення продуктивності кормових буряків, попри зменшення посівних площ, відіграє важливу роль.

Вирішення даної проблеми можливе за умови дотримання сучасних технологій з використанням останніх досягнень науки, а саме впровадження високопродуктивних гібридів, заходів захисту рослин, інноваційних технологій і ін.

Важливим елементом сучасних технологій вирощування кормових буряків, які здатні підвищувати продуктивність культури, є регулятори росту рослин. Обприскування вегетуючих посівів кормових буряків регуляторами росту дає можливість рослинам бути більш стійкими до несприятливих умов навколишнього середовища, а також забезпечує здатність до інтенсивнішого росту і розвитку рослин, підвищення урожайності коренеплодів та покращення якісних показників.

Численними науковими дослідженнями розкрито механізм дії багатьох рістрегулюючих речовин. За рахунок застосування цих препаратів валовий збір сільськогосподарської продукції можна додатково збільшити на 10-25 % [3].

Дослідження дії регуляторів росту рослин на нових сортах кормових буряків, в конкретних ґрунтово-кліматичних, погодних умовах на формування продуктивності культури дасть можливість отримати високі, стабільні врожаї коренеплодів з високими показниками якості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Регулятори росту рослин в сучасному аграрному виробництві стають незамінним елементом технології вирощування сільськогосподарських культур. Попри малі дози цих препаратів під час застосування, вони здатні впливати на рівень врожайності культур, бути екологічно безпечними для людей і навколишнього середовища, економічно вигідними.

Регулятори росту покращують життєдіяльність клітин рослини, підвищують проникність міжклітинних мембран, приймають участь у обмінних процесах рослинного організму.

При вирощуванні сільськогосподарських культур їх застосовують для передпосівної обробки насіння, обробки вегетуючих рослин або в комплексі.

За науковими даними регулятори росту скорочують період вегетації сільськогосподарських культур, збільшують асиміляційну листову поверхню, покращують проходження фотосинтезу, посилюють ростові процеси, у зернових культур забезпечують густіший стеблостій, рослини стають більш стійкі до хвороб, можуть ефективніше протистояти негативним факторам середовища [4-7].

Так, за твердженням Горобця М.В., Писаренко П.В. [8], обробка ячменю ярого у фазу кущіння забезпечила зменшення тривалості періоду вегетації від 2 до 4 днів та збільшення асиміляційної поверхні листя на 8,5-11,1 %. За даними Сендецького В.М. [9], показник врожайності соняшнику від дворазового застосування регуляторів росту для обприскування збільшився на 14,2-16,4 %. Також позитивний вплив регуляторів росту відмічено при вирощуванні цукрових буряків. Так, за даними наукових досліджень, врожайність коренеплодів зростала на 4,4-7,5 т/га, вміст цукру – на 0,3-0,5 % та збір цукру – на 0,53-0,98 т/га [10, 11].

Як свідчать результати досліджень Олексій Л.М. [12, 13], при обробці насіння цукрових буряків гібриду Український ЧС-72 регулятором росту Біолан (20 мл/т) польова схожість перевищила контроль на 12 %, ступінь розвитку коренеїда рослин зменшився на 1,9 %, урожайність коренеплодів склала 51,6 т/га, цукристість – 16,8 % та збір цукру з одиниці площі – 8,6 т.

Наукові дослідження в умовах Центру України засвідчили, що регулятор росту Біолан при комплексному застосуванні на цукрових буряках (обробка насіння і обприскування вегетуючих рослин) забезпечив підвищення врожайності на 3,8 т/га, цукристості – на 0,4 % і збору цукру – на 0,83 т/га [14].

Постановка завдання. Метою дослідження було вивчити вплив обробки посівів регуляторами росту на формування продуктивності кормових буряків.

Дослідження проводили протягом 2020-2022 років в умовах Степу України. Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи звичайні середньогумусні важкосуглинкові, рН водн. – 7,1. Вміст гумусу – 4,5 %, ємність катіонного обміну – 30-50 мг – екв/100г Ґрунту, високий вміст поживних речовин.

Погодні умови років досліджень у вегетаційний період характеризувалися високим температурним режимом та недостатньою кількістю опадів.

За контроль слугував варіант без обробки препаратами (варіант 1). Обробку вегетуючих рослин кормових буряків проводили такими регуляторами росту (варіанти досліду): 2. Біолан в нормі 30 мл/га, 3. Регоплант – 20 мл/га та 4. Стимпо – 20 мл/га.

Дослідження проводили з сортом Урсус Полі (виробник – Kouel, Польща), кормового типу, багаторостковий, поліплоїдний. Зареєстрований для вирощування в зоні Степу.

Вирощували кормові буряки за типовою для Степу України технологією. При проведенні досліджень користувалися загальноприйнятими методиками [15, 16].

Виклад основного матеріалу дослідження. Як відомо, величина урожайності сільськогосподарських культур, в тому числі і кормових буряків, залежить від багатьох чинників, зокрема прямо пропорційно від кількості листків. Якщо на рослині формується більше листків і вони мають триваліший період розвитку, то і урожайність буде більшою.

При проведенні обліків кількості листків зафіксовано, що у контрольному варіанті, де не застосовували регулятори росту показник був меншим порівняно до досліджуваних варіантів (рис. 1).

Так, при проведенні перших обліків 10 липня кількість листків у варіанті з регуляторами росту становила 21,8-23,1 шт./рослину, що на 32,1-40,0 % перевищувало показник контрольного варіанту (16,4 шт./рослину).

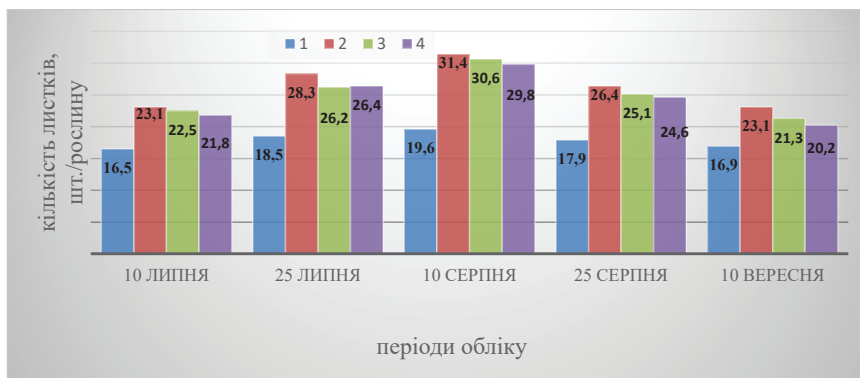


Рис. 1. Кількість листків кормових буряків залежно від регуляторів росту рослин (середнє за 2020-2022 рр.)

Кількість листків наростала протягом першої половини вегетації: найбільшої чисельності показник набув на період третього обліку – 10 серпня – і склав у контрольному варіанті 19,6 шт./рослину, а у варіантах з регуляторами росту в межах 29,8-31,4 шт./рослину.

Під час останнього обліку 10 вересня спостерігається аналогічна попереднім облікам залежність показника кількості листків на рослині, де відмічається позитивна дія регуляторів росту.

Слід відмітити, що регулятор росту Біолан під час всіх обліків забезпечив найбільшу кількість листків у рослин кормових буряків.

Формування продуктивності сільськогосподарськими культурами залежить від погодних умов, окремих складових технології вирощування, реакції рослин на елементи технології, в тому числі розвитком листкового апарату рослин, інтенсивністю проходження фотосинтезу та ін. Збільшення фотосинтетичної продуктивності рослин за рахунок асиміляційного апарату сприяє підвищенню продуктивності культур, в тому числі і кормових буряків. Врожайність коренеплодів буде більшою при наявності розвиненої листкової поверхні у рослин, яка є наслідком більш тривалого періоду їх вегетації.

Кормові буряки за своїми морфологічними властивостями можуть наростити максимальну листкову поверхню на 75-85 добу після появи сходів, далі показник поступово зменшується і починається відмирання частини листків [17].

Для формування біомаси рослинами кормових буряків необхідно оптимальне проходження процесу фотосинтезу. Це можливо забезпечити за рахунок відповідної площі листкової поверхні рослин в період активної вегетації буряків.

Як зазначалося раніше, зменшення площі листкової поверхні призводить до зменшення продуктивності рослин.

Згідно результатів наших досліджень, площа листової поверхні кормових буряків збільшувалася при застосуванні регуляторів росту рослин.

Так, в середньому за роки досліджень, площа листової поверхні при обробці вегетуючих рослин регуляторами росту характеризується збільшенням показника по відношенню до варіанту, де препарати не застосовували (рис. 2).

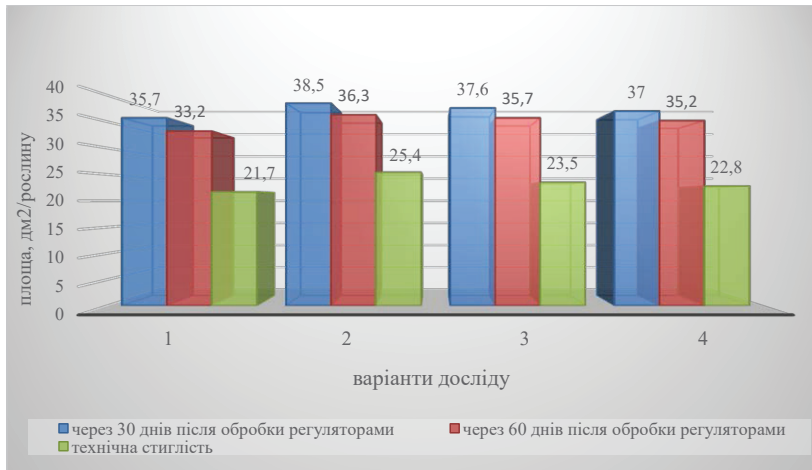


Рис. 2. Динаміка площі листової поверхні кормових буряків залежно від регуляторів росту рослин (середнє за 2020-2022 рр.)

Результати досліджень свідчать, що під час обліку через 30 днів після внесення регуляторів росту показник площі листової поверхні у контрольному варіанті становив 35,7 дм²/рослину.

Обприскування посівів кормових буряків регуляторами росту рослин сприяло збільшенню площі поверхні листків на рівні 1,3-2,8 дм²/рослину.

У варіанті з регулятором росту рослин Біолан зафіксовано найбільший показник площі листків – 38,5 дм²/рослину.

Під час обліку через 60 днів після обробки посівів регуляторами росту рослин у контрольному варіанті показник асиміляційної поверхні рослини відмічений на рівні 33,2 дм²/рослину, а при обробці рослин регуляторами росту він був в межах 35,2-36,3 дм²/рослину.

Як відомо, площа листової поверхні в другій половині вегетації поступово зменшується. Так, на кінець вегетації культури цей показник склав у варіанті без регуляторів росту 21,7 дм²/рослину, а у досліджуваних варіантах він коливався від 22,8 до 25,4 дм²/рослину.

Слід відзначити, що регулятор росту Біолан як протягом вегетації культури в цілому, так і в періоди проведення обліків зокрема забезпечував формування кращого показника площі листової поверхні в порівнянні як до контролю, так і до варіантів з іншими регуляторами росту.

Важливим показником продуктивності кормових буряків є густота рослин. Забезпечення оптимальної густоти рослин з рівномірним розміщенням у рядку дає можливість отримати високу врожайність коренеплідів. Недотримання густоти рослин у виробничих умовах часто є причиною недобору врожаю. Регулятори

росту опосередковано можуть впливати на збереженість рослин протягом вегетації культури.

Нашими дослідженнями було встановлено, що густина рослин у варіанті без внесення регуляторів росту станом на період збирання становила 87,2 тис.шт./га, тоді як у варіантах із застосуванням регуляторів росту по вегетуючих рослинах – коливалася в межах 89,4-91,8 тис.шт./га. Кращу збереженість рослин отримали при внесенні регулятора росту Біолан – 91,8 тис.шт./га (табл. 1).

Високу врожайність коренеплодів з відповідними показниками якості можна отримати створюючи оптимальні умови для росту і розвитку рослин кормових буряків.

У збільшенні продуктивності сільськогосподарських культур серед агротехнічних заходів технології вирощування не останню роль відіграють регулятори росту рослин. Згідно даних, наведених в таблиці 1, у варіантах з обробкою рослин регуляторами росту урожайність коренеплодів була більшою відносно контролю.

Урожайність коренеплодів кормових буряків у контрольному варіанті склала 54,2 т/га, а у досліджуваних варіантах – 57,7-59,3 т/га. Рівень врожайності регламентувався дещо погодними умовами років досліджень, а саме високим температурним режимом і недостатньою кількістю опадів.

Таблиця 1

**Густина рослин та урожайність кормових буряків
залежно від регуляторів росту рослин (середнє за 2020-2022 рр.)**

Варіанти	Густина рослин		Урожайність	
	тис.шт./га	прибавка до контролю, тис.шт./га	т/га	прибавка до контролю, т/га
1. Контроль (без регуляторів росту)	87,2	-	54,2	-
2. Біолан – 30 мл/га	91,8	4,6	59,3	5,1
3. Регоплант – 20 мл/га	90,6	3,4	58,2	4,0
4. Стимпо – 20 мл/га	89,4	2,2	57,7	3,5
НІР ₀₅	-	-	-	3,6

За наведеними результатами, достовірна прибавка врожайності коренеплодів відносно контролю була у варіантах з обприскуванням посівів регуляторами росту Біолан – 5,1 т/га та Регоплант – 4,0 т/га. У варіанті із застосуванням регулятора Стимпо зафіксована тенденція до неістотного збільшення показника.

Вміст сухої речовини є важливим показником продуктивності кормових буряків: чим більше розвинена вегетативна маса культури, тим менша кількість сухої речовини в коренеплоді.

Під час обліку встановлено, що вміст сухої речовини у контрольному варіанті склав 11,6 %. Внесення регуляторів росту сприяло збільшенню показника на 0,6-1,4 % (табл. 2).

Суттєву прибавку вмісту сухої речовини отримали лише у варіанті із використанням регулятора росту Біолан – 1,4 %. Регулятори росту рослин Стимпо та Регоплант забезпечили формування дещо меншого вмісту сухої речовини, ніж із регулятором Біолан, але більшим, ніж у контрольному варіанті (12,2-12,6 %).

Таблиця 2

**Вміст та збір сухої речовини кормових буряків
залежно від регуляторів росту (середнє 2020-2022 рр.)**

Варіанти	Вміст сухої речовини		Збір сухої речовини	
	%	прибавка до контролю, %	т/га	прибавка до контролю, т/га
1. Контроль (без регуляторів росту)	11,6	-	6,29	-
2. Біолан – 30 мл/га	13,0	1,4	7,71	1,42
3. Регоплант- 20 мл/га	12,6	1,0	7,33	1,04
4. Стимпо – 20 мл/га	12,2	0,6	7,04	0,75
НІР ₀₅		1,2		1,05

Показник збору сухої речовини кормових буряків розрахований на основі показників урожайності та вмісту сухої речовини в коренеплодах.

Середні показники збору сухої речовини у варіанті без застосування регуляторів росту на посівах кормових буряків склали 6,29 т/га, а у досліджуваних варіантах показник коливалися від 7,04 до 7,71 т/га, що на 0,75-1,42 т/га було більше показника контрольного варіанту.

Достовірну прибавку збору сухої речовини отримали при обприскуванні посівів культури регулятором росту Біолан – 1,4 т/га.

Висновки:

- регулятор росту Біолан в нормі 30 мл/га забезпечив найбільшу кількість листків у кормових буряків, що відповідало на період обліків 10 липня – 23,1 шт./рослину; 25 липня – 28,3; 10 серпня – 31,4; 25 серпня – 26,4 шт./рослину;

- найбільшу площу листової поверхні кормових буряків протягом активної вегетації забезпечив варіант із застосуванням регулятора росту рослин Біолан, яка складала через 30 днів після обприскування посівів – 38,5 дм²/рослину, через 60 днів – 36,3 дм²/рослину, в період технічної стиглості – 25,4 дм²/рослину;

- при обприскуванні посівів кормових буряків регулятором росту Біолан відмічена краща збереженість рослин протягом періоду вегетації культури і на період збирання густина рослин була 91,8 тис.шт./га;

- обробка посівів кормових буряків регулятором росту Біолан забезпечила суттєву прибавку урожайності коренеплодів відносно контролю, яка складала 5,1 т/га (при НІР₀₅=3,6 т/га);

- суттєву прибавку вмісту сухої речовини отримали у варіанті із використанням регулятора росту Біолан – 1,4 %;

- найбільший показник збору сухої речовини отримали при обприскуванні посівів кормових буряків регулятором росту Біолан, який становив 7,71 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Культура буряк кормовий (особливості вирощування та зберігання. URL: <https://agrarii-gazom.com.ua/culture/buryak-kormoviy> (дата звернення: 22.06.2024)

2. Вирощування кормових буряків. URL: <https://sadyba.com/viroshhuvannja-kormovih-burjakiv> (дата звернення: 22.06.2024)

3. Регулятор росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002. №5. С. 64.

4. Ходоніцька О.О., Кур'ята В.Г. Продуктивність льону-кучерявцю на дію сумішки регуляторів росту. *Вчені записки Таврійського національного універ-*

ситету ім. В.І. Вернадського. Серія «Біологія, Хімія». 2013. Т. 26 (65). № 3. С. 203–210.

5. Притуляк Р. М. Фотосинтетична продуктивність посівів озимого тритикале за дії гербіцидів Прімі і Пуми супер, внесених роздільно і в бакових сумішах з регулятором росту рослин Біоланом. *Науково-теоретичний фаховий журнал "Вісник аграрної науки Причорномор'я"*. Миколаїв, 2008. Вип. 3 (46). С. 185–192.

6. Іщенко В. А. Вплив застосування регуляторів росту на урожайність та формування елементів продуктивності рослин ячменю ярого в умовах степової зони України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 81–85.

7. Коноваленко Л.І., Моргунов В.В., Петренко К.В. Ефективність різних регуляторів росту рослин та біопрепаратів в умовах Степу. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 2. С. 51–56.

8. Горобець М. В., Писаренко П. В., Чайка Т. О., Міщенко О. В., Крикунова В. Ю. Вплив регуляторів росту рослин на онтогенез сортів ячменю ярого. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 106–115.

9. Сендецький В.М. Вплив регуляторів росту на врожайність соняшнику за вирощування в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агрономія*. 2017. № 269. С. 53–61.

10. Кулик Г. А., Резніченко В. П., Трикіна Н. М., Малаховська В. О. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні цукрових буряків у Центральній Україні. *Вісник ПДАА*. 2020. № 2. С. 43–49.

11. Анішин, Л. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002, № 5. С. 64–65.

12. Олексій Л.М. Регулятори росту в інтенсивній технології вирощування цукрових буряків. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 306–309.

13. Олексій Л.М. Ефективність обробки насіння цукрових буряків ріст регулюючими препаратами. *Цукрові буряки*. 2013. № 1 (91). С. 19–21.

14. Кулик Г. А., Трикіна Н. М., Малаховська В. О. Формування продуктивності цукрових буряків при застосуванні регулятора росту Біолан в Центральній Україні. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 55–61.

15. Овчарук О.В., Овчарук В.І., Овчарук О.В., Хоміна В.Я., Мостіпан М.І., Кулик Г.А. Методи аналізу в агрономії та агроекології: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ТНЕУ, ПДАТУ, ЦНТУ, 2019. 361 с.

16. Роїк М. В., Н. Г. Гізбуллін, Сінченко В. М., Присяжнюк О. І. та ін. Методи проведення досліджень у буряківництві. К.: ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 374с.

17. Мотрук І. Н. Кормові буряки: біологія, технологія. К.: Урожай, 2001. 232 с.

УДК 004.8: 633

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.16>

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І ЙОГО МОЖЛИВОСТІ В АГРОНОМІЇ

Лиховид П.В. – д.с.-г.н.,

с.н.с. відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроєкосистем,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Біднина І.О. – к.с.-г.н., с.н.с.,

начальник відділу зведеного планування науково-організаційного управління
апарату президії,

Національна академія аграрних наук України,

старший науковий співробітник відділу аспірантури і докторантури,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

Штучний інтелект – це галузь сучасної науки і техніки, яка спрямована на вирішення завдання заміни розумової та фізичної праці людини автоматизованими обчислювальними системами, що імітують людиноподібне прийняття рішень. Серед численних галузей його впровадження, штучний інтелект набуває все більшої популярності в галузі аграрних наук. У даному огляді представлено аналіз впровадження штучного інтелекту в сучасних системах землеробства та рослинництва, а також розглянуто користь даної технології для науково-освітньої діяльності. Основну увагу приділено актуальним застосуванням різноманітних алгоритмів і технік глибокого машинного навчання, які ефективно задіяні у сфері сучасної аграрної науки та практики. Огляд дає уявлення про розвиток та перспективи штучного інтелекту в сільському господарстві, а також про основні виклики та обмеження його широкого впровадження та поширення. Особливу увагу приділено типам алгоритмів штучного інтелекту, методам і способам, які використовуються для вирішення різних агрономічних задач, наприклад, боротьби зі шкідниками та бур'янами, управління ґрунтовими та водними ресурсами, контролю стану навколишнього середовища, прогнозування та моделювання врожаю, оцінка якості рослинницької продукції, логістика харчового ланцюга, тощо. Встановлено, що максимально корисними та широко впровадженими у науку та практику агрономії є системи штучного інтелекту, що базуються на штучних нейронних мережах і системах нечіткої логіки. Крім того, проаналізовано проблеми розробки та впровадження штучного інтелекту в агропромисловому комплексі України, а також необхідність створення інноваційних освітніх програм та тренінгів для спеціалістів та науковців аграрного профілю для забезпечення їх достатньої обізнаності у цій сфері для ефективної роботи з існуючими системами штучного інтелекту та розробки нових, враховуючи попит на швидкий розвиток цифровізації та індустріалізації сільського господарства в Україні та світі.

Ключові слова: землеробство, штучні нейронні мережі, рослинництво, глибоке навчання, машинне навчання, точне землеробство.

Lykhovyd P.V., Bidnyina I.O. Artificial intelligence and its capabilities in agronomy

Artificial intelligence is a branch of modern science and technology that aims to solve the tasks of replacing human mental and physical labour with automated computing systems that mimic human-like decision making. Among the numerous branches of its implementation, artificial intelligence is growing more and more popular in the field of agricultural sciences. This review provides an analysis of the implementation of artificial intelligence in current agricultural and crop production systems, as well as its benefits for educational and scientific activity. The main focus is given to relevant applications of various algorithms and techniques of deep machine learning which are efficiently involved in the sphere of modern agricultural science and practice. The review provides an insight on the development and prospects of artificial intelligence in agriculture, as well as main challenges and limitations in its wide implementation and spreading.

Special attention has been paid to the types of artificial intelligence algorithms, methods and techniques, which are used to solve different agronomical tasks, for example, pest and weed management, soil and water resources management, environmental control, crop production predictions and modelling, plant product quality evaluation, food chain logistics, etc. It was established that the greatest benefits and the widest implementation in agronomical science and practice are attributed to artificial intelligence systems, based on artificial neural networks and fuzzy logics. Furthermore, the problems of artificial intelligence development and introduction into the Ukrainian agro-industrial complex were analysed, as well as the need for the creation of innovative educational programmes and trainings for agricultural specialists and scientists to ensure that they have a sufficient amount of relevant knowledge to efficiently work with existing artificial intelligence systems and design new ones, considering the demand for the rapid development of agricultural digitalisation and industrialisation both in Ukraine and globally.

Key words: agriculture, artificial neural network, crop production, deep learning, machine learning, precision agriculture.

Постановка проблеми. Штучний інтелект (ШІ) є одним із останніх здобутків інформаційних технологій (ІТ). У загальному розумінні – це галузь кібернетики та інформатики, яка займається розробкою, тестуванням і впровадженням машин, роботів і програмного забезпечення, які імітують розв’язання завдань, поставлених перед ними, за алгоритмами, що схожі до тих, які використовують тварини та люди. Основними галузями застосування ШІ у сучасному інформаційному просторі є різноманітні пошукові системи, системи відстеження активності та реєстрації даних, дорадницькі та консультаційні системи, системи підтримки прийняття управлінських рішень (СППУР), системи розпізнавання та генерації об’єктів (текст, зображення, відео, звукові ефекти), системи моніторингу довкілля, автоматизовані системи керування машинами та обладнанням, операційні системи електронних обчислювальних пристроїв різного порядку. Перше визначення ШІ дав Тюрінг у 1950 році: «це така програма, яка у мінливому світі буде вирішувати задачі не гірше за людину» [32]. Починаючи з 1956 р., штучний інтелект виокремився як самостійна дисципліна у ряді передових іноземних ЗВО, яка є тісно пов’язаною із кібернетикою та інформатикою [15]. А у 1965 році Герберт Сімон, Нобелівський лауреат з економіки, зазначав, що машини будуть уміти виконувати усі види робіт, які зараз виконує людина [21].

Сфера застосування ШІ є дуже широкою і охоплює практично всі галузі антропогенної діяльності. Галузева приналежність багато в чому визначається видом технології ШІ, які наразі можна розподілити на такі основні напрями як машинне навчання, глибоке навчання, мовні процесори, системи комп’ютерного зору, робототехніка та когнітивні комп’ютери [17]. Окремі компоненти та системи ШІ впроваджуються у галузі сільського господарства, де їх основне завдання полягає у поліпшенні організаційно-економічної ефективності виробництва продукції [8]. Втім, на сьогоднішній день проблематика впровадження здобутків і можливостей ШІ є недостатньо вивченою, а тому потребує ретельного розгляду, оскільки застосування штучного інтелекту в агропромисловий комплекс (АПК) має свою специфіку та особливості, що пов’язано з тісною багаторівневою та мультимодальною взаємодією агросистем із численною кількістю факторів довкілля та його біологічними об’єктами. Усе це зумовлює необхідність розробки комплексного підходу та ретельної валідації моделей і алгоритмів, покладених в основу ШІ для аграрних потреб..

Постановка завдання. Завданням даного дослідження було оглянути та проаналізувати сучасні тенденції до залучення систем ШІ в аграрну науку та практику в світовому масштабі та в Україні, визначити пріоритетні напрямки розвитку

технології та основні виклики, та проблемні питання, пов'язані з її розвитком та широким впровадженням у науково-освітню та агровиробничу діяльність.

Виклад основного матеріалу дослідження. Найбільш широко ІІІ сьогодні використовують у системах точного землеробства [26], де він виконує завдання аналітичної обробки масиву даних, що надходять із сенсорів і датчиків, а також даних супутникового моніторингу, з наступним прийняттям оптимальних управлінських агротехнологічних рішень із питань зрошення, захисту рослин, удобрення, оптимальних строків збирання врожаю, тощо [29, 34]. Окремі дослідники вважають, що точне землеробство неможливе без впровадження у аграрний сектор систем і методів ІІІ [6]. Втім, донині не існує єдиної думки щодо оптимальних методологічних принципів і алгоритмів, які забезпечать максимальну ефективність у вирішенні завдань, що виникають у системах точного землеробства. Доведено, що один і той самий алгоритм може бути високоефективним в одних, і абсолютно неефективним в інших агровиробничих умовах [25].

Основними розробниками ІІІ для сільського господарства є країни Євросоюзу, США та Китай. Деталізований огляд результатів досліджень і практичного впровадження здобутків сучасної кібернетики та ІТ в сфері сільськогосподарського виробництва [1], дозволяє виділити наступні напрями залучення систем ІІІ в рослинництво та землеробство:

- контроль та управління агротехнологіями;
- інтелектуальні системи захисту сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб і бур'янів;
- управління процесами збирання, зберігання, транспортування та переробки продукції рослинництва;
- управління якістю сільськогосподарської продукції [20];
- інтелектуальне управління зрошенням, дренажем, та меліоративними заходами;
- прогнозування та програмування врожайності сільськогосподарських культур, метеорологічних умов, економічної складової виробництва продукції рослинництва;
- роботизація та автоматизація.

В Україні проблематиці розробки та впровадження систем штучного інтелекту в аграрне виробництво присвячено наукові праці Височука, Міхеева, Бояркіної (розробки вітчизняних СППУР, автоматизації розрахунку технологічних карт вирощування сільськогосподарських культур), Лисенка (системи автоматизованого контролю за показниками якості молока), Кравченка (системи автоматизованого контролю за якістю виконання технологічних операцій), Білоцерківця (системи інтелектуального управління сільськогосподарськими машинами). Одним із широко вживаних і перспективних напрямів використання ІІІ в галузі рослинництва є роботизація агротехнологічних процесів і операцій, що дозволяє істотно знизити витрати праці, поліпшити якість виконання агротехнічних операцій та загальний організаційно-економічний рівень виробництва продукції рослинництва [35-37]. Лебідь та ін. (2023) у своїй аналітичній праці окреслили такі перспективні напрями впровадження ІІІ в АПК України [38]:

- ідентифікація рослин, пошкоджених шкідниками та хворобами;
- ідентифікація бур'янів та визначення рівня забур'яненості посівів;
- інтелектуальні системи управління зрошенням та осушенням земель;
- моделювання та прогнозування агрометеорологічних показників і клімату;
- управління ґрунтами та матеріально-технічними ресурсами.

Перспективним і багатообіцяючим є впровадження гібридних систем автоматизації управління виробництвом та агрономічними ресурсами на основі технології IoT (internet of things, або інтернет речей), яка вже зараз дозволяє успішно вирішувати низку складних завдань класифікаційного аналізу та ідентифікації об'єктів і стану агрофітоценозів та виконувати прогнозування перебігу природних процесів у агросистемах.

Високі перспективи мають і експертні та дорадницькі системи, що базуються на ШІ. Принцип їх роботи, в основному, полягає у діалоговому «спілкуванні» оператора системи ШІ для постановки деталізованої наукової або практичної задачі. Система ШІ дає відповідь на поставлений запит, виходячи із алгоритмів деталізованого специфічного пошуку готових рішень, закладених розробником у систему, або наявних у загальному просторі інтернет, обираючи за рахунок математичних алгоритмів найбільш оптимальне рішення під конкретний запит оператора. Такі діалогові системи активно використовуються в усьому світі та довели свою високу функціональну ефективність та дорадчу доцільність.

Сучасна наукова школа розглядає можливості імплементації систем ШІ з точки зору менеджменту таких складових агросистем як ґрунт, культурні рослини, шкодочинні організми (шкідники, хвороби, бур'яни) [4]. Подібну ідею підтримав і інший автор [33]. При цьому для менеджменту ґрунтовим покривом в основному застосовують підходи штучних нейронних мереж та машинного навчання з нечіткою логікою; для управління та моделювання росту і розвитку культурних рослин – штучні нейронні мережі, емпіричні математичні симуляційні моделі та робототехніку; для управління фітосанітарним станом посівів – системи комп'ютерного зору, згорткові нейронні мережі, алгоритми машинного навчання. Дослідники виділяють такі виклики, що постають перед впровадженням ШІ в АПК як: проблеми оцінки точності та адекватності моделей ШІ; потреба у великому наборі вхідних даних для успішного навчання, тестування, валідації та реалізації моделей; проблеми з імплементацією через неоднорідність та нерівномірність в оснащеності необхідними технічними засобами з відповідною обчислювальною потужністю; висока вартість і неоднозначна гнучкість систем ШІ [4]. Додатковими проблемами впровадження ШІ в практику аграрного виробництва можуть бути проблеми забезпечення адекватного рівня механізації, розрив між теорією і практикою, а також проблеми захисту чутливих даних агропідприємств у хмарних сховищах і сервісах інтернету речей [33]. Також є побоювання щодо соціо-економічного впливу роботизації на сільське населення, оскільки вона може привести до стрімкого росту безробіття в сільській місцевості.

Щодо можливостей залучення систем ШІ у пост-продукційний процес, то наразі є розробки щодо застосування роботизованих ліній з пакування та сортування продукції, а також детекції та видалення домішок і засмічувачів [3, 11]. Усі вищезгадані системи працюють на основі штучних нейронних мереж і систем комп'ютерного зору. Цікавими є автоматизовані системи ШІ для ідентифікації забруднення обладнання на лініях для виготовлення харчових продуктів, та автоматизованого самоочищення [28].

Що стосується можливостей ШІ в ідентифікації та класифікації шкодочинних об'єктів на посівах сільськогосподарських культур, то тут він істотно поліпшує ефективність традиційного фітосанітарного моніторингу, скорочує трудові та матеріальні витрати на його проведення, а також забезпечує суттєве поліпшення коректності ідентифікації шкодочинних організмів та, відповідно, обрання максимально ефективних заходів щодо їх контролю. На сьогоднішній день до

проблеми автоматизованого фітосанітарного моніторингу залучають не тільки експертні системи, але й методи машинного навчання та розпізнавання об'єктів за графічними параметрами зображень поля або рослин. Найбільш широко використовуються методи машинного навчання та алгоритми штучних нейронних мереж (зокрема, згорткові нейронні мережі, метод опорних векторів, генеративні змагальні мережі), наприклад, такі як ResNet50, MobileNet, Inception V3, VGG16, Siamese Networks, EfficientNetV2L, DenseNet, YOLO v4, які у різних агроекологічних умовах для різних польових, овочевих і плодово-ягідних культур та порід дерев забезпечували точність і коректність ідентифікації та класифікації хвороб і шкідників на рівні 80,6-100,0% [12]. Так само, ШІ на основі нейронних мереж і алгоритмів машинного навчання здатен надати істотну допомогу в розпізнаванні між культурними рослинами та рослинами-засмітниками (рудеральна рослинність і бур'яни). Алгоритми розпізнавання зображень дозволяють чітко оцінити рівень забур'яненості посівів і видовий склад бур'янів, що в свою чергу дозволяє максимально точно підібрати гербіцид і визначити норму витрати препарату та строк виконання захисних заходів для максимальної ефективності контролю небажаної рослинності в посівах та мінімальної шкоди довкіллю та екологічній ситуації. Точність та коректність розпізнавання, залежно від умов виробничого середовища, складає 75-99%. В основному для даних цілей використовують згорткові нейронні мережі у комбінації із відповідними датчиками та сенсорами для комп'ютерного зору [7]. Особливу зацікавленість викликають системи раннього прогнозування розвитку шкідників і хвороб. Подібна система ШІ була розроблена для винограду, та включає в себе такі компоненти як температурні сенсори, датчики вологості листкової поверхні, а також рівня вологості повітря у винограднику. Результати, зафіксовані датчиками, надсилаються на сервер, де потім обробляються за алгоритмом Маркова (різновид машинного навчання) та надається вихідний результат прогнозу розвитку хвороб [19]. Таким чином, алгоритми глибокого навчання та штучні нейронні мережі, як компоненти ШІ, є одними з найперспективніших методів поліпшення ефективності фітосанітарного моніторингу посівів сільськогосподарських культур і забезпечення раціонального екологічно безпечного контролю чисельності шкочинних організмів у агрофітоценозах.

Цікавим напрямком використання штучних нейронних мереж є побудова на їх основі експертних систем, які здатні не тільки пропонувати максимально раціональне рішення, виходячи із вхідних параметрів, але й прогнозувати розвиток перебігу процесів у агроєкосистемах за різних сценаріїв агротехнології та зовнішніх факторів (клімат, ґрунт, тощо). Експертні системи покликані спростити аналіз масиву даних, які впливають на управлінське рішення, пришвидшити та зробити процес прийняття відповідного агротехнологічного рішення більш об'єктивним і науково обґрунтованим, враховуючи максимальну кількість вхідних параметрів і показників, які можуть вплинути на подальший розвиток ситуації в агрофітоценозі, а також враховуючи вже існуючий історичний «досвід» щодо оптимальних дій у схожих агровиробничих кейсах. Однією з переваг експертних систем, особливо таких, що пропонують прийняття управлінського рішення на основі об'єктивних даних вимірювань і спостережень, виконаних за допомогою системи розташованих у польових умовах датчиків і сенсорів, є максимальна об'єктивність інформації щодо стану поля в цілому та культурних рослин на ньому зокрема, оскільки інколи оцінка фахівця-агронома може бути помилковою або упередженою [6].

Однією з перших симуляційних експертних систем була GOSSYM, розроблена для моделювання та прогнозування виробництва бавовнику в залежності від параметрів агротехнології, а саме удобрення, зрошення, засобів контролю бур'янів, а також урахування кліматичних параметрів зони вирощування [13]. Починаючи з середини 80-х років минулого століття, розвиток експертних систем на основі ШІ набирає обертів. Наприклад, існує модель прогнозування продуктивності сільськогосподарських культур на основі алгоритму штучної нейронної мережі зі зворотнім поширенням похибки залежно від параметрів відносної вологості повітря, температури повітря, хмарності, кількості опадів та напрямку вітра [24]. Існують як комплексні, так і вузькоспеціалізовані експертні системи. Прикладом останньої є COMAX (COtton Management eXpert), розроблена для поліпшення виробництва бавовнику [10]. COTFLEX – ще одна експертна система на основі алгоритмів ШІ для підтримки прийняття управлінських рішень під час виробництва бавовнику в штаті Техас, США [27]. Експертні системи моделювання перебігу процесів в агрофітоценозах сої SOYGRO та PRITHVI розроблено із застосуванням математичних алгоритмів нечіткої логіки [2, 22]. Експертна система POMME допомагає фермерам визначати оптимальні терміни хімічного захисту насаджень яблуні від шкідників і хвороб [23]. Експертна система PEST дозволяє поліпшити процес ідентифікації шкідників сільськогосподарських культур та оптимізувати систему інтегрованого захисту рослин [18]. Експертна система CoGas має на меті поліпшити процес ідентифікації збудників хвороб [14].

Надзвичайно корисними в практиці зрошувального землеробства є моделі, базовані на штучних нейронних мережах, які забезпечують високоточне прогнозування необхідних рівнів поливу залежно від метеорологічних параметрів і властивостей ґрунтового покриву за алгоритмами градієнтного спуску та спряженого градієнта у рамках багатопарової штучної нейронної мережі [5]. Дані моделі успішно реалізовано на двигуні MATLAB та апробовано на практиці в системах точного краплинного зрошення. Інтелектуальні системи зрошення здатні самостійно регулювати рівень та параметри подачі поливної води на поле в залежності від метеорологічних умов, властивостей ґрунту, особливостей культури, її фенологічної фази, тощо [31].

Системи ШІ на базі нечіткої логіки було розроблено для встановлення оптимального удобрення сільськогосподарських культур за параметрами ґрунту та стану рослин у польових умовах [30]. Системи ШІ на базі нечіткої логіки є популярним рішенням для розв'язання задач встановлення якості рослинницької продукції, управління її зберіганням і прогнозування перебігу процесів у агроєкосистемах [7].

Дослідження із використання робототехніки відкривають перспективи застосуванню «розумних» сільськогосподарських машин для автоматизованого та високоточного обприскування, сівби насіння, зрошення та основного обробітку ґрунту [9]. Враховуючи високі витрати праці на більшості польових сільськогосподарських робіт і необхідність автоматизації процесів виробництва продукції рослинництва, системи ШІ є надзвичайно важливими для сучасного АПК [6].

На сьогоднішній день, ШІ в сільському господарстві є новим і високоперспективним напрямком, який викликає високий науковий інтерес. Свідченням цьому є дослідження публікаційної активності з питань ШІ в агросекторі, яке показало, що тільки в останні роки (2021-2022) в рейтингових журналах, індексованих наукометричними базами Scopus та/або Web of Science, було опубліковано 176 статей щодо ШІ, як теоретичного плану (43%), так і практичного та емпіричного

плану (57%). Цікаво, що в трійці найвпливовіших у публікаційній активності країн з питань ШІ в сільському господарстві не має США та Китаю – перше місце посідають Нідерланди, друге – Індія, третє – Греція. Не дивлячись на цей факт, основними постачальниками технологій і програмного забезпечення щодо ШІ є саме країни Євросоюзу, США та Китай. Найбільш широко в останні 3-4 роки вивчалися можливості практичного впровадження та виконувалися теоретичні розробки у напрямку використання ШІ для управління агротехнологіями, прогнозування врожайності сільськогосподарських культур, класифікації посівів культурних рослин, управління чисельністю шкідників, хвороб і бур'янів, управління якістю ґрунтів, удобренням і зрошенням [16]. Окремі автори додали до цих напрямків такі як управління процесами формування якості та зберігання продукції, прогнозування метеорологічних умов, управління «розумним» виконанням технологічних операцій у полі, пов'язаних із доглядом та збиранням і транспортуванням врожаю (автоматизовані драйвери тракторів і комбайнів, датчики врахування та коригування параметрів агротехнічних операцій), логістичний менеджмент [6]. Топ-3 найбільш популярних і перспективних видів ШІ в сільському господарстві є глибоке машинне навчання, інтернет речей і згорткові штучні нейронні мережі [16]. В цілому, раціональне комплексне залучення систем ШІ в агросферу створює передумови оптимізації використання природних і агровиробничих ресурсів, поліпшує умови та ефективність праці, якість продукції та продуктивність агроєкосистем, забезпечує сталий розвиток АПК за умов його максимально можливої економічної ефективності [6].

Наостанок варто згадати і про перспективи застосування систем ШІ науково-освітнього призначення для поліпшення якості аграрної освіти у відповідних профільних закладах вищої освіти (ЗВО) та науково-дослідних установах (НДУ). Викладання із залученням сучасних освітніх онлайн-платформ зазвичай підвищує зацікавленість і зануреність здобувачів освіти у навчальний процес. Важливо, щоб поряд із класичними дисциплінами майбутні фахівці з агрономії одержували знання з сучасних ІТ та ШІ [6].

На жаль, на сьогоднішній день рівень вітчизняних розробок і ступінь впровадження ШІ у агровиробничу практику в Україні є недостатніми. Найбільш перспективними та легко адаптованими технологіями штучного інтелекту є системи підтримки прийняття управлінських рішень, особливо ті, які реалізовані за функціональним алгоритмом чат-боту (тобто «питання – відповідь»). Одним із найбільш сучасних і широкодоступних чат-ботів є система штучного інтелекту *agri1*. Враховуючи повну відсутність наукових досліджень щодо ефективності застосування *agri1* у розв'язанні науково-теоретичних і прикладних задач, які виникають у сфері сільського господарства України, доцільним було дослідити реальні можливості системи для надання фактичного результату її застосування у форматі чат-боту під час розв'язання різних задач у галузях ґрунтознавства, технологій вирощування сільськогосподарських культур і сільськогосподарських меліорацій. У результаті вивчення можливостей системи штучного інтелекту *agri1* виявлено, що відсоток коректних відповідей становив 81,67, 83,33 та 88,33% для запитань із ґрунтознавства, агротехніки та сільськогосподарських меліорацій відповідно. Вищу точність та якість відповідей отримано із практичних запитань, водночас на теоретичні запити система *agri1* давала менш коректні та якісні відповіді (86,67% проти 82,22% відповідно для практичних і теоретичних запитів). Окрім того, істотно більшу кількість додаткових запитів поставлено у ході виконання системою *agri1* завдань, нетипових для міжнародної

агрономічної науки та практики. Загальний вихід коректних відповідей становив 84,44%, що є достатнім показником для рекомендації застосування agril з науково-практичною метою. Постановка необмеженої кількості додаткових запитів і внутрішнє самонавчання системи дає змогу припустити, що за певних обставин можна досягти 95% і навіть вищої точності та коректності відповідей. В цілому, система III agril є високоякісним і надійним інструментом для отримання науково-теоретичної довідкової експертної інформації та практичних порад із питань ґрунтознавства, технологій вирощування культурних рослин та сільськогосподарських меліорацій, яка може бути використана як додаткове джерело інформації у науково-дослідних і виробничих цілях. Логічно постає питання адаптації подібних систем III українською мовою та для вітчизняного споживача з урахуванням специфіки агровиробничих умов України, а також розробки власних подібних експертних систем [39].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Результати досліджень засвідчили про дуже широкі можливості та перспективи залучення технологій III в аграрну науку і практику. Особливо потрібними та актуальними є розробки у сфері моделювання та програмування продуктивності агрофітоценозів, прогнозу метеорологічних умов та агроеліоративного стану ґрунту, системи автоматизованої ідентифікації шкочочинних організмів та інтелектуального використання засобів захисту рослин, високоточного автоматизованого виконання агротехнічних операцій, регулювання параметрів зберігання та транспортування продукції рослинництва. Рівень розвитку і впровадження технологій III в АПК України є недостатнім, особливо відчутним є брак якісної освіти з цих питань у профільних ЗВО. Вирішенню проблеми сприятиме розширення програми навчальних дисциплін і практичних занять з IT та III, проведення тренінгів і семінарів для агровиробників з ефективного залучення сучасних IT в агровиробництво, а також розробка і впровадження власних інтелектуальних програмних продуктів, систем і техніко-технологічних платформ для забезпечення українського агровиробника вітчизняними конкурентними рішеннями в сфері IT та III в агрономії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bannerjee G., Sarkar U., Das S., Ghosh I. Artificial intelligence in agriculture: A literature survey. *International Journal of Scientific Research in Computer Science Applications and Management Studies*. 2018. Vol. 7. No. 3. P. 1-6.
2. Batchelor W. D., McClendon R. W., Adams D. B., Jones J. W. Evaluation of SMARTSOY: An expert simulation system for insect pest management. *Agricultural Systems*. 1989. Vol. 31. No. 1. P. 67-81.
3. Dewi T., Risma P., Oktarina Y. Fruit sorting robot based on color and size for an agricultural product packaging system. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*. 2020. Vol. 9. No. 4. P. 1438-1445.
4. Eli-Chukwu N. C. Applications of artificial intelligence in agriculture: A review. *Engineering, Technology & Applied Science Research*. 2019. Vol. 9. No. 4. P. 4377-4383.
5. Hinnell A. C., Lazarovitch N., Furman A., Poulton M., Warrick A. W. Neuro-Drip: estimation of subsurface wetting patterns for drip irrigation using neural networks. *Irrigation Science*. 2010. Vol. 28. P. 535-544.
6. Javaid M., Haleem A., Khan I. H., Suman R. Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture Sector. *Advanced Agrochem*. 2023. Vol. 2. No. 1. P. 15-30.
7. Jha K., Doshi A., Patel P., Shah M. A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*. 2019. Vol. 2. P. 1-12.

8. Jose A., Nandagopalan S., Akana C. M. V. S. Artificial intelligence techniques for agriculture revolution: a survey. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021. Vol. 2021. P. 2580-2597.
 9. Katariya S. S., Gundal S. S., Kanawade M. T., Mazhar K. Automation in agriculture. *International Journal of Recent Scientific Research*. 2015. Vol. 6. No. 6. P. 4453-4456.
 10. Lemmon H. COMAX: An expert system for cotton crop management. *Science*. 1986. Vol. 233. No. 4759. P. 29-33.
 11. Liu J. Packaging design based on deep learning and image enhancement. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2022. Vol. 2022. No. 1. P. 9125234.
 12. Lykhowydy P., Hranovska L., Bidnyna I., Marchenko T., Averchev O., Leliavska L., Khomenko T., Haydash O., Hetman M., Hnylytskyi Ye. A review on the use of artificial intelligence and deep learning algorithms in crops phytosanitary monitoring. *Modern Phytomorphology*. 2024. Vol. 18. P. 64-69.
 13. McKinion J. M., Lemmon H. E. Expert systems for agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 1985. Vol. 1. No. 1. P. 31-40.
 14. Mozny M., Krejci J., Kott I. CORAC, hops protection management systems. *Computers and Electronics in Agriculture*. 1993. Vol. 9. No. 2. P. 103-110.
 15. Norvig P., Russell S. *Artificial intelligence: a modern approach, Global Edition*. Pearson, Harlow, 2021. P. 1239-1269.
 16. Oliveira R. C. D., Silva R. D. D. S. E. Artificial intelligence in agriculture: benefits, challenges, and trends. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13. No. 13. P. 7405.
 17. Pantazi X. E., Moshou D., Bravo C. Active learning system for weed species recognition based on hyperspectral sensing. *Biosystems Engineering*. 2016. Vol. 146. P. 193-202.
 18. Pasqual G. M., Mansfield J. Development of a prototype expert system for identification and control of insect pests. *Computers and Electronics in Agriculture*. 1988. Vol. 2. No. 4. P. 263-276.
 19. Patil S. S., Thorat S. A. Early detection of grapes diseases using machine learning and IoT. *2016 second international conference on Cognitive Computing and Information Processing (CCIP)*. P. 1-5.
 20. Patricio D. I., Rieder R. Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018. Vol. 153. P. 69-81.
 21. Pournader M., Ghaderi H., Hassanzadegan A., Fahimnia B. Artificial intelligence applications in supply chain management. *International Journal of Production Economics*. 2021. Vol. 241. P. 108250.
 22. Prakash C., Rathor A. S., Thakur G. S. M. Fuzzy based agriculture expert system for soyabean. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*. 2013. Vol. 1. P. 1-13.
 23. Roach J., Virkar R., Drake C., Weaver M. An expert system for helping apple growers. *Computers and Electronics in Agriculture*. 1987. Vol. 2. No. 2. P. 97-108.
 24. Robinson C., Mort N. A neural network system for the protection of citrus crops from frost damage. *Computers and Electronics in Agriculture*. 1997. Vol. 16. No. 3. P. 177-187.
 25. Saleem M. H., Potgieter J., Arif K. M. Automation in agriculture by machine and deep learning techniques: A review of recent developments. *Precision Agriculture*. 2021. Vol. 22. P. 2053-2091.
 26. Shadrin D., Menshchikov A., Somov A., Bornemann G., Hauslage J., & Fedorov M. Enabling precision agriculture through embedded sensing with artificial intelligence. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. 2019. Vol. 69. No. 7. P. 4103-4113.
 27. Stone N. D., Toman T. W. A dynamically linked expert-database system for decision support in Texas cotton production. *Computers and Electronics in Agriculture*. 1989. Vol. 4. No. 2. P. 139-148.
-

28. Taneja A., Nair G., Joshi M., Sharma S., Sharma S., Jambrak A. R., Rosello-Soto, E., Phimolsiripol Y. (2023). Artificial intelligence: Implications for the agri-food sector. *Agronomy*. Vol. 13. No. 5. P. 1397.
 29. Toorajipour R., Sohrabpour V., Nazarpour A., Oghazi P., Fischl M. Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*. 2021. Vol. 122. P. 502-517.
 30. Tremblay N., Bouroubi M. Y., Panneton B., Guillaume S., Vigneault P., Bélec C. Development and validation of fuzzy logic inference to determine optimum rates of N for corn on the basis of field and crop features. *Precision Agriculture*. 2010. Vol. 11. P. 621-635.
 31. Wall R. W., King B. A. Incorporating plug and play technology into measurement and control systems for irrigation management. *2004 ASAE Annual Meeting*, 2004. P. 1.
 32. Warwick K. *Artificial intelligence: the basics*. Routledge, 2013.
 33. Zha J. Artificial intelligence in agriculture. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1693. No. 1. P. 012058.
 34. Zhang P., Guo Z., Ullah S., Melagraki G., Afantitis A., Lynch I. Nanotechnology and artificial intelligence to enable sustainable and precision agriculture. *Nature Plants*. 2021. Vol. 7. No. 7. P. 864-876.
 35. Вожегова Р. А., Балашова Г. С., Бояркіна Л. В. Електронно-довідкова база, як елемент інформаційного забезпечення технологічного процесу насінництва картоплі в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 22-26.
 36. Коковіхін С. В., Лисогоров К. С., Бояркіна Л. В. Актуальні напрями використання інформаційних технологій в сучасному зрошуваному землеробстві. *Зрошуване землеробство*. 2009. Вип. 51. С. 31-37.
 37. Кучмійова Т. С., Мороз Т. О., Шешунова А. В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. *Електронне наукове фахове видання з економічних наук «Modern Economics»*. 223. Вип. 39. С. 69-74.
 38. Лебідь О. В., Кіпоренко С. С., Вовк В. Ю. Використання технологій штучного інтелекту в сільському господарстві: європейський досвід та застосування в Україні. *Електронне моделювання*. 2023. Вип. 45. № 3. С. 57-71.
 39. Лиховид П., Вожегова Р., Грановська Л., Ушкаренко В. Штучний інтелект і можливості його застосування в сучасному сільському господарстві. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2023. Вип. 33. № 47. С. 68-77.
-

УДК 632.937.12:633.34

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.17>

ПРИЧИНИ ПОШИРЕННЯ І ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З ЧЕРТОПОЛОХІВКОЮ (*VANESSA CARDUI L.*) НА ПОСІВАХ СОЇ В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Логвиненко В.В. – аспірант кафедри захисту рослин,
Полтавський державний аграрний університет

Останні роки соя набула глобального поширення, збільшення посівів і обсягів виробництва як цінна продовольча й кормова культура. У світовому виробництві Україна входить до десятки найбільших виробників і посідає перше місце в Європі за площею посіву сої. Поточна ситуація в Україні призводить до подальшого зростання зацікавленості виробників до її вирощування за рахунок зернових. У 2023 році найбільше сої було зібрано в Полтавській, Хмельницькій і Сумській областях. В той же час, збільшенню врожайності культури заважають комахи-шкідники, до яких останні роки додалась чортополохівка (*Vanessa cardui L.*), яка здатна знищити до 50 % врожаю. До основних причин її поширення відносять кліматичні зміни, що обумовлені максимальною температурою повітря, великої кількості опадів весною та незначними влітку, достатньої кількості днів з максимальною температурою повітря вище +29–30 °С. Оскільки *Vanessa cardui L.* є метеликом-мігрантом, то його популяції коливаються з року в рік і їх негативний вплив є непередбачуваним через нерегулярні міграційні схеми. Поширення цих шкідників на посівах культурних рослин (в тому числі сої) пояснюють дефіцитом бажаних для його харчування рослин, що відносять до бур'янів і знищують пестицидами. Також негативний вплив хімічних засобів впливає на наявність природних комах-паразитів, що стримують розвиток *Vanessa cardui L.* Поширенню цього шкідника сприяє беззмінна виснажлива монокультура соняшнику, недотримання вимог сівозміни, погіршення фітосанітарного стану посівів сої через збільшення її площі і насичення сівозмін цією культурою з порушенням технології її вирощування. Для боротьби з *Vanessa cardui L.* наразі в традиційному землеробстві використовуються хімічні інсектициди, тоді як в органічному землеробстві можливе використання природних ворогів, таких як браконіди роду *Cotesia* (*C. vestalis*, *C. vanessae*) і *Dolichogenidea sicaria*. Успіх природного контролю *Vanessa cardui L.* її природними ворогами свідчать про важливу функцію біорізноманіття, яка за відсутності хімічних обробок посівів забезпечує ефективність природного біоконтролю шкідників.

Ключові слова: метелик-шкідник, гусениця, міграція, бур'яни, браконіди, органічне землеробство.

Lohvynenko V.V. The reasons of spreading and measures of fighting painted lady butterfly (*Vanessa cardui L.*) on soybean sown areas in Poltava region

Recently, soybean has become globally widespread, increased the sown areas and production as a valuable food and feed crop. In the world production, Ukraine is among ten of the largest manufacturers and takes the first place in Europe as to soybean areas. The current situation in Ukraine leads to further growth of interest among producers in its cultivation at the expense of grain crops. In 2023, the largest yields of soybean were harvested in Poltava, Khmelnytsky, and Sumy region. At the same time, insect pests prevent from the crop yield increase. Painted lady butterfly (thistle butterfly, *Vanessa cardui L.*) that can destroy up to 50 % of the yield, has become one such pests during the recent years. Climate changes stipulated by the maximum air temperature, large amount of precipitation in spring and insignificant amount in summer, sufficient number of days with the maximal air temperature higher than +29–30 °C are the main reasons of its spreading. As *Vanessa cardui L.* is a migrant butterfly, its populations vary from year to year and their negative effect is unpredictable because of irregular migration schemes. The spreading of these pests on the crops' sown areas (including soybean) is explained by the deficit of crops desirable for their feed such as weeds destroyed by pesticides. The negative impact of chemicals also affects the presence of natural insects-parasites that impede the development of *Vanessa cardui L.* The spreading of this pest is also favored by the permanent depleting sunflower mono-crop, the

violation of farming rotation requirements, deterioration of phyto-sanitary soybean sown areas' state because of increasing the areas under it, and the saturation of farming rotation with this crop violating the technology of its cultivation. At present, chemical insecticides are used in the traditional arable farming to fight *Vanessa cardui* L., while in organic farming the use of natural enemies such as the braconids of *Cotesia* (*C. vestalis*, *C. vanessae*) and *Dolichogenidea sicaria* genus is possible. The success of the natural control of *Vanessa cardui* L. with its natural enemies proves the important function of bio-diversity, which in case of the absence of the sown areas' chemical treatments provides the effectiveness of the pests' natural bio-control.

Key words: butterfly-pest, webworm, migration, weeds, braconids, organic farming.

Вступ. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) – популярна та високорентабельна сільськогосподарська культура, яка широко використовується в промисловості – від повсякденних продуктів харчування та здорових функціональних продуктів до косметики [1]. Соя займає важливе місце в структурі посівів, зерновому, кормовому та харчовому балансі. Вона є стратегічною культурою у вирішенні глобальної продовольчої проблеми в усьому світі, тому її вирощують на всіх континентах в основних сільськогосподарських районах [2]. В результаті очікується зростання світового виробництва сої у 2023–2024 роках майже на 5 % (до 397 млн т), ніж у попередньому періоді. При цьому світове споживання сої становить 382 млн т, що на 4,3 % більше за 2022–2023 роки [3].

Україна входить до десятки світових лідерів з вирощування сої з показником майже 403 млн т у 2023–2024 роках, маючи ключовим напрямком збуту країни ЄС [4] завдяки територіальній близькості та всупереч логістичним проблемам сьогодення [5]. Поточна ситуація в Україні призводить до подальшого зростання зацікавленості сільськогосподарських виробників до олійних культур, особливо сої, за рахунок зернових [6]. Так, у 2023 році посівні площі під соєю становили 1,805 млн га (збільшення на 20 % відносно 2022 року) з отриманням вищої врожайності (2,6 т/га) та рекордного врожаю у 4,7 млн т. Найбільше сої було зібрано в Полтавській, Хмельницькій і Сумській областях [7]. У поточному сезоні очікується зростання площі сої в Україні на 10–15 % [8] та країнах ЄС – на 10 % (до 5,6 млн га) завдяки певним чинникам – відносно високим цінам на сою, зростаючому попиту на рослинні протеїни, стимулами внутрішньої політики ЄС [9].

Одним із факторів, що обмежують потенційну продуктивність сої, є шкідники. Незважаючи на дослідження селекціонерів, які намагаються підвищити продуктивність сої, вони вразливі до комах-шкідників, таких як: бульбочкові довгоносики (*Sitona crinitus* Hrbst., *Sitona lineatus* L., інші), листогризучі совки (бавовникова (*Helicoverpa armigera* Hb.), совка-гамма (*Autographa gamma* L.)), павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch), бобові попелиці (*Acyrtosiphon pisum* Hart.), тютюновий трипс (*Thrips tabaci* Lindeman), клоп люцерновий (*Adelphocoris lineolatus* (Goeze)), чортополохівка або сонцевик будяковий (*Vanessa cardui* (Linnaeus)), акацієва вогнівка (*Etiella zinckenella* (Treitschke)), паросткова муха (*Delia platura* (Meigen)). Щороку через популяції фітофагів урожай сої знижується на 12–30 %, тоді як відсутність заходів захисту може збільшити ці втрати до 50 % [10].

Шкода, завдана комахами-шкідниками врожаю сої, змінюється залежно від року та місця, й існує тенденція до того, що загальна сума збитків різними комахами-шкідниками більша в теплих регіонах, передгірних районах і в теплі роки, ніж у холодних регіонах, у внутрішніх районах, рівнинах і в холодні роки відповідно [11].

З урахуванням достатнього зимуючого запасу, в 2024 році за сприятливих погодних-кліматичних умов (помірно вологої, теплої погоди в період вегетації) та

наявної квітучої рослинності в період харчування метеликів, у посівах сої очікується збільшення чисельності чортополохівки (*Vanessa cardui* L.). Також існує ймовірність зміни пріоритетів у живленні гусениць метелика, тому шкідливість *Vanessa cardui* L. можлива не лише на посівах сої, але й інших сільськогосподарських культурах [10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кліматичні зміни протягом останніх 10 років сприяли переміщенню кліматичних зон в Україні [12]. Проведені впродовж 31 року дослідження 23 видів метеликів засвідчили, що строк їх льоту став більш раннім у середньому на 24 дні як результат потепління клімату [13]. Вченими підтверджено, що метеофактори є першочерговими в оцінці зон шкідливості комах [14].

При цьому, запровадження монокультури, порушення сівозміни та ведення інтенсивного сільського господарства сприяє знищенню природних ворогів шкідників сільськогосподарських культур [15]. Отже, збільшення посівів сої за сприятливих погодних умов і порушення технологій вирощування сприяє поширенню такого шкідника, як *Vanessa cardui* L. в Полтавській області [16].

Постановка завдання. Мета роботи – дослідити причини поширення та методи боротьби з чортополохівкою (*Vanessa cardui* L.) на посівах сої в Полтавській області.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сонцевик будяковий або чортополохівка (*Vanessa cardui* L.) є метеликом-мігрантом з родини Nymphalidae (рис.), який відомий суттєвими періодичними спалахами своєї чисельності. Це найпоширеніший лускокрилий у всьому світі, за винятком Австралії й Арктики [17–20]. В Україні він набув поширення повсюдно, однак відноситься до номінативного підвиду. За характером живлення буває листогризучим (живиться листям) і підгризаючим (пошкоджує рослини в зоні кореневої шийки) [12]. *Vanessa cardui* L. – багатодітна комаха, яка харчується більше ніж 100 видами рослин [21, 22]. При харчуванні надає перевагу бур'янам (кропиві, осоту, чортополоху, будяку, татарнику), хоча в деяких умовах харчується культурами (соєю, соняшником, рициною, бавовником, коноплею, буряком, зернобобовими, овочевими, баштаними та іншими культурами) [23].

Vanessa cardui L. заселяє посіви сої, що першочергово були засмічені осотом, де спостерігався поодинокий літ метеликів другого покоління. Відроджені гусениці шкідника виявляли на 1–10 % обстежених площах у Івано-Франківській, Полтавській, Чернівецькій і Черкаській областях, де ними було пошкоджено 0,1–2 % рослин у чисельності 1–2 гусениці на рослину [10].

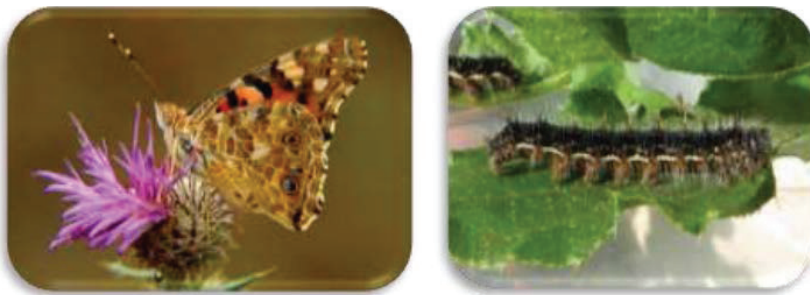


Рис. 1. Чортополохівка: імаго та гусениця

Інвазія *Vanessa cardui* L. в Полтавську область відбулася завдяки його поступовому просуванню з півдня на північ країни. У 2009 році під час досліджень чисельність метеликів на полях сої становила у полі зору до 20 м в межах 3–5 особин. На краях полів за наявності лісозахисних смуг їх кількість досягала 10 і більше особин. Кількість гусениць на цих ділянках становила 3–5 особин/м². Відмічалась достатньо висока швидкість руху метеликів. Максимальне заселення посівів сої шкідником відбувалося на красивих смугах полів за присутності поряд дерев і кущів [16].

Також спостерігалось подальше поширення та заселення *Vanessa cardui* L. нових територій України – Полісся, погодні умови якого є нетиповими для нього. Також цього шкідника на посівах сої та деяких бур'янах було виявлено у Вінницькій, Львівській, Рівненській, Тернопільській, Хмельницькій і Чернівецькій областях (40–68 % рослин). Максимальне заселення *Vanessa cardui* L. відмічалось у Рівненській області, де на окремих ділянках пошкоджувалось 45–80 % рослин за чисельності 9–16 особ./м². В інших областях заселення шкідником (перше покоління) у середньому становило до 30 % площ за чисельності 1–3 особ./м² і пошкоджені в середньому – 3,0–11,6 %. Інтенсивність льоту метелика висока та складала 15–26 особин за 10 хвилин у полі зору. Діяльність другого покоління шкідника мала відповідні наступні показники – 15,5 %, 2,0 особ./м², 2,8 % рослин. Інтенсивність льоту становила 8–10 особ./м² у полі зору за 10 хвилин. В Івано-Франківській області цей шкідник взагалі був уперше відмічений на посівах сої [24].

Доцільно відзначити, що масові розмноження та скупчення *Vanessa cardui* L. в Україні окремо не набуло широкого вивчення. Наразі існують різні припущення щодо основних причин їх масового розмноження. Глобальне потепління та зміни режиму опадів можуть сприяти великій популяції *Vanessa cardui* L., оскільки зміна клімату здатна вплинути на швидкість розвитку, фізіологію, поведінку, екологію та репродуктивний успіх метеликів [25, 26]. У дослідженні [27] продемонстровано, що цей шкідник залежить від змін клімату.

Тепла і суха погода під час відкладання яєць з великою кількістю весняних опадів, сприяє великій популяції деяких метеликів наступного року [28]. Популяція *Vanessa cardui* L. також коливалася з року в рік [29], причому покоління, отримані після багатьох років міграції комахи, зазвичай досягали достатньої чисельності, щоб завдати шкоди посівам [30–32]. Однак негативний вплив комахи на сільськогосподарські культури є непередбачуваним через її нерегулярні міграційні схеми [33]. У дослідженнях [34, 35] наведено гіпотезу, що міграція метеликів *Vanessa cardui* L. є принаймні частково адаптивною для зменшення нападу природних ворогів, особливо паразитоїдів.

Припускається, що велика популяція гусениць цього метелика, також може бути викликана дефіцитом бажаних для харчування рослин навколо ділянки з культурними рослинами, що змушувало личинок харчуватися ними [36, 37]. Згідно з літературою, їх улюбленими рослинами є: мальва звичайна, *Malva sylvestris* L. (Malvaceae); подорожник вузьколистий, *Plantago lanceolata* L. і подорожник звичайний, *Plantago major* L. (Plantaginaceae); осот канадський (*Cirsium arvense* (L.) Scop.); соняшники (*Helianthus* spp.); мальви (*Malva* spp.), кардуус (*Malvaceae*); і деякі види родини *Urticaceae* [17, 22, 37–43].

Деякі дослідники шукали причини масової появи *Vanessa cardui* L. в Україні. На їх думку, масова поява шкідника у 2009 році в Україні пов'язана з міграцією метеликів із південно-західного регіону (Італія, Румунія, Греція, Албанія, Туреччина) у північно-східному напрямку [2].

Наразі *Vanessa cardui* L. став одним із домінуючих видів шкідників у посівах сої в умовах Полтавської області [16]. Перші спалахи чисельності цього шкідника було зареєстровано в 2007 та 2009 роках, що стало результатом наявності комплексної дії сприятливих факторів (максимальної температури повітря, суми опадів, вологості повітря, кількості днів з максимальною температурою вище +29–30 °С). Значний вплив на його розповсюдження має також погіршення фітосанітарного стану посівів сої через збільшення її площ і насичення сівозмін цією культурою з порушенням технології її вирощування.

За даними дослідження [44] у 2019 році також було відмічено масове нашествя цього шкідника в Полтавській області, що викликало значні перестороги щодо можливих економічних втрат на посівах сої. Помітна хвиля міграції цих метеликів упродовж 2019 року спричинила шкоду і посівам конопель на рівні 45–55 %, а чисельність гусениць досягала до 30 екз./рослину в умовах Лівобережного Лісостепу, що відображено у дослідженні [45].

До причин нашествия *Vanessa cardui* L. є також багаторічна, беззмінна виснажлива монокультура соняшнику, недотримання вимог сівозміни та, головне, – знищення природних резерватів комах-паразитів, що стримують його розвиток. Оскільки знищивши гербіцидами бур'яни, аграрії власноруч створили сприятливі умови для селекції їх популяцій, які добре живляться молодими культурними рослинами [15].

За виявлення личинок *Vanessa cardui* L. за традиційної системи землеробства рекомендовано проводити крайові або суцільні обробітки інсектицидами [46]: АМПЛГО 150 ZC; БОКСЕР, КС; Наповал [47]. В той же час, у системі органічного землеробства, що передбачає заборону використання хімічних засобів [48], існує ефективний досвід 2019 року в Полтавській області щодо подолання нашествия цього шкідника на посівах сої за допомогою його природних ворогів – здебільшого їздців-браконід *Cotesia vestalis* (Haliday, 1834) [44].

У паразитоїдний комплекс *Vanessa cardui* L. входять як перетинчастокрилі (*Ichneumonidae*, *Braconidae*), так і двокрилі (*Tachinidae*). На дослідних полях виробника органічної продукції Агропромислової групи «Арніка» (Полтавська область) було досліджено вплив браконід (*Cotesia* aff. *vestalis* (Haliday, 1834) та *Dolichogenidea sicaria* (Marshall, 1885)) і мух-тахін (*Sturmia bella* (Meigen, 1824)) на *Vanessa cardui* L. на полях сої. В результаті, браконіди проявились як найефективніші агенти природного (без штучного внесення) біометоду в знищенні молодих гусениць цього шкідника, оскільки призвели до 100 % їх смертності [44].

У 2022 р. було продовжено дослідження можливостей природної регуляції чисельності *Vanessa cardui* L. на полях з органічної сої ентомофагами [49]. Як наслідок, виявлено два види природних ентомофагів з роду *Cotesia*, які дозволяють зменшувати чисельність чортополохівки: 1) *C. vestalis* – солітарний паразитоїд (викликає одиночне зараження); 2) *C. vanessae* – гregarний паразитоїд (викликає множинне зараження). У період досліджень визначено, що кількість браконід починає швидко наростати в липні, що сприяє перевищенню кількості гусениць *Vanessa cardui* L. на 59–330 %. Ця зміна співвідношення чисельності ілюструє ефективність природного контролю гусениць шкідника.

Виявлений приклад природної саморегуляції є показовим, особливо враховуючи масове застосування пестицидів фермерами регіону проти *Vanessa cardui* L., тоді як виробники органічної продукції покладаються на біологічні методи. Отриманий досвід – доказ ефективності природного біометоду у боротьбі зі шкідником, який допускає водночас розвивати органічне виробництво й економити на витратах на хімічні інсектициди, що негативно діють на довкілля [50].

Отже, використання біологічних препаратів позитивно впливає на корисну ентомо- й акарифауну, що допомагає у подальшому боротися зі шкідниками. Однак, відомий негативний вплив від використання хімічних пестицидів на стан біорізноманіття не забезпечує достатньої відмови аграріїв від їх використання, оскільки теперішні вигоди є пріоритетнішими, ніж збереження біорізноманіття [51].

Висновки та пропозиції. Проведені дослідження свідчать, що поява *Vanessa cardui* L. на посівах сої в Полтавській області обумовлена як об'єктивними (погодно-кліматичними умовами), так і суб'єктивними факторами (знищення бур'янів, збільшення посівів монокультур, порушення сівозміни, знищення природних ентомофагів). Таким чином, до дієвих заходів, що стримують розвиток популяції цього шкідника на посівах сої є сприяння розвитку браконідів *Cotesia* aff. *vestalis* і *Dolichogenidea sicaria*, які призводять до 100 % смертності молодих гусениць *Vanessa cardui* L.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Detection of soybean insect pest and a forecasting platform using deep learning with unmanned ground vehicles / Y.-H. Park et al. *Agronomy*. 2023. Vol.13 (2), 477. doi: 10.3390/agronomy13020477
2. Soybean insect pests: A review of Ukrainian and world data / N.V. Lutytska et al. *Ukrainian journal of ecology*. 2019. Vol. 9 (3). P. 208–213.
3. Світове виробництво сої сягне рекорду. URL: <https://agroportal.ua/news/mir/svitove-virobnictvo-soji-syagne-rekordu>.
4. Україна утримається у топ-10 світових виробників сої. URL: <https://agroportal.ua/news/rastenievodstvo/ukrajina-utrimuyetsya-u-top-10-svitovih-virobnikiv-soji>.
5. Чайка Т.О., Ляшенко В.В., Хоменко Б.С. Вплив інокуляції насіння на врожайність сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 180–187. doi: 10.32782/2226-0099.2023.133.24
6. Лиса А. Україна утримує позиції у топ-10 світових виробників сої. URL: <https://landlord.ua/news/ukraina-utrymuie-pozytsii-u-top-10-svitovykh-vyrobnikiv-soi>.
7. Соя: урожайність та скільки зібрано в Україні у 2023 р. по областях. URL: <https://superagronom.com/multimedia/infographics/87-soya-urojainist-skilki-skilki-zibrano-v-ukrayini-u-2023-r-po-oblastyah>.
8. Басанець О. У 2024 році площі під соєю зростуть на 10-15%. URL: <https://superagronom.com/news/18627-u-2024-rotsi-ploschi-pid-soyeu-zrostut-na-10-15>.
9. Рекордна площа сої очікується цього року в Європі. URL: <https://www.donausoja.org/uk/donau-soja-best-conditions-for-soybean-cultivation-in-europe-in-2024>.
10. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2024 році / В.М. Чайковський та ін. ; за ред. Челомбітка А.Ф. Київ : Управління фітосанітарної безпеки, 2024. 276 с.
11. Kobayashi T. Biology of insect pests of soybean and their control. URL: https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/jarq/06-4-212-218_0.pdf.
12. Білявський Ю.В. Стан і перспективи виробництва насіння сої в умовах змін клімату. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 2007. Вип. 12. С. 101–106.
13. Forister M.L., Shapiro A.M. Climatic trends and advancing spring flight of butterflies in lowland California. *Global Change Biology*. 2003. Vol. 9. P. 1130–1135. doi: 10.1046/j.1365-2486.2003.00643.x
14. Wang Z.-J., Li D.-M., Xie B.-Y. Shengtai xuebao. *Acta Ecologica Sinica*. 2003. Vol. 23 (12). P. 2642–2652.

15. Lutytska N.V., Biliavskiy N.V. Effectiveness of insecticides against painted lady (*Vanessa cardui* Linnaeus, 1758) on soybean crops. *Scientific research in XXI century: Proc. of the 6 th Intern. scien. and pract. conf.* Ottawa, 2020.
16. Білявський Ю.В. Сонцевик будяковий (*Vanessa cardui* L.) у соєвих агроценозах Полтавської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 3. С. 23–25.
17. Stefanescu C. Migration patterns and feeding resources of the painted lady butterfly, *Cynthia cardui* (L.) (Lepidoptera, Nymphalidae) in the northeast of the Iberian Peninsula. *Miscellanea Zoologica*. 1997. Vol. 20. P. 31–48.
18. Lamas G. Nymphalidae Nymphalinae. In G. Lamas [ed.], Checklist: Part 4A. Hesperioidea Papilionoidea. In J. B. Heppner [ed.], Atlas of Neotropical Lepidoptera. Vol. 5A. Association for Tropical Lepidoptera. Scientific Publishers, Gainesville. 2004. Vol. 474. P. 249–257.
19. Wahlberg N., Rubinoff D. Vagility across *Vanessa* (Lepidoptera: Nymphalidae): mobility in butterfly species does not inhibit the formation and persistence of isolated taxa. *Systematic Entomology*. 2011. Vol. 36. P. 362–370. doi: 10.1111/j.1365-3113.2010.00566.x
20. Mattu V.K., Devi R., Kumar P. Taxonomic studies on two species of Genus *Vanessa* (Lepidoptera: Nymphalidae: Nymphalinae) from Himachal Pradesh. *International Journal of Fauna and Biological Studies*. 2017. Vol. 4. P. 41–44. doi: 10.3958/059.045.0305
21. Graves S.D., Shapiro A.M. Exotics as host plants of the California butterfly fauna. *Biological Conservation*. 2003. Vol. 110. P. 413–433. doi: 10.1016/S0006-3207(02)00233-1
22. Talavera G., Villa R. Discovery of mass migration and breeding of the painted lady butterfly *Vanessa cardui* in the Sub-Sahara: the Europe-Africa migration revisited. *Biological Journal of the Linnean Society*. 2017. Vol. 120. P. 274–285. doi: 10.1111/bij.12873
23. Чухрай А.В., Мостов'як С.В. Лускокрилі шкідники сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 1. С. 62–68. doi: 10.31210/visnyk2022.01.07
24. Білявський Ю.В. Сонцевик будяковий (*Vanessa cardui* L.). *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2010. № 15. С. 68–72.
25. Dennis R.L.H. Butterflies and climatic change. Manchester : Manchester University Press, 1991.
26. Vickery M. Butterflies as indicators of climate change. *Science Progress*. 2008. Vol. 9. P. 193–201. doi: 10.3184/003685008X327927
27. Vandenbosch R. Fluctuations of *Vanessa cardui* butterfly abundance with El Niño and Pacific Decadal Oscillation climatic variables. *Global Change Biology*. 2003. Vol. 9. P. 785–790. doi: 10.1046/j.1365-2486.2003.00621.x
28. Crozier L. Winter warming facilitates range expansion: cold tolerance of the butterfly *Atalopedes campestris*. *Oecologia*. 2003. Vol. 135. P. 648–656. doi: 10.1007/s00442-003-1219-2
29. Stefanescu C., Askew R.R., Corbera J., Shaw M.R. Parasitism and migration in southern Palaearctic populations of the painted lady butterfly, *Vanessa cardui* (Lepidoptera: Nymphalidae). *European Journal of Entomology*. 2012. Vol. 109. P. 85–94. doi: 10.14411/eje.2012.011
30. Williams C.B. The migrations of the painted lady butterfly, *Vanessa cardui* (Nymphalidae), with special reference to North America. *Journal of the Lepidopterists' Society*. 1970. Vol. 1 (24). P. 157–175.
31. Stockdale H.J. Insect Information Letter no. 8. Iowa State Univ. Agric. Home Ec. Coop. Ext. Serv. IC-399. 1973. (8).
32. Kelly L., Debinski D.M. Effects of larval food-limitation on *Vanessa cardui* Linnaeus (Lepidoptera: Nymphalidae). *American Midland Naturalist*. 1999. Vol. 141. P. 315–322.

33. Story J.M., DeSmet-Moens H., Morrill W.L. Phytophagous insects associated with Canada thistle, *Cirsium arvense* (L.) Scop. in southern Montana. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 1985. Vol. 58. P. 472–478.
34. Owen D.F. Winter breeding by *Cynthia cardui* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Crete and Madeira, and the possible significance of parasitoids in initiating migration. *Entomologist's Gazette*. 1987. Vol. 38. P. 11–12.
35. Moroccan source areas of the painted lady butterfly *Vanessa cardui* (Nymphalidae: Nymphalinae) migrating into Europe in spring / C. Stefanescu et al. *Journal of the Lepidopterists' Society*. 2011. Vol. 65. P. 15–26. doi: 10.18473/lepi.v65i1.a2
36. First Record of Feeding by *Vanessa cardui* Caterpillars on Bean Plants and Their Parasitism by *Lespesia melalophae* / M. Fernanda-Ruiz-Cisneros et al. *Southwestern Entomologist*. 2020. Vol. 45 (3). P. 629–638. doi: 10.3958/059.045.0305
37. Byers J.R., Roth B.T., Thomson R.D., Topinka K. Contamination of mustard and canola seed by frass of painted lady caterpillars, *Vanessa cardui* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Canadian entomologist*. 1984. Vol. 116. P. 1431–1432.
38. Catalpol and methyl catalpol: naturally occurring glycosides in *Plantago* and *Buddleia* species / R.B. Duff et al. *Biochemical Journal*. 1965. Vol. 96. P. 1–5.
39. Poston F.L., Hammond R.B., Pedigo L.P. Growth and development of the painted lady on soybeans (Lepidoptera: Nymphalidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 1977. Vol. 50. P. 31–36.
40. Scott J.A. The butterflies of North America. Stanford : Stanford University Press, 1986.
41. Bowers M.D., Stamp N.E. Chemical variation within and between individuals of *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae). *Journal of Chemical Ecology*. 1992. Vol. 18. P. 985–995.
42. Bowers M.D., Collinge S.K., Gamble S.E., Schmitt J. Effects of genotype, habitat, and seasonal variation on iridoid glycoside content of *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae) and the implications for insect herbivores. *Oecologia*. 1992. Vol. 91. P. 201–207.
43. Bowers M.D. Effects of plant age, genotype, and herbivory on *Plantago* performance and chemistry. *Ecology*. 1993. Vol. 74. P. 1778–1791.
44. Досвід стримування чортополохівки (*Vanessa cardui*, Linnaeus, 1758) та бавовникової совки (*Helicoverpa armigera*, Hübner, 1808) у практиці органічного землеробства в Україні / О. В. Гумовський та ін. *Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин* : матеріали Міжнар. наук-практ. конф. факультету захисту рослин ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, м. Харків, 17–18 жовт. 2019 р. Харків : Друкарня Мадрид, 2019. С. 32–34.
45. Півторайко В.В., Кабанець В.В. Сонцевик будяковий (*Vanessa cardui* L.) небезпечний фітофаг конопель посівних в умовах північно-східного Лісостепу України. *Сучасний рух науки* : тези доп. X міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Дніпро, 2–3 квіт. 2020 р. Дніпро, 2020. Т.2. С. 224–229.
46. Паламарчук А.В., Стригун О.О., Дудченко Т.В. Видовий склад шкідливої ентомофауни посівів сої в умовах рисових чеків. *Захист і карантин рослин*. 2020. Вип. 66. С. 168–183. doi: 10.36495/1606-9773.2020.66.168-183
47. Сонцевик будяковий (чортополохівка). URL: <https://m.agrarii-razom.com.ua/prests/chortopolohivka>.
48. Чайка Т.О. Розвиток виробництва органічної продукції в аграрному секторі економіки України : моногр. Донецьк : Ноулідж, 2013. 320 с.
49. Подолання локального спалаху сонцевика будякового (*Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758)) їздцями-браконідами роду *Cotesia* / М.О. Калюжна та ін. *Ентомологічні читання пам'яті видатних вчених-ентомологів В.П. Васильєва і М.П. Дядечка* : матеріали всеукр. наук.-практ. online-конф., присв. 110-річчю від дня народж. видат. вч.-ентом. акад. НАН Укр. В.П. Васильєва і проф. М.П. Дядечка (м. Київ, 21 бер. 2023 р.). Київ, 2023. С. 48–49.

50. Важливість збереження біорізноманіття у контексті захисту рослин / М. О. Калюжна та ін. *Інновації у сучасному агропромисловому виробництві* : зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 21–22 вересня 2023 р.) [Електронне видання]. 2023. С. 151–153.

51. Чайка Т. О. Екологічні наслідки традиційного сільського господарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 95–99. 10.31210/visnyk2013.03.18

УДК 634.7:634.752:631.95

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.18>

НОВІ СОРТИ СУНИЦІ ЯК ДЖЕРЕЛО ЦІННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ РАЦІОНУ ЛЮДИНИ

Лядська І.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Цилюрик О.І. – д.с.-г.н., професор кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Пащенко Н.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Розвиток виробництва суниці в Дніпропетровському регіоні, як і в Україні загалом, вимагає інтеграції ряду генетичних, агрономічних та екологічних підходів. Важливість створення та впровадження нових сортів суниці, з високими харчовими якість, виходить на перший план у контексті забезпечення високої рентабельності та продовольчої безпеки. Дослідження проводили на базі ТОВ «Агромаг» Новомосковського району Дніпропетровської області у 2022–2024 роках. Досліджували чотири сорти суниці Джолі, Ліноза, Аллегро, Геркулес на вміст цінних елементів. За результатами аналізу органогенних елементів за вмістом цінних речовин комплексно кращим був зі статистичної достовірністю сорт Геркулес, усі інші сорти йому вагомо поступалися та приблизно були більш-менш на одному рівні з невагомими варіаціями за окремими ознаками. За комплексом цінних мікроелементів найбільш вдалим є композиція цих елементів у сорту Геркулес, у якого менше тільки бору, але перевага сорту Джолі в цьому випадку статистично недостовірна. Комплексно більш цінним є сорт Геркулес з огляду на результати комплексного біохімічного аналізу, у якого менший вміст лише харчових волокон та на рівні інших вітаміну РР. Усі інші сорти приблизно на одному рівні з варіаціями за окремими показниками (трохи краще комплексні результати у сорту Аллегро, урахувавши вагомність окремих параметрів). За результатами факторного аналізу сорт був значущим в більшості випадків, тобто вміст усіх елементів крім вітаміну РР та харчових волокон. Кліматичні умови значимо не вплинули, за виключенням вмісту кальцію. Тобто, комплексно відзначився сорт Геркулес (вміст кальцію, сірки, магнію, калію, міді, марганцю, молібдену глюкози та вітаміну А, на рівні кращого сорту щодо вмісту цинку та бору, вітамінів Е та С, поступається суттєво кращому за вмістом харчових волокон). Сорт Геркулес забезпечує харчову повноцінність у комплексі по відношенню до інших сортів. Фактор генотипа був значущим в більшості випадків, тобто вміст усіх елементів крім вітаміну РР та харчових волокон. Кліматичні умови значимо не вплинули, за виключенням вмісту кальцію.

Ключові слова: полуниця, сорт, врожайність, якість, харчові елементи.

Liadska I.V., Tsyliuryk O.I., Paschenko N.O. New strawberry varieties as a source of valuable elements for the human diet

The development of strawberry production in the Dnipropetrovsk region, as well as in Ukraine in general, requires the integration of a number of genetic, agronomic and ecological approaches. The importance of creating and introducing new strawberry varieties with high nutritional qualities comes to the fore in the context of ensuring high profitability and food security. The research was conducted on the basis of LLC "Agromag" of the Novomoskovsk district of the Dnipropetrovsk region in 2022–2024. Four strawberries varieties Jolie, Linosa, Allegro, Hercules were studied for the content of valuable elements. According to the results of the analysis of organogenic elements in terms of the content of valuable substances, the Hercules variety was comprehensively superior with statistical reliability; all other varieties were significantly inferior to it and were approximately at the same level with insignificant variations in individual characteristics. In terms of the complex of valuable microelements, the composition

of these elements is the most successful in the variety Hercules, which only has less boron, but the advantage of the Jolie variety in this case is statistically unreliable. Complexly, the variety Hercules is more valuable in view of the results of a complex biochemical analysis, which has a lower content of only dietary fibers and at the level of other vitamin PP. All niche varieties are approximately at the same level with variations in individual indicators (complex results in the variety Allegro are slightly better, taking into account the importance of individual parameters). According to the results of the factor analysis, the variety was significant in most cases, that is, the content of all elements except vitamin PP and dietary fibers. Climatic conditions did not significantly affect, with the exception of calcium content. That is, the variety Hercules was comprehensively distinguished (the content of calcium, sulfur, magnesium, potassium, copper, manganese, molybdenum, glucose and vitamin A, at the level of the best variety with regard to the content of zinc and boron, vitamins E and C, is significantly inferior to the best variety in terms of dietary fiber content). The variety Hercules provides nutritional completeness in a complex in relation to other varieties. The genotype factor was significant in most cases, that is, the content of all elements except vitamin PP and dietary fiber. Climatic conditions did not significantly affect, with the exception of calcium content.

Key words: *strawberry, variety, productivity, quality, food elements.*

Постановка проблеми. Розвиток виробництва суниці в Дніпропетровському регіоні, як і в Україні загалом, вимагає інтеграції ряду генетичних, агрономічних та екологічних підходів. Важливість створення та впровадження нових сортів суниці, з високими харчовими якостями, виходить на перший план у контексті забезпечення високої рентабельності та продовольчої безпеки, сталого розвитку агропромислового комплексу та підтримання повноцінного харчування для населення регіону та країни [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впровадження у виробництво сортів суниці, що мають високі якості за вмістом цінних для харчування речовин, не тільки сприяє кращій рентабельності плодових насаджень, але й забезпечує більш високу ринкову конкурентоспроможність галузі [6, 7].

Якісні ознаки рослин та плодів, такі як вміст окремих біологічно-активних речовин, мікроелементів обумовлюють технологічні параметри плодово-ягідної продукції. Вони також є основою, що обумовлює не лише потенційну харчову цінність, але й експортну якість отриманої продукції. Що вже впливає на рентабельність вирощування [4, 5]. Згідно з міжнародної практики місцеві та старовинні форми суниці, котрі вирощуються на присадибних ділянках, можуть мати вагоме значення через вищий вміст корисних речовин та повинні активно використовуватись для генетичного поліпшення більш інтенсивних форм [8, 9].

Впроваджені у виробництво в умовах Степу України сорти повинні відповідати не тільки екологічним факторам локальних умов, але й потребам для впровадження інтенсивних технологій вирощування, стабільно статистично достовірно перевершувати вже існуючі сорти [2, 9].

Постановка завдання. Дослідження проводили на базі ТОВ «Агромаг» Ново-московського району Дніпропетровської області у 2022–2024 роках. Досліджували чотири сорти суниці Джолі, Ліноза, Аллегро, Геркулес.

Статистичну обробку даних проводили методом факторного аналізу при порів'янні вибірок та виявленні мінливості окремих ознак, дискримінантного аналізу для виявлення значимості ознак (програма Statistica 10.0).

Перед дослідженням зразки попередньо мінералізували з використанням системи мікрохвильового розкладання Multiwave GO Plus виробництва Anton Paar (Австрія), додаючи до наважки зразку 0,5 г 10 мл 65% азотної кислоти і 1 мл концентрованої соляної кислот (Sigma-Aldrich). Час розкладання (включаючи час охолодження) становив 45 хв за температури 185 °С.

Визначення вмісту мінеральних речовин проводилося з використанням атомно-емісійного спектрометра з індуктивно-зв'язаною плазмою Agilent 5110 за інтенсивністю емісії світла з характерними довжинами хвиль. В якості стандартів використовували мультиелементний розчин виробництва Agilent.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дані щодо вмісту основних органічних елементів, цінних для харчування людини для окремих сортів показані в таблиці 1. Досліджували такі органічні елементи як кальцій, сірка, магній, калій, особливе значення має наявність таких елементів як сірка та магній, котрих в традиційних продуктах харчування не вистачає.

За вмістом калію відзначився сорт Геркулес ($F = 10,78$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P < 0,01$), котрий суттєво перевищив за вмістом цього елемента інші сорти, з котрих Джолі та Ліноза приблизно були на одному й тому ж рівні, а сорт Аллегро мав найнижчий вміст. Щодо наявності кальцію то відрізнявся знов сорт Геркулес ($F = 8,82$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,01$), гіршими були сорти Джолі та Ліноза., сорт Аллегро займав проміжне положення. Щодо сірки як органічного елемента для деяких цінних білків для людини, то найнижчий результат показали сорти Джолі та Ліноза, перевершував Джолі (але не Лінозу) сорт Аллегро ($F = 7,32$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,03$), котрого в свою чергу за вмістом сірки перевищив сорт Геркулес ($F = 8,01$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,02$).

Вміст магнію теж є доволі важливим показником. За цим показником відрізнявся знов сорт Геркулес ($F = 9,16$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,02$).

Також факторний аналіз (таблиця 2) показав, що фактор генотип статистично значимо обумовлював вміст всіх досліджуваних елементів, особливо магнію.

Таблиця 1

Показники суніці за основними біологічно цінними елементами ($\bar{x}=9, \pm SD$)

Показники	Джолі	Ліноза	Аллегро	Геркулес
Калій, мг/кг	160,0 \pm 5,1 ^a	167,0 \pm 4,2 ^a	150,0 \pm 3,6 ^b	211,0 \pm 5,7 ^c
Кальцій, мг/кг	41,1 \pm 1,1 ^a	39,3 \pm 1,4 ^a	45,5 \pm 2,0 ^b	52,1 \pm 1,7 ^c
Сірка, мг/кг	12,1 \pm 0,9 ^a	14,1 \pm 1,1 ^a	16,2 \pm 0,8 ^{ab}	19,1 \pm 0,8 ^c
Магній, мг/кг	18,3 \pm 1,1 ^a	17,1 \pm 1,0 ^a	26,1 \pm 2,1 ^b	34,1 \pm 2,3 ^c

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$. Ряди мінливості в строках.

У той же час фактор кліматичних умов конкретного року впливав на це суттєво слабше, не виявившись суттєвим для будь-якого з досліджених елементів.

Таким чином за результатами аналізу за вмістом цінних речовин комплексно кращим був зі статистичної достовірністю сорт Геркулес, усі інші сорти йому вагомо поступалися та приблизно були більш-менш на одному рівні з невагомими варіаціями за окремими ознаками.

Таблиця 2

Факторний аналіз за показником впливу генотипу та року вирощування

Джерело варіації	Генотип			Рік вирощування		
	F	P	$F_{\text{критичне}}$	F	P	$F_{\text{критичне}}$
Калій	11,93	< 0,01	5,03	5,08	0,06	5,22
Кальцій	12,90	< 0,01	5,05	4,16	0,05	4,01
Сірка	9,19	0,01	4,92	2,96	0,07	4,45
Магній	15,15	< 0,01	4,45	2,61	0,07	4,67

Тривалий час вміст мікроелементів, що зазначено в таблиці 4 привертав суттєво менше уваги, особливо для бору та молібдену, котрі, тим не менш є дуже цінними компонентами біологічно-активних речовин, що нечасто у достатній кількості зустрічаються в належній кількості в раціоні харчування людини серед звичайних продуктів.

Так, згідно даних вміст цинку помітніше більш високий у сортів Геркулес, але достовірно не відрізняється від сорту Аллегро ($F = 4,73$; $F_{critical} = 4,82$; $P = 0,06$), котрий у свою чергу на рівні сорту Ліноза. Таким чином, можна чітко ідентифікувати лише гірший сорт Джолі за цим показником. Статистично достовірно більш цінним з огляду на вміст міді є сорт Геркулес ($F = 17,14$; $F_{critical} = 5,01$; $P < 0,01$), достовірно гіршим сорти Ліноза та Аллегро ($F = 10,53$; $F_{critical} = 5,01$; $P < 0,01$), потім Джолі. В свою чергу вміст бору був кращим у сорту Джолі, але на рівні сорту Геркулес ($F = 4,97$; $F_{critical} = 5,01$; $P = 0,06$). Щодо вмісту марганцю, то він був більш значним знову лише в сорту Геркулес ($F = 11,31$; $F_{critical} = 5,01$; $P < 0,01$). За вмістом молібдену теж кращим був він ($F = 10,97$; $F_{critical} = 4,82$; $P < 0,01$), гіршим сорт Джолі.

Таблиця 3

Ключові перспективні елементи якості фундуку ($x=9$, $\pm SD$)

Показники	Джолі	Ліноза	Аллегро	Геркулес
Цинк, мг/кг	0,11 \pm 0,01 ^a	0,14 \pm 0,01 ^b	0,15 \pm 0,01 ^b	0,18 \pm 0,01 ^{bc}
Мідь, мкг/кг	121,0 \pm 1,0 ^a	113,0 \pm 2,1 ^b	115,0 \pm 1,8 ^b	126,0 \pm 2,2 ^c
Бор, мкг/кг	191,0 \pm 2,4 ^a	184,0 \pm 2,7 ^b	178,0 \pm 2,2 ^c	187,0 \pm 2,1 ^{ab}
Марганец, мг/кг	0,21 \pm 0,02 ^a	0,24 \pm 0,03 ^a	0,26 \pm 0,02 ^{ab}	0,33 \pm 0,02 ^c
Молібден мкг/кг	10,4 \pm 0,5 ^a	11,5 \pm 0,4 ^b	10,6 \pm 0,6 ^{ab}	12,7 \pm 0,3 ^c

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$. Ряди мінливості в строках.

Таким чином, за комплексом цінних мікроелементів найбільш вдалим є композиція цих елементів у сорту Геркулес, у котрого менше тільки бору, але перевага сорту Джолі в цьому випадку статистично недостовірна.

Факторний аналіз показав, що для цих елементів фактор генотипу був ще більш вагомим та обумовив наявність кожного з елементів в плодах, особливо для молібдену, бору та міді. Фактор кліматичних умов ніяк не вплинув на вміст жодного з мікроелементів.

Таблиця 4

Факторний аналіз за показником впливу генотипу та року вирощування

Джерело варіації	Генотип			Рік вирощування		
	F	P	F _{критичне}	F	P	F _{критичне}
Цинк	20,07	< 0,01	5,17	2,91	0,07	4,17
Мідь	22,62	< 0,01	5,03	2,49	0,08	4,42
Бор	24,11	< 0,01	5,12	2,16	0,08	4,25
Марганец	17,20	< 0,01	4,92	2,34	0,07	4,17
Молібден	21,19	< 0,01	5,11	2,98	0,07	4,93

Таким чином, більш повноцінним з огляду на високий вміст цінних мікроелементів в комплексі був сорт Геркулес, три інших сорти приблизно на одному рівні з варіаціями за окремими компонентами.

Проведений комплексний біохімічний аналіз показав (таблиця 5), що статистично достовірно вміст глюкози був у сортів Аллегро та Геркулес ($F = 9,54$; $F_{\text{critical}} = 4,82$; $P < 0,01$). Вміст харчових волокон, що має велике значення для перетравної системи більш високий у сорту Ліноза, але на одному рівні з сортом Аллегро ($F = 4,99$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,06$), котрий, у свою чергу, не відрізняється від сорту Геркулес ($F = 4,81$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,06$).

Таблиця 5

Результати комплексного біохімічного аналізу ($x=9, \pm SD$), на 100 г

Параметри, од	Джолі	Ліноза	Аллегро	Геркулес
Глюкоза, г	7,31±0,23 ^a	7,53±0,19 ^a	8,61±0,29 ^b	8,41±0,27 ^b
Харчові волокна, г	2,13±0,11 ^a	2,89±0,06 ^b	2,69±0,07 ^b	2,60±0,07 ^{ab}
Вітамін А, мкг	5,13±0,14 ^a	5,55±0,11 ^b	5,17±0,15 ^a	6,07±0,17 ^c
Вітамін Е, мг	0,64±0,03 ^a	0,50±0,01 ^b	0,45±0,04 ^b	0,60±0,02 ^a
Вітамін С, мг	60,4±0,29 ^a	64,7±0,47 ^b	69,5±0,47 ^c	68,6±0,79 ^c
Вітамін РР, мг	0,33±0,09 ^a	0,35±0,08 ^a	0,37±0,08 ^a	0,36±0,09 ^a

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$. Ряди мінливості в строках.

Щодо вітамінів, то вітаміну А суттєво більше у сорту Геркулес ($F = 6,56$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,03$). Вітаміну Е суттєво більше у сортів Джолі та Геркулес ($F = 7,23$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,02$). Статистично достовірно більш високий вміст вітаміну С у сортів Аллегро та Геркулес ($F = 9,33$; $F_{\text{critical}} = 4,82$; $P < 0,01$), щодо вмісту вітаміну РР то він однаковий в усіх сортах.

Таким чином, комплексно більш цінним є сорт Геркулес з огляду на результати комплексного біохімічного аналізу, у котрого менший вміст лише харчових волокон та на рівні інших вітаміну РР. Усі ніші сорти приблизно на одному рівні з варіаціями за окремими показниками (трохи краще комплексні результати у сорту Аллегро, урахувавши вагомність окремих параметрів).

Таблиця 6

Факторний аналіз за показником впливу генотипу та року вирощування

Джерело варіації	Генотип			Рік вирощування		
	F	P	F _{критичне}	F	P	F _{критичне}
Глюкоза, г	5,52	0,05	5,34	2,14	0,08	4,09
Харчові волокна, г	4,72	0,06	4,52	2,10	0,08	4,54
Вітамін А, мкг	6,89	0,02	5,17	1,89	0,09	4,48
Вітамін Е, мг	6,11	0,05	5,55	1,36	0,10	4,32
Вітамін С, мг	6,43	0,03	5,12	1,88	0,09	4,43
Вітамін РР, мг	2,34	0,07	5,01	1,88	0,10	4,93

Щодо особливостей впливу генотипу та кліматичних умов за цими показниками (таблиця 6), то фактор генотип (сорт) хоч і вплинув, але значно слабше, ніж в попередніх випадках. Він був значимий для вмісту глюкози, вмісту вітамінів А, Е, С.

Щодо фактору кліматичних умов, то він ніяк на вміст речовин за цим типом аналізу не вплинув, залишившись малозначущим.

Висновки і пропозиції. Таким чином за вмістом цінних органічних елементів та мікроелементів відзначився сорт Геркулес (вміст кальцію, сірки, магнію,

калію, міді, марганцю, молібдену глюкози та вітаміну А, на рівні кращого сорту щодо вмісту цинку та бору, вітамінів Е та С, поступається суттєво кращому за вмістом харчових волокон). Не знайдено суттєвої варіативності за вмістом вітаміну РР. Сорт Геркулес забезпечує харчову повноцінність у комплексі по відношенню до інших сортів. Фактор генотипа був значущим в більшості випадків, тобто вміст усіх елементів крім вітаміну РР та харчових волокон, котрі не варіювали в залежності від сорту. Кліматичні умови значимо не вплинули, за виключенням вмісту кальцію. За підсумком можна відзначити найбільш вдалим за комплексним вмістом речовин, цінних для харчового раціону людини сорт Геркулес, усі інші сорти комплексно не настільки вагомо відрізняються один від одного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bhat R. P., Devi K. M., Jayalaxmi H., Sophia I., Prajna P. S. Effect of plant growth regulators on establishment and growth of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) var. Chandler in vitro. *Agricultural Science Research Journal*. 2012. 2 (12). P. 623-632.
2. Chhaya B., Jogawat A., Gnanasekaran P., Kumari P., Lakra N. Narayan O. P. An overview of recent advancement in phytohormones-mediated stress management and drought tolerance in crop plants. *Plant Gene*. 2021. 25. 10.1016/j.plgene.2020.100264.
3. Darnell R. L. Strawberry growth and development. The Strawberry: A Book for Growers, Others. Gainesville, FL: Dr. Norman F. Childers Publications, Vienna, 2003, P. 611.
4. Desmet E. M., Verbraeken L., Baets W. Optimisation of nitrogen fertilisation prior to and during flowering process on performance of short day strawberry 'Elsanta'. *Acta Horticulturae*. 2009. 842. P. 675-678.
5. Khalil N. H., Hammoodi J. K. Effect of nitrogen, potassium and calcium in strawberry fruit quality. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*. 2021. 16. P. 1967-1972.
6. Khatoon F., Kundu M., Mir H., Nahakpam S. Efficacy of foliar feeding of brassinosteroid to improve growth, yield and fruit quality of strawberry (*fragaria* × *ananassa* duch.) grown under subtropical plain. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2021. 16. P. 1967-1972.
7. Lalk G. T., Bi G., Zhang Q., Harkess R. L., Li T. High-tunnel production of strawberries using black and red plastic mulches. *Horticulture*. 2020. 6(4). P. 1-16.
8. Neri D., Baruzzi G., Massetani F., Faedi W. Strawberry production in forced and protected culture in Europe as a response to climate change. *Canadian journal of plant science*. 2012. 92(6). P. 1021-1036.
9. Savini G., Neri D., Zucchini F., Sugiyama N. Strawberry growth and flowering: an architectural model. *International Journal of Fruit Science*. 2005. 5(1). P. 29-50.

УДК 633.17:632.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.19>

ЗАХИСТ ПОСІВІВ *PANICUM MILIACEUM* L. ВІД ШКІДНИКІВ І ХВОРОБ

Марковська О.Є. – д.с.-г.н., професор,

в.о. завідувача, професор кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Дудченко В.В. – д.е.н., професор,

член-кореспондент Національної академії аграрних наук України,
професор кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Стеценко І.І. – д.ф.,

асистент кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Гречишкіна Т.А. – асистент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Надійність та ефективність системи захисту залежить, в першу чергу, від вчасно проведеного фітосанітарного моніторингу агроценозів, правильної ідентифікації шкідливих організмів та добору засобів захисту – хімічних сполук, діючі речовини яких відповідають сайту дії виявлених фітопатогенів та проявляють токсичність до фітофагів, що присутні у посівах сільськогосподарських культур.

Типовими представниками фітопатогенної мікрофлори у посівах проса в Україні є збудники кореневих гнилей (гриби з роду *Fusarium* spp.) й патогени, що розвиваються епіфітно (збудники бурі плямистості – *Pyrenophora chaetomioides* Sreg. та бактеріальної плямистості листків – *Pseudomonas syringae* pv. *holci* Young et al.). Шкідливий ентомокомплекс посівів проса представлений багатокількісними та спеціалізованими фітофагами, найбільш поширеними серед яких є жужелиця просяна, совка озима, метелик стебловий. За масової їх чисельності сумарні втрати зерна у середньому можуть становити 15–20%.

Застосування інсектицидів Кінфос КЕ (0,2 л/га) із додаванням 2,0 кг сірки колоїдної та Кораген (0,15 л/га) у фазі сходів (1–2 листка) культури суттєво знижувало пошкодженість рослин личинками совки озимої та чисельність імаго жужелиці просяної. Використання досліджуваних інсектицидів у фазі кінець трубкування–початок викидання волоті ефективно впливало на зменшення заселеності рослин личинками метелика стеблового й чисельності імаго комарика просяного.

Технічна ефективність досліджуваних інсектицидів проти вищенаведених шкідників коливалася в межах 84,4–89,9%. Ефективність інсектициду Кінфос КЕ (0,2 л/га) проти личинок совки озимої за використання із додаванням 2,0 кг сірки становила 85,3%, інсектициду Кораген (0,15 л/га) – 89,9%. Проти імаго жужелиці просяної та комарика просяного обидва досліджувані інсектициди (Кінфос КЕ, Кораген) мали високу ефективність: до *Orh. calceatus* Duft. – 84,4 й 86,7%; *St. panici* Plot. – 89,4 й 88,0% відповідно.

Ефективність препаратів Казумін 2 Л, РК (1,0 л/га) та Грінфорт КД 500 (0,5 л/га) проти збудників плямистостей грибної етіології коливалася в межах 86,3–87,5%. Проти бактеріальної плямистості листків проса фунгіцид Грінфорт КД 500 не був ефективним, на відміну від бактерициду Казумін 2 Л, РК, ефективність якого становила 92,9%. Найвищу врожайність – 3,45 т/га, отримано за використання такої схеми застосування пестицидів: Кораген, 0,15 л/га (А), Кораген, 0,15 л/га + Казумін 2 Л, РК, 1,0 л/га (В).

Ключові слова: просо посівне, шкідники, збудники хвороб, продуктивне куціння, маса 1000 зерен, урожайність, технічна ефективність.

Markovska O.Ye., Dudchenko V.V., Stetsenko I.I., Grechyshkina T.A. Protection of *Panicum miliaceum* L. crops from pests and diseases

The reliability and effectiveness of the protection system depend primarily on timely phytosanitary monitoring of agroecosystems, proper identification of harmful organisms, and selection of protective measures – chemical compounds whose active ingredients correspond to the site of action of detected phytopathogens and exhibit toxicity to phytophages present in agricultural crops.

*Typical representatives of phytopathogenic microflora in millet crops in Ukraine are the causative agents of root rot (fungi from the genus *Fusarium* spp.) and pathogens that develop epiphytically (causal agents of brown spot – *Pyrenophora chaetomioides* Sreg. and bacterial leaf spot – *Pseudomonas syringae* pv. *holci* Young et al.). The harmful insect complex of millet crops is represented by polyphagous and specialized phytophages, the most common of which are the ground beetle, the winter moth, and the European maize borer. With their high population density, total grain losses can average 15–20%.*

The application of insecticides Kinphos KE (0.2 L/ha) with the addition of 2.0 kg of colloidal sulfur and Coragen (0.15 L/ha) in the seedling phase (1–2 leaves) significantly reduced plant damage by the larvae of the winter moth and the population of imago ground beetle.

The use of the researched insecticides in the late tillering-beginning of panicle emergence phase effectively reduced the infestation of plants by the larvae of the winter moth and the population of imago ground beetle. The technical effectiveness of the studied insecticides against the above-mentioned pests ranged from 84.4% to 89.9%. The effectiveness of Kinphos KE insecticide (0.2 L/ha) against the larvae of the winter moth with the addition of 2.0 kg of sulfur was 85.3%, and for Coragen insecticide (0.15 L/ha) it was 89.9%. Both studied insecticides (Kinphos KE, Coragen) showed high effectiveness against the imago ground beetle and the winter moth, with effectiveness ranging from 84.4% to 89.9%.

The effectiveness of Kazumin 2 L, RK (1.0 L/ha) and Greenfort KD 500 (0.5 L/ha) against the causative agents of fungal spot diseases ranged from 86.3% to 87.5%. Against bacterial leaf spot in millet, Greenfort KD 500 fungicide was not effective, unlike the bactericide Kazumin 2 L, RK, which showed an effectiveness of 92.9%. The highest yield of 3.45 t/ha was obtained using the following pesticide application scheme: Coragen, 0.15 L/ha (A), Coragen, 0.15 L/ha + Kazumin 2 L, RK, 1.0 L/ha (B).

Key words: *proso millet, pests, disease pathogens, productive tillering, weight 1000 seeds, yield, technical effectiveness.*

Постановка проблеми. Невід'ємною складовою будь якої технології вирощування сільськогосподарських культур, у т.ч. й проса посівного, є захист рослин від шкідливих організмів, а саме фітофагів і збудників хвороб. Але надійність та ефективність системи захисту залежить, в першу чергу, від вчасно проведеного фітосанітарного моніторингу тобто виявлення та ідентифікації шкочочинних організмів, правильного добору засобів захисту – хімічних сполук, діючі речовини яких відповідають сайту дії виявлених фітопатогенів та проявляють токсичність до фітофагів [1, с. 473]. Якщо збудники хвороб і шкідники насіння контролюються сучасними інсекто-фунгіцидними протруйниками пролонгованої дії і ефективно захищають проростки проса впродовж певного періоду, то в подальшому ураження або пошкодження шкідливими організмами листкового апарату, стебел, генеративних органів культури вимагає застосування різних препаратів хімічної або біологічної природи. У посівах проса є низка фітопатогенних мікроорганізмів та фітофагів, які уражують і пошкоджують його впродовж вегетації, знищуючи листки й зменшуючи таким чином їх фотосинтетичну активність, що призводить до зниження продуктивності культури та непрямих втрат урожаю, або уражують чи пошкоджують генеративні органи тобто зерно, наслідком чого є вже прями втрати зерна.

В Україні комплекс фітопатогенних мікроорганізмів в агроценозі проса посівного не дуже різноманітний і складається в основному зі збудників грибної та бактеріальної етіології, причому лише декілька видів є вузькоспеціалізованими,

решта – уражують широкий спектр сільськогосподарських культур. Серед них є типові представники ґрунтової мікрофлори – збудники кореневих гнилей (гриби з роду *Fusarium* spp.) й патогени, що розвиваються епіфітно (збудники бурої плямистості – *Pyrenophora chaetomioides* Sreg. та бактеріальної плямистості листків – *Pseudomonas syringae* pv. *holci* Young et al.) [2, с. 52].

Шкідливий ентомокомплекс посівів проса представлений в основному двадцятьма видами, серед яких є багатодні й спеціалізовані фітофаги. Сумарні втрати зерна проса від останніх можуть у середньому становити 15–20%, а за масової чисельності таких комах як жужелиця просяна, совка озима, метелик стебловий сягати 50% і більше [3, с. 43; 4, с. 33].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологічні аспекти системи інтегрованого управління шкідливими організмами в агроценозах проса у вітчизняних наукових джерелах описані досить фрагментарно і стосуються в основному біологічних методів контролю збудників хвороб [5, с. 126; 6, с. 83; 7, с. 228; 8] або впливу агротехнічних заходів на розвиток мікозів у посівах культури [9, с. 77; 10, с. 18]. Щодо ефективності контролю шкідників за допомогою хімічного методу в науковій літературі відомості практично відсутні, а роботи присвячені вивченню сортової стійкості проса до заселення чи пошкодження фітофагами [11, с. 21].

В іноземних джерелах захист проса від фітофагів у післяпосівний період ґрунтується, у першу чергу, на виконанні феромонного моніторингу шкідників з наступним застосуванням біологічних методів, а за перевищення порогових рівнів чисельності використання хімічних інсектицидів [12, с. 73–84].

Відомо, що шкідники мають різні біологічні та екологічні особливості, органо-тропну та вікову спеціалізацію, тому їх контроль вимагає застосування й різних препаратів. Так само і проти збудників хвороб різної етіології використовують або фунгіциди або бактерициди. Якщо фітопатогенів із царства *Fungi* можна контролювати фунгіцидами з хімічних груп триазоли, імідазоли, стробілуїни та ін., то проти бактеріальних збудників слід обирати препарати бактерицидної дії, яких у Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні небагато. Одним із найбільш поширених є препарат Казумін – системний бактерицид лікувальної дії, який дозволяє контролювати як бактеріози, викликані бактеріями *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Xantomonas* так і плямистості листків, збудниками яких є гриби [13].

Оскільки основними шкідниками проса є представники з ряду лускокрилих, які до того ж є стійкими до переважної кількості інсектицидів та ведуть прихований або внутрішньостебловий спосіб життя, вибір ефективних препаратів, таких як інсектицид Кораген на основі діючої речовини хлорантраніліпрол, є визначальним з точки зору успішності їх контролювання [14].

Постановка завдання. Мета дослідження – встановити ефективність засобів захисту агроценозу проса звичайного у післяживних посівах від фітофагів та фітопатогенів різної етіології. Дослідження проводили за схемою виробничого випробування в умовах польової сівозміни ПП «Криниця», с. Інгuleць Херсонського району Херсонської області у 2023 році у посівах проса сорту Таврійське, попередник – ячмінь озимий. Площа дослідної ділянки становила 5 га. Препарати вносили тракторним навісним обприскувачем AMAZONE UF 900, норма витрати робочої рідини – 200 л/га.

Облік ураженості збудниками хвороб, заселеність й пошкодженість рослин фітофагами здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик [15, с. 269]. Визначення технічної ефективності препаратів розраховували за формулою Еббота

згідно методики випробування пестицидів [16, с. 86]. Визначення видової приналежності фітопатогенів проводили в проблемній науково-дослідній лабораторії «Мікології та фітопатології» кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України з використанням макроскопічних, мікроскопічних і біологічних методів.

Чисельність личинок совки озимої (*Scotia segetum* Schiff.), імаго та личинок жужелиці просяної (*Ophonus calceatus* Duft.) визначали методом ґрунтових розкопок на облікових майданчиках. Ступінь пошкодження рослин проса посівного личинками метелика стеблового (*Ostrinia nubilalis* Hb.) та заселеність волотей личинками комарика просяного (*Stenodiplosis panici* Plot.) визначали методом облікових рослин.

Збирання проводили шляхом роздільного комбайнування (скошування у валки з наступним підбиранням). Додатково для визначення біометричних показників продуктивності рослин у чотириразовій повторності здійснювали відбір снопів з площі 1 м² у фазі повної стиглості зерна. Схема досліду представлена у таблиці 1.

Таблиця 1
Визначення ефективності різних схем застосування пестицидів для захисту проса посівного від збудників хвороб та шкідників

№ з/п	Варіант досліду	Діюча речовина	Норма витрат, кг, л/га
1	Контроль (б/о)	-	-
2	Кінфос КЕ + сірка (А)	диметоат, 300 г/л бета-циперметрин, 40 г/л	0,2+2,0
	Кінфос КЕ + Грінфорт КД 500 (В)	диметоат, 300 г/л, бета- циперметрин, 40 г/л + карбендазим, 500 г/л	0,2+0,5
3	Кінфос КЕ + сірка (А)	диметоат, 300 г/л бета-циперметрин, 40 г/л	0,2+2,0
	Кінфос КЕ + Казумін 2 Л, РК (В)	диметоат, 300 г/л, бета- циперметрин, 40 г/л + продукт ферментації гриба <i>Streptomyces kasugaensis</i> , 20 г/л	0,2+1,0
4	Кораген (А)	хлорантраніліпрол, 200 г/л	0,15
	Кораген + Грінфорт КД 500 (В)	хлорантраніліпрол, 200 г/л + карбендазим, 500 г/л	0,15+0,5
5	Кораген (А)	хлорантраніліпрол, 200 г/л	0,15
	Кораген + Казумін 2 Л, РК (В)	хлорантраніліпрол, 200 г/л + продукт ферментації гриба <i>Streptomyces kasugaensis</i> , 20 г/л	0,15+1,0

Примітка: А – ВВСН 11-12, В – ВВСН 45-51

Виклад основного матеріалу дослідження. Досить часто рішення щодо проведення захисних заходів проти шкочинних організмів приймаються не за результатами прогнозування їх розвитку або чисельності, а за виявлення їх масового прояву чи різкого збільшення чисельності або пошкодженості рослин. Враховуючи, що просо у нашому досліді вирощувалося у післяжнивних посівах, а у виробничих умовах насіння проса як правило не обробляється інсектицидними протруйниками, ми дослідили ефективність двох різних схем застосування

інсектицидів на ранніх етапах розвитку культури для контролю ґрунтоживучих фітофагів та ефективність композицій інсектицидів і препаратів проти збудників плямистостей за їх застосування у фазі кінець виходу в трубку – початок викидання волоті.

У період сходів культури чисельність імаго жужелиці просяної перевищувала показник ЕПШ та становила 4 екз./м². Чисельність личинок совки озимої також була високою й становила на другу декаду червня 7,5–11,0 екз./м². У подальшому кількість імаго жужелиці просяної збільшувалася і до фази викидання волоті (третя декада серпня-перша декада вересня) на ділянках, що не оброблялися, складала 8–9 екз./м². Заселеність рослин проса личинками метелика стеблового та чисельність імаго комарика просяного у фазі викидання волоті у варіанті без проведення захисних заходів становила відповідно 32,1% та 54,0 екз./100 помхів сачком (рис. 1).

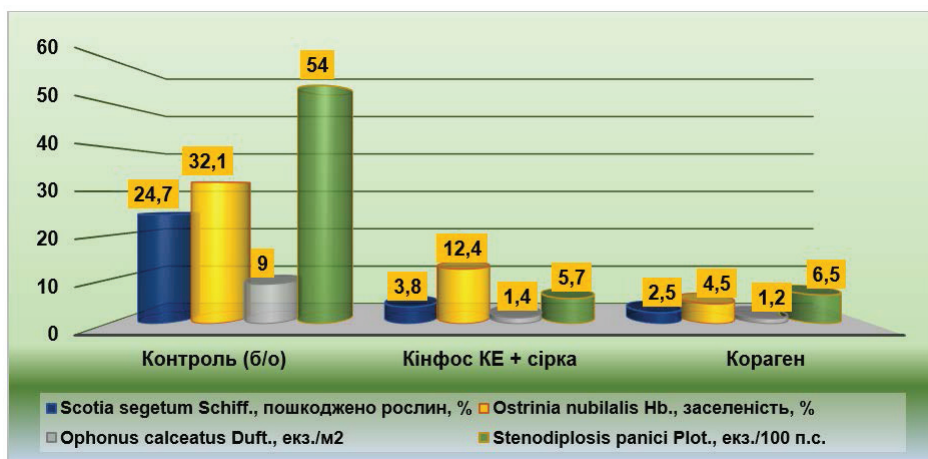


Рис. 1. Ефективність застосування інсектицидів проти фітофагів у виробничому досліді (2023 р.)

Застосування інсектицидів у фазі сходів (1–2 листка) культури суттєво знижувало пошкодженість рослин личинками совки озимої та чисельність імаго жужелиці просяної. У варіантах із застосуванням інсектициду Кінфос КЕ (0,2 л/га) із додаванням 2,0 кг сірки колоїдної пошкодженість рослин личинками совки знижувалася до 3,8%, у той час як в контрольному варіанті цей показник становив 24,7%. Чисельність імаго жужелиці просяної також була суттєво нижчою за використання інсектициду Кінфос КЕ (0,2 л/га) та складала 1,4 екз./м², тоді як у контрольному варіанті цей показник становив – 9,0 екз./м².

Використання у фазі сходів інсектициду Кораген (0,15 л/га) також ефективно контролювало личинок совки озимої та імаго жужелиці просяної. Пошкодженість рослин гусеницями *Scotia segetum* Schiff. у цьому варіанті була 2,5%, а чисельність імаго *Ophonus calceatus* Duft. – 1,2 екз./м².

Застосування досліджуваних інсектицидів у фазі кінець трубкування-початок викидання волоті ефективно впливало на заселеність рослин личинками стеблового метелика та чисельність комарика просяного. За використання інсектициду Кінфос КЕ (0,2 л/га) заселеність рослин проса становила 12,4%,

у той час як в контролі – 32,1%. Обприскування посівів інсектицидом Кораген (0,15 л/га), порівняно з попереднім препаратом, краще контролювало розвиток метелика стеблового та зменшувало заселеність рослин проса його личинками до 4,5%.

Чисельність імаго комарика просяного у фазі викидання волоті була досить високою (54 екз/100 п.с.). Однак застосування інсектицидів Кінфос КЕ (0,2 л/га) та Кораген (0,15 л/га) знижувало цей показник до 5,7 та 6,5 екз/100 п.с. відповідно.

Технічна ефективність досліджуваних інсектицидів проти вищенаведених шкідників у цілому була високою та коливалася в межах 84,4–89,9%, за виключенням варіанту Кінфос КЕ + сірка (А), Кінфос КЕ (В) проти личинок метелика стеблового, де вона становила 61,4%. У свою чергу застосування інсектициду за схемою Кораген (А), Кораген (В) забезпечувало технічну ефективність проти метелика стеблового на рівні 86,0%.

Ефективність інсектицидів для контролю личинок совки озимої за використання Кінфос КЕ (0,2 л/га) із додаванням 2,0 кг сірки становила 85,3%, інсектициду Кораген (0,15 л/га) – 89,9% (табл. 2).

Таблиця 2

**Ефективність інсектицидів у посівах проса посівного сорту Таврійське
(виробниче випробування, 2023 р.)**

№ з/п	Варіант досліджу	Норма витрат, кг, л/г	Заселеність, пошкодженість, %, чисельність	Ефективність, %
<i>Scotia segetum</i> Schiff.				
1	Контроль (б/о)	-	24,7	-
2	Кінфос КЕ + сірка (А) Кінфос КЕ (В)	0,2+2,0 0,2	3,8	85,3
3	Кораген (А) Кораген (В)	0,15 0,15	2,5	89,9
<i>Ostrinia nubilalis</i> Hb.				
1	Контроль (б/о)	-	32,1	-
2	Кінфос КЕ + сірка (А) Кінфос КЕ (В)	0,2+2,0 0,2	12,4	61,4
3	Кораген (А) Кораген (В)	0,15 0,15	4,5	86,0
<i>Stenodiplosis panici</i> Plot.				
1	Контроль (б/о)	-	54,0	-
2	Кінфос КЕ + сірка (А) Кінфос КЕ (В)	0,2+2,0 0,2	5,7	89,4
3	Кораген (А) Кораген (В)	0,15 0,15	6,5	88,0
<i>Ophonus calceatus</i> Duft.				
1	Контроль (б/о)	-	9,0	-
2	Кінфос КЕ + сірка (А) Кінфос КЕ (В)	0,2+2,0 0,2	1,4	84,4
3	Кораген (А) Кораген (В)	0,15 0,15	1,2	86,7

Стосовно імаго жужелиці просяної та комарика просяного – обидва досліджували інсектициди (Кінфос КЕ, Кораген) мали високу ефективність, яка проти *Oph. calceatus* Duft. становила 84,4 та 86,7%, проти *St. panici* Plot. 89,4 та 88,0% відповідно.

Найбільш поширеним збудником, що викликає плямистість листків проса, є гриб *Pyrenophora chaetomioides* Sreg., розвиток якого в умовах 2023 року без застосування фунгіцидів становив 25,6%. Використання препаратів Грінфорт КД 500 та Казумін 2Л, РК сприяло зменшенню ураженості рослин практично у 8 разів. Показник розвитку бурої листкової плямистості за використання фунгіциду Грінфорт КД 500 нормою 0,5 л/га становив 3,2%, за використання антибіотику природного походження Казумін 2Л, РК нормою 1,0 л/га показник розвитку бурої плямистості знижувався до 3,5% (рис. 2).

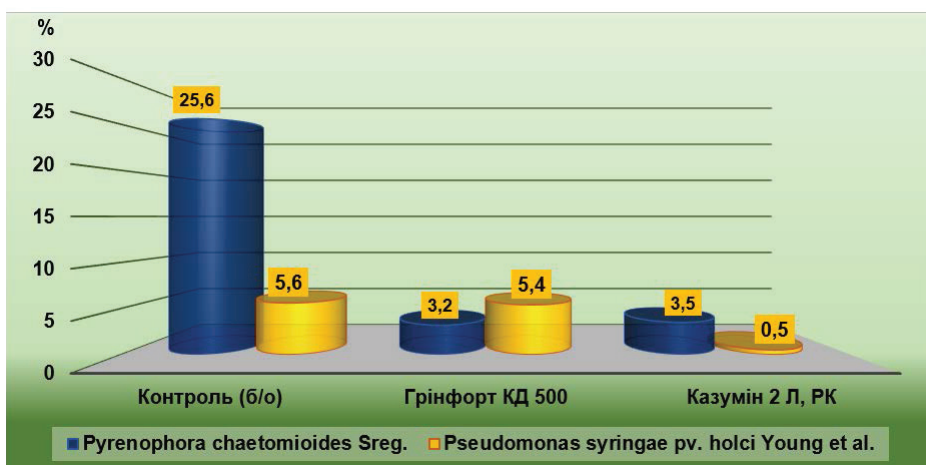


Рис. 2. Розвиток плямистостей листків проса посівного залежно від засобів захисту (2023 р.)

Ще однією причиною виникнення плямистості листків проса може бути ураження рослин бактерією *Pseudomonas syringae* pv. *holci* Young et al. Візуальні ознаки ураження, особливо на початкових етапах, можна сплутати із плямистістю грибною етіології і використання традиційних фунгіцидів не буде мати необхідного ефекту для пригнічення розвитку збудника. Нами було досліджено ефективність антибіотику природного походження Казумін 2Л, РК для контролю плямистостей листків, що викликаються бактеріальними збудниками. Встановлено, що цей препарат ефективно контролює бактеріальну плямистість листків проса, зменшуючи ураженість рослин до практично невідчутного рівня (0,5%). Фунгіцид Грінфорт КД 500, що зрозуміло, не мав жодного впливу на розвиток бактеріальної плямистості, а ураженість цим збудником була на рівні з контрольним варіантом (без обробки) та становила 5,4%.

Технічна ефективність досліджуваних препаратів проти збудників плямистостей різної етіології коливалася в межах 86,3–92,9%, за виключенням варіанту із застосуванням фунгіциду Грінфорт КД 500 (0,5 л/га) проти бактеріальної плямистості, де препарат не справляв практично ніякої інгібуючої дії на розвиток збудника (табл. 3).

Таблиця 3

**Ефективність фунгіцидів проти хвороб у посівах проса посівного сорту
Таврійське**

№ з/п	Назва протруйника	Норма витрат, кг, л/т	Поширення хвороби, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність, %
<i>Pseudomonas syringae pv. holci</i> Young et al.					
1	Контроль (б/о)	-	12,8	5,6	-
2	Грінфорт КД 500	0,5	13,1	5,4	3,6
3	Казумін 2 Л, РК	1,0	3,2	0,5	92,9
<i>Pyrenophora chaetomioides</i> Sreg.					
1	Контроль (б/о)	-	38,4	25,6	-
2	Грінфорт КД 500	0,5	8,7	3,2	87,5
3	Казумін 2 Л, РК	1,0	9,0	3,5	86,3

Препарат Казумін 2Л, РК з нормою використання 1,0 л/га ефективно контролював розвиток бактеріальної плямистості, технічна ефективність від його застосування становила 92,9%.

Проти збудника бурої плямистості обидва препарати мали високий рівень ефективності, яка за використання Грінфорту КД 500 була 87,5%, а у варіанті із Казуміном 2 Л, РК – 86,3%.

Застосування системи захисту посівів проса від збудників хвороб та шкідників позитивно впливало на густоту стояння рослин та біометричні показники продуктивності. Контроль чисельності личинок совки озимої та жуликиці просяної на перших етапах онтогенезу рослин дозволив сформувавши більш щільний травостій (205,4–211,5 рослин/м²), порівняно з контролем без обробки, де цей показник становив 165,8 рослин/м² (табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив різних схем застосування пестицидів на показники продуктивності
рослин проса посівного сорту Таврійське (2023 р.)**

Варіант досліджу	Густота стояння рослин, шт./м ²	Висота рослин, см	Продуктивна кущистість	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з рослини, г
Контроль (б/о)	165,8	114,3	1,2	6,1	1,12
Кінфос КЕ + сірка (А) Кінфос КЕ + Грінфорт КД 500 (В)	205,4	121,5	1,4	6,8	1,48
Кінфос КЕ + сірка (А) Кінфос КЕ + Казумін 2 Л, РК (В)	206,5	122,3	1,4	6,9	1,52
Кораген (А) Кораген + Грінфорт КД 500 (В)	211,4	128,2	1,6	7,1	1,65
Кораген (А) Кораген + Казумін 2 Л, РК (В)	211,5	127,9	1,6	7,5	1,87

Показник продуктивної кущистості також був вищий за використання інсектицидів у фазі сходів – 1,4 (Кінфос у композиції із сіркою) та 1,6 (Кораген).

Застосування різних схем пестицидів позитивно впливало на формування зерна рослинами. Так, за використання схеми з Кінфосом КЕ та Грінфортом КД 500 чи Казуміном 2Л, РК маса 1000 зерен складала 6,8–6,9 г, що перевищувало аналогічний показник у контрольному варіанті на 0,7–0,8 г. У варіантах з Корагеном та Грінфортом КД 500 чи Казуміном 2Л, РК маса 1000 зерен була ще вищою – 7,1–7,5 г відповідно.

Найбільшу кількість зерна з однієї рослини отримано у варіанті Кораген (А), Кораген + Казумін 2 Л, РК (В) – 1,87 г, що перевищувало контрольний варіант (без обробки) на 0,75 г/рослини.

Одним із найбільш важливих показників ефективності ведення сільськогосподарського виробництва є врожайність. Застосування ефективної системи захисту посівів дозволяє зберегти потенціал продуктивності культури та забезпечити відповідну якість вирощеного врожаю.

Застосування досліджуваних схем захисту посівів проса від шкідників та хвороб дозволило отримати від 0,79 до 1,5 т/га збереженого врожаю, порівняно з варіантом без обробки, де врожайність зерна проса становила 1,95 т/га (рис. 3).

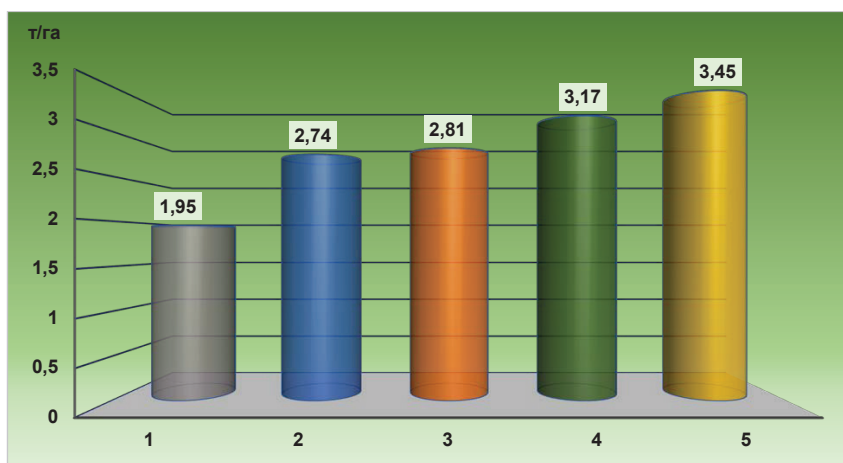


Рис. 3. Урожайність проса сорту Таврійське залежно від схем застосування пестицидів. $НР_{05}$ 0,24 т/га. (1. Контроль (б/о); 2. Кінфос КЕ + сірка (А), Кінфос КЕ + Грінфорт КД 500 (В); 3. Кінфос КЕ + сірка (А), Кінфос КЕ + Казумін 2 Л, РК (В); 4. Кораген (А), Кораген + Грінфорт КД 500 (В); 5. Кораген (А), Кораген + Казумін 2 Л, РК (В))

Найвищу врожайність – 3,45 т/га, отримано за використання такої схеми застосування пестицидів: Кораген, 0,15 л/га (А), Кораген, 0,15 л/га + Казумін 2 Л, РК, 1,0 л/га (В). Також досить високий рівень урожайності сформовано у варіанті із застосуванням схеми: Кораген, 0,15 л/га (А), Кораген, 0,15 л/га + Грінфорт КД 500, 0,5 л/га (В), де вона відповідно складала 3,17 т/га.

Істотно нижчим, порівняно зі схемою використання Корагену, був рівень урожайності у варіантах 2, 3 із застосуванням Кінфосу, що пояснюється його меншою

ефективністю проти жужелиці просяної та метелика стеблового. Врожайність у цих варіантах була в межах 2,74–2,81 т/га.

Висновки. Для ефективного контролю комплексу фітофагів та збудників плямистостей листків у посівах проса посівного першочерговим є правильна ідентифікація шкідливих видів із наступним добором препаратів відповідно до цільового об'єкту. У разі масової чисельності гусениць совки озимої та імаго жужелиці просяної потрібно у фазі сходів культури застосовувати інсектициди Кораген нормою 0,15 л/га та Кінфос К нормою 0,2 л/га з додаванням 2,0 кг/га сірки колоїдної для забезпечення газової фази препарату. У фазі кінець трубкування–початок викидання волоті для контролю метелика стеблового та комарика просяного слід використовувати інсектицид Кораген у нормі 0,15 л/га. За прояву плямистостей листків грибної етіології одночасно з другим внесенням інсектицидів можна використовувати препарати Грінфорт КД 500 у нормі 0,5 л/га та Казумін 2 Л, РК у нормі 1,0 л/га. Якщо збудником плямистості є бактерії *Ps. syringae* pv. *holci* потрібно обирати препарат Казумін 2 Л, РК у нормі 1,0 л/га, оскільки він володіє добре вираженими бактерицидними та фунгіцидними властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стратегія і тактика захисту рослин. Том 1. Стратегія / за ред. В. П. Федоренка. К.: Альфа-Стевія, 2012. С. 473–494.
2. Марков І. Обстежуємо посіви проса : хвороби проса та захисні заходи проти них. Агробізнес сьогодні. 2016. № 11. С. 52–55.
3. Аверчев О., Нікітенко М., Йосипенко І. Хвороби та шкідники проса на півдні України : навч. посібник. Одеса : Олді+, 2023. 180 с.
4. Морфологія, біологія багатодітних шкідників та заходи боротьби з ними в адаптивних технологіях вирощування: наукова монографія / І.М. Мринський, В.В. Урсал, Н.М. Лавренко; за ред. І.М. Мринського. Херсон: ОЛДІ-ПЛІОС, 2018. С. 33–72.
5. Ключевич М.М., Столяр С.Г. Біологічний метод – ефективний напрям захисту проса від хвороб в органічному виробництві. Екологія – основа збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 10–11 груд. 2013 р. Полтава : ПДАА, 2013. С. 126–129.
6. Столяр С.Г., Ключевич М.М. Поширення та розвиток бурої плямистості проса залежно від застосування біологічних препаратів на Поліссі України. Органічне виробництво і продовольча безпека : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Житомир : ЖНАЕУ, 2017. С. 83–87.
7. Столяр С.Г. Вплив біологічних препаратів на розвиток хвороб в посівах проса на Поліссі України. Органічне виробництво і продовольча безпека : матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. Житомир : О. О. Євенок, 2016. С. 228–231.
8. Столяр С.Г., Трембіцька О.І., Клименко Т.В. Ефективність комплексного біологічного захисту проса посівного проти розвитку *Bipolaris panici-miliacei* (Y. Nisik.) Shoemaker в Поліссі України. URL : <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/218/5912/12349-1> (дата звернення 22.06.2024).
9. Ключевич М.М., Столяр С.Г. Вплив строків сівби на розвиток мікозів проса в Поліссі України. Практика і теорія ефективного використання земельних ресурсів Полісся : матеріали 2-ї всеукр. наук.-практ. конф., 22–23 лют. 2017 р. Житомир : Укрекобіокон, 2017. С. 77–80.
10. Ключевич М.М., Столяр С.Г., Мельничук А.О. Вплив густоти стояння рослин на розвиток бурої плямистості проса в Поліссі. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем АПК : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, 19 трав. 2017 р. Житомир : Укрекобіокон, 2017. С. 18–21.

11. Гуляк Н.В., Гордієнко О.В. Чутливість сортів проса до стеблового кукурудзяного метелика у північному Лісостепу України. Карантин і захист рослин. 2015. №. 7. С. 21–22.
 12. Millets: the miracle grains of 21st century. URL : https://www.researchgate.net/publication/378065811_An_Overview_Pests_of_Millets_and_Its_Management (дата звернення: 22.06.2024 р.).
 13. Казумін® 2Л, РК. URL: <https://numl.org/Rbh> (дата звернення: 22.06.2024 р.).
 14. Кораген. URL: <https://numl.org/Rb2> (дата звернення: 22.06.2024 р.).
 15. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. С. 269–276.
 16. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін. Київ : Світ, 2001. С. 86–94.
-

УДК [633.35+635.656]:632.7

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.20>

МЕТОДИ БОРОТЬБИ З ГОРОХОВИМ ЗЕРНОЇДОМ (*PISUM SATIVUM* L.)

Муллер М.О. – аспірант кафедри екології,
збалансованого природокористування і захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет

Горох є важливою бобовою культурою, яка відіграє ключову роль у харчуванні людей і годівлі тварин головним чином завдяки вмісту білка, а також він є важливим для родючості ґрунту в багатьох системах землеробства завдяки його біологічній здатності фіксувати азот. Горох є основною зернобобовою культурою в Європі та другою у світі, що обумовлює необхідність збереження врожаю від хвороб і шкідників за важких погодно-кліматичних умов. Однією з найбільш складних проблем зі шкідниками гороху посівного в усьому світі є *Bruchus pisorum* (L.), боротьба з яким складається з комплексу хімічних, агротехнічних і біологічних методів. Результативність хімічного контролю за *B. pisorum* залежить від постійного моніторингу поля для коригування часу та площі обробки дозволеними інсектицидами. Також рекомендовано наступні заходи захисту посівів гороху від цього шкідника: дотримання сівозмін, ранніх строків сівби, своєчасного збору й обмолочування врожаю; одразу після збирання проводити луцнення стерні та глибоку зяблеву оранку; висівання навколо поля з горохом фацелії, яка сприяє накопиченню ефективних паразитів; використання здорового та сертифікованого насіння стійких ранньо- та середньостиглих сортів; дотримання просторової ізоляції – не менше 1 км від минулорічних посівів багаторічних бобових трав і зернобобових; проведення протруювання й інокуляції насіння гороху перед сівбою. Однак ефективність зазначених практик ще не відповідає рівням, необхідним для агропродовольчої промисловості, що обумовлює необхідність виведення більш стійких сортів гороху з залученням генотипу диких родичів цієї культури (*P. sativum* ssp. *syriacum*, *P. sativum* ssp. *elatius*, *P. fulvum*, *P. abyssinicum*). Також важливо запобігти післязбиральним втратам – проводити фумігацію насіння та використовувати спеціальні сховища (наприклад, герметичні тришарові мішки *Purdue Improved Crop Storage*).

Ключові слова: брухус, горох, сорти, інсектициди, інтегрована система боротьби, мішки для зберігання.

Muller M.O. Methods of pea weevil (*Bruchus pisorum*) control

Pea is an important leguminous crop that plays a key role in human nutrition and animal feeding mainly owing to protein content. Pea is also important for soil fertility in many arable farming systems due to its biological ability to fix nitrogen. Pea is the main grain legume crop in Europe and the second one in the world, which stipulates the necessity to protect the yield from diseases and pests under unfavorable weather and climatic conditions. One of the most serious problems connected with garden pea pests is pea weevil (*Bruchus pisorum* (L.)), the control of which consists of the complex of chemical, agro-technical, and biological methods. The effect from *B. pisorum* chemical control depends on the constant field monitoring to correct the time and area of treatment with the permitted insecticides. The following methods are also recommended to protect pea sown areas from this pest: following crop rotation, early sowing time, timely harvesting and threshing the yield. It is also recommended to conduct stubble breaking and deep autumn plowing just after harvesting; sowing phacelia around pea field, which assists in the accumulation of effective parasites; using healthy and certified seeds of resistant early- and mid-ripening varieties; following space isolation – not less than 1 km away from the previous year perennial leguminous grasses and grain legumes; conducting pea seeds treatment and inoculation before sowing. However, the effectiveness of the above mentioned practices does not correspond to the necessary levels for agro-food industry, which stipulates the necessity of breeding more resistant pea varieties attracting the genotypes of its wild related crops (*P. sativum* ssp. *syriacum*, *P. sativum* ssp. *elatius*, *P. fulvum*, and *P. abyssinicum*). It is also important to avoid

post-harvest losses – to conduct seed fumigation and use special storages (for example, Purdue Improved Crop Storage hermetic three-layer bags).

Key words: *bruchus, pea, varieties, insecticides, integrated system of control, bags for storage.*

Вступ. Завдяки різнобічному використанню як у харчуванні людини, так і на корм тваринам столовий і кормовий горох є незамінною культурою. Горох (*Pisum sativum* L.), особливо кормовий, також відомий своєю здатністю зв'язувати азот з повітря та зберігати його в ґрунті. Така фіксація азоту – природний симбіоз із бульбочковими бактеріями – дає змогу підвищити родючість ґрунту та зменшити потребу в штучних азотних добривах. Ця характеристика зробила горох ключовим компонентом сталої сільськогосподарської практики, що допомагає покращити структуру ґрунту, розширює сівозміну та сприяє наступним урожаям завдяки ефекту попередніх культур. Його вирощування сприяє збереженню біорізноманіття та підтримує екологічно безпечні методи землеробства за рахунок зменшення використання хімічних добрив і пестицидів [1].

Найбільшими виробниками гороху у 2022 році були країна-агресор (3,62 млн т), Канада (3,42 млн т), Китай (1,48 млн т), Індія (1,0 млн т), США (684,6 тис. т). За останні роки значно зросли площі посіву гороху в Європі, що відображає, серед іншого, підвищення обізнаності про його екологічні й економічні переваги, але також цьому сприяють заходи сільськогосподарської політики. Серед країн Європи найбільші обсяги цієї культури вирощуються у Франції (399,9 тис. т), Німеччині (322,6 тис. т), Україні (259,7 тис. т), Великій Британії (160,3 тис. т) і Литві (152,3 тис. т) [1, 2]. До найбільших імпортерів гороху відносяться Іспанія, Індія та Бангладеш [3].

Необхідно відзначити, що до повномасштабної агресії у 2021 році Україна виробляла 0,58 млн т гороху, тоді як у 2022 році – вдвічі менше, що стало найнижчим показником за останнє десятиріччя. Найбільший обсяг виробництва в обсязі 1 млн т гороху було вироблено у найбільш врожайному 2017 році [4]. Однак, вже у 2023 році площі під посівами гороху було збільшено на 13 тис. га за рахунок Одеської області (21 тис. га), тоді як вони значно скоротились у Запорізьській, яка була лідером до 2022 року, Донецькій і Херсонській областях [5]. Врожай гороху в 2023 році становив 153,8 % (400 тис. т) від попереднього року [6].

В Україні за офіційними даними у 2024 році посівні площі гороху складають 161 тис. га (проти 150 тис. га минулого року), тоді як реальні показники можуть бути вищі [7]. Позитивні зміни на ринку сталися завдяки збільшенню вітчизняного експорту гороху в Китай та Індію [8], що вже відобразилось на зростанні його ціни на 35 % до 13,5 тис. грн/т [9].

Отже, вітчизняні виробники гороху мають стимул для отримання максимального врожаю з метою забезпечення внутрішнього ринку й експортного потенціалу України. Наразі на ринку існує певний дефіцит насіння гороху, що стимулює українських виробників засівати більше площ товарним горохом. Отримання якісного очищеного товарного гороху дозволяє використовувати його як насіннєвий матеріал без втрати врожаю [10].

Таким чином, набуває актуальності збереження посівів гороху від шкоди понад 15 фітофагів: довгоносики смугастого, довгоносики щетинистого, попелиці горохової, зерноїда горохового, плодожерки горохової, бобової вогнівки, совки капустияної, совки горохової, скосара люцернового, трипси горохового, клопа люцернового, клопа польового та інших. Однак, упродовж багаторічних спостережень

визначено, що значної шкоди гороху заподіюють гороховий зерноїд, бульбочкові довгоносики та горохова попелиця. За відсутності боротьби з ними та збільшення їх чисельності вони можуть призводити до величезної шкоди – знищення більше половини врожаю гороху [11]. За даними Держпродспоживслужби України на першу декаду червня 2024 року на посівах гороху триває заселення та пошкодження гороховим зерноїдом, бульбочковими довгоносиками, трипсами, попелицями, осередково піщаним мідляком [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Горох є найпоширенішою зерновою культурою помірного клімату в Європі та другою у світі [13]. Виробництво гороху в усьому світі зазнає великих втрат від зерноїду горохового або брухуса (*Bruchus pisorum* L.), розмір яких може перевищувати 50 % врожаю [14, 15]. Пошкоджене шкідником насіння має низьку ринкову вартість через меншу цінність для споживання людиною та корму для тварин, а також погану схожість [15, 16].

Наразі *B. pisorum* зустрічається на території США і південної Канади, а також у більшості помірних районів Азії, Європи, північної Африки й Австралії. Іншими важливими регіонами зараження горохового довгоносика є середня Азія, західна росія, північна частина Казахстану, Молдова й Україна [17]. Отже, *B. pisorum*, є економічно важливим шкідником посівів гороху польового в усьому світі, однак повністю ефективних методів (традиційних, альтернативних) боротьби з ним наразі не існує [18].

Відзначається, що велика кількість опадів і відносна вологість обмежують зараження насіння гороху цим шкідником [19]. А отже в умовах глобального змiну клімату в бік підвищення температур і зменшення опадів боротьба з ним набуває підвищеної актуальності.

Постановка завдання. Мета роботи – дослідити методи боротьби з гороховим зерноїдом (*Pisum sativum* L.).

Виклад основного матеріалу дослідження. *B. pisorum* завдяки власним адаптивним можливостям, непередбачуваності розвитку та широкому ареалу розповсюдження, становить виклик для найдосвідченіших агрономів, оскільки зводить нанівець рентабельність вирощування гороху всіх видів (*P. sativum*, *P. arvense*), який є надзвичайно цінною бобовою культурою. Наразі цей шкідник зустрічається повсюдно, а його поширення на північ, безперечно, обумовлено глобальним потеплінням [20].

На території України виділяють три зони шкідливості *B. pisorum* [20]:

- перша (найбільша шкода) – південна частина півночі країни, що включає Могилів-Подільський, Сквиру, Білу Церкву, Канів і південніше від Дніпра на Донецьк – Шахти;

- друга (середня шкода) – північ, що вміщує Тернопіль, Вінницю, Київ;

- третя (незначна шкода) – Західне та Центральне Полісся.

Живлення *B. pisorum* сприяє зменшенню ваги пошкодженого зерна через те, що під час розвитку личинка виїдає великі порожнини, знищуючи приблизно половину ендосперму горошини. В результаті виїдена частина зерна може становити 30–35 % його ваги, тоді як у дрібнонасінних сортах навіть більше. При цьому відбувається зниження схожості пошкодженого насіння до 55 % у крупноплідних сортів гороху та до 85 % у дрібнонасінних. Пошкоджене зерно не можна споживати людині та годувати тварин, тому що воно містить токсичний алкалоїд – кантаридин [20].

Проведення захисних заходів визначається економічним порогом шкідливості *B. pisorum* – 15–20 жуків на 10 помахів сачком у фазі бутонізації гороху чи

2 екз./м² посівів гороху озимого [20]. В той же час, для ефективного регулювання чисельності цього шкідника необхіден комплексний підхід, оскільки агротехнічний, хімічний або біологічний методи є неефективними самі по собі [11].

Результативність хімічного контролю за шкідником залежить від постійного моніторингу поля для коригування часу обприскування відповідно до яйцекладки самок *B. pisorum* [21, 22]. Одна самка може відкласти до 400 яєць протягом 2–4 тижнів [23], а отже часто вимагає повторні обробки інсектицидами [24].

В Україні захисні заходи проти *B. pisorum* проводяться на основі інсектицидного протруйника імідаклоприду (1 л/т), за наступного внесення комбінованого інсектициду, який містить діючі речовини імідаклоприд і лямбда-цигалотрин (100 мл/га). Надалі можливе кількаразове внесення інсектицидів, що мають діючі речовини циперметрин і хлорпірифос за норми 1 л/га. Виробничниками для успішного захисту гороху від шкідника використовується схема чергування різних діючих речовин (неонікотіноїди, системна фосфорорганіка). Хлорпірифос представляє собою контактну діючу речовину з високим газовим ефектом. Імідаклоприд є системним продуктом, який має довготривалий ефект оскільки всмоктуючись у рослину, розподіляється в ній і сприяє знищенню шкідників, котрі з'являться через 5–10 днів [20].

Однак, відсутність регламентів інсектицидних обробок гороху проти *B. pisorum* відбувається з порушенням санітарних норм за відсутності в Україні контролюючих органів. В результаті це повертається непередбачуваними екологічними наслідками не тільки сьогодні, а й у майбутньому [25]. Так, наприклад, в Європі поширено одноразове використання Нурел Д (хлорпірифос + циперметрин) у нормі 1 л/га на початку цвітіння гороху [20]. У дослідженні [21] дійшли висновку, що циперметрин є найбільш придатним з перевірених інсектицидів для боротьби зі шкідниками в посівах гороху через його відносну стійкість і активність.

Існує також інтегрована система боротьби з *B. pisorum* шляхом запровадження біологічного контролю за допомогою паразитоїдів [26, 27] або шляхом застосування інших культурних практик, таких як ранній посів, видалення рослинних залишків під час випасання худоби [28, 29], висівання навколо поля з горохом фацелії, яка сприяє накопиченню ефективних паразитів *B. pisorum* [20].

Приналежувальні посіви гороху за ранніх строків дозволяють боротися з цим шкідником на невеликій ділянці [20]. Так, у досліді [30] доведено, що самки *B. pisorum* надають перевагу ранньоквітучим сортам гороху (на 14–21 день) для яйцекладки. Розташування цих сортів на краю має ефективно служити як пастка.

Рекомендовано наступні заходи захисту гороху від *B. pisorum* [11, 20, 31, 32]:

- дотримуватись сівозміни та своєчасного збирання й обмолочування гороху за оптимальних і стислих строків;

- проводити лущення стерні одразу після збирання гороху та здійснювати глибоку зяблеву оранку, що не дозволить вилетіти тим жукам, котрі залишилися в осипаному зерні на полі;

- дотримуватись просторової ізоляції – не менше 1 км від минулорічних посівів багаторічних бобових трав і зернобобових;

- використовувати здорове та сертифіковане насіння стійких сортів, наприклад зеленозерних, які менше зазнають пошкодження у порівнянні з жовтозерними;

- проведення сіви в ранні строки ранньо- та середньостиглих сортів гороху, які характеризуються більшою енергією росту на початку вегетації;

- проводити передпосівне протруювання й інокуляцію насіння гороху, що завдяки захисному впливу сприятиме міцному розвитку рослин і збільшенню

врожайності, дозволить розвиненим конкурентним культурним рослинам краще витримувати вплив важких умов навколишнього середовища, хвороб і шкідників, вигравати у боротьбі за вологу та поживні речовини;

- у фазі бутонізації (на початку цвітіння) за присутності 10 жуків на 100 рослинах посівів або 10 жуків на 100 помахів сачком виконувати обприскування фуражних і насінневих посівів гороху інсектицидами, санкціонованими препаратами відповідно до чинного «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

Ефективними проти *B. pisorum* є наступні інсектициди: Актара 25 WG (0,1 кг/га), Актара 240 SC (0,11 л/га), Альтекс (0,15–0,25 л/га), Антигусін (0,15 л/га), Бі-58 Новий (0,5–1,0 л/га), Данадим Стабільний (0,5–1,0 л/га), Димевіт (1,0 л/га), Децис f-Люкс 25 EC (0,4–0,7 л/га), Децис Профі 25 WG (0,04–0,07 л/га), Енжіо 247 SC (0,18 л/га), Карате Зеон 050 CS (0,125 л/га), Коннект (0,4–0,5 л/га), Нурел Д 500 EC (0,8–1 л/га), Фастак (0,15–0,25 л/га), Фуфанон 570 (0,5–1,2 л/га), Ф'юрі (0,07–0,1 л/га). За високої чисельності шкідника доцільно проводити дві хімічні обробки посівів: крайових смуг посівів у фазу бутонізації обробляють завширшки 30–50 м або 70–100 м залежно від зони зараження; суцільна обробка площ на початку цвітіння культури за наявності шкідника більше економічного порогу шкідливості [11, 20].

Однак ефективність зазначених практик ще не відповідає рівням, необхідним для агропродовольчої промисловості. Ці труднощі свідчать про необхідність створення та використання стійких сортів гороху [19, 33]. Лише нещодавно було описано помірну стійкість у зародковій плазмі *P. sativum* [29], але ще потрібно пройти довгий шлях для забезпечення комерційних потреб, оскільки немає сортів, які поєднують хороші агрономічні властивості та корисну стійкість. Ця обмежена доступність стійкості спонукала до пошуку генетичної стійкості серед диких родичів цієї культури. Виявлена стійкість у *P. fulvum* [15, 34], і були спроби його інтрогресії в *P. sativum*. Також стабільне зменшення зараження насіння і розвитку личинок в різних середовищах відмічено у *P. sativum* ssp. *elatius*, стійке зниження розвитку личинок – у *P. abyssinicum*, а найперспективніший зразок – *P. sativum* ssp. *syriacum* – продемонстрував стійкість як на рівні стручка, так і на рівні насіння [19].

Крім того, після збору врожаю потрібна фумігація, щоб уникнути появи *B. pisorum*, які перебувають у сплячці всередині зараженого насіння на зберіганні, що сприятиме зменшенню рівня шкідників [22]. Під час зберігання насінневого гороху в сховищах за значної чисельності *B. pisorum* (понад 10 жуків або личинок на 1 кг зерна) та вологості зерна не більш 15,5 % фумігують Геліофосом, Магтоксеном або Фостоксеном (Детіа Газ-Екс-Т), або проводять обробку вологим способом Актеллік 500 EC чи Фастак за норми 16 г/т [20].

У дослідженні [35] розглянуто рівень втрат від *B. pisorum* при зберіганні гороху за різних способів зберігання: поліпропіленовому мішку (PP), поліетиленовому мішку з пилом Actellic (PE), герметичному тришаровому мішку Purdue Improved Crop Storage (PICS). Протягом періоду зберігання (5 міс.) в мішках PICS та PE було зафіксовано менше живих дорослих *B. pisorum* та нижчий відсоток пошкодження зерна порівняно з мішками PP. Зерна гороху, що зберігалися в мішках PICS і PE, також зберігали вищу схожість порівняно з зерном, яке зберігалось в мішках PP. Приблизний склад суттєво відрізнявся між способами зберігання протягом випробування. Зерно, що зберігалось в мішках PICS і PE, показало вищу вологість зерна, вміст сирого протеїну та сирого жиру, але менший загальний вміст вуглеводів і золи порівняно з зерном, яке зберігалось в мішках PP.

Заслуговує на увагу досвід одного з регіону Нової Зеландії у боротьбі з *B. pisorum*, який полягав у прийнятті та виконанні програми його викорінення, що складалась з: регіональної заборони на вирощування гороху, обмеження переміщення рослинного матеріалу гороху, обробки посівів гороху-пастки за допомогою інсектицидів і гербіцидів, фізичне знищення рослин гороху для запобігання відростанню. За перший рік програми знищення (весна 2016–2017 роки) популяція *B. pisorum* скоротилась на 99,1 %. Навесні 2018 та 2019 років було виявлено нульове виявлення цього шкідника, що підтверджує його викорінення, а заборону на посадку й обмеження на пересування гороху було знято в 2020 році [36, 37].

Висновки та пропозиції. Проведені дослідження свідчать, що гороховий зерноїд (*Bruchus pisorum* (L.), Coleoptera, Chrysomelidae) є головним космополітичним шкідником культур гороху, який поширений у більшості районів вирощування гороху в світі. Наразі для боротьби з ним використовуються хімічні, біологічні й агротехнічні методи, які у сукупності їх застосування збільшують ефективність регулювання чисельності цього шкідника, що є економічно дорогим. При цьому, втрати від *B. pisorum* можуть перевищувати 50 % врожаю та можливі під час зберігання насіння гороху, що потребує як його фумігації, так і використання спеціальних сховищ (наприклад, герметичних тришарових мішків Purdue Improved Crop Storage). Таким чином, в умовах глобальних змін клімату на більш сприятливі для розвитку *B. pisorum* (тепла та суха погода) набуває актуальності створення та використання генетично стійких сортів гороху з залученням генотипу диких родичів цієї культури (*P. sativum* ssp. *syriacum*, *P. sativum* ssp. *elatius*, *P. fulvum*, *P. abyssinicum*).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Overview of the most important pea diseases and pests. URL: <https://seedforward.com/en/blog/overview-of-the-most-important-pea-diseases-and-pests>.
2. Pea production. URL: <https://ourworldindata.org/grapher/pea-production>.
3. Жуйков О.Г., Лагутенко К.В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи (оглядова). *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 65–71.
4. Через війну Україна втратила значні посіви гороху. URL: <https://agropolit.com/news/25576-cherez-vijnu-ukrayina-vtratila-znachni-posivi-gorohu>.
5. Урожай бобових в Україні у 2023 році аналітики оцінюють на рівні 390 тис. т. URL: <https://superagronom.com/news/17437-urojay-bobovih-v-ukrayini-u-2023-rotsi-analitiki-otsinyuyut-na-rivni-390-tis-t>.
6. Врожай онлайн 2023. URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2023>.
7. Індія продовжує безмитний імпорт жовтого гороху: ціни в Україні на підйомі. URL: <https://ukraine-pulse.org/blog/indiya-prodovzhue-bezmitnij-import-zhovtogo-gorohu-czini-v-ukraini-na-pidjomi>.
8. В Україні площі під горохом зростають на 20%. URL: <https://agroportal.ua/news/rastenievodstvo/v-ukrajini-zrostut-ploshchi-pid-gorohom-na-20>.
9. Ціни на горох в Україні зросли через зняття мита Індією. URL: <https://superagronom.com/news/18695-tsini-na-goroh-v-ukrayini-zrosli-cherez-znyattya-mita-indiyeu>.
10. A positive signal for sowing peas in Ukraine: the opportunity for export to India has been extended for another 2 months. URL: <https://ukraine-pulse.org/en/news/a-positive-signal-for-sowing-peas-in-ukraine-the-opportunity-for-export-to-india-has-been-extended-for-another-2-months>.
11. Мостіпан Т., Гайденко О. Як захистити посіви гороху від шкідників. *Агрономія Сьогодні*. 2021. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20935-yak-zakhystyty-posivy-horokhu-vid-shkidnykiv.html>.

12. Площі гороху почали заселяти шкідники: де їх найбільше і як захистити посіви. URL: <https://www.agronom.com.ua/ploshhi-gorohu-pochaly-zaselyaty-shkidnyky-de-yih-najbilshe-i-yak-zahystyty-posivy>.

13. FAOSTAT (2014). URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.

14. Smith A.M. Pea weevil (*Bruchus pisorum* L.) and crop loss-implications for management. *Bruchids and legumes: economics, ecology and coevolution*. Springer Netherlands, 1990. P. 105–114.

15. Clement S.L., Hardie D.C., Elberson L.R. Variation among accessions of *Pisum fulvum* for resistance to pea weevil. *Crop Science*. 2002. Vol. 42 (6). P. 2167–2173. doi: 10.2135/cropsci2002.2167

16. Seyoum E., Damte T., Bejiga G., Tesfaye A. The status of pea weevil, *Bruchus pisorum* (Coleoptera: Bruchidae) in Ethiopia. Proceedings. *Invasive plant pests threatening Ethiopian agriculture* : 17th Annual Conference, 26–27 November 2010. Ethiopia, Addis Ababa: Plant Protection Society of Ethiopia, 2012. P. 52–66.

17. Gadi V.P. Reddy G.V.P. Sharma A., Gadi R.L. Biology, ecology, and management of the pea weevil (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 2018. Vol. 111 (4). P. 161–171 doi: 10.1093/aesa/sax078

18. Early flowering field pea variety (*Pisum sativum* L.) as a trap crop for pea weevils (*Bruchus pisorum* L.) / M. Seidenglanz et al. *Plant Protection Science*. 2022. Vol. 58 (3). P. 245–257. doi: 10.17221/127/2021-PPS

19. Fernández T.A., Carrillo E., Flores F., Rubiales D. Identification and multi-environment validation of resistance to pea weevil (*Bruchus pisorum*) in *Pisum* germplasm. *Journal of Pest Science*. 2018. Vol. 91 (2). P. 505–514. doi: 10.1007/s10340-017-0925-1

20. Федоренко В. Головний шкідник гороху – зерноїд чи зернівка? *Пропозиція*. 2020. № 5. URL: <https://propozitsiya.com/ua/golovniy-shkidnik-gorohu-zerno-yid-chi-zernivka>.

21. Horne J., Bailey P. *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera, Bruchidae) control by a knockdown pyrethroid in field peas. *Crop Protection*. 1991. Vol. 10 (1). P. 53–56. doi: 10.1016/0261-2194(91)90026-N

22. Clement S.L., McPhee K.E., Elberson L.R., Evans M.A. Pea weevil, *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Bruchidae), resistance in *Pisum sativum* × *Pisum fulvum* interspecific crosses. *Plant Breed*. 2009. Vol. 128. P. 478–485. doi: 10.1111/j.1439-0523.2008.01603.x

23. The effectiveness of chemicals against the pea weevil, *Bruchus pisorum* (L.), and native budworm, *Helicoverpa punctigera* Wallengren, on field peas, *Pisum sativum* L., in Western Australia / P.J. Michael et al. In: *National pea weevil workshop*. Australia, Melbourne: Victorian Department of Agriculture and Rural Affairs, 1990.

24. Identification of genome regions controlling cotyledon, pod wall/seed coat and pod wall resistance to pea weevil through QTL mapping / N. Aryamanesh et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2013. Vol. 127 (2). P. 489–497. doi: 10.1007/s00122-013-2234-2

25. Чайка Т. О. Екологічні наслідки традиційного сільського господарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 95–99. doi: 10.31210/visnyk2013.03.18

26. Barry A., O’Keeffe L.E. Influence of pea genotype on parasitization of the pea weevil, *Bruchus pisorum* (Coleoptera: Bruchidae) by *Eupteromalus leguminis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Environmental Entomology*. 1987. Vol. 16. P. 653–655. doi: 10.1093/ee/16.3.653

27. Huis A., Kaashoek N.K., Maes H.M. Biological control of bruchids (Col.: Bruchidae) in stored pulses by using egg parasitoids of the genus *Uscana* (Hym.: Trichogrammatidae): a review. In: *Proceedings of the fifth international working conference on stored product protection*. France, Bordeaux, 1990.

28. Baker G.J. Pea weevil. Fact sheet. Primary Industries and Resources SA and the South Australian Research and Development Institute, Adelaide, SA, 1998.

29. Screening the primary gene pool of field pea (*Pisum sativum* L. subsp. *sativum*) in Ethiopia for resistance against pea weevil (*Bruchus pisorum* L.) / A. Teshome et al. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2015. Vol. 62. P. 525–538. doi: 10.1007/s10722-014-0178-2
30. Early flowering field pea variety (*Pisum sativum* L.) as a trap crop for pea weevils (*Bruchus pisorum* L.) / M. Seidenglanz et al. *Plant Protection Science*. 2022. Vol. 58 (3). P. 245–257. doi: 10.17221/127/2021-PPS
31. Від яких шкідників слід боронити урожай у червні. URL: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/hromadianam/upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/novyny-upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/1885-vid-iakykh-shkidnykiv-slid-boronyty-urozhai-u-cherвні>.
32. Кандул І. Протруювання та інокуляція насіння ярого гороху. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/bobovi/1515-protruiuvannia-ta-inokuliatsiia-nasinnia-iaroho-horokhu.html>.
33. Nikolova I. Pea weevil damage and chemical characteristics of pea cultivars determining their resistance to *Bruchus pisorum* L. *Bulletin of Entomological Research*. 2016. Vol. 106, Is. 2. P. 268–277. doi: 10.1017/S0007485315001133
34. Pesho G.R., Muehlbauer F.J., Harberts W.H. Resistance of pea introductions to the pea weevil. *Journal of Economic Entomology*. 1977. Vol. 70. P. 30–33. doi: 10.1093/jee/70.1.30
35. Mendesil E., Kuyu C.G., Anderson P. Effects of storage in triple-layer hermetic bags on stored field pea grain quality and infestation by the pea weevil, *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*. 2022. Vol. 95, 101919. doi: 10.1016/j.jspr.2021.101919
36. The eradication of pea weevil *Bruchus pisorum* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) from New Zealand / D.G. Voice et al. *CABI Agriculture and Bioscience*. 2022. Vol. 3, 31. doi: 10.1186/s43170-022-00093-8
37. Pea weevil *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Chrysomelidae), delimitation and eradication Wairarapa, New Zealand. URL: <https://nzpps.org/pea-weevil-bruchus-pisorum-l-coleoptera-chrysomelidae-delimitation-and-eradication-wairarapa-new-zealand>.
-

УДК 633.11:631.95:575.21

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.21>

ЕКОГЕНЕТИЧНА АКТИВНІСТЬ У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА КЛІТИННОМУ РІВНІ

Окселенко О.М. – к.с.-г.н.,

докторант кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Назаренко М.М. – д.с.-г.н.,

професор кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Використання високогенотоксичних сполук може негативно впливати на життєздатність рослин, деякі цитогенетичні зміни можуть бути летальними або шкідливими для рослин, що знижує їх виживання та продуктивність. Насіння сортів пшениці м'якої озимої Фаррел, NE 12443, Ронін, Сейлор обробляли водним розчином ДАБ (1,4-бисдіазаоацетилбутан) у концентраціях 0,1%, 0,2%, 0,3%, Експозиція дії 24 години. Методом світлової мікроскопії проводили аналіз хромосомних аберацій на препаратах мітозів верхівок первинних коренів сортів озимої пшениці. Загальна частота хромосомних змін незначно була опосередкована впливом фактору вихідної форми, а от поступове зростання концентрації чиннику вплинуло достовірно. Сорт Фаррел виявився в цілому менш толерантним ніж інші. За спектром аналізували параметри кількості фрагментів, мостів, мікроядер та відстаючих хромосом, урахували клітини з множинними абераціями. Для загальної частоти фрагментів, мостів, мікроядер та відстаючих хромосом суттєвої різниці за фактором генотип не виявлено, за фактором концентрація різниці достовірна для всіх. Вплив сорту на індукцію комплексних аберацій значимий. Попарне порівняння показало, що різниця між першою та другою концентраціями незначима для частини сортів. У випадку з генотипом дискримінантний аналіз показав значущість для генотипу лише одного параметра моделі – комплексні аберації, для зміни концентрації загальної частоти, кількості фрагментів та комплексних змін. Диференціююча здатність достатня для модельних параметрів. За дискримінантним аналізом, немає сенсу у використанні водночас варіантів ДАБ 0,1 та 0,2%. При зростанні концентрації відбувається поступове постійне підвищення зі значимими переходами між окремими варіантами за всіма модельними показниками загальної частоти та спектру хромосомних перебудов, крім концентрацій 0,1 та 0,2%, де різниця достовірна не завжди. Значимо вищу генетичну спорідненість до дії ДАБ показав сорт Фаррел через нижчу толерантність до несприятливих наслідків, особливо для модельних показників. Різниця між іншими сортами не була достовірною, хоча при окремих попарних порівняннях можуть бути деякі флуктуації. Застосовані концентрації слід віднести до діапазону умовно-помірних за цитогенетичною активністю.

Ключові слова: пшениця озима, 1,4-бисдіазаоацетилбутан, хромосомні перебудови, частота, спектр.

Okselenko O.M., Nazarenko M.M. Ecogenetic activity in winter wheat on the cells level

The use of highly genotoxic compounds can negatively affect plant viability, some cytogenetic changes can be lethal or harmful to plants, reducing their survival and productivity. Seeds of bread winter wheat varieties Farrell, NE 12443, Ronin, Saylor were treated with an aqueous solution of DAB (1,4-bisdiazoacetylbutane) in concentrations of 0.1%, 0.2%, 0.3%, exposure for 24 hours. Analysis of chromosomal aberrations was performed using light microscopy on preparations of mitoses of primary root tips of winter wheat varieties. The overall frequency of chromosomal changes was slightly mediated by the influence of the initial shape factor, and the gradual increase in the concentration of the factor was significantly influenced by the variety. Variety Farrel turned out to be generally

less tolerant than the others were. For the spectrum, the parameters of fragments, bridges, micronuclei and lagging chromosomes were analyzed, taking into account cells with multiple aberrations). For the total frequency of fragments, micronuclei and lagged differences by the genotype factor is not significant for all components. In the case of the genotype, the discriminant analysis showed significance for one parameter of the model – complex aberrations, for the change in the concentration of total fragments and complex changes of 0.1 and 0.2%. There is a gradual and constant increase in the concentration of the drug with significant transitions between individual variants according to all model indicators of the general frequency and spectrum of chromosomal rearrangements, except for the increase in the concentration of 0.1 and 0.2%, where the difference is not always reliable. Variety Farrel showed a significantly higher genetic affinity to DAB action due to lower tolerance to unpleasant consequences, especially for model parameters. The difference between the other varieties was not reliable, although there may be some fluctuations in individual pairwise comparisons. The applied concentrations should be attributed to the part of conditionally moderate for cytogenetic activity.

Key words: winter wheat, 1,4-bisdiazoacetylbutane, chromosomal rearrangements, rate, spectrum.

Постановка проблеми. Хімічні супермутагени алкільної групи відносяться до високогенотоксичних, тобто таких, що викликають значну кількість генетичних змін у клітинах. Зазвичай, вони можуть індукувати мутації в різних генах рослин з високою ефективністю, але при цьому їх використання має свої недоліки [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ці речовини здатні значно підвищити частоту мутацій порівняно з фізичними чинниками, іноді частота збільшується до 1,5–2 рази [10]. Хімічні супермутагени можуть проявляти високу сайт-специфічність, тобто вони здатні індукувати мутації в конкретних генах або ділянках геному [6, 7].

Використання високогенотоксичних сполук може негативно впливати на життєздатність рослин. Деякі цитогенетичні зміни можуть бути летальними або шкідливими для рослин, що знижує їх виживання та продуктивність [4, 5].

Підвищена частота мутацій збільшує ризик виникнення небажаних генетичних змін, які можуть негативно вплинути на ріст і розвиток рослин. Це вимагає додаткового добору чинників [8, 9]. Підвищена частота мутацій має свій зворотний бік – збільшується ризик виникнення небажаних мутацій, які можуть негативно вплинути на ріст і розвиток рослин [2, 9].

Постановка завдання. Застосували хімічний супермутаген 1,4-бисдіазаоацетилбутан, тут та далі по тексту – ДАБ, котрий належить до типу хімічних речовин, які здатні призводити до суттєвого рівня виникнення мутацій при відносно низькій шкодочинності. Насіння сортів пшениці м'якої озимої Фаррел, NE 12443, Ронін, Сейлор обробляли водним розчином ДАБ у концентраціях 0,1%, 0,2%, 0,3%, контролем була вода. Для кожної обробки брали 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену була 24 години.

Методом світлової мікроскопії проводили аналіз хромосомних аберацій на препаратах мітозів верхівок первинних коренів сортів озимої пшениці на пізній стадії метафази та ранній анафазі. Після обробки частини верхівок коренів культивували в чашках Петрі на фільтрувальному папері з дистильованою водою в термостаті за температури + 20–22°C. Після цього частину зразків довжиною 0,8–1,0 см зрізали та фіксували протягом 24 годин у розчині Кларка, який складається з 3 частин 96% етилового спирту та 1 частини очної кислоти. Для кожного варіанту готували близько 25–30 коренів. Цитологічні дослідження забезпечували тимчасовими препаратами, забарвленими ацетокарміном. Зразки оцінювали за допомогою світлового мікроскопа Micromed XS-3330 (множення

в 600 разів) з камерою 5М. У кожному варіанті міститься приблизно 1000 рослинних клітин на відповідних стадіях. Статистичний аналіз даних проводився програмою Statistica 10.0. Відмінності між відборами визначали за допомогою однофакторного аналізу (ANOVA) і вважали надійними при $P < 0,05$. Відмінності між зразками оцінювали за допомогою тесту Тьюкі HSD.

Виклад основного матеріалу дослідження. Проаналізовані у таблиці 1 загальна частота хромосомних змін незначно була опосередкована впливом фактору вихідної форми ($F = 2,12$; $F_{0,05} = 2,48$; $P = 0,06$), а от поступове зростання концентрації чинника вплинуло достовірно ($F = 212,19$; $F_{0,05} = 3,07$; $P < 0,05$). Окремі вихідні форми при попарному аналізі вагомо відрізнялися. Це стосується сорту Фаррел ($F = 2,61$; $F_{0,05} = 2,48$; $P = 0,05$), який виявився в цілому менш толерантним ніж інші (суттєво вища частота аберацій, крім другої концентрації, де на рівні інших). Кількість перебудов варіювала від 3,50% (сорт Сейлор) до 4,28% (сорт Фаррел) при дії ДАБ 0,1%, за дії ДАБ 0,2% від 5,48% (сорт Сейлор) до 6,39% (сорт Фаррел), за дії ДАБ 0,3% від 8,12% (сорт Сейлор) до 9,17% (сорт Фаррел). Таким чином, в цитогенетична мінливість, спричинена даним фактором була більш високою, ніж для епімутагенів.

Таблиця 1

Частота хромосомних аберацій при дії ДАБ ($x \pm SD$, $n = 25$)

Сорт	Варіант	Мітозів, шт.	Хромосомних аберацій	
			шт.	%
Фаррел	вода	1009	10	$0,99 \pm 0,09^a$
	ДАБ, 0,1%	1005	43	$4,28 \pm 0,17^b$
	ДАБ 0,2%	1001	64	$6,39 \pm 0,19^c$
	ДАБ 0,3%	1003	92	$9,17 \pm 0,29^d$
NE 12443	вода	1002	8	$0,80 \pm 0,10^a$
	ДАБ, 0,1%	1004	40	$3,98 \pm 0,15^b$
	ДАБ 0,2%	1002	63	$6,29 \pm 0,19^c$
	ДАБ 0,3%	1007	87	$8,64 \pm 0,25^d$
Ронін	вода	1009	8	$0,79 \pm 0,10^a$
	ДАБ, 0,1%	1004	39	$3,88 \pm 0,14^b$
	ДАБ 0,2%	1005	59	$5,87 \pm 0,18^c$
	ДАБ 0,3%	1001	82	$8,19 \pm 0,27^d$
Сейлор	вода	1006	8	$0,80 \pm 0,10^a$
	ДАБ, 0,1%	1000	35	$3,50 \pm 0,16^b$
	ДАБ 0,2%	1003	55	$5,48 \pm 0,18^c$
	ДАБ 0,3%	1010	82	$8,12 \pm 0,25^d$

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

За спектром цитогенетичної мінливості чинника (таблиця 2) аналізували наступні параметри фрагменти (одинарні та подвійні, які в цілому більш характерні для дії такого типу факторів), мости (одинарні – хроматидні – та подвійні – хромосомні), а також інші, більш рідкісних аберацій таких як мікроядра, відстаючі хромосоми. Окремо урахували клітини з множинними хромосомними абераціями (комплексними), які є досить потужним інтегративним показником впливу мутагену.

Таблиця 2

Спектр хромосомних аберацій при дії ДАБ (x, n = 25)

Варіант	Фрагменти		Мости		фрагменти/ мости	інші		комплексні	
	шт	%	шт	%		шт	%	шт	%
Фаррел									
вода	4 ^a	40,00	4 ^a	40,00	1,00	1 ^a	10,00	0 ^a	0,00
ДАБ, 0,1%	22 ^b	39,22	16 ^b	28,57	1,38	5 ^a	8,93	5 ^b	8,93
ДАБ 0,2%	35 ^c	45,45	20 ^b	25,97	1,75	9 ^b	11,69	10 ^c	12,99
ДАБ 0,3%	47 ^d	41,23	27 ^c	23,68	1,74	18 ^c	15,79	18 ^d	15,79
NE 12443									
вода	4 ^a	44,44	5 ^a	55,56	0,80	0 ^a	0,00	0 ^a	0,00
ДАБ, 0,1%	22 ^b	44,00	13 ^b	26,00	1,69	5 ^b	10,00	5 ^b	10,00
ДАБ 0,2%	32 ^c	46,38	18 ^c	26,09	1,78	13 ^c	18,84	13 ^c	18,84
ДАБ 0,3%	39 ^d	40,63	28 ^d	29,17	1,39	20 ^d	20,83	19 ^d	19,79
Ронін									
вода	5 ^a	62,50	4 ^a	50,00	1,25	0 ^a	0,00	0 ^a	0,00
ДАБ, 0,1%	21 ^b	31,34	14 ^b	20,90	1,50	4 ^a	5,97	5 ^b	7,46
ДАБ 0,2%	31 ^c	40,79	20 ^c	26,32	1,55	8 ^{ab}	10,53	8 ^b	10,53
ДАБ 0,3%	41 ^d	37,61	28 ^d	25,69	1,46	13 ^c	11,93	18 ^c	16,51
Сейлор									
вода	4 ^a	50,00	4 ^a	50,00	1,00	1 ^a	12,50	0 ^a	0,00
ДАБ, 0,1%	18 ^b	36,73	13 ^b	26,53	1,38	4 ^a	8,16	4 ^b	8,16
ДАБ 0,2%	28 ^c	40,58	19 ^c	27,54	1,47	8 ^b	11,59	8 ^b	11,59
ДАБ 0,3%	38 ^d	36,19	28 ^d	26,67	1,36	16 ^c	15,24	17 ^c	16,19

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Для загальної частоти фрагментів суттєвої різниці за фактором генотип не виявлено ($F = 2,17$; $F_{0,05} = 2,48$; $P = 0,07$), за фактором концентрація різниця достовірна ($F = 112,99$; $F_{0,05} = 3,07$; $P < 0,05$). Попарне порівняння показало, що при переході між окремими концентраціями різниця була достовірна завжди. Кількість варіювала від 18 (сорт Сейлор) до 22 (сорти Фаррел та NE 12443) при дії ДАБ, 0,1%, за дії ДАБ 0,2% від 28 (сорт Сейлор) до 35 (сорт Фаррел), за дії ДАБ 0,3% від 36 (сорт Сейлор) до 47 (сорт Фаррел).

Для випадку з мостами суттєвої різниці за фактором генотип знов не виявлено ($F = 2,01$; $F_{0,05} = 2,48$; $P = 0,08$), за фактором концентрація різниця достовірна ($F = 29,01$; $F_{0,05} = 3,07$; $P < 0,05$). Попарне порівняння показало, що різниця між першою та другою концентраціями незначима для сорту Фаррел. Загалом, кількість мостів варіювала від 13 (сорти NE 12443 та Сейлор) до 16 (сорт Фаррел) при дії ДАБ, 0,1%, за дії ДАБ 0,2% від 18 (сорт NE 12443) до 20 (сорти Фаррел та Ронін), за дії ДАБ 0,3% від 27 (сорт Фаррел) до 28 (сорти Ронін та Сейлор).

Щодо інших типів хромосомних перебудов (відстаючі хромосоми та мікроядра), то для них фактор сорту теж виявився незначним ($F = 2,10$; $F_{0,05} = 2,48$; $P = 0,07$), але статистично достовірною була реакція на підвищення концентрації ($F = 57,17$; $F_{0,05} = 3,07$; $P < 0,05$). При попарному порівнянні варіантів знаходимо, що відсутня різниця між контролем та ДАБ 0,1% у сортів Фаррел, Ронін та Сейлор, між ДАБ 0,1 та ДАБ 0,2% у сорту Ронін, між ДАБ 0,2 та ДАБ 0,3% завжди є відмінність у дії, різниця є при будь-якій концентрації у NE

12443. Кількість інших аберацій варіювала від 4 (сорті Ронін та Сейлор) до 5 (сорті NE 12443 та Фаррел) при дії ДАБ, 0,1%, за дії ДАБ 0,2% від 8 (сорті Ронін та Сейлор) до 13 (сорт NE 12443), за дії ДАБ 0,3% від 17 (сорт Сейлор) до 19 (NE 12443).

Вплив сорту на індукцію комплексних аберацій значимий ($F = 2,66$; $F_{0,05} = 2,48$; $P = 0,05$), збільшення концентрації веде до значного зростання частоти комплексних змін ($F = 134,98$; $F_{0,05} = 3,07$; $P < 0,05$). Кількість при дії ДАБ 0,1% була 4–5 в усіх сортів, за дії ДАБ 0,2% від 8 (сорті Ронін та Сейлор) до 13 (сорт Фаррел), за дії ДАБ 0,3% від 17 (сорт Сейлор) до 19 (сорт NE 12443). Для всіх варіантів є статистично достовірні відмінності, крім переходу між концентраціями ДАБ 0,1% та 0,2% у сортів Ронін та Сейлор.

Факторний аналіз показав (таблиця 3), що значущими збільшення концентрації ДАБ були для всіх вивчених параметрів, генотип ж не вплинув зовсім, крім наявності множинних змін. Для визначення характеру впливу цитогенетичної активності залежно від факторів генотипу об'єкта впливу та концентрації мутагену було проведено дискримінантний аналіз (таблиця 4, Рис. 1).

Таблиця 3

Результати факторного аналізу

Параметр	Концентрація	Генотип
Загальна частота	0,978727*	0,223620
Фрагментів	0,946929*	0,318612
Мостів	0,444799	0,354230
Інші аберації	0,657913*	0,355225
Комплексні	0,789113*	0,544413*
Варіативність пояснена	3,186171	1,251517
Не пояснена	1,021125	1,230198

Примітка: * – статистично достовірно при $P < 0,05$

Як видно, у випадку з генотипом дискримінантний аналіз показав значущість для генотипу лише одного параметра моделі – комплексні аберації, для зміни концентрації загальної частоти, кількості фрагментів та комплексних змін.

Таблиця 4

Результати класифікаційного аналізу

Параметр	Генотип			Концентрація		
	Лямбда Уїлкса	F критичне (4,14)	P	Лямбда Уїлкса	F критичне (2,66)	P
Загальна частота	0,009	2,11	0,10	0,034	7,19	0,01
Фрагментів	0,010	2,12	0,10	0,031	5,04	0,01
Мостів	0,007	1,87	0,12	0,018	2,08	0,08
Інші аберації	0,011	2,39	0,09	0,017	1,99	0,08
Комплексні	0,024	4,16	0,05	0,035	7,44	0,01

Таким чином, результати аналізу у факторному просторі прогнозовані для чинників такої природи (серед модельних ознак присутні як показники сили дії лише частота, кількість фрагментів та комплексні зміни для зміни концентрації, комплексні зміни для вихідної форми).

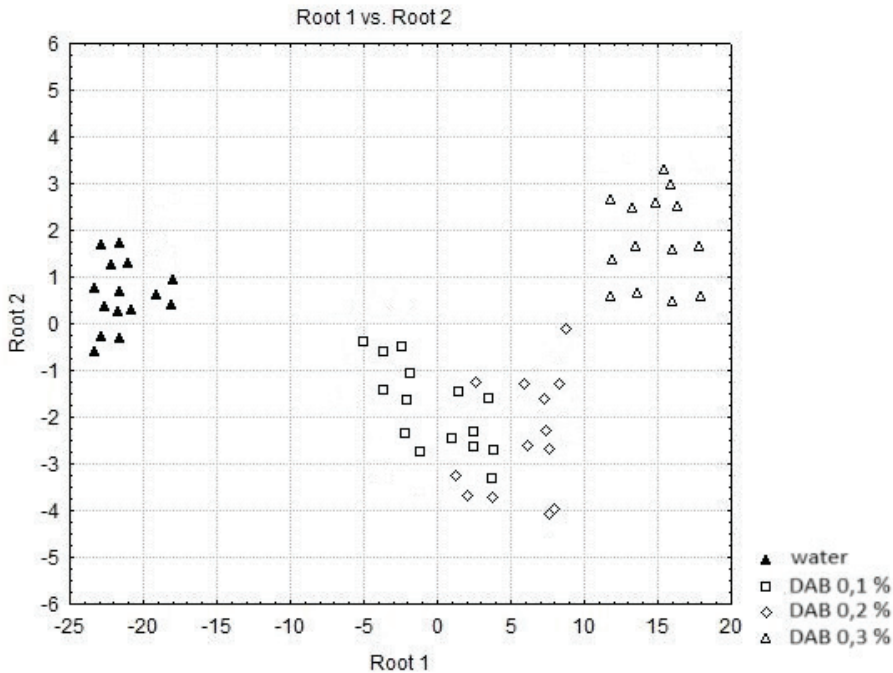


Рис. 1. Результати класифікації у факторному просторі

Диференціююча здатність достатня для модельних параметрів. Цього цілком достатньо для виявлення менш толерантних форм (частково Фаррел). За дискримінантним аналізом, немає сенсу у використанні водночас варіантів ДАБ 0,1 та 0,2%.

Висновки і пропозиції. Аналіз дії ДАБ як мутагену показав, що для даного фактору при вивченні на рівні клітини більш вагомим є такий параметр як зростання чисельності клітин з двома та більшою кількістю перебудов. Це надійний індикатор зміни концентрації. При зростанні концентрації відбувається поступове постійне підвищення зі значимими переходами між окремими варіантами за всіма модельними показниками загальної частоти та спектру хромосомних перебудов, крім концентрацій 0,1 та 0,2%, де різниця достовірна не завжди. Значимо вищу генетичну спорідненість до дії ДАБ показав сорт Фаррел через нижчу толерантність до несприятливих наслідків, особливо для модельних показників. Різниця між іншими сортами не була достовірною, хоча при окремих попарних порівняннях можуть бути деякі флуктуації. Застосовані концентрації слід віднести до діапазону умовно-помірних за цитогенетичною активністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abaza G., Awaad A., Attia M., Abdellateif S., Gomaa A., Abaza S., Mansour E. Inducing potential mutants in bread wheat using different doses of certain physical and chemical mutagens. *Plant Breeding and Biotechnology*. 2020. 8(3). P. 252–264.
2. Bhat T. A., Wani A. A. Studies on Ethyl MethaneSulphonate induced Desynapsis in *Vicia faba* L. *European Journal of Academic Essays*. 2015. 2(1). P. 23–28
3. Datta R. M., Neogy A. K. Some Observations on the Induction of Colchiploidy in *Solanum Melongena* Linn. (Brinjal). *Nelumbo*. 2024. 11(1-2). P. 76–83.

4. Dwivedi H., Kumar G. Colchicine induced manifestation of abnormal male meiosis and 2n pollen in *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague (Apiaceae). *Caryologia*. 2021. 74(3). P. 99–106.
 5. Horshchar V., Nazarenko M. Cytogenetic activity of a mutagenic factor with high damaging capacity in winter wheat. *Scientific Horizons*. 2023. 26(9). 131–142.
 6. Hussain M., Gul M., Kamal R., Iqbal M., Zulfiqar S., Abbas A., Röder M., Muqaddasi Q., Rahman M. Prospects of developing novel genetic resources by chemical and physical mutagenesis to enlarge the genetic window in bread wheat varieties. *Agriculture*. 2021. 11. Article number 621.
 7. Khursheed S., Laskar R., Raina A., Amin R., Khan R. Comparative analysis of cytological abnormalities induced in *Vicia faba* L. geno-types using physical and chemical mutagenesis. *Chromosomal Science*. 2015. 18. P. 47–51.
 8. Nazarenko M. The influence of radio-mimetic chemical mutagen on the chromosomal complex of winter wheat cells. *Regulatory mechanisms in biosystems*. 2017. 8(2). P. 283–286.
 9. Oney-Birol S., Balkan A. Detection of cytogenetic and genotoxic effects of gamma radiation on M1 generation of three varieties of *Triticum aestivum* L. *Pakistan Journal of Botany*. 2019. 51(3), P. 887–894.
 10. Yang G., Luo W., Zhang J., Yan X., Du Y., Zhou L., Li W., Wang H., Chen Z., Guo T. Genome-wide comparisons of mutations induced by carbon-ion beam and gamma-rays irradiation in rice via resequencing multiple mutants. *Frontiers in Plant Science*. 2019. 10. Article number 1514.
-

УДК 634.7:634.752:631.95

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.22>

НОВІ СОРТИ ВИНОГРАДУ ЯК ДЖЕРЕЛО ЦІННИХ ХАРЧОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Пащенко Н.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Лядська І.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Циліурік О.І. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Важливість створення та впровадження нових сортів винограду, з високими харчовими якостями, виходить на перший план у контексті забезпечення високої рентабельності та продовольчої безпеки, сталого розвитку агропромислового комплексу та підтримання повноцінного харчування для населення. Дослідження проводили на базі ТОВ «Агромаг» Новомосковського району Дніпропетровської області у 2022–2024 роках. Досліджували чотири сорти столового винограду Рафінад, Армані, Кармакод, Січеслав на вміст цінних елементів. За результатами аналізу за вмістом цінних речовин (кальцій, фосфор, сірка, магній, калій) кращим був зі статистичної достовірності сорт Армані, усі інші сорти йому вагомо поступалися. За комплексом цінних мікроелементів найбільш вдалим є композиція цих елементів у сорту Армані, котрий переважає за кожним з показників, крім вмісту марганцю, де він на одному рівні з сортами Кармакод та Січеслав. Факторний аналіз показав, що фактор генотипу статистично значимо обумовлював вміст всіх досліджуваних елементів, особливо магнію. Фактор кліматичних умов конкретного року впливав на це суттєво слабше, виявившись суттєвим для калію та кальцію. Факторний аналіз показав, що для цих елементів фактор генотипу був ще більш вагомим та обумовив наявність кожного з елементів в плодах, особливо для селену. Фактор кліматичних умов ніяк не вплинув на вміст жодного з мікроелементів. Проведений комплексний біохімічний аналіз показав, що найбільш цінним є сорт Армані, у котрого менший вміст лише вітамінів Е та РР та по вмісту марганцю, де він на одному рівні з сортами Кармакод та Січеслав, вмісту глюкози на одному рівні з сортом Кармакод. За вмістом цінних органічних елементів та мікроелементів відзначився сорт Армані (вміст кальцію, фосфору, сірки, магнію, калію, цинку, міді, селену, харчових волокон, вітаміну А та С, на рівні кращого сорту щодо вмісту глюкози та марганцю, поступається суттєво кращим за вмістом вітамінів Е та РР). Сорт Армані забезпечує харчову повноцінність у комплексі по відношенню до інших сортів. Фактор генотипу був значущим в більшості випадків, кліматичні умови значимо не вплинули.

Ключові слова: виноград столовий, сорт, врожайність, якість, харчові елементи.

Paschenko N.O., Liadska I.V., Tsyliuryk O.I. New grape varieties as a source of valuable food elements

The importance of creating and introducing new varieties of grapes with high nutritional qualities comes to the fore in the context of ensuring high profitability and food security, sustainable development of the agro-industrial complex, and maintaining adequate nutrition for the population. The research was conducted on the basis of LLC "Agromag" of the Novomoskovsk district of the Dnipropetrovsk region in 2022–2024. Four table grapes varieties Rafinad, Armani, Karmakod, Sicheslav were studied for the content of valuable elements. According to the results of the analysis of the content of valuable substances (calcium, phosphorus, sulfur, magnesium, potassium), the variety Armani was the best with statistical reliability, all other varieties were significantly inferior to it. In terms of the complex of valuable trace elements, the composition

of these elements is the most successful in the Armani variety, which prevails in each of the indicators, except for the manganese content, where it is on the same level as the varieties Karmakod and Sicheslav. Factor analysis showed that the genotype factor statistically significantly determined the content of all the studied elements, especially magnesium. The factor of climatic conditions of a particular year had a significantly weaker effect on this, being significant for potassium and calcium. Factor analysis showed that for these elements the genotype factor was even more important and determined the presence of each of the elements in the fruits, especially for selenium. The factor of climatic conditions did not affect the content of any of the trace elements. The complex biochemical analysis carried out showed that the variety Armani is more valuable, which has a lower content of only vitamins E and PP, and the content of manganese, where it is on the same level as the varieties Karmakod and Sicheslav, and the glucose content is on the same level as the variety Karmakod. The variety Armani was distinguished by the content of valuable organic elements and microelements (the content of calcium, phosphorus, sulfur, magnesium, potassium, zinc, copper, selenium, dietary fibers, vitamins A and C, at the level of the best variety in terms of glucose and manganese content, significantly inferior to content of vitamins E and PP). The variety Armani provides nutritional completeness in a complex in relation to other varieties. The genotype factor was significant in most cases, climatic conditions had no significant effect.

Key words: table grape, variety, productivity, quality, food elements.

Постановка проблеми. Впровадження сортів винограду у виробництво в умовах Степу України вимагає інтеграції ряду генетичних, агрономічних та агро-екологічних підходів. Важливість створення та впровадження нових сортів винограду, з високими харчовими якість, виходить на перший план у контексті забезпечення високої рентабельності та продовольчої безпеки, сталого розвитку агропромислового комплексу та підтримання повноцінного харчування для населення [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впровадження сортів винограду з високими харчовими якість є ключовим фактором для підвищення рентабельності та конкурентоспроможності виноградарської галузі в Дніпропетровському регіоні та Україні загалом. Генетичні, агрономічні та екологічні підходи, поєднані з ефективними маркетинговими стратегіями, забезпечують стабільний розвиток виробництва винограду, сприяють продовольчій безпеці та здоровому харчуванню населення [6, 7].

Якісні ознаки рослин і плодів, такі як вміст біологічно-активних речовин і мікроелементів, мають вирішальне значення для технологічних параметрів плодово-ягідної продукції. Вони обумовлюють не лише харчову цінність, але й експортну якість продукції, забезпечуючи кращу рентабельність виробництва та конкурентоспроможність на міжнародних ринках. Інтеграція генетичних, агрономічних та екологічних підходів у виробництво дозволяє створювати продукцію високої якості, яка відповідає сучасним вимогам споживачів і міжнародним стандартам [4, 5]. Висока харчова цінність продукції робить її більш привабливою для споживачів у різних країнах, підвищуючи попит і розширюючи ринки збуту. Продукція з високим вмістом корисних речовин має більший попит у сегменті здорового харчування, що сприяє збільшенню експорту [8, 9].

Продукція з високим вмістом біологічно-активних речовин і мікроелементів відповідає міжнародним стандартам якості, що підвищує її конкурентоспроможність на світовому ринку. Відповідність стандартам безпеки харчових продуктів, таким як GlobalGAP, HACCP, ISO, є критично важливою для успішного експорту [2, 9].

Постановка завдання. Дослідження проводили на базі ТОВ «Агромаг» Ново-московського району Дніпропетровської області у 2022–2024 роках. Досліджували чотири сорти винограду столового Рафінад, Армані, Кармакод, Січеслав.

Статистичну обробку даних проводили методом факторного аналізу при порівнянні вибірок та виявленні мінливості окремих ознак, дискримінантного аналізу для виявлення значимості ознак (програма Statistica 10.0).

Перед дослідженням зразки попередньо мінералізували з використанням системи мікрохвильового розкладання Multiwave GO Plus виробництва Anton Paar (Австрія), додаючи до наважки зразку 0,5 г 10 мл 65% азотної кислоти і 1 мл концентрованої соляної кислот (Sigma-Aldrich). Час розкладання (включаючи час охолодження) становив 45 хв за температури 185 °С.

Визначення вмісту мінеральних речовин проводилося з використанням атомно-емісійного спектрометра з індуктивно-зв'язаною плазмою Agilent 5110 за інтенсивністю емісії світла з характерними довжинами хвиль. В якості стандартів використовували мультиелементний розчин виробництва Agilent.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дані щодо вмісту основних органічних елементів, цінних для харчування людини для окремих сортів показані в таблиці 1. Досліджували такі органічні елементи як кальцій, фосфор, сірка, магній, калій, особливе значення має наявність таких елементів як сірка та магній, котрих в традиційних продуктах харчування не вистачає.

Щодо наявності кальцію то відрізнявся сорт Армані ($F = 11,92$; $F_{critical} = 5,01$; $P = 0,01$), гіршими були сорти Кармакод та Січеслав, сорт Рафінад був найгіршим. Щодо сірки як органічного елементу для деяких цінних білків для людини, то найнижчий результат показали сорти Кармакод та Січеслав, перевершував їх сорт Рафінад ($F = 6,12$; $F_{critical} = 5,01$; $P = 0,02$), котрого в свою чергу за вмістом сірки перевищив сорт Армані ($F = 9,11$; $F_{critical} = 5,01$; $P = 0,01$). Вміст магнію теж є доволі важливим показником. За цим показником відрізнявся знов сорт Армані ($F = 7,76$; $F_{critical} = 5,01$; $P = 0,03$), трохи гіршим був сорт Січеслав. За вмістом калію відзначився сорт Армані ($F = 9,98$; $F_{critical} = 5,01$; $P < 0,01$), котрий суттєво перевищив за вмістом цього елементу інші сорти, з котрих Кармакод та Січеслав приблизно були на одному й тому ж рівні, а сорт Рафінад мав найнижчий вміст.

Також факторний аналіз (таблиця 2) показав, що фактор генотип статистично значимо обумовлював вміст всіх досліджуваних елементів, особливо магнію.

У той же час фактор кліматичних умов конкретного року впливав на це суттєво слабше, виявившись суттєвим для калію та кальцію.

Таблиця 1

**Показники винограду
за основними біологічно цінними елементами ($\bar{x}=9, \pm SD$)**

Показники	Рафінад	Армані	Кармакод	Січеслав
Кальцій, мг/кг	22,22±1,44 ^a	80,17±2,19 ^b	40,12±1,29 ^c	40,10±1,21 ^c
Фосфор, мг/кг	28,80±2,74 ^a	56,40±4,92 ^b	29,80±2,74 ^a	32,70±2,45 ^a
Сірка, г/кг	0,30±0,05 ^a	0,42±0,06 ^b	0,22±0,05 ^{ac}	0,20±0,04 ^c
Магній, мг/кг	18,13±1,44 ^a	38,12±1,64 ^b	27,34±1,15 ^c	34,17±1,24 ^d
Калій, г/кг	2,02±0,18 ^a	5,12±0,30 ^b	3,10±0,24 ^c	3,00±0,22 ^c

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$. Ряди мінливості в строках.

Таким чином за результатами аналізу за вмістом цінних речовин комплексно кращим був зі статистичної достовірністю сорт Армані, усі інші сорти йому вагомо поступалися та приблизно були більш-менш на одному рівні з невагомими варіаціями за окремими ознаками.

Таблиця 2

Факторний аналіз за показником впливу генотипу та року вирощування

Джерело варіації	Генотип			Рік вирощування		
	F	P	F _{критичне}	F	P	F _{критичне}
Калій	10,13	< 0,01	5,03	5,67	0,05	5,22
Фосфор	6,13	0,04	5,03	4,98	0,06	5,22
Сірка	11,19	< 0,01	4,92	2,34	0,08	4,45
Магній	16,74	< 0,01	4,45	2,11	0,09	4,67
Кальцій	7,80	0,02	5,05	4,34	0,05	4,01

Тривалий час вміст мікроелементів, що зазначено в таблиці 4 привертав суттєво менше уваги, особливо для селену, котрий, тим не менш є дуже цінним компонентом біологічно-активних речовин, що нечасто у достатній кількості зустрічаються в раціоні харчування людини серед звичайних продуктів.

Так, згідно даних вміст цинку помітніше більш високий у сорту Армані (F = 9,93; F_{критичне} = 4,82; P < 0,01), усі три інші сорти достовірно не відрізняються один від одного. Статистично достовірно більш цінним з огляду на вміст міді є сорт Армані (F = 7,33; F_{критичне} = 5,01; P = 0,02), усі три інші сорти достовірно не відрізняються один від одного. Щодо вмісту селену, то він був більш значним знову лише в сорту Армані (F = 6,31; F_{критичне} = 5,01; P = 0,04), потім Кармакод та Січеслав, найгіршим був сорт Рафінад. Щодо вмісту марганцю, то він був більш значним знову у сортів Геркулес, Кармакод та Січеслав (F = 9,30; F_{критичне} = 5,01; P < 0,01).

Таблиця 3

Ключові перспективні елементи якості винограду (x=9, ±SD)

Показники	Рафінад	Армані	Кармакод	Січеслав
Цинк, мг/кг	0,19±0,05 ^a	0,46±0,09 ^b	0,15±0,03 ^a	0,14±0,01 ^a
Мідь, мг/кг	0,33±0,05 ^a	0,48±0,04 ^b	0,37±0,05 ^a	0,36±0,05 ^a
Селен, мкг/кг	0,12±0,02 ^a	0,28±0,03 ^b	0,20±0,03 ^c	0,19±0,03 ^c
Марганець, мг/кг	0,19±0,03 ^a	0,46±0,05 ^b	0,40±0,04 ^b	0,39±0,05 ^b

Примітка: різниця статистично достовірна при P_{0,05}. Ряди мінливості в строках.

Таким чином, за комплексом цінних мікроелементів найбільш вдалим є композиція цих елементів у сорту Армані, котрий переважає за кожним з показників, крім вмісту марганцю, де він на одному рівні з сортами Кармакод та Січеслав.

Факторний аналіз показав, що для цих елементів фактор генотипу був ще більш вагомим та обумовив наявність кожного з елементів в плодах, особливо для селену. Фактор кліматичних умов ніяк не вплинув на вміст жодного з мікроелементів.

Таким чином, більш повноцінним з огляду на високий вміст цінних мікроелементів в комплексі був сорт Армані, три інших сорти приблизно на одному рівні з варіаціями за окремими компонентами.

Проведений комплексний біохімічний аналіз показав (таблиця 5), що статистично достовірно вміст глюкози був у сортів Армані та Кармакод (F = 8,14; F_{критичне} = 4,82; P = 0,01). Вміст харчових волокон, що має велике значення для перетравної системи, більш високий у сорту Армані (F = 12,56; F_{критичне} = 5,01; P < 0,01), в усіх трьох інших на одному рівні.

Таблиця 4

Факторний аналіз за показником впливу генотипу та року вирощування

Джерело варіації	Генотип			Рік вирощування		
	F	P	F _{критичне}	F	P	F _{критичне}
Цинк	7,73	0,02	5,17	2,81	0,07	4,17
Мідь	7,62	0,02	5,03	2,59	0,07	4,42
Селен	14,34	< 0,01	5,12	2,15	0,08	4,25
Марганець	5,20	0,05	4,92	2,46	0,07	4,17

Таблиця 5

Результати комплексного біохімічного аналізу ($\bar{x}=9, \pm SD$), на 100 г

Параметри, од	Рафінад	Армані	Кармакод	Січеслав
Глюкоза, г	14,45±0,33 ^a	16,50±0,37 ^b	17,02±0,45 ^b	13,59±0,30 ^c
Харчові волокна, г	2,91±0,34 ^a	6,57±0,82 ^b	2,11±0,34 ^c	2,34±0,35 ^{ac}
Вітамін А, мкг	3,02±0,12 ^a	4,24±0,15 ^b	3,10±0,13 ^a	3,35±0,14 ^a
Вітамін Е, мг	0,18±0,02 ^a	0,10±0,02 ^b	0,16±0,02 ^a	0,12±0,01 ^b
Вітамін С, мг	10,10±0,24 ^a	14,70±0,11 ^b	9,91±0,25 ^a	9,97±0,22 ^a
Вітамін РР, мг	0,182±0,05 ^a	0,163±0,04 ^b	0,180±0,04 ^a	0,178±0,05 ^{ac}

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$. Ряди мінливості в строках.

Щодо вітамінів, то вітаміну А суттєво більше у сорту Армані ($F = 8,16$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,01$), інші на одному рівні. Вітаміну Е суттєво більше у сортів Рафінад та Кармакод ($F = 7,43$; $F_{\text{critical}} = 5,01$; $P = 0,02$). Статистично достовірно більш високий вміст вітаміну С у сорту Армані ($F = 8,90$; $F_{\text{critical}} = 4,82$; $P < 0,01$), щодо вмісту вітаміну РР то він однаковий в усіх сортах, крім суттєво нижчого вмісту у сорту Армані.

Таким чином, комплексно більш цінним є сорт Армані з огляду на результати комплексного біохімічного аналізу, у якого менший вміст лише вітамінів Е та РР та вмісту марганцю, де він на одному рівні з сортами Кармакод та Січеслав, вмісту глюкози на одному рівні з сортом Кармакод. Усі інші сорти приблизно на одному рівні з варіаціями за окремими показниками.

Таблиця 6

Факторний аналіз за показником впливу генотипу та року вирощування

Джерело варіації	Генотип			Рік вирощування		
	F	P	F _{критичне}	F	P	F _{критичне}
Глюкоза, г	7,17	0,02	5,34	2,24	0,07	4,09
Харчові волокна, г	6,71	0,02	4,52	2,12	0,08	4,54
Вітамін А, мкг	5,89	0,04	5,17	1,86	0,08	4,48
Вітамін Е, мг	6,34	0,04	5,55	1,56	0,09	4,32
Вітамін С, мг	6,22	0,03	5,12	1,87	0,09	4,43
Вітамін РР, мг	5,34	0,05	5,01	1,89	0,08	4,93

Щодо особливостей впливу генотипу та кліматичних умов за цими показниками (таблиця 6), то фактор генотип (сорт) хоч і вплинув, але значно слабше, ніж

в попередніх випадках. Він був значимий для вмісту глюкози, харчових волокон, вмісту вітамінів А, Е, С, РР.

Щодо фактору кліматичних умов, то він ніяк на вміст речовин за цим типом аналізу не вплинув, залишившись малозначущим.

Висновки і пропозиції. Таким чином за вмістом цінних органічних елементів та мікроелементів відзначився сорт Армані (вміст кальцію, фосфору, сірки, магнію, калію, цинку, міді, селену, харчових волокон, вітаміну А та С, на рівні кращого сорту щодо вмісту глюкози та марганцю, поступається суттєво кращим за вмістом вітамінів Е та РР). Сорт Армані забезпечує харчову повноцінність у комплексі по відношенню до інших сортів. Фактор генотипа був значущим в більшості випадків, тобто вміст усіх елементів, тобто вміст усіх елементів опосередковано сортовими особливостями. Кліматичні умови значимо не вплинули, за виключенням вмісту кальцію та калію. За підсумком можна відзначити найбільш вдалим за комплексним вмістом речовин, цінних для харчового раціону людини сорт Армані, усі інші сорти комплексно не настільки вагомо відрізняються один від одного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Adams D. Phenolics and Ripening in Grape Berries. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006. 57 (3). P. 249-256.
2. Aroosa K., Sharma M. K., Nowsheen N., Rifat B., Sundouri A. S., Saba B., Kouser J. Impact of Fertilizer and Micronutrients Levels on Growth, Yield and Quality of Grape cv. Sahebi. *Current Journal of Applied Science and Technology*. 2018. 27(5). P. 1–9.
3. Brataševac K., Sivilotti P., Vodopivec B. Soil and foliar fertilization affects mineral contents in *Vitis vinifera* L. cv. rebula leaves. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2013. 13(3). P. 122-128.
4. Conde A, Neves A, Breia R, Pimentel D, Dinis LT, Bernardo S, Correia CM, Cunha A, Gerós H, Moutinho-Pereira J. Kaolin particle film application stimulates photo assimilate synthesis and modifies the primary metabolite of grape leaves. *Journal Plant Physiology*. 2018. 223. P. 47–56.
5. Souza C. R., Maroco J., Santos T. et al. Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficit irrigation in two grapevine cultivars. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2005. 106. P. 261–274.
6. Šuklje K., Antalick G., Meeks C. Grapes to wine: the nexus between berry ripening, composition and wine style. *Acta Horticulturae*. 2017. 1188. P. 43–50.
7. Kameneva N., Tkachenko O. Influence of preparations Biolan and Vympel for the crop and quality of grapes and wine from varieties Aligote and Rkatsiteli. *Songklanakarın Journal of Science and Technology*. 2019. 41(2). P. 254–258.
8. Williams P. J., Cynkar W., Francis L. Quantification of glycosides in grapes, juices, and wines through a determination of glycosyl glucose. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1995. 43. P. 121–128.
9. Wong D. Berry Sensory Analysis. A common language for describing maturity. *Vineyard and winery management*. 2015. 2. P. 54–58.

УДК 635.21:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.23>

ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ РІЗНИХ ФРАКЦІЙ КАРТОПЛІ

Поліщук В.О. – к.с.-г.н.,

асистент кафедри ґрунтознавства та землеробства,

Поліський національний університет

Журавель С.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,

Поліський національний університет

Основною вимогою для одержання високого врожаю картоплі є науково обґрунтована технологія вирощування картоплі, яка включатиме в себе збалансоване забезпечення рослин елементами живлення. Нами проаналізовано вплив сумісного використання різних систем удобрення та позакореневого підживлення рідкими органо-мінеральними добривами на формування питомої частки бульб за фракціями: понад 80 г, 50-80 г, менше 50 г. Дослідження виконувалися на базі Поліського національного університету в умовах дослідного поля, яке знаходиться в Черняхівському районі поблизу с. Велика Горбаша. Схема досліду складалася з чотирьох систем удобрення: біологічний контроль, органічна (гній 50 т/га), органо-мінеральна (50:50) та мінеральна ($N_{50}P_{40}K_{70}$). Також передбачалося позакореневе внесення рідких органо-мінеральних добрив Мочевин К №1, Мочевин К №2, Органік Д2М та Гумат калію на системи удобрення.

Отримані нами результати засвідчують, що найбільшу масу понад 80 г картопля сорту Беллароса формує у поєднанні, як органічної так і мінеральної складової (50:50). Питома частка бульб фракцією понад 80 г за органо-мінеральної системи удобрення склала 54,2%. Найвищі показники маси бульб 50-80 г були зафіксовані за умов біологічного контролю та становили 40,4%, в той же час на варіанті удобрення з внесенням гною 50 т/га цей показник склав 38%. Вага бульб масою менше 50 г сформувалася в найменшій кількості за органо-мінеральної системи удобрення та становила 9,4% та мінеральної системи удобрення – 10,4%. Найвищі показники дрібної фракції картоплі відмічались за варіанту біологічного контролю – 16,4% та органічної системи удобрення, де цей показник був на рівні 13,1%.

При формуванні питомої частки бульб фракцією понад 80 г при позакореновому внесенні рідких органо-мінеральних добрив найвищу масу бульб було сформовано за органічної системи удобрення з використанням Органік Д2М – 42,2%, Гумат калію – 39,2%, Мочевин К№1 – 39,1%. Найвищі показники фракції картоплі масою 50-80 г сформовано за органо-мінеральної системи удобрення (50:50) з позакореневим внесенням Гумат калію – 59,7% та Органік Д2М – 57%. Рідкі органо-мінеральні добрива Органік Д2М та Гумат калію за мінеральної системи удобрення сприяли зменшенню частки бульб картоплі менше 50 г від 7 до 8,1%.

Ключові слова: питома частка бульб, фракція, картопля, сорт, система удобрення, рідкі органо-мінеральні добрива.

Polischuk V.O., Zhuravel S.V. Influence of the fertilizer system on the formation of different potato fractions

The main requirement for obtaining a high yield of potatoes is a scientifically based technology of growing potatoes, which will include a balanced supply of plants with nutrients. We analyzed the effect of the combined use of different fertilization systems and foliar top dressing with liquid organo-mineral fertilizers on the formation of the specific proportion of tubers by fractions: more than 80 g, 50-80 g, less than 50 g. The research was carried out on the basis of the Polisska National University in the conditions of the experimental field, which is located in the Chernyakhiv district near the village of Velika Gorbasha. The experiment scheme consisted of four fertilization systems: biological control, organic (manure 50 t/ha), organo-mineral (50:50)

and mineral ($N_{50}P_{40}K_{70}$). The foliar application of liquid organo-mineral fertilizers Mochevyn K No.1, Mochevyn K No.2, Organic D2M and Humate potassium to fertilization systems was also foreseen.

The results obtained by us prove that the largest mass of more than 80 g of potatoes of the Bellarosa variety forms in a combination of both organic and mineral components (50:50). The specific share of tubers with a fraction of more than 80 g under the organo-mineral fertilization system was 54.2%. The highest indicators of the mass of tubers of 50-80 g were recorded under the conditions of biological control and amounted to 40.4%, at the same time, on the option of fertilization with the introduction of manure of 50 t/ha, this indicator was 38%. The weight of tubers weighing less than 50 g was formed in the smallest amount under the organo-mineral fertilization system and was 9.4%, and 10.4% under the mineral fertilization system. The highest indicators of the small fraction of potatoes were noted for the variant of biological control – 16.4% and the organic fertilization system, where this indicator was at the level of 13.1%.

When the specific proportion of tubers was formed with a fraction of more than 80 g during foliar application of liquid organo-mineral fertilizers, the highest mass of tubers was formed under the organic fertilization system using Organic D2M – 42.2%, Humate potassium – 39.2%, Mochevyn K No.1 – 39.1%. The highest indicators of the fraction of potatoes weighing 50-80 g were formed under the organo-mineral fertilization system (50:50) with foliar application of Humate potassium – 59.7% and Organic D2M – 57%. Liquid organo-mineral fertilizers Organic D2M and Humate potassium under the mineral fertilization system contributed to the reduction of the share of potato tubers smaller than 50 g from 7 to 8.1%.

Key words: specific proportion of tubers, fraction, potato, variety, fertilization system, liquid organo-mineral fertilizers.

Постановка проблеми. Важливою умовою для відтворення і підвищення родючості ґрунту, які сприятимуть одержанню високих та сталих врожаїв картоплі є збалансоване використання, як мінеральних так і органічних добрив [1, 8]. Адже, картопля є культурою, яка в процесі росту та розвитку потребує внесення великої кількості добрив. На потребу картоплі у добривах впливають, як сортові особливості культури так і метеорологічні умови, агрохімічний склад ґрунту та доступність для засвоєння рослинами картоплі елементів живлення. Технологія вирощування картоплі повинна включати в себе оптимальне збалансоване живлення рослин від початку проростання бульб та до закінчення вегетації [2, 4]. Це забезпечується завдяки використанню певних агротехнічних чинників: правильно підібрана норма добрив, елементи живлення повинні бути у правильному співвідношенні за видами та вноситися відповідним чином. Ряд досліджень, які проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах свідчать, що внесення добрив підвищує врожайність картоплі та може одночасно погіршувати або поліпшувати якість бульб [5-6]. На це впливають норми внесення добрив, їх співвідношення, у якій формі вони вносилися, чи було дотримання строків та способів їх внесення, які погодні умови були протягом вирощування картоплі. На формування ваги картоплі також впливають норми внесення добрив. Наші дослідження полягали у забезпеченні рослин основними елементами живлення за рахунок компонування органічної та мінеральної складової, тобто кожна система удобрення була збалансованою за елементами живлення. Також нами використовувалися рідкі органічно-мінеральні добрива для збільшення врожаю та формування фракційного складу картоплі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Картопля є вимогливою до елементів живлення культурою у процесі свого росту та розвитку. Ряд науковців, стверджують, що, незалежно від ґрунтово-кліматичних умов та зони вирощування, вона потребує внесення високих норм добрив, як мінеральних так і органічних [3, 7]. Проведення таких агрозаходів сприятиме одержанню високих врожаїв, які матимуть високі якісні показники [16-17].

При забезпеченні сприятливих умов частка впливу добрив на формування врожаю становить 30-55% [14]. Систему удобрення картоплі необхідно ґрунтувати так, щоб виніс елементів живлення товарною і нетоварною частиною врожаю забезпечував достатнє мінеральне живлення рослин із початку проростання бульб до припинення вегетації. Цього можливо досягти правильною оптимізацією видів добрив, їх збалансованим співвідношенням, нормою та способом їх внесення, [9-10]. Від характеру кореневого живлення залежить ріст та розвиток рослин. Для вирощування картоплі найкращими добривами є органічні, які поліпшують фізичний стан ґрунту. На сьогодні через істотне зменшення поголів'я тварин застосування органічних добрив скоротилося. Мінеральні добрива також забезпечують високий приріст врожаю картоплі в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України, але найефективніші вони на дерново-підзолистих ґрунтах [15]. Мінеральні добрива є високо витратними і використовувати їх варто з найбільшою віддачею, ефективністю й окупністю [11-13].

Постановка завдання. На дослідному полі Поліського національного університету були проведені дослідження, щодо вирощування картоплі сорту «Беллароса». Картопля вирощувалася в селі Велика Горбаша Черняхівського району Житомирської області. Сівозміна була п'ятипольною: конюшина на насіння, картопля, жито озиме, пелюшко-вівсяна сумішка, овес з підсівом конюшини. Ґрунти дослідної ділянки є ясно-сірими лісовими, які мають низьку забезпеченість гумусом та мають слабо-кислу реакцію ґрунтового розчин. Дослід мав трьохкратну повторюваність, 130 м² (4,7 x 27,6) становила площа посівної ділянки; площа облікової ділянки 110 м² (4 x 27,6); ширина захисної смуги 2 м; ширина коридорів між полями сівозміни 2 м [3; 11]. Вивчався вплив різних систем удобрення, як органічних так і традиційної на урожайні та якісні показники картоплі. Системи удобрення за елементами живлення були збалансованими між собою. На кожен систему удобрення, окрім біологічного контролю, вносилися позакоренево рідкі органо-мінеральні добрива, які є дозволені для застосування в органічному виробництві. Картопля сорту Беллароза, за походженням походить із Німеччини, її створила фірма Europlant. Даний сорт картоплі дуже добре зарекомендував себе в умовах України та набув широкого поширення по всій території України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Наші дослідження були спрямовані на формування високого врожаю картоплі. Детальний аналіз структури врожаю картоплі засвідчив, що картопля сорту Беллароса формує найбільшу масу понад 80 г в середньому протягом років дослідження (рис. 1) за поєднання, як мінеральної так і органічної складової в рівних пропорціях (50:50). Так за органо-мінеральної системи удобрення питома частка бульб фракцією понад 80 г становила 54,2%. За мінеральної системи удобрення цей показник становив 53,1%. Внесення гною 50 т/га сприяло зростанню питомої частки бульб понад 80 г до 49%. Найменшу частку бульб понад 80 г отримали за біологічного контролю – 43,3%.

Використання рідких органо-мінеральних добрив найкращі мало результати за органо-мінеральної системи удобрення (50:50) з позакореневим внесенням Гумату калію – 59,7% та Органік Д2М – 57%. За мінеральної системи удобрення найвищі показники питомої частки бульб фракцією понад 80 г отримано при використанні Мочевин К№2 – 57,9% та Органік Д2М – 56,7%. У варіанті 2 – органічна система удобрення (гній 50 т/га) найвищу питому частку бульб понад 80 г отримано за внесення Мочевин К№2 – 52,9% та Гумат калію – 51%.

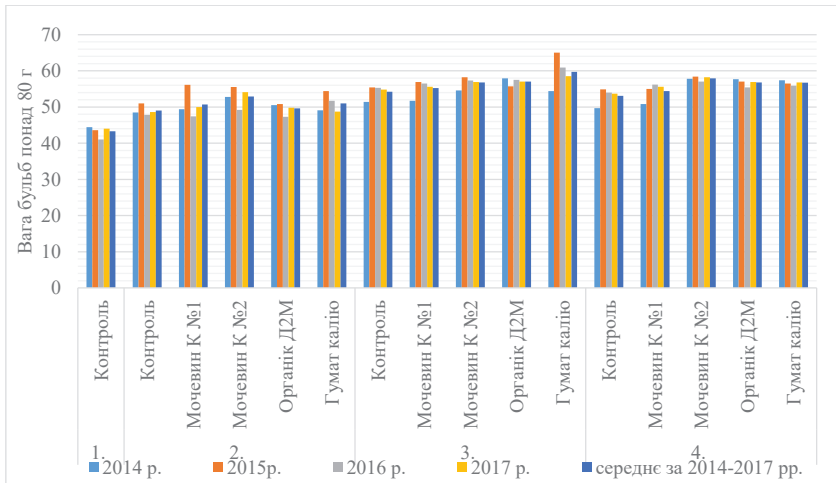


Рис. 1. Питома частка бульб за фракцією понад 80 г

Щодо маси бульб 50-80 г (рис. 2), то найвищу масу отримано за біологічного контролю – 40,4% та за варіанту удобрення з внесенням гною 50 т/га – 38%. За мінеральної системи удобрення ($N_{50}P_{40}K_{70}$) отримали – 36,6%, органо-мінеральної – 36,4%. Щодо внесення рідких органо-мінеральних добрив препаратів на різних варіантах удобрення, то найвищі показники отримано при використанні Органік Д2М – 42,2%, Гумат калію – 39,2%, Мочевин К№1 – 39,1% у варіанті 2 з використанням гною. Використання Мочевин К№1 та Органік Д2М за мінеральної системи удобрення сприяло зростанню питомої частки бульб вагою 50-80 г від 36,3 до 36,9%. Співвідношення органічних та мінеральних добрив у співвідношенні 50:50 з використанням Мочевин К№1 та Мочевин К№2 збільшило питому частку бульб від 35,5 до 36%.

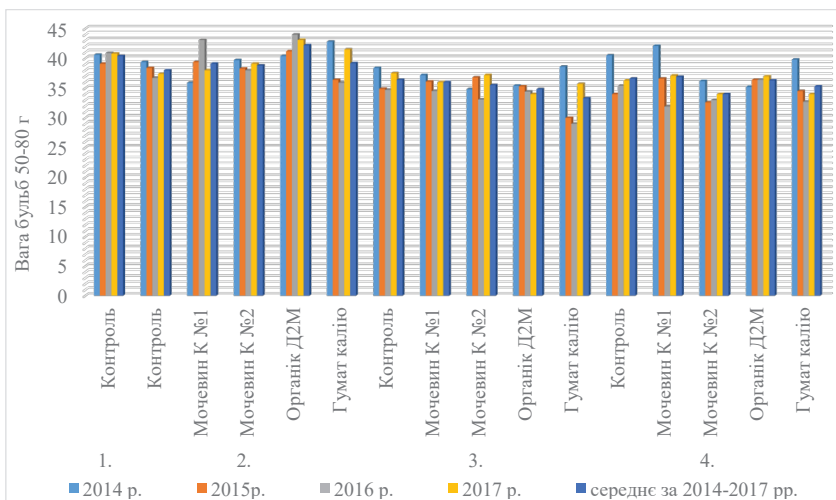


Рис. 2. Питома частка бульб за фракцією 50-80 г

Вага бульб масою менше 50 г сформувалася в найменшій кількості за органо-мінеральної системи удобрення (рис. 3) та становила 9,4% та мінеральної системи удобрення 10,4%. Найвища кількість дрібної фракції картоплі сформована за біологічного контролю – 16,4% та органічної системи гній – 13,1%. Використання біологічних препаратів Органік Д2М та Гумат калію за мінеральної системи удобрення сприяло зменшенню частки бульб картоплі менше 50 г від 7 до 8,1%. Така ж тенденція, щодо зниження частки бульб картоплі менше 50 г спостерігалася і за органо-мінеральної системи удобрення при використанні наведених вище препаратів, де показники відповідно становили 8,2% та 7%. За органічної системи удобрення Мочевин К№2 та Органік Д2М сприяли зниженню частки бульб вагою менше 50 г, де показники були майже однаковими та становили 8,2-8,3%.

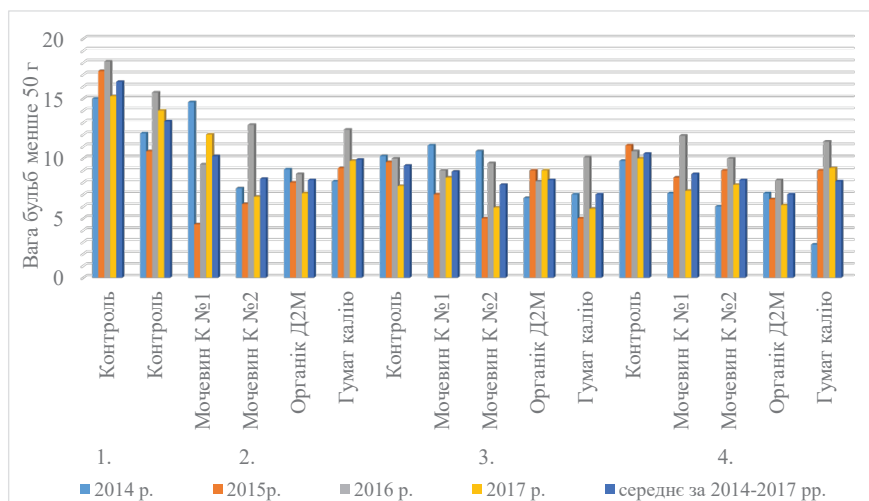


Рис. 3. Питома частка бульб за фракцією менше 50 г

Висновки та пропозиції. 1. Отримання стабільних та високих врожаїв картоплі можливо досягти завдяки використанню добрив. Однак, основним чинником, який ускладнює цей процес є їхня висока вартість, тому особливу увагу слід надавати сорту. Картопля сорту Беллароса в умовах Житомирського Полісся на ясно-сірих лісових ґрунтах формує найбільшу масу картоплі понад 80 г за органо-мінеральної системи удобрення – 54,2%. Позакореневе внесення рідких органо-мінеральних добрив на системах удобрення найбільш ефективним було за органо-мінеральної системи удобрення з використанням Гумат калію – 59,7% та Органік Д2М – 57%.

2. Формування маси бульб 50-80 г має найвищі результати за біологічного контролю – 40,4% та за органічної системи удобрення (гній 50 т/га) – 38%. Позакореневе внесення рідких органо-мінеральних добрив сприяло формуванню найвищих показників за органічної системи удобрення.

3. Питома частка бульб за фракцією менше 50 г мала найнижчі показники за органо-мінеральної системи удобрення – 9,4% та мінеральної системи удобрення – 10,4%. Накладання рідких органо-мінеральних добрив Органік Д2М та Гумат калію на мінеральну систему удобрення було найбільш ефективним та сприяло зменшенню дрібної фракції картоплі від 7 до 8,1%.

Система удобрення, як показали наші дослідження має доволі значний вплив та може в певній мірі впливати на співвідношення бульб стосовно різних фракцій. Це в свою чергу можна з успіхом використовувати в господарствах різної спрямованості, зокрема, спрямованих на товарну реалізацію бульб, вирощування насінневої картоплі, або ж вирощування картоплі для подальшої переробки на спирт та крохмаль.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андрюшко А., Сологуб Ю. Загальні аспекти сучасних технологій вирощування картоплі. *Агронам*. 2014. С. 10-12.
2. Альохін В.В., Ільчук Р.В., Ільчук Ю.Р., Зея А.Г., Зея Г.В. Позакоренево підживлення Еколістом: ріст і розвиток вегетативної маси та врожайність картоплі. *Plant Biologic Protection Innovation Way Information Bulletin. Chernivtsy-Boiany*, 2012. № 43. Р. 107-111.
3. Баранчук Ю. В., Молоцький М. Я. Вплив маси садивних бульб, площ та рівнів живлення на ріст і розвиток картоплі. *Картоплярство: міжв. тем. наук. зб. Вип. 30*. 2000. С. 94-102.
4. Бикін А.В., Бикіна Н. М., Генгалло О.М., Бордюжа Н.П., Слюсар О.В. Вплив позакореневого підживлення на врожайність та якість бульб картоплі чіпсового напрямку використання. *Науковий вісник НУБіП України*. 2010. Вип. 149. С. 91-96.
5. Бульо В.С., Сорочинський В.В., Оліфір Ю.М., Качмар О. Й., Дегодюк С.Е., Дегодюк Е.Г. Вплив органічних та органо-мінеральних добрив на кількісні і якісні показники врожаю картоплі та поживний режим ґрунту. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво-міжвід. темат. наук. зб. Вип. 51, ч. 2. УААН, Ін-т землеробства і тваринництва західного регіону. Львів-Оброшино, 2009*. С. 33-39.
6. Гойчук А.Ф., Копитко П.Г., Гришаєнко З.М. і ін. Біологічні та агрокологічні основи підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Біологічні науки та проблеми рослинництва. Уманський ДАУ. УманьСпецвипуск*. С. 5-14.
7. Данилюк В, Лагуш Н, Мруць О. Ефективність удобрення картоплі в умовах Малоого Полісся. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронамія*. № 15 (2). Львів, 2011. С. 47-51.
8. Ільчук Р.В., Ільчук Л.А., Альохін В.В. Урожайність картоплі залежно від рівнів живлення, способів внесення добрив та маси садивних фракцій. *Картоплярство України- наук.-вироб. жур.* 2013. N 3-4. С. 34-40.
9. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф., Шевченко І.П. та ін. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ: ВП «Едельвейс», 2012. 196 с.
10. Кравченко О.А., Шарапа М.Г. Агротехнічні прийоми вирощування високих урожаїв картоплі в зонах Полісся та Лісостепу України. *Картоплярство України*. 2010. № 1-2. С. 20-30.
11. Літінська Л.М., Каліцький П.Ф., Кравченко В.В. Ефективність застосування гною, мінеральних добрив і сидератів під картоплю. *Картоплярство*. 2002. Вип. 31. С. 36-42.
12. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. УААН, Ін-т картоплярства. Немішаєве, 2002. 182 с.
13. Молоцький М.Я., Федорук Ю.В. Урожайність картоплі залежно від сорту, способу вирощування та видів добрив на чорноземах типових малогумусних. *Аграрний вісник Причорномор'я- Зб. наук. праць. Одеса, 2004*. Вип. 26, ч.2. С. 75-81.
14. Перчиць А.І., Власенко М.Ю., Бугасва І.П. Створення урожаю картоплі при різних способах внесення мінеральних добрив. *Картоплярство – міжвід. темат. наук. зб. Вип. 34-35. ІК УААН. Київ: Аграр. наука, 2006*. С. 85-93.

15. Полішук В.О., Журавель С.В., Кравчук М.М., Залевський Р.А. Ефективність рідких комплексних добрив за різних систем удобрення картоплі в умовах Полісся України. Наукові горизонти. 2020. № 08(93). С. 141-148. Doi: 10.33249/2663-2144-2020-93-8-141-148.

16. Федорук Ю.В. Зміна біохімічного складу бульб за використання зелених добрив при беззмінному вирощуванні картоплі та в сівозміні. Аграрні вісті. № 3. Біла Церква: Аграрні вісті, 2005. С. 10-14.

17. Шарапа М.Г., Войцешина Н.І., Кармазіна Л.Є. Раціональне використання мінеральних добрив під час вирощування ранніх сортів картоплі на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України. Картоплярство України - наук.-вироб. жур., 2010. N 1-2. С. 36-41.

УДК 633.171: 631.584.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.24>

ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ПОСІВНОГО ЯК ПРОМІЖНОЇ КУЛЬТУРИ

Рудік О.Л. – д.с.-г.н., п.н.с.,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Чуган В.В. – аспірант,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Мезенцев Д.М. – фахівець,

Товариство з обмеженою відповідальністю «ВАЛЕО СЕРВІС ТРЕЙД»

Представлено енергетичний аналіз польових досліджень що до оптимізації системи живлення при вирощуванні проса посівного після пшениці озимої. Обґрунтовано актуальність післяжнивного вирощування культури в інтенсивних зрошуваних сівоzmінах з позиції отримання додаткової продукції, ефективного використання ресурсного потенціалу зони та можливостей зрошуваних земель. В умовах залишкового вегетаційного періоду базовим елементом технології є обґрунтування фону живлення відносно сортового складу, ґрунтово-кліматичних умов, та рівня ресурсного забезпечення господарства. Застосування на фоні основного внесення мінеральних добрив підживлення органічним добривом у фазу куцання не суттєво збільшує витрати енергії, проте істотно впливає на вихід обмінної енергії. Встановлено переваги сумісного застосування в системі живлення післяжнивного проса основного мінерального добрива та підживлення вегетуючих рослин, як найбільш швидкого способу їх забезпечення легкодоступними формами поживи. Найбільше зростання від підживлення встановлено на найнижчому мінеральному фоні $N_{30}P_{20}$ де енергетичний коефіцієнт збільшився на 10,2%. На фоні внесення $N_{45}P_{30}$ підвищення складало 5,6%, за внесення $N_{60}P_{40}$ таке підвищення становило 2,0%. Доведено, що у післяжнивних посівах вирощування проса сорту Миронівське 51, на фоні основного внесення добрив $N_{45}P_{30}$ та проведення підживлення органічним добривом Soil algae 5 л/га, потребує 18,3 ГДж/га енергетичних витрат та забезпечує отримання урожайності зерна понад 2,9 т/га, що еквівалентно надходженню 58,3 ГДж/га загальної енергії. За таких умов енергетичний коефіцієнт технології досягає найвищого значення 3,19. Встановлено, що подальше підвищення фону живлення знижує окупність затраченої енергії. Зважаючи на структуру енергетичних витрат побудова ресурсоощадних технологій повинна бути спрямована на визначення оптимального рівня найбільш енергомістких елементів технології якими є рівень мінерального живлення, комплексні заходи механізації, перш за все ті, що потребують витрат палива, режим зрошення та система захисту.

Ключові слова: просо, проміжні посіви, енергетичний аналіз, технологія вирощування.

Rudik O.L., Chugan V.V., Mezentsev D.M. Energy assessment of technology elements for growing millet as an intermediate crop

The energy analysis of the results of field studies on optimization of the nutrition system of millet cultivated after winter wheat is presented. The relevance of stubble crops cultivation in intensive irrigated crop rotations in order to obtain additional products, effective use of the resource potential of the zone and the capabilities of irrigated lands was substantiated. Under the conditions of the residual vegetation period, the basic element of the technologies is the substantiation of the nutrient background in relation to the varietal composition, soil and climatic conditions, and the level of resource capabilities of the farm.

The main application of fertilizers of top feeding of organic fertilizer Soil algae 5 l/ha during the tillering phase does not significantly increase energy consumption, but it significantly affects the total energy output. The advantages of the combined application in the nutrition system of

stubble millet, main mineral fertilizer and feeding of vegetative plants as the fastest way to provide plants with readily available forms of nutrients have been determined. The greatest increase from feeding was determined on the lowest mineral background N30P20 where the energy coefficient increased by 10.2%. With the application of N45P30, the increase was 5.6%, whereas with the application of N60P40 the increase was 2.5%.

It has been proven that in stubble crops, growing millet of the Mironovskoye 51 variety with the main application of mineral fertilizers N45P30 and application of feeding with organic fertilizer Soil algae 5 l/ha requires 18.3 GJ/ha of energy and allows to obtain a grain yield of more than 2.9 t/ha, which equivalent to an income of 58.3 GJ/ha of total energy. Under such conditions, the energy coefficient of the technology reaches its maximum values – 3.19. It has been proven that further increasing the level of mineral nutrition reduces the energy payback. Considering the structure of the energy balance, the creation of resource-saving technologies should be aimed at determining the optimal level of the most energy-intensive elements of the technology. Such elements include the level of mineral nutrition, methods of complex mechanization, primarily consuming fuel, irrigation regimes and plant protection systems.

Key words: millet, intermediate crop, energy analysis, cultivation technology.

Постановка проблеми. В умовах промислового товарного виробництва все більшого значення набуває використання технологій, які забезпечують отримання продукції якнайменшої собівартості, тобто із мінімальними питомими витратами. Такі технології, окрім інших переваг, є більш екологічними та безпечнішими для оточуючого середовища, оскільки засоби інтенсифікації переважно є дорого вартісними та можуть нести потенційну екологічну небезпеку. Поєднання економічних, екологічних та виробничих перспектив такого процесу робить проблему аналізу ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур в сучасних інтенсивних сівозмінах актуальним науковим питанням [1].

Потреба подібної оцінки зумовлюється закономірною вимогою сучасного землеробства та рослинництва, на фоні тенденції розвитку, раціонально використовувати саме енергію яка витрачається на вирощування одиниці рослинної сировини, як об'єктивний та стабільний вимір усіх витрат.

Завдання підвищення ефективності машино використання господарства, використання паливно-мастильних матеріалів, електричної енергії, добрив, засобів хімічного захисту рослин та інших виробничих ресурсів може бути оціненим через проведення біоенергетичної оцінки технологій: необхідність об'єктивного обліку енергії вкладеної у виробництво продукції рослинництва а також відповідно виміру енергії, що зосереджена у врожаї сільськогосподарських культур [2]. Енергетична оцінка має на меті встановлення співвідношення кількості енергії, акумульованої врожаєм сільськогосподарської культури у процесі фотосинтезу, та сукупних витрат енергії, витрачених на виробництво цієї продукції, що актуально для інтенсивних ланок із проміжними культурами у зрошуваному землеробстві.

Метою досліджень є системний аналіз окремих елементів технології вирощування проса посівного (*Panicum miliaceum L.*) в специфічних для культури післяжнивних умовах на фоні зрошення. З метою більш ґрунтового та об'єктивного оцінювання досліджуваних елементів технологій вирощування зерна проса посівного, нами була здійснена біоенергетична оцінка енергетично ємких елементів адаптивної технології післяжнивного вирощування цієї культури. Представлена енергетична оцінка виконана за варіантами польового дослідження та базується на розрахунку балансу сукупної енергії з використанням енергетичних еквівалентів сукупної енергії кожної складової технологічних витрат які у свою чергу були встановлені шляхом розробки технологічних карт [3]. Дані польові дослідження проведені на базі Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (ІЗЗ НААН) в 2021–2023 роках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вдале поєднання у зоні Степу України сприятливих кліматичних умов, великих зрошуваних масивів, значних площ кормових та зернових культур, які є сприятливими попередниками, на фоні загальносвітового тренду глобального потепління, дозволяють успішно вирощувати у проміжних посівах кормові, овочеві культури, просо, гречку та навіть ультра ранні сорти сої, соняшника, кукурудзи. Однак, на жаль, навіть за сприятливих виробничих умов, наприклад у Херсонській області, при частці зернових культур в умовах зрошення близько 31,1% проміжні посіви не перевищували 4,4% [4].

Такі специфічні умови вирощування цих культур супроводжуються зростанням питомих витрат, потребують додаткових коштів, ресурсів та вимагають високого рівня організації господарської діяльності та виконання агротехнічних заходів. Питання гармонізації сільськогосподарського виробництва із наявним агрокліматичним потенціалом регіону, законами природи та біосфери, біологізації та ощадливості галузі рослинництва є системним та потребує вирішення на сучасному науковому рівні. Безумовно що продуктивність культури суттєво визначається умовами середовища, які в післяжнивний період із об'єктивних причин менш сприятливі, особливо для етапу формування насіння та його дозрівання. Це стосується динаміки гідротермічних умов, режиму освітлення, поживного та водного режимів ґрунту забур'яненості тощо [5].

Це не тільки впливає на органогенез рослин, при цьому відмічається індивідуальна реакція культур та навіть окремих сортів на такі умови і окупність ресурсів [6].

Результати досліджень культура. Просо, серед представників зернової групи, культура із найбільш коротким вегетаційним періодом. Як свідчить попередній аналіз, майже усі наявні сорти придатні до вирощування у проміжних посівах і здатні забезпечувати високу окупність ресурсів [7].

Однак через короткий період вегетації високі норми мінеральних добрив є недоцільними. Їх застосування на фоні підживлення у фазу кущення (25–27 ВВСН) органічним добривом Soil algae 5 л/га, яке додатково проявляє ріст регулюючий ефект, мало на меті покращити забезпечення рослин доступними елементами живлення у критичний період та стимулювати ростові процеси рослин. Такий захід очікувано спрямований на підвищення окупності мінеральних добрив. На фоні застосування досліджуваних систем живлення урожайність зерна проса відносно контролю зростала в 1,97–2,56 рази, що істотно вплинуло на показники енергетичної ефективності (Рис. 1).

Відповідно до збільшення рівня мінерального живлення спостерігалось істотне зростання витрат енергії. Якщо на фоні внесення $N_{30}P_{20}$ витрати енергії зросли на 3,4 ГДж/га то за рівня $N_{45}P_{30}$ підвищення складало 5,2 а за внесення $N_{60}P_{40}$ на 6,7 ГДж/га. Таким чином витрати енергії збільшилися відповідно на 27,0; 41,3 та 53,2%.

Застосування органічного добрива Soil algae 5 л/га для підживлення рослин не потребувало настільки великих витрат енергії. Із урахуванням супутніх зумовлених видатків, технологія потребувала додатково 0,4–0,7 ГДж/га енергії. Тому найбільші енергетичні витрати, 19,7 ГДж/га, були встановлені на максимальному фоні живлення де схемою передбачалося основне внесення $N_{60}P_{40}$ та проведення підживлення вегетуючих рослин Soil algae 5 л/га.

Однак підвищення урожайності зерна проса посівного забезпечувало і пропорційне збільшення надходження енергії. Якщо на контролі без добрив у масі зерна було зосереджено 33,7 ГДж/га валової енергії, то при їх внесенні нормою $N_{60}P_{40}$ та

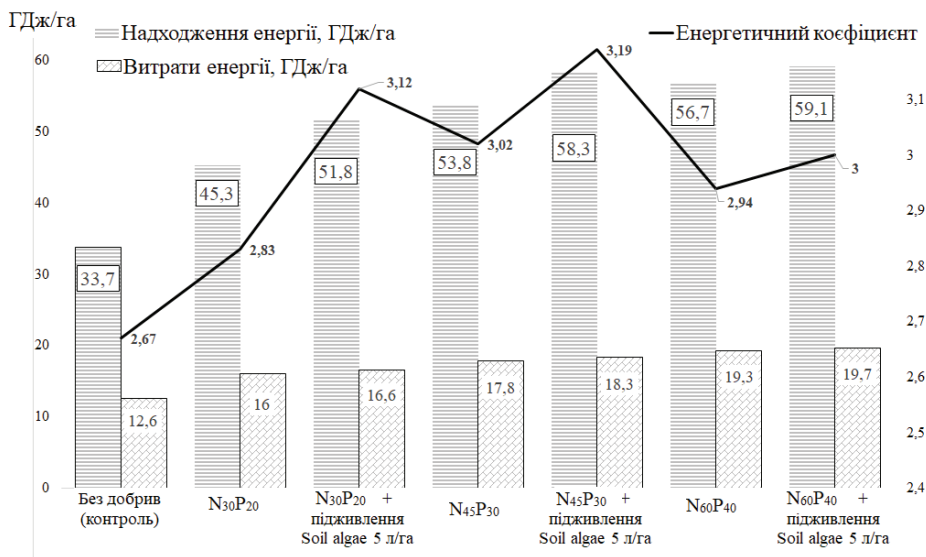


Рис. 1. Показники енергетичної ефективності вирощування проса посівного в післяжнивних посівах залежно від системи живлення

підвищенні фону в 1,5 та 2 рази надходження валової енергії із урожаєм досягало значень відповідно 45,3; 53,8 та 56,7 ГДж/га. Тобто збільшення відносно контролю становило 34,4; 59,6 та 68,2%. Таке високе зростання, на нашу думку, зумовлено саме зменшенням запасу доступних елементів живлення через їх споживання попередником – пшеницею озимою, тоді як за такий короткий період не відбувалося поновлення запасів у наслідок проходжен біологічних процесів у ґрунті.

Для вираження балансу витрат та надходження енергії в процесі вирощування сільськогосподарських культур переважно використовують енергетичний коефіцієнт, який відображає відношення отриманої енергії з урожаєм до сумарної кількості витраченої антропогенної енергії. Дані розрахунки представлені на основі обсягу загальної енергії основної продукції, що на нашу думку точніше відображає сутність виробничого процесу. Побічна продукція потрібна для поповнення балансу гумусу.

У нашому досліді, на відміну від даних деяких джерел, енергетичний коефіцієнт на удобрених варіантах зростає [8]. Це, на нашу думку зумовлено невеликими нормами внесення мінеральних добрив, та збідненням ґрунту в наслідок вирощування основної культури, якою була пшениця озима. Так порівнюючи із контролем енергетичний коефіцієнт на фоні внесення N₃₀P₂₀ та збільшення норми в 1,5 та 2 рази зростав на 0,16; 0,35 та 0,27 одиниць. При цьому зазначений показник на виключно мінеральному фоні N₆₀P₄₀ зменшився відносно попереднього фону N₄₅P₃₀ на 0,08 одиниць.

Аналізуючи ефективність позакореневого підживлення посівів органічним добривом Soil algae 5 л/га, необхідно відмітити в усіх поєднаннях позитивний вплив на величину енергетичного коефіцієнту. При цьому найбільше зростання встановлене на фоні першої градації фактору де мінеральний фон складав N₃₀P₂₀. Тут енергетичний коефіцієнт збільшився на 0,29 одиниць, що складає 10,2%. На фоні внесення N₄₅P₃₀ перевищення складало 0,17 одиниць або 5,6%. Тоді як за умови

внесення $N_{60}P_{40}$ таке підвищення становило 0,06 одиниць, що становить 2,0%. Це свідчить про переваги сумісного застосування в системі живлення післяжнивних культур основного мінерального добрива та підживлення вегетуючих рослин, як найбільш швидкого способу їх забезпечення легкодоступними формами поживи.

Об'єктивна оцінка енергетичної ефективності технології вирощування культури повинна включати аналіз структури витрат сукупної енергії за головними статтями витрат [9]. Адже це дозволяє, виявивши структуру потоків енергії, в таких інтенсивних агроecosистемах усвідомити головні резерви економії ресурсів, матеріалізованої та паливної енергії. Дані результати приведені на Рис. 2.

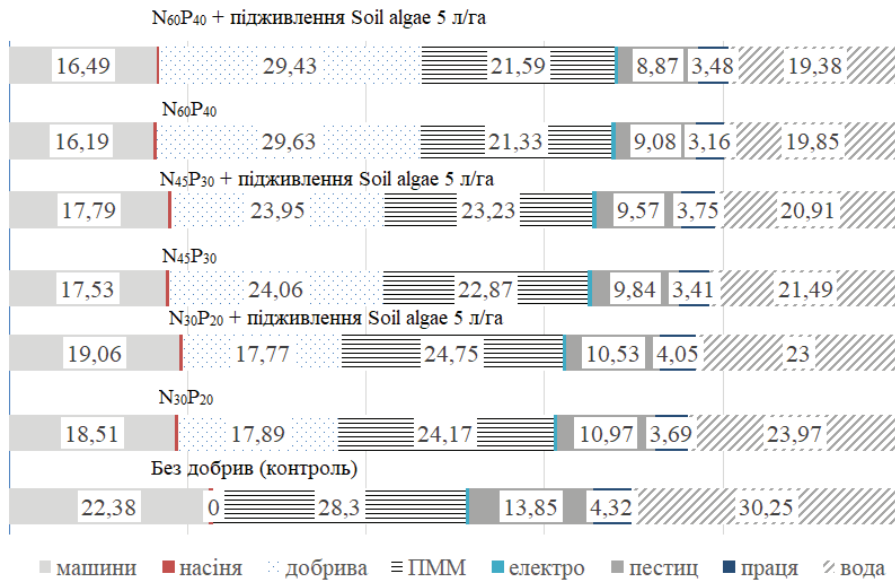


Рис. 2 Структура витрат енергії при післяжнивному вирощуванні проса, %

Аналіз свідчить, що незалежно від фону живлення найменшою у структурі виробництва є витрати електроенергії 0,38–0,43% та посівний матеріал 0,33–0,51%. Необхідно зазначити, що якість посівного матеріалу та обґрунтований вибір сорту при вирощуванні післяжнивних культур має визначальне значення.

Відносно стабільною є частка праці механізаторів та обслуговуючого персоналу. Важливо, що при посиленні інтенсивності технології вирощування культури частка цієї групи витрат зменшувалася із 4,32% на контролі та складала 3,16% на фоні внесення $N_{60}P_{40}$. Інші статті витрат зазнавали істотних змін, залежно від фону живлення. Так витрати енергії на засоби захисту рослин, за посилення фону живлення, зменшувалася із 13,8% на контролі до 8,87% при внесенні $N_{60}P_{40}$ та підживленні посівів Soil algae 5 л/га. Аналогічно зменшувалася частка витрат на машини і обладнання із 22,38 до 16,49%, води із 30,25 до 19,38%. Більш стабільною і достатньо значною в структурі енергетичних витрат є частка на паливо-мастильні матеріали. Їх доля в структурі зменшилася на 6,71 пункти із 28,3 до 21,56%.

Через специфіку дослідження найбільших змін зазнавала частка енергії, зумовлена внесенням добрив. Будучи відсутньою на контролі, вона досягла 29,43% на фоні $N_{60}P_{40}$ де було проведено підживленні посівів Soil algae 5 л/га.

Найбільш вагомим було зростання частки витрат при збільшенні норми мінеральних добрив, тоді як від проведення підживлення посівів Soil algae 5 л/га зростання відбувалося в межах 0,26–0,58%.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Вирощування проса посівного в проміжних посівах є перспективним напрямком інтенсифікації та підвищення ефективності сучасного зрошуваного землеробства. Наявний сортовий склад культури за своїми характеристиками відповідає агроекологічним умовам післяжнивного вирощування та може забезпечити формування належного рівня продуктивності та окупності енергетичних витрат. У післяжнивних посівах вирощування проса сорту Миронівське 51 на фоні $N_{45}P_{30}$ й проведення підживлення Soil algae 5 л/га потребує 18,3 ГДж/га енергетичних витрат та забезпечує отримання урожайності зерна понад 2,9 т/га, де зосередженою 58,3 ГДж/га загальної енергії. За такого поєднання факторів енергетичний коефіцієнт технології досягає найвищого значення 3,19. Подальше підвищення фону живлення знижує окупність енергетичних витрат.

Удосконалення елементів технології післяжнивного вирощування проса посівного повинно бути спрямоване на визначення оптимального рівня найбільш енергоємних елементів технології якими є добрива, механізовані заходи, що також потребують витрат палива, режим зрошення та система захисту як умови ефективного використання ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вожегова Р.А. Перспективи використання зрошення для підвищення продуктивності сільськогосподарської галузі на глобальному та локальному рівнях в умовах змін клімату. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2016. Вип. 65. С. 5–10.
2. Біоенергетична оцінка соргових культур / В.Л. Курило, О.В. Яланський, В.Л. Гамандій та ін. / *Зб. наук. пр. ІБКЦБ*. 2012. Вип.14. С. 554-558.
3. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 205 с.
4. Вожегова Р. А., Голобородько С. П. Еколого-меліоративний стан та перспективи розвитку зрошуваного землеробства. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2011. Вип. 55. С. 3–18.
5. Дюльгер М.О. Забезпечення теплом, світлом і вологою поживних культур в Україні. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. Одеса, 2013. Вип. 15. С. 119–127
6. Вожегова Р.А., Рудік О.Л., Сергєєв Л.А. Проміжні посіви в концепціях формування інтенсивних систем землеробства. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2020. Вип. 116. Ч.1. С. 3–15 DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.1>
7. Рудік О.Л., Рудік Н.М., Сергєєв Л.А., Чуган В.В. Просо посівне в системі адаптації аграрного виробництва до глобальних викликів сьогодення. *Аграрні інновації*. Херсон, 2022. Вип. 12. С. 52-59. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.9>
8. Kalenska, S., Kashtanova, O., Kalenskyi, V., Hovenko, R., & Antal, T. (2022). Economic and energy efficiency of technologies for growing maize hybrids depending on the type and methods of applying fertilisers. *Plant and Soil Science*, 13(1), 7–16. DOI [https://doi.org/10.31548/agr.13\(1\).2022.7-16](https://doi.org/10.31548/agr.13(1).2022.7-16)
9. Алієва О.Ю. Економічна та біоенергетична ефективність вирощування сортів сафлору в залежності від догляду за посівами на безгербіцидному та гербіцидному фонах. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. № 29. 2020 С. 103–111. DOI: <https://doi.org/10.36710/ioc-2020-29-10>.

УДК 631.527:633.71(477.46)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.25>

ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВИРОЩУВАННЯ ТЮТЮНУ

Рудь А.В. – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Дослідження та впровадження електронних систем моніторингу вирощування тютюну є важливим кроком у покращенні якості та ефективності галузі сільського господарства. Різноманітність таких систем, від спеціалізованих до комплексних, надає фермерам інструменти для оптимізації умов вирощування. Враховуючи значення тютюну як важливої сільськогосподарської культури та її економічну вагу, електронні системи моніторингу стають ключовими для підвищення врожайності та ефективності вирощування, забезпечуючи стабільні умови для росту рослин і допомагаючи уникнути проблем, таких як захворювання чи комах-шкідники.

Мета цього дослідження полягала у проведенні порівняльного аналізу ефективності електронних систем моніторингу тютюну та традиційних методів, таких як ручний контроль, на різних стадіях розвитку рослин протягом одного вирощувального сезону.

Для досягнення поставленої мети проведено дослідження протягом вегетаційного періоду 2023 р. у тепличному хазяйстві фермерського господарства «Ваторія», що на Хмельниччині (Україна). В експерименті брали участь три теплиці загальною площею 320 м² кожна: одна для експериментальної групи з електронними системами моніторингу та дві для контрольної групи з традиційними методами.

Результати дослідження вказують на статистично значуще покращення у схожості тютюну на всіх фазах його розвитку в експериментальній групі порівняно із контрольною. Експериментальна група мала статистично значуще менше зараження тютюну грибовими захворюваннями, вірусами та нападом комах-шкідників на всіх фазах розвитку. Також врожайність тютюну у експериментальній групі була статистично значуще вища за контрольну.

У цій статті був представлений інноваційний підхід до моніторингу вирощування тютюну, що базується на використанні системи Інтернету речей та методів машинного навчання. Розроблена система дозволяє проводити моніторинг різних параметрів вирощування тютюну у реальному часі, таких як рівень вологості, температура, а також виявлення хворіб та комах-шкідників. Інтеграція цієї системи вирощування тютюну може значно підвищити якість та кількість врожаю, зменшити витрати ресурсів та покращити умови роботи фермерів.

Отже, використання електронних систем моніторингу позитивно впливає на схожість, захист від захворювань та нападів комах-шкідників, а також збільшує врожайність тютюну. Всі ці результати свідчать про переваги використання передових технологій у вирощуванні тютюну і можуть бути корисні для підвищення ефективності сільського господарства.

Ключові слова: моніторинг, тютюн, машинне навчання, сільське господарство, виробництво.

Rud A.V. Electronic systems for monitoring tobacco cultivation

Research and implementation of electronic monitoring systems for tobacco cultivation is an essential step towards improving the quality and efficiency of the agriculture sector. The variety of such systems, varying from specialized to comprehensive, provides farmers with tools to optimize growing conditions. Considering the significance of tobacco as a vital agricultural crop and its economic importance, electronic monitoring systems become crucial for increasing yield and efficiency in cultivation, ensuring stable conditions for plant growth, and helping to avoid problems such as diseases or pest infestations.

The research aims to examine the effectiveness of electronic monitoring systems for tobacco and traditional methods, such as manual control, at various stages of plant development throughout one growing season.

To achieve this objective, the research was conducted during the 2023 growing season in a greenhouse complex Vatoriya farm in Khmelnytsky region (Ukraine). The experiment involved three greenhouses with a total area of 320 square meters each: one for the experimental group with electronic monitoring systems and two for the control group with traditional methods.

The research results indicate statistically significant improvements in tobacco uniformity at all stages of its development in the experimental group compared to the control group. The experimental group had statistically significantly less tobacco infection by fungal diseases, viruses, and pest attacks at all stages of development. Additionally, tobacco yield in the experimental group was statistically significantly higher than in the control group.

This article presented an innovative approach to monitoring tobacco cultivation built upon Internet of Things systems and machine learning methods. The developed system allows real-time monitoring of various parameters of tobacco cultivation, such as humidity levels, and temperature, as well as the detection of diseases and pests. Integrating this tobacco cultivation system can significantly improve the quality and quantity of the yield, reduce resource costs, and improve working conditions for farmers.

Therefore, using electronic monitoring systems positively influences uniformity, and protection against diseases and pest infestations, and increases tobacco yield. All these results demonstrate the advantages of using advanced technologies in tobacco cultivation and can be beneficial for increasing agricultural efficiency.

Key words: *monitoring, tobacco, machine learning, rural dominion, reproduction.*

Постановка проблеми. Сучасне сільське господарство переживає значні трансформації, що викликані різноманітними факторами, такими як кліматичні зміни, науково-технологічний прогрес та підвищення вимог споживачів до якості й безпеки продукції. Одним з ключових аспектів вирощування сільськогосподарських культур, який набуває все більшої актуальності, є впровадження електронних систем моніторингу [1; 2; 3, с. 304; 4, с. 151; 5, с. 113].

За останні роки використання таких систем набуває все більшого поширення у аграрному секторі. Якщо раніше вони використовувалися переважно у закритих ґрунтах, таких як теплиці, оранжереї тощо, то тепер їх можна застосовувати і в умовах поливу [6, с. 160; 7, с. 116].

Сутність електронних систем моніторингу полягає в зборі та аналізі великої кількості даних щодо умов вирощування рослин. Вони можуть вимірювати рівень вологості ґрунту, температуру повітря, рівень освітленості, вміст поживних речовин у ґрунті та багато іншого [8].

Застосування електронних систем моніторингу надає значні переваги у порівнянні із традиційними методами вирощування та моніторингу сільськогосподарських культур. По-перше, вони збирають дані в реальному часі, що дозволяє оперативного реагувати на будь-які зміни та проблеми у вирощуванні [9, с. 285]. По-друге, ці системи можуть автоматично керувати різними аспектами вирощування, такими як полив, добрива, освітлення, що зменшує витрати ресурсів та підвищує врожайність [10, с. 277; 11, с. 1761]. По-третє, така технологія надає можливість фермерам збирати та аналізувати великі обсяги даних, що сприяє прийняттю кращих та більш обґрунтованих рішень у вирощуванні сільськогосподарських культур [12, с. 1755; 13, с. 364].

У цьому контексті, дослідження та впровадження електронних систем моніторингу вирощування тютюну стає важливим кроком у покращенні якості та ефективності цієї галузі сільського господарства. На сьогоднішній день існують різноманітні електронні системи моніторингу вирощування сільськогосподарських культур, включаючи тютюн. Деякі з них спеціалізуються на конкретних аспектах, таких як вологість ґрунту чи температура повітря, тоді як інші є комплексними

системами, що об'єднують в собі різноманітні сенсори та функціональні можливості. Ось кілька типових систем моніторингу.

1. *Системи моніторингу вологості ґрунту*. Ці системи використовують сенсори, що вимірюють рівень вологості ґрунту на різних глибинах. Вони дозволяють фермерам точно визначати, коли потрібно поливати культури, щоб уникнути як перенасичення, так і пересушування ґрунту.

2. *Системи моніторингу клімату*. Ці системи включають в себе сенсори для вимірювання температури повітря, вологості та освітленості. Вони допомагають контролювати мікроклімат у вирощувальних приміщеннях, таких як теплиці, а також на відкритому ґрунті.

3. *Системи моніторингу рівня поживних речовин*. Ці системи вимірюють концентрацію поживних речовин у ґрунті та воді, що дозволяє оптимізувати процеси додавання добрив та уникнути перевитрат.

4. *Системи автоматизованого поливу та добрив*. Ці комплексні системи включають в себе сенсори для вимірювання параметрів навколишнього середовища, а також механізми автоматичного поливу та внесення добрив з урахуванням поточних потреб рослин [14, с. 310–311; 15].

Різниця між цими системами полягає в їхній функціональності та можливостях. Деякі системи можуть бути більш спрямовані на моніторинг індивідуальних параметрів, таких як вологість ґрунту, тоді як інші можуть надавати більш комплексну інформацію та мати можливість автоматичної регуляції різних аспектів вирощування культур [16, с. 574–576].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тютюн є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі через його велике значення у різних сферах. Однією з основних причин важливості вирощування тютюну є його використання у тютюновій промисловості для виробництва тютюнових виробів, таких як сигарети, сигари, трубочки, жувальний тютюн, настойки тощо. Крім того, тютюн використовується у фармацевтиці для виробництва медичних препаратів, таких як нікотинові пластинки та допоміжні речовини для виробництва ліків [17, с. 678; 18].

Тютюн є глобальною культурою, і його вирощування поширене у багатьох країнах. Найбільшими виробниками тютюну у світі є Китай, Індія, Бразилія, США, Індонезія, Малаві, Бангладеш та Туреччина. Ці країни вирощують тютюн у великих масштабах та забезпечують значну частину світового ринку тютюнової продукції [19, с. 409–410; 20].

Важливість вирощування тютюну також полягає у його економічному значенні для країн-виробників, оскільки тютюн є одним з основних продуктів експорту для багатьох з них. У той же час, вирощування тютюну може стати об'єктом суперечок через його вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище, що вимагає розумного управління та регулювання з боку урядів та міжнародних організацій.

Щодо перспектив вирощування тютюну в Україні варто відзначити, що тютюн в основному вирощується в закритих ґрунтах, таких як теплиці. Це пов'язано зі специфічними вимогами щодо клімату та ґрунту, а також з бажанням забезпечити стабільні умови для вирощування і виключити вплив зовнішніх факторів, таких як негода, шкідники та хвороби.

У цьому контексті, електронні системи моніторингу стають надзвичайно важливими для вирощування тютюну в закритих ґрунтах. Вони дозволяють фермерам створювати стабільні умови для росту та розвитку рослин, контролювати рівень вологості, температуру та інші фактори середовища, а також

вчасно виявляти та усувати будь-які проблеми, такі як захворювання чи шкідники. Це допомагає забезпечити оптимальні умови для зростання тютюну та збільшити врожайність, що є критичним для забезпечення стабільного виробництва та конкурентоспроможності на ринку. Тому електронні системи моніторингу можуть відігравати ключову роль у розвитку та оптимізації вирощування тютюну в Україні.

Актуальність даної роботи полягає в необхідності підвищення ефективності вирощування тютюну шляхом порівняння електронних систем моніторингу з традиційними методами на різних стадіях розвитку рослин. У зв'язку із постійними змінами в кліматі, високою конкуренцією на ринку та зростаючим попитом на продукцію високої якості, розробка оптимальних методів вирощування тютюну стає надзвичайно важливою для фермерів та промислових виробників.

Постановка завдання. Мета цього дослідження – провести порівняльний аналіз ефективності електронних систем моніторингу тютюну та традиційних методів (наприклад, ручного контролю) на різних стадіях розвитку рослин протягом одного вирощувального сезону.

Задачі дослідження:

1) порівняти ефективність контролю за ураженням тютюну грибковим захворюванням (наприклад, сірою гниллю) на різних стадіях розвитку рослин із використанням електронних систем моніторингу та традиційних методів;

2) оцінити вплив електронних систем моніторингу тютюну та традиційних методів на захист рослин від вірусних захворювань та нападу шкідників на різних стадіях вегетації;

3) вивчити вплив застосування електронних систем моніторингу тютюну та традиційних методів на параметри якості вирощеного тютюну, зокрема на схожість, збіжність та кінцевий урожай.

Такий підхід дозволить зробити комплексну оцінку ефективності обох методів вирощування тютюну та визначити найкращі практики для підвищення врожайності та якості продукції.

Матеріали та методи. Дослідження проводилося протягом вегетаційного періоду 2023 року в тепличному хазяйстві фермерського господарства «Ваторія», що на Хмельниччині (Україна).

В експерименті було використано три теплиці загальною площею 320 м² кожна. Одна з теплиць використовувалася для експериментальної групи, де застосовувалися електронні системи моніторингу, а дві інші – для контрольної групи, де використовувалися традиційні методи.

Групи дослідження.

1. *Експериментальна група (з електронними системами моніторингу).* У теплиці експериментальної групи були встановлені електронні системи моніторингу, які включали в себе сенсори для вимірювання рівня вологості ґрунту, температури повітря та рівня освітленості. Дані з цих систем збиралися автоматично та регулярно аналізувалися.

2. *Контрольна група (з традиційними методами).* В теплицях контрольної групи використовувалися традиційні методи вирощування тютюну. Ці методи включали в себе регулярний ручний полив та внесення добрив, а також огляд рослин спеціалістами.

Процедури.

1. Тютюн був висаджений у формі саджанців на початку вегетаційного періоду в обох групах.

2. В контрольній групі рослини регулярно (один раз на тиждень) оглядалися фахівцями для виявлення ознак захворювань, шкідників та інших проблем. У експериментальній групі моніторинг стану рослин проводився автоматично за допомогою електронних систем.

3. У контрольній групі регулярний полив здійснювався вручну, з урахуванням погодних умов та вологості ґрунту. У експериментальній групі системи моніторингу автоматично контролювали вологість ґрунту та автоматично включали полив за потреби. Добрива вносилися раз на два тижні за стандартною схемою – амонієві та фосфорно-калійні добрива.

4. Температура повітря в теплицях моніторилася автоматично за допомогою електронних систем.

5. Дані про рівень захворюваності, врожайність та якість вирощеного тютюну збиралися протягом всього вегетаційного періоду для подальшого аналізу.

Це дозволило здійснити комплексний порівняльний аналіз ефективності обох методів вирощування тютюну на різних стадіях розвитку рослин та оцінити їхній вплив на врожайність та якість продукції.

Умови для експериментальної групи були створені з метою забезпечення оптимальних умов для вирощування тютюну та ефективного контролю за умовами росту та розвитку рослин. В теплиці експериментальної групи було встановлено наступне обладнання та забезпечені наступні умови.

1. Датчики вологості ґрунту розміщувалися на різних глибинах (10 см та 30 см) для забезпечення точного контролю над вологістю у його різних шарах.

2. Датчики температури повітря розміщувалися на різних висотах у теплиці для вимірювання температурного режиму в різних зонах.

3. Датчики освітленості розташовувалися в різних точках теплиці для визначення рівня освітленості на різних ділянках.

4. Параметри (вологість ґрунту, температура повітря, освітленість) реєструвалися автоматично кожні 15 хвилин для забезпечення постійного моніторингу умов вирощування.

5. Для виявлення шкідників та захворювань на рослинах використовувалися фото- та відеокамери, що були встановлені у теплиці. Фахівці регулярно (щотижня) аналізували отримані зображення для виявлення будь-яких змін у стані рослин.

Дані, що були отримані від датчиків, а також результати спостережень за наявністю шкідників та захворювань аналізувалися та оброблялися для виявлення тенденцій та встановлення взаємозв'язків між умовами вирощування та станом рослин.

Отримані дані були оброблені за допомогою статистичного програмного забезпечення Statistica 10 (StatSoft Inc., USA). Для порівняння результатів між експериментальною та контрольною групами застосовувалися методи описивної статистики, такі як середнє значення, стандартне відхилення та стандартна помилка. Для визначення статистичної значущості отриманих різниць між групами використовувалися t-критерій Стюдента або аналогічні непараметричні тести в залежності від розподілу даних. Крім того, проводилася аналіз дисперсії (ANOVA) для оцінки впливу різних факторів на вирощування тютюну. Отримані результати були представлені у вигляді таблиць. Всі статистичні обробки проводилися з використанням рівня значущості $p < 0.05$.

Виклад основного матеріалу дослідження. t-критерій Стюдента показав, що вища схожість у експериментальній групі на всіх фазах розвитку тютюну є статистично значущою ($p < 0.05$, табл. 1).

Таблиця 1

Вплив електронних систем моніторингу на схожість тютюну

Фаза розвитку	Контроль, %	Експеримент, %
Сходи	85 ± 3	92 ± 2
Зростання	78 ± 4	86 ± 3
Цвітіння	82 ± 2	90 ± 2

Аналіз дисперсії підтвердив статистичну значущість впливу електронних систем моніторингу на схожість тютюну ($p < 0.05$).

Таблиця 2

Вплив електронних систем моніторингу на зараження тютюну грибковими захворюваннями, вірусами та комахами-шкідниками

Фаза розвитку	Грибкові захворювання, %	Віруси, %	Кожі-шкідники, %
Сходи	15 ± 2	8 ± 1	10 ± 2
Зростання	10 ± 1	5 ± 1	7 ± 1
Цвітіння	12 ± 1	6 ± 1	8 ± 1

У порівнянні з контрольною групою, експериментальна група мала статистично значуще менше зараження грибковими захворюваннями, вірусами та нападом комах-шкідників на всіх фазах розвитку ($p < 0.05$). Аналіз дисперсії підтвердив статистичну значущість впливу електронних систем моніторингу на зменшення зараження тютюну ($p < 0.05$).

Таблиця 3

Вплив електронних систем моніторингу на врожайність тютюну

Група	Урожайність (кг/гектар)
Контроль	1500 ± 100
Експеримент	1800 ± 150

У порівнянні з контрольною групою, експериментальна група мала статистично значуще вищу врожайність тютюну ($p < 0.05$). Аналіз дисперсії підтвердив статистичну значущість впливу електронних систем моніторингу на збільшення врожайності тютюну ($p < 0.05$).

Обговорення. Отримані результати дослідження вказують на значне поліпшення у ефективності вирощування тютюну за допомогою електронних систем моніторингу у порівнянні із традиційними методами контролю. Використання нових технологій сприяло значному підвищенню схожості тютюну на всіх фазах розвитку у порівнянні із контрольною групою. Це вказує на те, що електронні системи дозволяють створювати оптимальні умови для зростання та розвитку рослин, що сприяє покращенню врожайності.

Результати показали значне зменшення ризику зараження тютюну грибковими захворюваннями, вірусами та нападом комах-шкідників у експериментальній групі порівняно з контрольною. Це свідчить про ефективність електронних систем моніторингу у попередженні захворювань та збільшенні стійкості рослин до стресових умов.

Використання електронних систем моніторингу призвело до значного збільшення врожайності тютюну. Це важливий результат, який свідчить про

ефективність впровадження сучасних технологій у сільське господарство для забезпечення сталого вирощування та підвищення виробничих показників.

Отже, результати цього дослідження підтверджують переваги використання електронних систем моніторингу у вирощуванні тютюну. Ці новітні технології можуть стати важливим інструментом для сучасного сільського господарства, сприяючи підвищенню ефективності виробництва та забезпеченню стійкого розвитку сільськогосподарського сектору.

У дослідженні Ю. Сюн та С. Ю представлена новаторська система оцінки росту тютюну для вирощування тютюну (GESTP), що складається з мобільного додатку, браузерного терміналу та серверного терміналу, яка використовується для оцінки росту тютюну, сприяючи ефективному контролю за розвитком рослин та підвищенню врожайності [21, с. 1008–1009]. І. Гравалос та ін. розробили та впровадили нову мехатронну систему для автоматизованого видалення бруньок та контролю зростання бокових пагонів у тютюнових рослин, що сприяє покращенню якості вирощуваного тютюну. Нова система дозволяє автоматично виконувати необхідні маніпуляції за мінімальних витрат часу та ресурсів, що робить її більш ефективною порівняно із традиційними методами, де кожен працівник працює незалежно, що суттєво уповільнює процес [22]. Наукова розвідка М. Туфайл та ін. присвячена розробці системи машинного навчання для виявлення культур/бур'янів на полях тютюну, яка дозволяє здійснювати точне розпилення агрохімікатів у відповідній місцевості та в потрібний час [23, с. 23817]. Метод оцінки кількості рослин тютюну за допомогою аерознімків, що може бути використаний у реальному часі, представлено у роботі Р. Шахід [24]. Є. Аксой та ін. пропонують новий багаторівневий метод для виявлення та відстеження листя рослин-розеток, у нашому випадку – тютюнових рослин до 3-х тижнів, за допомогою інфрачервоних зображень. Це дозволяє автоматично та неінвазивно вимірювати важливі параметри рослин, такі як швидкість зростання листя [25, с. 83–84]. У статті Г. Недбала та ін. запропоновано новий підхід до прогнозування та оптимізації генетичної трансформації тютюну за допомогою штучних нейронних мереж, що може покращити ефективність трансформаційних стратегій та зменшити затрати часу та ресурсів [26]. Деякі автори пропонують об'єднати наукове мислення, методи та технології смарт-сільського господарства з інституційними механізмами тютюнової промисловості, її поточними проблемами та цілями розвитку, зосереджуючись на цифровій трансформації виробництва тютюнового листя, дослідженні та розробці механізованого обладнання для всього процесу виробництва тютюнового листя [27, с. 1657]. Сутність наукової праці Л. Лю та ін. полягає у розробці та упровадженні системи інтелектуального управління тютюновим господарством з використанням технології Інтернету речей з метою покращення рівня управління вирощуванням тютюну, стандартів аналізу якості тютюнового листя та ефективного контролю за його обробкою [13, с. 370]. Р. Бен Саад та ін. розкривають потенціал генетичної інженерії у поліпшенні стресостійкості рослин за допомогою гену, вказуючи на можливість її використання для покращення стресостійкості тютюнових рослин [28, с. 111–112]. У свою чергу, Ю. Шао та ін. пропонує метод ідентифікації хворіб тютюну на основі багатофакторних ознак та генетичних алгоритмів, що оптимізують нейронну мережу BP, яка дозволяє ефективно та автоматично діагностувати вісім типів хворіб тютюну з середньою точністю розпізнавання близько 92,5% [29, с. 254].

Усі наведені наукові розвідки зосереджені на використанні передових технологій, таких як Інтернет речей, машинне навчання, генетичні алгоритми та

багатошарові перцептрони, для вирішення проблем вирощування тютюну: виявлення хворіб, стресостійкість та поліпшення якості врожаю. Дане дослідження має на меті забезпечення розвитку та вдосконалення системи моніторингу вирощування тютюну задля автоматизації процесів та поліпшення управління виробництвом.

Висновки і пропозиції. У даній статті було представлено новаторський підхід до моніторингу вирощування тютюну, який базується на використанні системи Інтернету речей та методів машинного навчання. Розроблена система дозволяє одночасно здійснювати моніторинг у реальному часі за різних параметрів вирощування тютюну, що включає в себе контроль рівня вологості, температури, а також виявлення хворіб та шкідників. Інтеграція цієї системи вирощування тютюну може значно підвищити якість та кількість урожаю, зменшити витрати ресурсів та покращити умови роботи фермерів.

Отримані результати свідчать про перспективність використання сучасних технологій для оптимізації сільського господарства, зокрема вирощування тютюну. Впровадження системи моніторингу на основі Інтернету речей та машинного навчання може стати кроком у майбутнє в напрямку автоматизації та підвищення ефективності виробництва сільськогосподарських культур, забезпечуючи високу якість та стабільний врожай для задоволення потреб ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. TobSet: A new tobacco crop and weeds image dataset and its utilization for vision-based spraying by agricultural robots / M. S. Alam et al. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12, no. 3. Article 1308. URL: <https://doi.org/10.3390/app12031308> (дата звернення: 21.05.2024).
2. Buyel J. F., Fischer R. Characterization of complex systems using the design of experiments approach: transient protein expression in tobacco as a case study. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*. 2014. No. 83. Article e51216. URL: <https://dx.doi.org/10.3791/51216> (дата звернення: 21.05.2024).
3. Expression of a barley ribosome-inactivating protein leads to increased fungal protection in transgenic tobacco plants / J. Logemann et al. *Nature Biotechnology*. 1992. Vol. 10, no. 3. P. 305–308. URL: <https://doi.org/10.1038/nbt0392-305> (дата звернення: 21.05.2024).
4. Self-feeding transplanter for tobacco and vegetable crops / C. W. Suggs et al. *Applied Engineering in Agriculture*. 1987. Vol. 3, no. 2. P. 148–152. URL: <https://doi.org/10.13031/2013.26663> (дата звернення: 21.05.2024).
5. Tisserat B., Vandercook C. E. Development of an automated plant culture system. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 1985. Vol. 5. P. 107–117. URL: <https://doi.org/10.1007/BF00040307> (дата звернення: 21.05.2024).
6. Are you smoking? Automatic alert system helping people keep away from cigarettes / T. Chen et al. *Smart Health*. 2018. Vol. 9. P. 158–169. URL: <https://doi.org/10.1016/j.smhl.2018.07.008> (дата звернення: 21.05.2024).
7. Design and practice of tobacco precise planting management system based on IoT-based monitoring / Y. Nong et al. *Acta Tabacaria Sinica*. 2021. Vol. 27, no. 3. P. 114–121. URL: <https://doi.org/10.16472/j.chinatobacco.2020.121> (дата звернення: 21.05.2024).
8. An automatic fluorescence phenotyping platform to evaluate dynamic infection process of Tobacco mosaic virus-green fluorescent protein in tobacco leaves / J. Ye et al. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Article 968855. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.968855> (дата звернення: 21.05.2024).
9. Automated stiffness characterization of living tobacco BY2 cells using the cellular force microscope / D. Felekis et al. *2012 IEEE International conference on auto-*

mation science and engineering (CASE 2012), Seoul, Korea, 20–24 Aug. 2012. Seoul, Korea : IEEE, 2012. P. 285–290. URL: <https://doi.org/10.1109/CoASE.2012.6386345> (дата звернення: 21.05.2024).

10. Huang B. K., Bowers Jr C. G. Development of greenhouse solar systems for bulk tobacco curing and plant production. *Energy in Agriculture*. 1986. Vol. 5, no. 4. P. 267–284. URL: [https://doi.org/10.1016/0167-5826\(86\)90026-4](https://doi.org/10.1016/0167-5826(86)90026-4) (дата звернення: 21.05.2024).

11. Kannwischer M. E., Mitchell D. J. The influence of a fungicide on the epidemiology of black shank of tobacco. *Phytopathology*. 1978. Vol. 68. P. 1760–1765. URL: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/documents/1978articles/phyto68n12_1760.pdf (дата звернення: 21.05.2024).

12. Liu J. H., He Y. T., Peng Y. H. The design and implementation of monitoring system of flue-cured tobacco barn based on ARM7. *Applied Mechanics and Materials*. 2013. Vol. 397. P. 1753–1758. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.397-400.1753> (дата звернення: 21.05.2024).

13. Tobacco intelligent management system based on internet of things / L. Liu et al. *Artificial intelligence and security (ICAIS 2019)* : 5th International conference, New York, NY, USA, 26–28 July 2019. Cham: Springer, 2019. P. 362–372. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-24271-8_33 (дата звернення: 21.05.2024).

14. Metabolic evaluation of cellular differentiation of tobacco leaf explants in response to plant growth regulators in tissue cultures using ¹H NMR spectroscopy and multivariate analysis / S. W. Kim et al. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2012. Vol. 108. P. 303–313. URL: <https://doi.org/10.1007/s11240-011-0044-2> (дата звернення: 21.05.2024).

15. Automated counting of tobacco plants using multispectral UAV data / H. Lin et al. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, no. 12. Article 2861. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy13122861> (дата звернення: 21.05.2024).

16. Partial root-zone drying irrigation improves growth and physiology of tobacco amended with biochar by modulating phytohormonal profile and antioxidant system / X. Liu et al. *Plant and Soil*. 2022. Vol. 474, no. (1–2). P. 561–579. URL: <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05359-8> (дата звернення: 21.05.2024).

17. Marchetti R., Castelli F., Contillo R. Nitrogen requirements for flue-cured tobacco. *Agronomy Journal*. 2006. Vol. 98, no. 3. P. 666–674. URL: <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0105> (дата звернення: 21.05.2024).

18. *Trichoderma asperellum* T42 reprograms tobacco for enhanced nitrogen utilization efficiency and plant growth when fed with N nutrients / B. N. Singh et al. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 9. Article 163. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00163> (дата звернення: 21.05.2024).

19. Alterations of endogenous cytokinins in transgenic plants using a chimeric isopentenyl transferase gene / J. I. Medford et al. *The Plant Cell*. 1989. Vol. 1, no. 4. P. 403–413. URL: <https://doi.org/10.1105/tpc.1.4.403> (дата звернення: 21.05.2024).

20. Synthetic glycolate metabolism pathways stimulate crop growth and productivity in the field / P. F. South et al. *Science*. 2019. Vol. 363, no. 6422. Article eaat9077. URL: <https://doi.org/10.1126/science.aat9077> (дата звернення: 21.05.2024).

21. Xiong Y., & Yu S. A novel growth evaluation system for tobacco planting based on image classification. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*. 2019. Vol. 23, no. 6. P. 1004–1011.

22. A mechatronic system for automated topping and suckering of tobacco plants / I. Gravalos et al. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2019. Vol. 166. Article 104986. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104986> (дата звернення: 21.05.2024).

23. Identification of tobacco crop based on machine learning for a precision agricultural sprayer / M. Tufail et al. *IEEE Access*. 2021. Vol. 9. P. 23814–23825. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3056577> (дата звернення: 21.05.2024).

24. Aerial imagery-based tobacco plant counting framework for efficient crop emergence estimation / R. Shahid et al. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024. Vol. 217. Article 108557. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108557> (дата звернення: 21.05.2024).
25. Modeling leaf growth of rosette plants using infrared stereo image sequences / E. E. Aksoy et al. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2015. Vol. 110. P. 78–90. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.10.020> (дата звернення: 21.05.2024).
26. Niedbała G., Niazian M., Sabbatini P. Modeling agrobacterium-mediated gene transformation of tobacco (*Nicotiana tabacum*) – a model plant for gene transformation studies. *Frontiers in Plant Science*. 2012. Vol. 12. Article 695110. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.695110> (дата звернення: 21.05.2024).
27. Exploration of the construction of smart tobacco agriculture X. Shao et al. *Tobacco Regulatory Science*. 2022. Vol. 8, no. 1. P. 1652–1662. URL: <https://tobreg.org/index.php/journal/article/view/866/864> (дата звернення: 21.05.2024).
28. *Lobularia maritima* thioredoxin-h 2 gene mitigates salt and osmotic stress damage in tobacco by modeling plant antioxidant system / R. Ben Saad et al. *Plant Growth Regulation*. 2022. Vol. 97, no. 1. P. 101–115. URL: <https://doi.org/10.1007/s10725-022-00805-0> (дата звернення: 21.05.2024).
29. Research on automatic identification system of tobacco diseases / Y. Shao et al. *The Imaging Science Journal*. 2017. Vol. 65, no. 4. P. 252–259. URL: <https://doi.org/10.1080/13682199.2017.1319609> (дата звернення: 21.05.2024).
-

UDC 633.15: 631.527

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.26>

CURRENT RANGE OF CORN HYBRIDS IN UKRAINE: ANALYSIS AND PROSPECTS

Sydiakina O.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Plant Science and Agroengineering Department,
Kherson State Agrarian and Economic University

Hamula Ye.A. – Postgraduate Student,
Kherson State Agrarian and Economic University

The use of technology in growing new high-yielding varieties and hybrids resistant to diseases and pests, well-adapted to specific soil and climatic conditions, will increase corn production volumes – an important grain crop for universal use, including such a modern direction as the production of alternative fuels. In the pre-war period, the main requirement for the corn variety-hybrid assortment was high productivity of varieties and hybrids, as well as their high adaptability to soil-climatic and weather conditions. Today, there have been certain changes in the main requirements for corn hybrids, including low harvesting moisture content, high productivity, resistance to lodging and drought, disease resistance, low nutrient requirements, and low seed cost. As of April 24, 2024, the State Register includes 1682 corn varieties and hybrids, with 91.3% represented by common corn. 990 varieties and hybrids, or 59% of the total corn assortment, are modern varieties and hybrids registered since 2019. The majority of corn varieties and hybrids belong to the medium-early and medium-maturing groups by FAO – 45.7% and 39.2% of the total number. The recommended cultivation zones are mainly Steppe and Forest-Steppe – 19% and 14% of the total assortment. 33% of the corn variety-hybrid composition consists of highly plastic varieties and hybrids well adapted to the conditions of any agro-climatic zone of Ukraine. Growing hybrids with a lower FAO than recommended for a particular zone will result in incomplete use of solar radiation during vegetation and low yields. Growing hybrids with a higher FAO than recommended will result in incomplete grain ripening at harvest and unjustified costs for drying. 44.2% of the corn varieties and hybrids in the State Register are domestic, while 55.8% are foreign selections. The leaders in foreign corn breeding in Ukraine are France (16.9%), the USA (13.0%), and Germany (6.8%). Selecting the optimal hybrid composition of corn is an economically effective measure to increase crop productivity and grain production volumes.

Key words: corn, grain, variety, hybrid, maturity group, cultivation zone, country of origin.

Сидякіна О.В., Гамула Є.А. Сучасний асортимент гібридів кукурудзи в Україні: аналіз та перспективи

Використання в технології вирощування нових високопродуктивних сортів і гібридів, стійких до хвороб і шкідників, добре адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, дозволить збільшити обсяги виробництва кукурудзи – важливої зернової культури універсального використання, зокрема й такого сучасного напрямку, як виробництво альтернативних видів палива. У довоєнний період основною вимогою до сорто-гібридного асортименту кукурудзи була висока продуктивність сортів та гібридів, а також їх висока адаптивність до ґрунтово-кліматичних умов. На сьогодні відбулися певні зміни щодо основних вимог, які висуваються до гібридів кукурудзи, серед яких слід відзначити такі: низька збиральна вологість, висока продуктивність, стійкість до пересторою та посухи, стійкість до хвороб, невибагливість до умов живлення, низька вартість насіння. Державний реєстр станом на 24 квітня 2024 р. налічує 1682 сортів і гібридів кукурудзи, на 91,3% представлених кукурудзою звичайною. 990 сортів і гібридів або 59% від загального асортименту кукурудзи – сучасні сорти і гібриди, занесені до Держреєстру з 2019 р. Переважна більшість сортів і гібридів кукурудзи відноситься до середньоранньої і середньостиглої груп за FAO – 45,7 і 39,2% від загальної кількості. Рекомендованими зонами вирощування в розрізі окремих зон, в основному, є Степова і Лісостепова – 19 і 14% від загального асортименту. 33% сорто-гібридного складу кукурудзи представлено

високопластичними сортами і гібридами, добре адаптованими до умов будь-якої агро-грунтової зони України. Вирощування гібридів з меншим ФАО, ніж рекомендовано для даної зони, призведе до неповного використання посівами впродовж вегетації сонячної радіації та формування низького рівня врожайності. Вирощування гібридів з більшим ФАО, ніж рекомендовано, обумовлює неповне дозрівання зерна на момент збирання та невіправдані витрати на його досушування. 44,2% сортів і гібридів кукурудзи, представлених у Державному реєстрі, складають сорти і гібриди вітчизняної, 55,8% – іноземної селекції. Лідерами іноземної селекції кукурудзи в Україні є Франція (16,9%), США (13,0%) та Німеччина (6,8%). Добір оптимального гібридного складу кукурудзи – економічно ефективний захід підвищення продуктивності культури та збільшення обсягів зерновиробництва.

Ключові слова: кукурудза, зерно, сорт, гібрид, група стиглості, зона вирощування, країна-оригіна́тор.

Problem statement. Corn is one of the most important cereal crops, widely used in food, feed, and industrial sectors. It is utilized in the production of various products such as grits, flour, oil, starch, and many others. Additionally, corn is extensively used in animal husbandry and as a raw material for industrial processes. This broad range of applications makes corn a strategically important factor in ensuring the stability of modern agricultural production [1, 2].

In recent years, due to its high starch content (60–85%) and established production processes, corn has gained increasing importance as a raw material for biofuel production, offering significant prospects for energy independence for producing countries. In the United States, almost half of the harvested corn is processed into biodiesel, providing a serious alternative to traditional diesel fuel. Ukraine has enormous potential in this direction: from every 10 million tons of corn, approximately 4 million tons of biofuel can be produced [3].

The use of alternative fuels will reduce dependence on imported oil products, expand domestic market opportunities, and help reduce carbon dioxide emissions, which will be particularly important in the post-war recovery period of Ukraine considering the current environmental situation related to active military actions.

Increasing corn grain production is a relevant task in the modern stage of agricultural sector development in Ukraine. One of the highly effective ways to address this task is to utilize new varieties and hybrids with improved yield and quality characteristics, resistance to diseases and pests, meeting the current market demands for cereal crops.

Analysis of recent research and publications. The productivity of corn is directly or indirectly influenced by biotic and abiotic factors, as well as components of the plant structure itself. Changes in climatic conditions, the development of new varieties and hybrids necessitate continuous scientific research into enhancing the productivity of this crop under various soil and climatic conditions. For example, the productivity of corn hybrids from «Pioneer Seeds Ukraine» and the French company «Laboulet» was studied at the educational-scientific-production complex of Uman National University of Horticulture. The results of two years of research showed that the yield and grain quality of the studied corn hybrids depended significantly on the potential of the hybrid itself and the weather conditions during the growing years. The studied hybrids produced grain with very high starch content and very low or low protein and fat content, with varying grain weight indicators. Based on the research results, the highest-yielding corn hybrids were recommended for implementation in production in the Right-Bank Forest-Steppe conditions [4].

The biological characteristics of corn hybrids and the agroecological conditions of the growing years significantly affected the duration of interphase periods and individual

productivity indicators of early-maturing hybrid P8521, medium-early PR39B76, and medium-maturing PR38N86 [5].

A comparative analysis of the productivity of 22 corn hybrids of different maturity groups from Syngenta's selection was conducted in the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine. The hybrids NK Falcon (FAO 220), Simba (FAO 270), Lucius (FAO 340), Dollar (FAO 390), and Galaktik (FAO 470) showed the highest grain yield. In the irrigation conditions of the Southern Steppe of Ukraine, high productivity was noted for Syngenta's selection hybrids Impulse (FAO 280), Rotango (FAO 200), and Enermax (FAO 330) [6, 7].

According to the results of research on the productivity of corn hybrids of different maturity groups from the selection of the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, it was found that the hybrids Podilsky 274 SV (FAO 270), Azov (FAO 330), VTS 380 MV (FAO 380), and Sokolov 407 MV (FAO 400) provide the highest grain yield [8].

In non-irrigated conditions of the Southern Steppe of Ukraine, with an increase in the FAO group, the productivity of corn hybrids showed a clear tendency to decrease. The highest yield was formed by early-maturing hybrids DN Palanok (FAO 180) and DB Lada (FAO 190). In irrigated conditions, the maximum level of productivity was established for growing hybrids of domestic selection Askania (FAO 320), DN Bulat (FAO 350), DN Rava (FAO 430), and Primorsky (FAO 430) [9].

An innovative direction today is the cultivation of dwarf corn hybrids with significantly lower above-ground biomass than before, even 5 years ago when farmers' activities were aimed at maximizing plant height and forming a powerful vegetative mass. Companies such as «Bayer» (Monsanto, DEKALB hybrids) and «Corteva» (Pioneer hybrids) are currently striving to minimize the vegetative mass of corn plants so that most nutrients go to the cob, and the cob releases moisture as quickly as possible – processes that cannot be accelerated in the case of forming large plant stature [10].

The reasoned selection of corn hybrids of different FAO groups for specific soil-climatic conditions reveals significant prospects for increasing productivity, improving grain quality, ensuring sustainable development of the grain industry, and strengthening Ukraine's position in the international agricultural market [11, 12], determining the relevance of the conducted research.

Problem statement. The scientific research involved analyzing the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, identifying modern requirements for corn varieties and hybrids grown in the soil-climatic conditions of Ukraine, as well as prospects for the development of the Ukrainian corn industry. The following methods were used for scientific research: comparative-analytical method to identify patterns of the studied characteristics based on statistical data; graphical method to visualize research results and illustrate identified patterns; abstract-logical method to make theoretical generalizations, formulate conclusions, and recommendations. The information base of the scientific research included statistical data from the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine as of April 24, 2024, information from scientific literature sources, and results of analytical research and calculations.

Presentation of the main material of the research. The main requirement of modern farmers for the hybrid composition of corn is undoubtedly the ability of hybrids to achieve a high level of productivity, which, in turn, contributes to reducing costs and increasing the economic efficiency of grain production. In the pre-war period, when choosing a particular hybrid, the primary consideration was its adaptability to

soil-climatic and weather conditions. Today, the format of requirements has somewhat changed, and the top issues being addressed relate to seed quality, prices, and logistical decisions. In 2023, there was a high demand for flexible hybrids that can withstand prolonged delays, while for the 2024 sowing season, the primary requirement is grain moisture content, specifically – the grain must be dry (Fig. 1). This is due to the high cost of gas, where grain drying becomes a significant expense in the technology. Therefore, hybrids with low moisture content (around 13–14%) or hybrids with rapid moisture release while maintaining high productivity potential are in demand [13].

The State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, as of April 24, 2024, includes 1682 varieties and hybrids of corn, mainly common corn hybrids (1535 or 91.3% of the total corn assortment) (Fig. 2). There are 131 hybrids of sweet corn (7.8%), 10 waxy corn hybrids (0.59%), and 6 popcorn hybrids (0.36%).

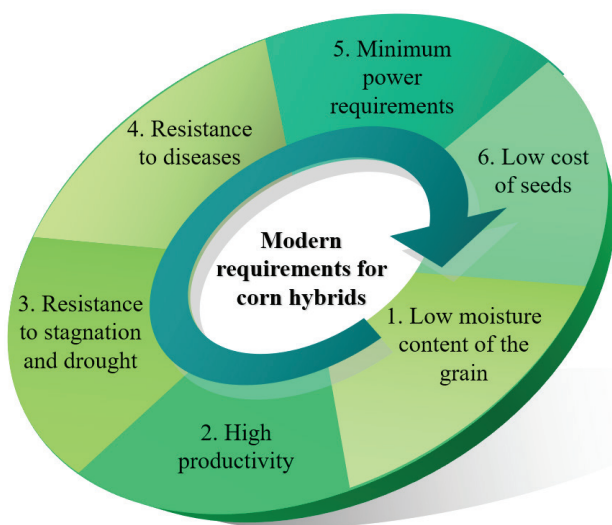


Fig. 1. Modern requirements of agrarians for the hybrid composition of corn [13]

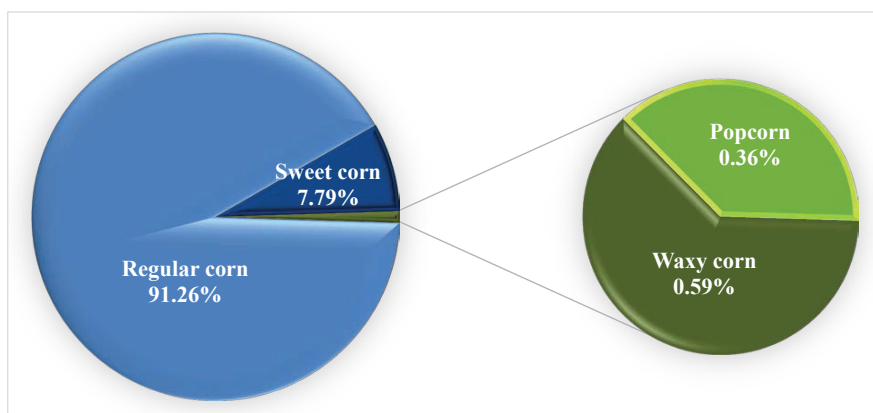


Fig. 2. The share of corn subspecies in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, as of April 24, 2024

The main assortment consists of modern varieties and hybrids. For example, in 2019, the State Register was updated with 176 varieties and hybrids (10% of the total), in 2020 – 188 (11%), in 2021 – 196 (12%), in 2022 – 136 (8%), in 2023 – 251 (15%), and in 2024 – 43 (3% as of April 24, 2024) (Fig. 3). This means that from 2019, 990 varieties and hybrids have been added to the State Register, accounting for 59% of the total corn assortment.

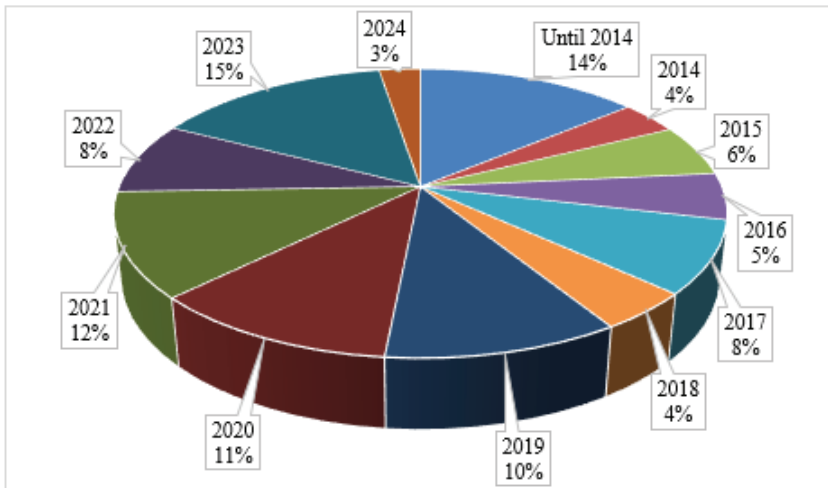


Fig. 3. The share of varieties and hybrids of corn by years of entry into the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, as of April 24, 2024

Depending on the parental forms, hybrids are classified as intraspecific, intraline, or interline hybrids. In production conditions, hybrids obtained by crossing self-pollinated lines are mainly used. Due to heterosis, hybrids are 25–30% more productive than varieties. The maximum yield increase is achieved by first-generation hybrids. Continued cultivation may lead to a decrease in heterosis effect [14].

The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations has proposed a unified classification system for comparing the maturity of hybrids from different countries worldwide to assess the maturity groups of corn hybrids effectively (Table 1).

The predominant majority of corn hybrids in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine belong to the mid-early and mid-late FAO maturity groups – 45.7% and 39.2% of the total, respectively (Fig. 4). The share of mid-late hybrids is 7.7%, early hybrids – 6.9%, and late hybrids – 0.5%.

When choosing a particular corn hybrid, it is necessary to take into account its biological potential and the soil-climatic conditions of the cultivation zone. Recommended cultivation zones for corn hybrids according to the State Register, analyzed by specific zones, are mainly Steppe and Forest-Steppe – 19% and 14% of the total assortment, respectively (Fig. 5). Only 2% is allocated to the Polissya zone. Highly versatile hybrids well adapted to cultivation in any agro-soil zone of Ukraine account for 33% in the State Register.

The consequences of cultivating hybrids with a lower or higher FAO rating than recommended for a specific zone are demonstrated in Figure 6.

Table 1

Classification of corn hybrids by maturity groups (FAO) [15]

Maturity group	Number of leaves	Vegetative period, days	Total active temperature, °C	Maturity group according to FAO
Very early-maturing	up to 11	85	2100	100–149
Early-maturing	12–14	90–100	2200	150–199
Middle-early	15–16	105–115	2400	200–299
Middle-maturing	17–18	115–120	2600	300–399
Middle-late	19–20	120–130	2800	400–499
Late-maturing	21–23	135–140	3000	500–599
Very late-maturing	more than 23	145–150	more than 3000	more than 600

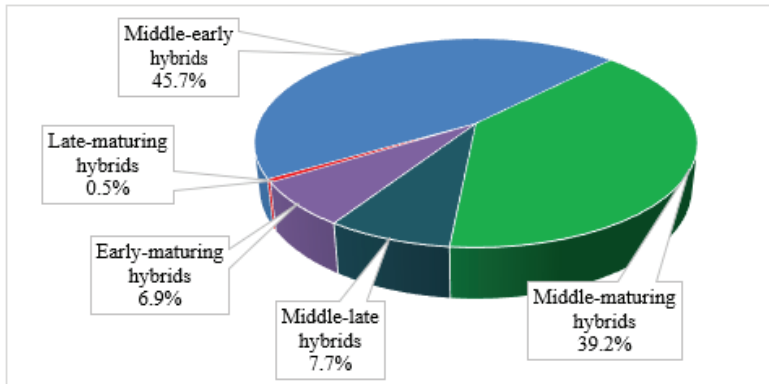


Fig. 4. The share of hybrids of different maturity groups in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, as of April 24, 2024

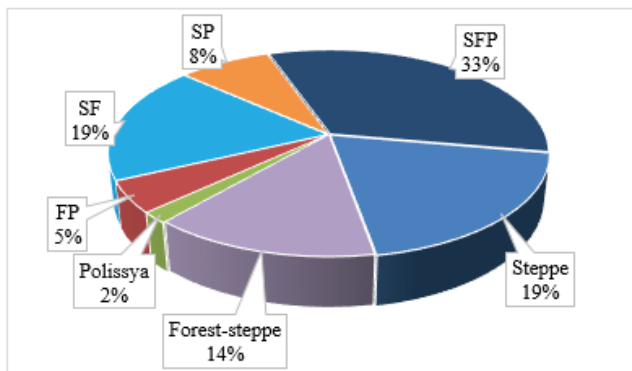


Fig. 5. Recommended zones for growing corn varieties and hybrids in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine, as of April 24, 2024

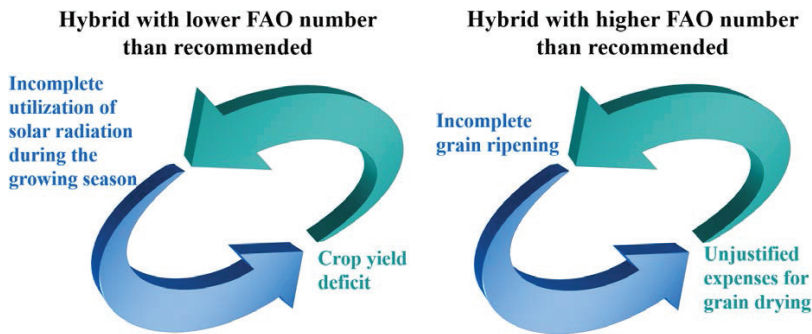


Fig. 6. Consequences of growing hybrids with less or more FAO than recommended

Nearly half (44.2%) of the corn varieties and hybrids represented in the State Register are domestic selections, indicating a high level of breeding activity in Ukraine with this crop (Fig. 7). However, there is a common stereotype among farmers that Ukrainian-bred hybrids are of lower quality than foreign ones, so they are often planted in less fertile soils with minimal fertilizer input. As a result, the yield is indeed low. At the same time, scientists from the All-Ukrainian Institute of Selection (the domestic leader among corn seed producers) argue that domestic varieties and hybrids have quality characteristics similar to foreign ones, including important indicators for farmers such as moisture release. In terms of grain moisture content at harvest time, domestic corn varieties and hybrids are not inferior to foreign ones [16].

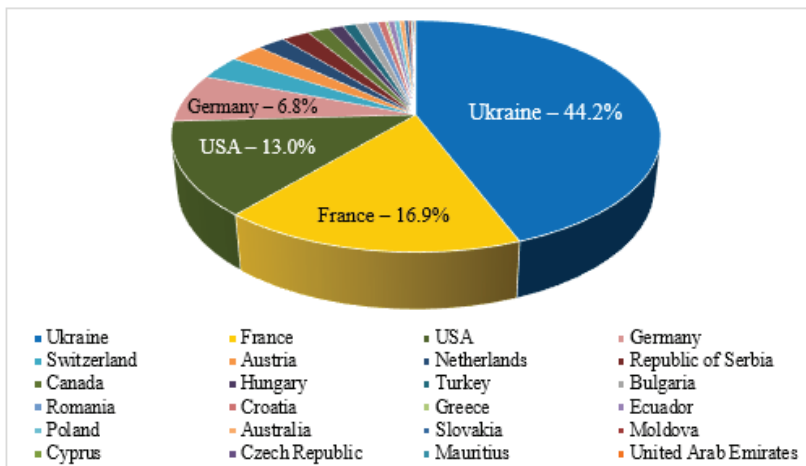


Fig. 7. The share of originator countries of corn varieties and hybrids in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine as of April 24, 2024

Foreign corn varieties and hybrids make up 55.8% of the State Register. France is the leader in foreign corn breeding in Ukraine, accounting for 16.9% of French-bred varieties and hybrids in the State Register. Leading world companies representing French breeding in Ukraine include Syngenta Seeds S.A.S., Limagrain Europe, Clause, Euralis

Semences, Maisadour Semences, Cussade Semences S A, SAS Florimond Desprez Veuve et Fils, Sakata vegetables Europe S.A.S., Vilmorin S.A., R2n, and others.

The second place in Ukraine among foreign corn varieties and hybrids is occupied by the USA, accounting for 13.0% of the total number of varieties and hybrids in the State Register. Leading companies include Monsanto Technology LLC, Lark Seeds International, Harris Moran Seed Company, Ekland Marketing Co. of California, Inc., Hollar Seeds, Florida Foundation Seed Producers Inc., Board of Trustees Operating Michigan State University, and others.

The share of German-bred corn varieties and hybrids in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine is 6.8%. This assortment is represented by companies such as Bayer CropScience AG, KWS SAAT AG, Rijk Zwaan Welver GmbH, Saaten-Union GmbH, Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG, Europlant Pflanzenzucht GmbH, Deutsche Saatveredelung AG, and others.

Therefore, selecting an optimal hybrid composition for corn is an economically effective and justified way to increase productivity and grain production volumes. The modern assortment of corn varieties and hybrids impresses with its diversity – from FAO group, plant height, drought resistance, disease and pest resistance to response to various agronomic practices. However, new corn biotypes are poorly studied and require in-depth scientific research to ensure their maximum effectiveness in production conditions.

Conclusions and recommendations. Research on new corn varieties and hybrids is an important step towards increasing the productivity of this strategically important crop, ensuring sustainable grain production, and achieving high economic benefits. Modern varieties and hybrids have improved genetic characteristics, including high productivity, low grain moisture content, high disease and pest resistance, adaptability to different soil-climatic conditions, etc. Their widespread adoption in production processes will significantly increase grain production volumes and ensure the sustainable development of Ukraine's agricultural sector.

REFERENCES:

1. Сидякіна О. В., Мелешко І. О. Ефективність застосування мінеральних добрив у посівах кукурудзи на зерно (огляд літератури). Таврійський науковий вісник. 2022. Вип. 128. С. 196–203. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.27>
2. Сидякіна О. В., Іванів О. О. Сучасний стан і перспективи виробництва зерна кукурудзи. Таврійський науковий вісник. 2023. Вип. 130. С. 225–234. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.33>
3. Паламарчук В. Д., Віннік О. В., Коваленко О. А. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біостанолу залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування. Аграрні інновації. 2021. № 5. С. 143–156. DOI: <https://doi.org/10.32848/agr.ar.innov.2021.5.23>
4. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2020. Вип. 97. Ч. 1. С. 32–44. DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-97-1-32-44>
5. Жемела Г. П., Бараболя О. В., Ляшенко В. В., Ляшенко Є. С., Подоляк В. А. Формування продуктивності зерна гібридами кукурудзи залежно від норми висіву. Вісник ПДАА. 2021. № 1. С. 97–105. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.11>
6. Мелешко І. О., Сидякіна О. В. Вплив структурних показників на врожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки. Херсон, 10 листопада 2020 р. С. 23–27.

7. Мелешко І. О., Сидякіна О. В. Сучасний сортимент гібридів кукурудзи на зерно на українському ринку. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки. Херсон, 19 травня 2021 р. С. 59–63.
8. Іванів М. О., Сидякіна О. В., Артюшенко В. В. Еколого-генетична мінливість урожайності гібридів кукурудзи на зерно різних груп стиглості в умовах зрошення півдня України. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2013. Вип. 1(61). Серія: Технічні науки. С. 47–54.
9. Іванів М. О., Репілевський Д. Е. Площа асиміляційної поверхні листків та урожайність гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів зрошення в умовах Південного Степу України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2021. Вип. 117. С. 64–73. DOI: <https://doi.org/10.32851/226-0099.2021.117.9>
10. Григорій Плічко: «Кукурудза завжди буде затребувана!». Зерно. 2024. № 1.
11. Волощук О. П., Стасів О. Ф., Глива В. В., Пащак М. О. Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 69(1). С. 44–61. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(69\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-3)
12. Аверчев О. В., Іванів М. О., Лавриненко Ю. О. Мінливість елементів структури продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО та їх зв'язок з урожайністю зерна за різних способів поливу та вологозабезпеченості у посушливому степу України. Таврійський науковий вісник. 2020. Вип. 112. С. 3–15. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.1>
13. Косогорова Ю. 7 вимог фермерів до кукурудзи у 2024 році. Зерно. 2024. № 1.
14. Мазур О. В., Мазур О. В., Лозінський М. В. Селекція та насінництво польових культур: навчальний посібник. Вінниця: ТВОРИ, 2020. 348 с.
15. Цехмейструк М. Г., Музафаров Н. М., Манько К. М. Аспекти вирощування кукурудзи. Агрономія Сьогодні. 2014. URL: <https://agro-business.com.ua/>
16. Морозова Л. Українське – значить якісне. The Ukrainian Farmer. 2018. № 2. URL: <https://agrotimes.ua/magazine/the-ukrainian-farmer/>

UDC 339.138:635.658

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.27>

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF LENTIL PRODUCTION

Sydiakina O.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Plant Science and Agroengineering Department, Kherson State Agrarian and Economic University

Lentil is an important grain legume crop of food, feed, industrial, and agronomic significance. The global areas under its cultivation fluctuate from year to year but have a stable tendency to increase. The largest areas under cultivation are concentrated in Asian and American countries, while the smallest are in Europe. From 2000 to 2022, there was a significant increase in lentil cultivation areas in American, Oceanian, and European countries, indicating a strengthening position of lentils in the international agricultural market. Analysis by individual countries shows that the largest areas under lentil cultivation are in India and Canada. Up until 2016, India held the leadership position in this indicator among countries worldwide, but since 2016, Canada has taken over. From 2000 to 2022, the share of India and Canada in the global lentil cultivation areas structure ranged from 50% to 66%, with Turkey (5–13%), Australia (2–11%), and the USA (2–7%) following. In Ukraine, lentil cultivation areas did not exceed 500 hectares until 2011. In 2012, they increased to 2,100 hectares with subsequent significant fluctuations from 300 hectares in 2015 to 24,500 hectares in 2018, which had a corresponding impact on the production volumes of this crop. Global lentil production volumes were 18.44 million tons for the period 2006–2010, 24.44 million tons for 2011–2015, and 32.57 million tons for 2016–2020, indicating a steady growth trend. This applies to all regions of the world except the African continent, where lentil production remains stable. The highest production volumes come from Asian countries (47.8%) and American countries (40.2%). The lowest lentil production is in European countries, accounting for only 2.0% of global production. Analyzing individual countries globally, during the period of 2000–2022, 78.1% of the world's lentil production comes from five leading countries: Canada – 34.5%, India – 22.8%, Turkey – 9.0%, Australia – 6.8%, USA – 5.0%. Australia and Canada achieve the highest lentil yields among the leading countries, while India has the lowest. Ukraine has a relatively low level of lentil yield, although starting from 2011, it exceeded India in most years and only lagged behind Australia and Canada in 2021. Expanding cultivation areas and increasing production volumes of this grain legume crop could be an important step in the development of agriculture in Ukraine, ensuring a stable supply of this high-protein crop to the domestic market and strengthening Ukraine's position in the international agricultural market.

Key words: lentils, grain legume crops, production volumes, cultivation areas, yield.

Сидякіна О.В. Сучасний стан та перспективи виробництва сочевиці

Сочевиця – важлива зернобобова культура продовольчого, кормового, промислового та агротехнічного значення. Світові площі її посівів коливаються за роками, але мають стійку тенденцію до зростання. Найбільші площі посівів зосереджені в країнах Азії та Америки, найменші – в Європі. За період 2000–2022 рр. відбулося їх суттєве зростання в країнах Америки, Океанії та Європи, що переконливо свідчить про посилення позицій сочевиці на міжнародному ринку аграрної продукції. Аналіз у розрізі окремих країн світу засвідчує, що найбільші площі посівів під сочевицею зосереджені в Індії та Канаді. Причому, до 2016 р. лідерство за даним показником серед країн світу належало Індії, а з 2016 р. – Канаді. За період 2000–2022 рр. частка Індії та Канади у структурі світових площ посівів сочевиці становила 50–66%, на третьому місці – Туреччина (5–13%), далі Австралія (2–11%) та США (2–7%). В Україні площі посівів сочевиці до 2011 р. не перевищували 500 га. У 2012 р. відбулося їх збільшення до 2100 га з подальшим дуже сильним варіюванням за роками – від 300 га у 2015 р. до 24500 га у 2018 р., що відповідним чином позначилося і на обсягах виробництва цієї культури. Світові обсяги виробництва сочевиці за період 2006–2010 рр. становили 18,44 млн тонн, 2011–2015 рр. – 24,44, 2016–2020 рр. – 32,57 млн тонн зерна, тобто можна відзначити стійку тенденцію до їх зростання. Стосується це всіх регіонів світу, за виключенням африканського континенту, де виробництво сочевиці носить сталий характер. Найбільші обсяги виробництва

забезпечують країни Азії (47,8%) та Америки (40,2%). Найменше сочевиці виробляється в країнах Європи – 2,0% від світового виробництва. Якщо провести аналіз за окремими країнами світу, то за період 2000–2022 рр. 78,1% світового виробництва сочевиці припадає на 5 країн-лідерів: Канада – 34,5%, Індія – 22,8%, Туреччина – 9,0%, Австралія – 6,8%, США – 5,0%. Найвищу врожайність сочевиці серед країн-лідерів одержують в Австралії та Канаді, найнижчу – в Індії. В Україні спостерігається досить низький рівень урожайності сочевиці, хоча, починаючи з 2011 р., він у більшості років перевищував показники Індії, а в 2021 р. – поступався лише Австралії та Канаді. Розширення площ посівів та збільшення обсягів виробництва цієї зернобобової культури може стати важливим кроком у розвитку сільського господарства України, забезпечити стабільне постачання цієї високобілкової культури на внутрішній ринок та посилити позиції України на міжнародному ринку аграрної продукції.

Ключові слова: сочевиця, зернобобові культури, обсяги виробництва, площі посівів, урожайність.

Problem statement. The modern agricultural sector is focused on restructuring the sowing area to cultivate crops that will adapt to global climate changes, particularly increasing aridity. Agricultural producers are increasingly emphasizing the selection of drought-resistant crops, which not only address food shortages but also consider geopolitical, economic, and natural factors. Leguminous crops are an important group of plants capable of addressing food shortages. Among them, lentils hold a special place as one of the most important leguminous crops in the world [1, 2]. In Ukraine, the area of lentil cultivation is currently insignificant. However, considering the increasing aridity due to climate change, water supply issues due to the destruction of the Kakhovska Hydroelectric Station, high nutritional value, and significant agronomic importance, this leguminous crop is attracting increasing attention from producers [3, 4]. Therefore, the analysis of the beneficial properties, current state of production, and the feasibility of expanding lentil cultivation areas is a relevant issue today.

Analysis of recent research and publications. Lentils contain a large amount of protein, essential amino acids (Fig. 1), vitamins B₁, B₃, B₅, B₆, C, folic acid, and vital macro- and microelements. One of its valuable characteristics is the presence of up to 50% carbohydrates that do not convert into fats in the human body [5].

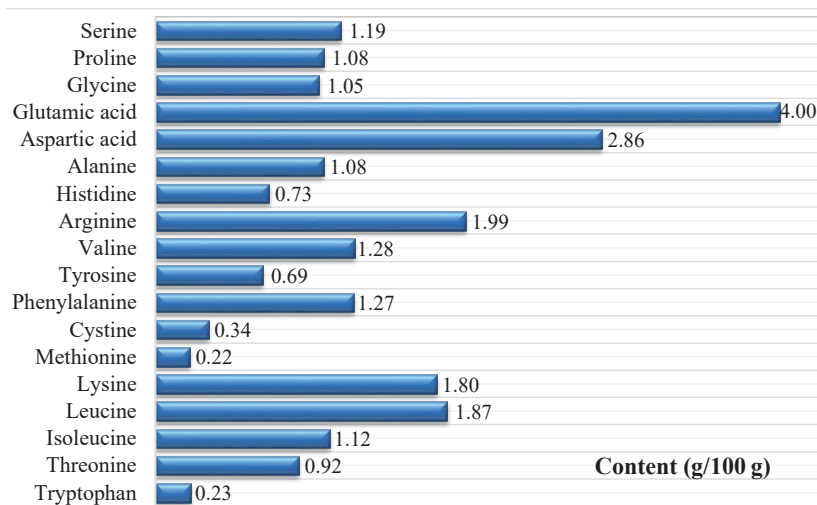


Fig. 1. Amino acid composition of raw lentil seeds (source: USDA, 2022)

Important microelements found in lentils include iron (Fe) and zinc (Zn). Currently, 20% of the world's population suffers from iron deficiency, and 33% suffer from zinc deficiency. Consuming lentils can fully meet a person's daily needs for these microelements [6].

Due to a significant amount of amino acids, mineral compounds, and vitamins, lentils have the ability to remove toxins and products of their metabolism from the human body. Like other leguminous crops, lentils are considered environmentally friendly products that do not accumulate nitrates, nitrites, and radionuclides. Another advantage of lentils is the presence of a significant amount of isoflavones in the seeds – plant-derived substances of the phytoestrogen class, which are characterized by metabolic and anticancer properties and have important medical significance and practical applications [7, 8].

Lentils are used in the preparation of soups, salads, sausages, coffee substitutes, and certain types of chocolate. Flour made from lentils is added to wheat flour during the baking of bakery products. Young lentil pods are consumed as vegetables, easily absorbed by the body, which is especially important for individuals with digestive issues. Lentils are also a crucial food product for vegetarians who use them as a meat substitute [9, 10]. With a protein content of up to 35%, lentils surpass other leguminous crops and meat in protein content [11].

Like all leguminous crops, lentils have significant agronomic importance. Through symbiosis with nodular bacteria, plants fix nitrogen from the atmosphere, partially providing themselves with this essential element and contributing to its accumulation in the soil. Introducing lentils into crop rotations allows for a 30–40% reduction in nitrogen fertilizer usage and significantly lowers the cost of production [4].

Lentils serve as an excellent precursor in crop rotations, increasing the yield of cereal crops grown after them by 0.3–0.6 tons per hectare. Due to their short growing period, lentils are also suitable as a cover crop for fallow land [12].

In addition to their nutritional value, lentils are a valuable source of raw materials for industrial production. Starch from lentil seeds is widely used in the textile and printing industries [13].

Ground grain as a valuable concentrated feed, green mass, straw, and lentil husks are used in the feed industry. The characteristic feature of lentil feeds is high protein content and digestibility of nutrients [11, 14]. Stems, dried leaves, husks, and screenings of lentils can also be used as feeds. For example, according to Ahmad N. et al. [13], lentil screenings contain 50% carbohydrates, 21.4% fiber, 12.2% ash, 10.2% moisture, 4.4% protein, and 1.8% lipids. The same authors note that in some Middle Eastern countries, due to low availability of animal feed, lentil screenings are priced equally with the grain of the crop, and sometimes even higher.

The analysis of practical use of the crop, natural factors related to global climate warming, water supply issues due to the destruction of the Kakhovska Hydroelectric Station reveal significant prospects for expanding lentil cultivation areas in Ukraine. This highlights the relevance of conducting research on this crop and the feasibility of its wider implementation in production.

Problem statement. The aim of the scientific research was to analyze the current state of lentil production in Ukraine, various regions of the world, and leading producing countries. Comparative-analytical, graphical, and abstract-logical methods were used during the scientific work. The information material for the scientific research consisted of data from the international FAOSTAT database (Food and Agriculture Organization of the United Nations), scientific publications by domestic and foreign authors, results of own analytical studies and calculations.

Presentation of the main material of the research. Lentils are grown in all regions of the world. The largest areas of cultivation are concentrated in countries in Asia and America, while the smallest are in European countries. In Asia, starting from 2000, the areas allocated for lentil cultivation each year have remained stable at 2.201–2.895 million hectares (Table 1) [15]. In American countries during the period of 2000–2008, the areas under lentil cultivation fluctuated between 0.469–0.987 million hectares, with a significant increase occurring thereafter, reaching maximum values in 2016 at 2.621 million hectares. The areas under lentil cultivation in European countries significantly increased from 2016, but prior to this period, they were minimal at 0.037–0.106 million hectares. Significant growth in lentil cultivation areas, especially in recent years, is also observed in Oceanian countries. The global areas under cultivation of this leguminous crop vary annually but show a consistent trend towards growth.

On average for the years 2000–2010, Asia accounted for 68.8%, America for 22.5%, Oceania for 3.8%, Africa for 3.6%, and Europe for 1.3% of the total lentil cultivation areas worldwide. From 2011 to 2022, the situation changed due to a significant expansion of lentil cultivation areas in American, Oceanian, and European countries, as demonstrated vividly in Fig. 2. The average share of Asian countries in the global lentil cultivation areas decreased from 68.8% to 51.2% over the study periods, although there was no decrease in cultivation areas in this region. This convincingly indicates the strengthening position of lentils in the international agricultural produce market.

Table 1

Dynamics of sown areas under lentil by world region (source: FAOSTAT, 2023)

Year	Regions of the world										World crop area, million hectares
	Asia		America		Africa		Europe		Oceania		
	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	
2000	2.790	71.9	0.807	20.8	0.125	3.2	0.043	1.1	0.118	3.0	3.882
2001	2.895	72.2	0.767	19.1	0.146	3.6	0.043	1.1	0.159	4.0	4.009
2002	2.856	77.8	0.469	12.8	0.131	3.6	0.050	1.4	0.166	4.5	3.670
2003	2.697	75.5	0.619	17.3	0.116	3.2	0.058	1.6	0.085	2.4	3.574
2004	2.699	69.7	0.871	22.5	0.116	3.0	0.058	1.5	0.129	3.3	3.874
2005	2.789	67.2	0.987	23.8	0.136	3.3	0.060	1.4	0.180	4.3	4.151
2006	2.768	70.8	0.742	19.0	0.146	3.7	0.046	1.2	0.208	5.3	3.909
2007	2.699	72.5	0.717	19.2	0.141	3.8	0.037	1.0	0.130	3.5	3.725
2008	2.201	66.0	0.828	24.8	0.154	4.6	0.037	1.1	0.118	3.5	3.337
2009	2.222	60.4	1.150	31.2	0.154	4.2	0.050	1.4	0.105	2.9	3.681
2010	2.331	53.3	1.628	37.2	0.132	3.0	0.064	1.5	0.220	5.0	4.375
2011	2.456	59.6	1.207	29.3	0.190	4.6	0.092	2.2	0.175	4.2	4.119
2012	2.479	59.6	1.219	29.3	0.191	4.6	0.106	2.5	0.167	4.0	4.162
2013	2.379	58.3	1.262	30.9	0.198	4.8	0.076	1.9	0.170	4.2	4.084
2014	2.271	55.7	1.363	33.4	0.161	3.9	0.074	1.8	0.209	5.1	4.080
2015	2.404	51.0	1.869	39.7	0.160	3.4	0.090	1.9	0.186	3.9	4.710

Continuation of table 1

2016	2.340	42.8	2.621	48.0	0.144	2.6	0.124	2.3	0.235	4.3	5.463
2017	2.812	45.7	2.227	36.2	0.190	3.1	0.262	4.3	0.665	10.8	6.157
2018	2.816	51.1	1.829	33.2	0.175	3.2	0.272	4.9	0.419	7.6	5.511
2019	2.440	50.2	1.720	35.4	0.167	3.4	0.137	2.8	0.401	8.2	4.865
2020	2.305	46.4	1.965	39.6	0.150	3.0	0.132	2.7	0.413	8.3	4.965
2021	2.517	47.6	1.954	37.0	0.148	2.8	0.167	3.2	0.502	9.5	5.287
2022	2.542	46.2	2.020	36.7	0.146	2.7	0.220	4.0	0.576	10.5	5.504

An analysis of individual countries worldwide showed that the largest areas under lentil cultivation are concentrated in India and Canada. As clearly seen from the data presented in Fig. 3, up to 2016, India surpassed Canada in terms of lentil cultivation areas, but starting from 2016, Canada took the lead among countries in the world in this indicator. The share of India and Canada in the global lentil cultivation areas for the period 2000–2022 fluctuated between 50–66%. Turkey held the third position, but with a significant gap, at 5–13%, followed by Australia and the USA at 2–11% and 2–7%, respectively.

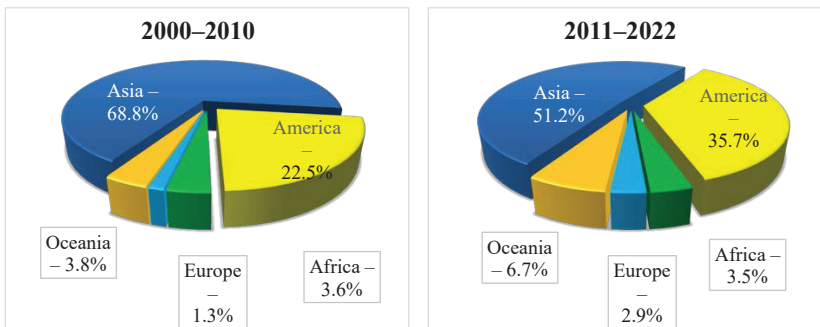


Fig. 2. The average share of regions in the global lentil cultivation areas from 2000 to 2022 (source: FAOSTAT, 2023)

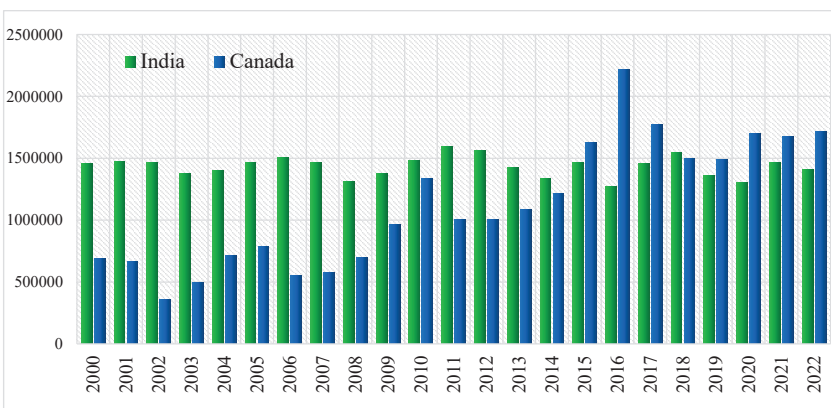


Fig. 3. Dynamics of lentil cultivation areas in leading producing countries (source: FAOSTAT, 2023), ha

In Ukraine, until 2011, the areas under lentil cultivation did not exceed 500 hectares (Fig. 4). In 2012, there was an increase to 2,100 hectares with subsequent significant fluctuations in cultivation areas – from 300 hectares in 2015 to 24,500 hectares in 2018. The increase or decrease in cultivation areas corresponded to the respective production volumes of this leguminous crop, which was relatively niche for Ukraine until recently (Fig. 5).

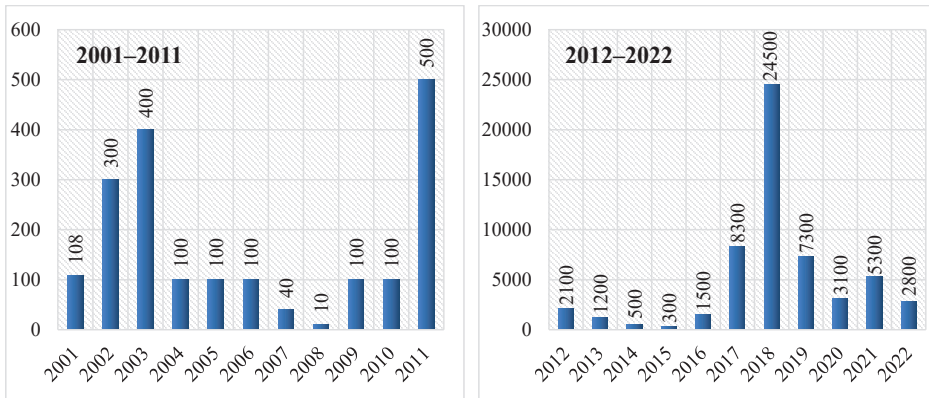


Fig. 4. Dynamics of lentil cultivation areas in Ukraine (source: FAOSTAT, 2023), ha

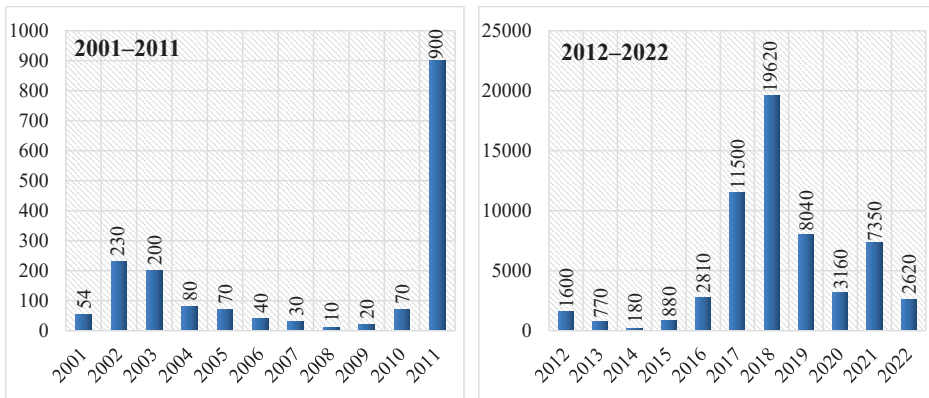


Fig. 5. Dynamics of lentil production volumes in Ukraine (source: FAOSTAT, 2023), tons

Worldwide lentil production volumes show a tendency towards gradual growth. For the period 2006–2010, the world produced 18.44 million tons, 2011–2015 – 24.44 million tons, and 2016–2020 – 32.57 million tons of lentil grain (Table 2). Moreover, an increase in production volumes is observed in all regions of the world, except for the African continent, where lentil production has maintained relatively stable positions since 2011. The largest production volumes of lentils in the world are provided by countries in Asia and America. Over the period 2000–2022, these regions accounted for 47.8% and 40.2% respectively. The least amount of lentils is produced in European countries – 2.0% of global production.

Table 2
Dynamics of lentil production by regions worldwide and in leading countries
 (source: FAOSTAT, 2023), million tons

Years	Regions of the world					Countries-leaders in production					World production, million tons
	Asia	America	Africa	Europe	Oceania	India	Canada	Turkey	Australia	USA	
2000–2005	13.26	5.41	0.49	0.26	0.97	5.87	4.37	3.09	0.94	0.93	20.37
2006–2010	9.71	7.19	0.59	0.20	0.75	4.65	5.99	2.04	0.74	1.09	18.44
2011–2015	10.61	11.18	0.99	0.40	1.28	5.19	9.90	1.98	1.26	1.08	24.44
2016–2020	12.85	15.27	0.96	0.89	2.59	6.15	13.19	1.87	2.59	1.88	32.57
2021–2022	5.20	4.43	0.34	0.44	1.86	2.76	3.89	0.71	1.85	0.40	12.26
2000–2022	51.63	43.48	3.37	2.19	7.45	24.62	37.34	9.69	7.38	5.38	108.08

78.1% of the world's lentil production volumes for the period 2000–2022 were provided by 5 leading countries: Canada – 34.5%, India – 22.8%, Turkey – 9.0%, Australia – 6.8%, USA – 5.0%, and only 21.9% of the grain of this crop was produced in other countries around the world (Fig. 6).

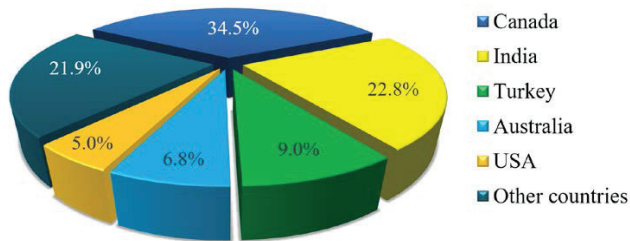


Fig. 6. Share of leading countries in global lentil production volumes for the period 2000–2022 (source: FAOSTAT, 2023), %

The increase in lentil production volumes is not only due to an expansion of cultivation areas but also to the use of innovative agricultural technologies and an increase in yield levels. Sharp fluctuations in lentil grain yields during the study period are notable in Oceania countries, with the highest in American countries (Fig. 7). Countries in Asia and Africa achieve relatively stable yield levels. In Europe, lentil yields are also quite stable but low – ranging from 0.79 t/ha in 2009 and 2018 to 1.19 t/ha in 2022.

Among the leading lentil-producing countries, Australia and Canada have the highest yields, while India has the lowest. A comparative diagram (Fig. 8) shows a relatively low level of lentil yield in Ukraine compared to leading countries, although starting from 2011, it exceeded India's yields in most years and in 2021, it was only surpassed by Australia and Canada.

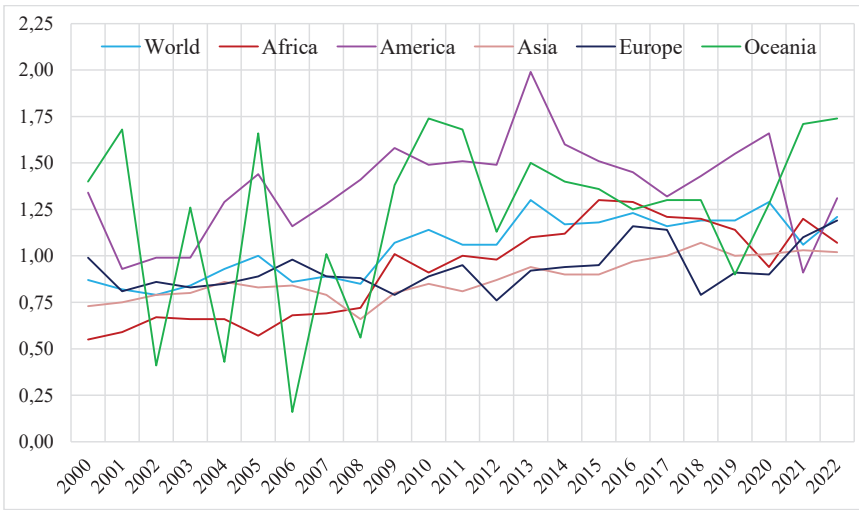


Fig. 7. Dynamics of lentil yields in world regions (source: FAOSTAT, 2023), t/ha

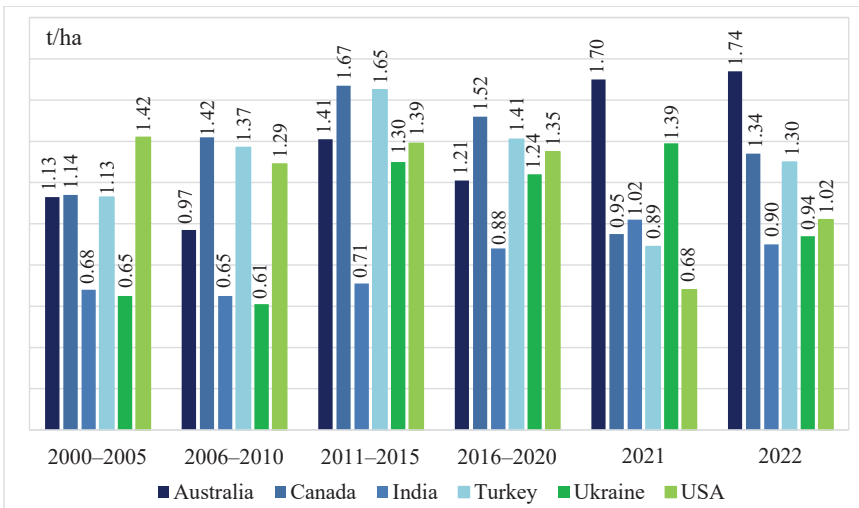


Fig. 8. Dynamics of lentil yield in Ukraine and leading production countries (source: FAOSTAT, 2023), t/ha

Improving lentil cultivation technology in Ukraine will allow to increase yield levels and improve grain quality indicators, especially based on resource conservation principles, which will be quite important during the post-war period of Ukraine's recovery. Expanding cultivation areas and increasing production volumes of this leguminous crop will reduce dependence on lentil imports and ensure a stable supply of high-protein grain to the domestic market. Additionally, increasing lentil yields will enhance the profitability of agricultural producers, which in turn will positively impact the country's economic development. Improving lentil cultivation technology can be a

significant step in the development of agriculture in Ukraine and ensure a stable supply of this valuable crop to the international market.

Conclusions and recommendations. Climate change towards global warming and increasing aridity forces agricultural producers to expand the cultivation areas of drought-resistant crops. One such crop is lentils, which contain a significant amount of protein, minerals, and vitamins. Increasing the cultivation areas under lentils in Ukraine and improving the technology of their cultivation will help address food, environmental, and economic issues, as well as ensure a stable supply of valuable high-protein grain to the global agricultural market, strengthening Ukraine's position on the international stage.

REFERENCES:

1. Орехівський В. Д., Січкач В. І., Овсянникова Л. К., Маматов М. О., Соломонов Р. В. Сочевиця – джерело рослинного білка. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. Т. 17. № 4. С. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.15673/gpmf.v17i4.762>
2. Присяжнюк О. І., Топчій О. В., Слободянюк С. В. та ін. Сочевиця. Біологія та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 180 с.
3. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А., Гончар К. В. Вплив змін клімату на формування врожаю сочевиці в Південному Степу України. *Зелене повоєнне відновлення продовольчих систем в Україні: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції*. м. Одеса, 26 січня 2023 року. Одеса, 2023. С. 76–83.
4. Петкевич З. З., Мельніченко Г. В. Нут, сочевиця – перспективні зернобобові культури для вирощування на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 104–107.
5. Dhull S. B., Kinabo J., Uebersax M. A. Nutrient profile and effect of processing methods on the composition and functional properties of lentils (*Lens culinaris* Medik): A review. *Legume Science*. 2023. Vol. 5(1). P. 156–169. DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.156>
6. Podder R., Glahn R. P., Vandenberg A. Dual-Fortified Lentil Products – A Sustainable New Approach to Provide Additional Bioavailable Iron and Zinc in Humans. *Current developments in nutrition*. 2021 Vol. 5(2). NZAB004. DOI: <https://doi.org/10.1093/cdn/nzab004>
7. Rudra S. G., Singh A., Pal P., Thakur R. K. Antinutritional factors in lentils: Their effect on bioavailability of nutrients and significance in human health. *Lentils: Production, processing technologies, products, and nutritional profile*. John Wiley & Sons Ltd. 2023. P. 339–364. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119866923.ch14>
8. Benayad A., Aboussaleh Y. Mineral composition of lentils: Physiological functions, antinutritional effects, and bioavailability enhancement. *Journal of food quality*. 2021. Vol. 2021. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/5515654>
9. Майкова С. В., Маслійчук О. Б., Федина Л. О., Бомба М. Я., Максимець О. Б. Інноваційні технології приготування м'ясних січених страв з використанням нетрадиційної сировини. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. № 5. С. 56–64. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.7>
10. Peshuk L. V., Prykhodko D. Y. New technologies. artificial meat as a new source of protein products in the nutrition of modern people. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. Vol. 31. № 3. P. 611–626. DOI: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v31i3.288736>
11. Козак В. Поширення, використання та значення сочевиці харчової (*Lens culinaris* Medik.). *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2023. Вип. 54. С. 65–72. DOI: <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2023.54.65-72>
12. Мазур В. А., Ткачук О. П., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Особливості технології вирощування малопоширених зернобобових культур. Вінниця: Твори, 2021. 172 с.

13. Ahmad N., Sinha D. K., Singh K. M. Economic analysis of production and instability of lentil in major lentil growing states of India. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*. 2018. Vol. 6(1). P. 593–598. DOI: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.6213>

14. Івасенко О. С., Барсукова О. А. Дослідження динаміки урожайності сочевиці в Херсонській області. *Матеріали XXII наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету*. Одеса, 23–31 травня 2023 р. Одеса, 2023. С. 42–43.

15. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. Available at: <https://www.fao.org/home/en>.

UDC 631.4:631,5:631,8: 608: 633.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.28>

EFFECTS OF DIFFERENT FERTILIZATION SYSTEMS ON BUCKWHEAT YIELD IN THE CONDITIONS OF NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

Sokolovska I.M. – Ph.D., Associate Professor,

Associate Professor at the Department of Crop Production and Agricultural Engineering,
Kherson State Agrarian and Economic University

Mashchenko Yu.V. – Ph.D.,

Head of the Scientific and Technological Department for Soil Fertility Conservation,
Institute of Agriculture of the Steppe of the National Academy of Agrarian Sciences

Soil fertility plays a significant role in plant development and has a crucial influence on yield levels. Initially fertile fields are a major advantage for farmers, but they need to be maintained properly to avoid soil depletion. Agricultural production today is focused on the direction of agricultural ecology, high quality of agricultural products, transitioning to environmentally safe technologies, and abandoning harmful and dangerous plant protection products. Rational use of fertilizers dramatically changes the ecological conditions of crop vegetation and weeds, affecting their interaction and contributing to increased crop yield and productivity. Agrarians and scientists pay great attention to implementing a biological farming system – using by-products of agricultural production, cover crops, non-chemical plant protection methods, and bioregulators.

Therefore, the main goal of our research was to justify the level of buckwheat yield when grown in classical and biologized crop rotations of short rotation in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. Field studies were conducted from 2014-2023 in a stationary field experiment at Institute of Agriculture of the Steppe, NAAS. Buckwheat was grown in a short rotation grain-row crop rotation with soybean saturation up to 40%.

The results of our observations indicate that weather conditions not only influenced the formation of the yield of the studied crop but also determined the share of the impact of agronomic practices in cultivation, at least fertilization and elements of biologization. The highest buckwheat yield, on average over ten years of research, was provided by the biologized organo-mineral fertilization system at 2.01 t/ha, which contributed to a yield increase of 0.53 t/ha compared to the variant without a biologically active preparation. The separate effect of the biologized fertilization system had the greatest impact on buckwheat yield in the variant without fertilizers, with an increase of 0.20 t/ha (15.6 %), and the smallest impact was with the organo-mineral fertilization system, which accounted for 0.11 t/ha (6.0 %).

Key words: buckwheat, fertilization systems, biologization, yield, crop rotation.

Соколовська І.М., Мащенко Ю.В. Вплив різних систем удобрення на урожайність гречки в умовах Північного Степу України

Родючість ґрунту має велике значення для розвитку рослин і має вирішальний вплив на рівень врожайності. Початково родючі поля є великою перевагою для фермерів, але їх потрібно підтримувати в належному стані, аби уникнути виснаження ґрунту. Аграрне виробництво сьогодні зосереджено в напрямку екологізації землеробства, високу якість сільськогосподарської продукції, перехід на екологічно безпечні технології, відмову від шкідливих і небезпечних засобів захисту рослин. Обґрунтоване використання добрив різко змінює екологічні умови вегетації культурних рослин та бур'янів і характер їх взаємодії, сприяє підвищенню урожайності й продуктивності рослинництва. Велику увагу аграрії й науковці приділяють впровадженню біологічної системи землеробства – використанню побічної сільськогосподарської продукції, сидератів і нехімічних методів захисту рослин, біорегуляторів.

Тому, основним завданням наших досліджень було обґрунтувати рівень врожайності гречки при вирощуванні у класичних та біологізованих сівозмінах короткої ротатії в умовах північного Степу України. Польові дослідження проводили протягом 2014-2023 рр.

в стаціонарному польовому досліді лабораторії землеробства Інституту сільського господарства Степу НААН. Гречку вирощували у короткоротаційній зерно-просанній сівозміні з насиченням соєю до 40 %.

Результати наших спостережень вказують на те, що погодні умови не лише впливали на формування урожайності досліджуваної культури, а й визначали частку впливу агро-технічних прийомів вирощування, принаймні, удобрення та елементів біологізації. Вищу врожайність гречки, в середньому за десять років досліджень, забезпечувала біологізована органо-мінеральна система удобрення на рівні 2,01 т/га яка сприяла отриманню врожаю на 0,53 т/га більше ніж у варіанті без біологічно активного препарату. Окрема дія біологізованої системи удобрення мала найбільший вплив на урожайність гречки у варіанті без добрив з прибавкою 0,20 т/га (15,6 %), а найменший – за органо-мінеральної системи удобрення, яка становила 0,11 т/га (6,0 %).

Ключові слова: гречка, системи удобрення, біологізація, урожайність, сівозміна.

Formulation of the problem. The decrease in soil fertility on arable land is a consequence of reduced application of organic and mineral fertilizers, liming, disruption of crop rotation, and neglect of the law of returning essential nutrients to the soil. Global experience shows that extensive agriculture without the use of fertilizers inevitably leads to gradual depletion of soil fertility and reduced crop productivity [10, 30, 36, 47, 50, 54].

Analysis of recent research and publications. The strategic development of agricultural production in most countries is focused on ecological agriculture, high-quality agricultural products, transition to environmentally safe technologies, and abandonment of harmful and dangerous plant protection products that negatively affect human health and the environment [1, 2, 14, 16, 17, 23, 24, 26, 27].

An important and essential element in this context is the use of biological plant protection methods, which have noticeably intensified in the EU, USA, and most other developed countries in recent decades. This contributes to the formation of a powerful global market for environmentally friendly agricultural products, the capacity of which has already exceeded \$50 billion and is expected to continue growing [4, 9, 12, 18, 19, 21, 22, 29, 31, 32, 38, 40].

The use of fertilizers in fields dramatically changes the ecological conditions of crop vegetation and weeds and affects their interaction. In this regard, it is particularly important to provide sufficient nitrogen, which promotes the strong development of crops and increases shading of weeds and their suppression [3, 13, 20, 25, 48, 51].

In recent years, following Europe, the US and Canada have intensified the trend towards biologization of crop production (starting with improving crop rotation by including grasses and legumes). If crop rotation is too simplified and specialized, intermediate and cover crops are maximally included to improve crop rotation and phytosanitary conditions of the main crop [5, 6, 11, 28, 39, 41, 42].

Some scientists argue that attention should be paid to the implementation of a biological farming system – using by-products of agricultural production, cover crops, non-chemical plant protection methods [35]. The importance of cover crops in modern agriculture is due to the reproduction of organic matter, which explains their global impact on the complex agrochemical properties of soil energy value and fertility. The reserves of humus and nitrogen in soils are replenished mainly through the application of fertilizers and significantly through organic matter in the form of plant residues [33, 52, 53].

Ecological fertilization systems such as plant residues, microfertilizers, humic and microbiological fertilizers adhere to natural biological laws – accumulation of organic matter, intensification of microbiological activity, and increased availability of nutrients for crops [7, 8, 34, 37].

The use of biostimulants promotes increased productivity due to the intensification of cellular life processes in plant organisms and acceleration of biochemical processes such as respiration and photosynthesis – resulting in better realization of the genetic potential of plants [15, 43, 44, 45, 46, 49].

Research task. Justify the yield level of buckwheat in classical and biologized short rotation crop rotations in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine.

Materials and methods of research. Field research was conducted from 2014 to 2023 in the stationary field experiment of Institute of Agriculture of the Steppe, National Academy of Agrarian Sciences.

Buckwheat was grown in a short rotation grain-row crop rotation with a 40 % soybean saturation, which had the following sequence: 1. Soybean; 2. Winter wheat; 3. Soybean; 4. Corn for grain; 5. Buckwheat.

The technology of buckwheat cultivation was generally accepted for the Steppe zone, except for the techniques that were under study.

Buckwheat was sown using wide-row sowing method, with a seeding rate of 2.25 million seeds/ha, in three fertilization variants (1. Without fertilizer application; 2. Mineral fertilizer system ($N_{20}P_{20}K_{20}$); 3. Organic-mineral ($N_{20}P_{20}K_{20}$ and by-products of the predecessor) in classical and biologized systems.

Mineral fertilizers were applied before the main tillage in autumn. Buckwheat seeds were treated with the biopreparation Mycofriend (1.0 l/t). The overall cultivation technology included primary tillage starting with stubble cultivation, followed by plowing to a depth of 22-25 cm. Pre-sowing tillage consisted of cultivation to a depth of 5 to 8 cm.

The experiments were conducted and recorded according to the methodology of field research.

The yield was measured using the continuous method by dividing the plots and harvesting the buckwheat using a combine harvester «Sampo 2010» when 75 % of the buckwheat fruits were matured.

Buckwheat cultivation was carried out in the fields of the stationary experiment, which is part of the fundamental research of the National Academy of Agrarian Sciences on «Agricultural Systems for Optimizing Land Use in Agrolandscapes» («Agricultural Systems and Land Use») in a short rotation grain-row crop rotation during the second, third, and fourth rotations.

In the second rotation, the variety Krupynka was grown, in the third – the variety Yuvileyna 100, and in the fourth – the variety Yaroslavna. These varieties belong to the mid-early maturity group, with grain and food utilization directions, and have a potential yield of 2.5-3.0 t/ha in the conditions of the Forest-Steppe and Steppe regions of Ukraine.

Weather conditions during the research period in 2014, 2015, 2018, 2019, 2022, and 2023 were characterized by favorable temperature regimes and sufficient, with some periods (April-May) experiencing excessive rainfall, which had a positive impact on the formation of high buckwheat yields. However, they were not favorable during critical periods for water consumption (flowering). The ripening and completion of the vegetation of buckwheat plants occurred under good thermal conditions but with limited soil moisture reserves in the absence of precipitation. In other words, the weather conditions during the vegetation period of these years initially favored the establishment of the maximum yield potential of buckwheat, but due to significant moisture deficit during fruit filling, the initially high biological yield potential could not be realized.

The conditions in 2016 were moderately favorable for the growth and development of buckwheat plants, with moderately warm air temperatures and sufficient rainfall during vegetation positively influencing buckwheat yield formation.

Unfavorable conditions for achieving a high yield level were observed during the vegetation period of buckwheat in 2017, 2020, and 2021.

Therefore, elevated temperature regimes, insufficient rainfall, and uneven distribution of precipitation negatively affected the formation of buckwheat yields, which averaged 1.68 t/ha over the 10-year research period.

Results and discussion. As it is known, buckwheat is a heat- and moisture-loving crop, but excessive moisture and sharp fluctuations in temperature regime, especially during critical periods of development, do not allow plants to use their biological potential and form a harvest at the level of potential. The results of our ten-year research confirm this. In addition, we have found that weather conditions not only affected the formation of crop productivity but also determined the share of the influence of agrotechnical methods of cultivation, at least in terms of fertilization and elements of biologization.

The highest yields of buckwheat in our research were recorded in 2014, 2.09-2.69 t/ha. The data presented in Figure 1 also prove that increasing the background nutrition of plants provided an increase in yield level both in classical systems of fertilization and in biologized ones. However, it should be noted that in this year, only the application of mineral fertilizers under buckwheat did not provide a significant increase in yield, +0.10 t/ha for LSD05 = 0.17 t/ha.

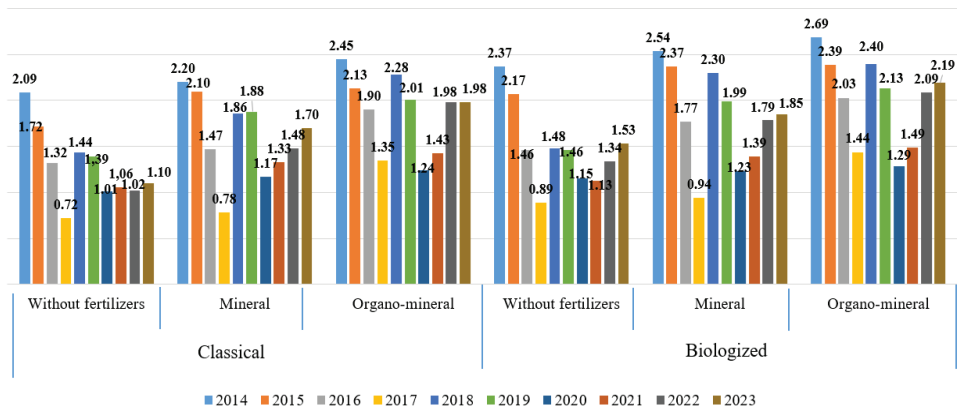


Fig. 1. Buckwheat yield under different fertilization systems, 2014-2023*

*LSD05	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
By fertilization system	0.17	0.16	0.15	0.02	0.06	0.05	0.04	0.02	0.09	0.05
By biopreparation	0.14	0.13	0.13	0.02	0.05	0.04	0.03	0.02	0.07	0.04
General	0.24	0.23	0.22	0.03	0.08	0.07	0.05	0.03	0.12	0.08

It is believed that organic fertilizers are not directly applied under buckwheat but are used the after effect of organic fertilizers applied to previous crops. The data analysis of our research proves that ploughing the by-products of the previous crop during

field preparation for sowing buckwheat had the most significant effect on increasing crop yields, and in 2014, the yield increase in the classical organo-mineral fertilization system was 0.35 t/ha or 16.9 %. In other years, this indicator ranged from +0.24 t/ha in 2020 to +0.96 t/ha in 2022.

In biologized fertilization systems, buckwheat yield was higher than in classical systems, and this trend was observed throughout the research period. However, the share of the influence of the biological component of the fertilization system was different, and limiting factors of its effect were not only weather conditions but also the background of mineral nutrition.

In 2014, which was characterized as the most productive year for the crop, the highest yield was provided by the biologized organo-mineral fertilization system, 2.69 t/ha. The yield increase was 0.25 t/ha or 10 % compared to the system without fertilizer application, but the effectiveness of the biopreparation in this variant was the lowest. And if the largest yield increase of buckwheat in classical systems was obtained with organo-mineral fertilization, then in biologized systems, it was with the application of mineral fertilizers, +0.34 t/ha or 15.7 %.

Thus, moderate air temperatures that did not exceed 25 °C and periodic precipitation during buckwheat flowering in 2014 created favorable conditions for forming high plant productivity potential, and a long period of fruit ripening under favorable weather conditions ensured high crop yield in combination with fertilization and seed treatment with a biopreparation. But favorable meteorological conditions of the year somewhat reduced the effect of both fertilizers (+4.8 t/ha or 16.9 % of yield) and the biological component of the fertilization system (+10.0 t/ha or 15.7 %).

The yield of buckwheat in 2015 was also quite high for the conditions of the Northern Steppe, but slightly lower than the previous year, at 1.72-2.39 t/ha. The lack of precipitation in the second half of the summer had a negative impact on the realization of the plants' potential, which was laid down during flowering: the fruits were smaller and immature on the upper branches. It should be noted that the range of yield indicators in this year, 0.67 t/ha, increased, indicating an increase in the activity of the factors we studied. The result of the influence of mineral and organo-mineral fertilization systems on buckwheat yield was within a significant difference, +0.37 t/ha or 21.7 % and 0.41 t/ha or 23.7 %, respectively, for $LSD_{05} = 0.16$ t/ha, but the yield increase compared to the variant without fertilizer application was significant. Moreover, the activity of the biopreparation on the background of natural plant nutrition was the highest, +0.35 t/ha or 20.1 % of yield, while the yield indicator was the lowest in the biologized fertilization system, at 2.07 t/ha. There was no significant difference between crop yields in other fertilization systems, mineral and organo-mineral, at 2.37 t/ha and 2.39 t/ha, respectively, but these indicators were the highest in the conditions of that year.

Insufficient rainfall, their unevenness or absence in certain phases of buckwheat plant development, high air temperatures above 25 °C were the most typical weather conditions during most years of research. In these years, particularly in 2016, 2018, 2019, 2022, and 2023, crop yields ranged from 1.02-2.40 t/ha with a range of 1.38 t/ha. It was precisely under such conditions that the use of agrotechnical techniques was a limiting factor in forming buckwheat productivity, somewhat offsetting the negative impact of external environmental factors.

Especially interesting regarding the effect of the fertilization system were the years 2022 and 2023. In 2022, the yield of buckwheat without fertilization was 1.02 t/ha, the lowest indicator in the years of research, excluding 2020, which deserves separate attention. The yield increase in the classical organo-mineral fertilization system

was 0.96 t/ha or 94.2 %, almost twice as high as in other systems ($LSD_{05} = 0.09$ t/ha), and this was the highest indicator in ten years of research. The effect of only mineral fertilizers was somewhat lower, at +0.47 t/ha or 45.9 %. In the following year, 2023, due to abundant rainfall in May-June, mineral fertilizers actively transitioned into a soluble form, which contributed to an increase in the biological potential of plants. As a result, the yield increase in the mineral fertilization system was within 0.60 t/ha or 54.5 %, which was also the highest indicator in the study. At the same time, the increase in yield in the organo-mineral fertilization system, at +0.88 t/ha or 79.6 %, was slightly lower than in the previous year. The yield indicators of buckwheat in biologized fertilization systems in 2023 also differed significantly from previous years. Thus, the highest effect of the biopreparation was achieved against the background of no fertilizer application, at +0.43 t/ha or 38.7 %, which was the highest indicator in years of research. However, when only mineral fertilizers were applied, the yield increase due to the biological component of the fertilization system was only 0.15 t/ha or 8.6 %, with $LSD_{05} = 0.04$ t/ha, but the increase was significant.

In the most unfavorable years for the crop, such as 2017, 2020, and 2021, in the conditions of 2017, rainfall during the grain filling stage somewhat saved the situation, especially against the background of the organo-mineral fertilization system, allowing to harvest 1.35 t/ha in the classical system and 1.44 t/ha in the biologized system. The activity of additional nutrients and microorganisms in the soil during this period somewhat mitigated the effects of drought and provided significant yield increases, depending on the fertilization system, within a range of 0.77 t/ha. In the conditions of 2020 and 2021, on the contrary, spring rains and moderate air temperatures at the beginning of plant vegetation favored the establishment of the crop potential, but the lack of rainfall until harvest suppressed the action of fertilizers and bacterial activity. As a result, the increase in buckwheat yield due to the factors we studied was within 0.28 t/ha in 2020 and 0.43 t/ha in 2021, the lowest in years of research. The highest yield increases were obtained in the organo-mineral fertilization system, +0.24 t/ha or 23.7 % in 2020, and +0.38 t/ha or 35.7 % in 2021. The biologization of buckwheat cultivation technology had a greater effect in these years in systems without fertilizer application, +0.15 t/ha or 14.8 % and 0.07 t/ha or 6.8 %, respectively. The application of fertilizers suppressed the activity of the biological component, but the highest yield indicators were still achieved using the organo-mineral fertilization system and biopreparation, 1.29 t/ha and 1.49 t/ha in 2020 and 2023, respectively.

On average over ten years of research, we found that the highest yield of buckwheat was obtained with the biologized organo-mineral fertilization system, 2.01 t/ha. Without fertilizer application, this indicator decreased to 1.49 t/ha, but it should be noted that the use of biopreparation provided the highest yield increase – 0.20 t/ha or 15.6 % with $LSD_{05} = 0.07$ t/ha (Table 1).

By classical fertilization system, the average yield of buckwheat ranged from 1.29 to 1.90 t/ha. However, plowing of crop residues of the previous culture combined with the application of mineral fertilizers provided a higher level of crop yield, 1.90 t/ha, compared to the biologized mineral fertilization system, 1.82 t/ha. The effectiveness of mineral and organic substances in our study (yield increase of 0.61 t/ha or 47.6 % with $LSD_{05} = 0.09$ t/ha) was higher than the activity of microorganisms of the biopreparation. The yield of buckwheat in the variant with the use of mineral fertilizers and biopreparation increased only by 0.16 t/ha or 9.5 %, but considering the significant difference of 0.07 t/ha, the yield increase was significant.

Table 1

Average buckwheat yield depending on the fertilization system

Fertilization system	Average for 2014-2023	Difference			
		by fertilization system		by biopreparation	
		t/ha	%	t/ha	%
Classical					
Without fertilizers	1.29	–	–	–	–
Mineral	1.66	0.37	29.0	–	–
Organo-mineral	1.90	0.61	47.6	–	–
Biologized					
Without fertilizers	1.49	–	–	0.20	15.6
Mineral	1.82	0.33	22.1	0.16	9.5
Organo-mineral	2.01	0.53	35.4	0.11	6.0
LSD05	by fertilization system		0.09		
	by biopreparation		0.07		
	General		0.13		

Conclusions. Thus, the weather conditions during the research period favored high yields of buckwheat in the conditions of the Northern Steppe. Observations indicate that out of 10 years of research, only three years had conditions that were characterized as unfavorable for buckwheat cultivation. Weather conditions not only influenced the formation of crop yield but also determined the share of influence of agronomic practices, at least fertilization and elements of biologization.

The biologized organo-mineral fertilization system provided higher yields of buckwheat, on average over ten years of research, reaching 2.01 t/ha, which resulted in a yield increase of 0.53 t/ha compared to the variant without a biologically active preparation. The separate effect of the biologized fertilization system had the greatest impact on the yield of buckwheat in the variant without fertilizers, with a yield increase of 0.20 t/ha (15.6 %), while the smallest impact was observed in the organo-mineral fertilization system, which accounted for 0.11 t/ha (6.0 %).

REFERENCES:

1. Averchev O. V., Kyrlyov Yu. E., Fesenko G. A. The current state of buckwheat market in Ukraine. *Bulletin of National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan*. Volume 2, Number 390 (2021), P. 113-119. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-1467.58>
2. Boone L., Roldán-Ruiz I., Van linden, V., Muylle H., Dewulf J. Environmental sustainability of conventional and organic farming: Accounting for ecosystem services in life cycle assessment. *Sci. Total Environ.* 2019, 695, 133841. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133841>
3. Chandini Randeep Kumar, Ravendra Kumar Uttarakhand, Om Prakash. The Impact of Chemical Fertilizers on our Environment and Ecosystem. *In book: Research Trends in Environmental Sciences*. 2019. Edition: 2nd. Chapter: 5. P. 69-86. https://www.researchgate.net/publication/331132826_The_Impact_of_Chemical_Fertilizers_on_our_Environment_and_Ecosystem
4. David B. Collinge, Dan Funck Jensen, Mojgan Rabiey, et. al. Biological control of plant diseases – What has been achieved and what is the direction? *Plant Pathology*. Volume 71, Issue 5. June 2022. P. 1024-1047. <https://doi.org/10.1111/ppa.13555>
5. Dionisios Yfantopoulos, Georgia Ntatsi, Anestis Karkanis, Dimitrios Savvas. Evaluation of the Role of Legumes in Crop Rotation Schemes of Organic or Conven-

tionally Cultivated Cabbage. *Agronomy*. 2024, 14(2), 297. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020297>

6. Emily C. Cooledge, David R. Chadwick, Lydia M. J. Smith, Jonathan R. Leake, Davey L. Jones. Agronomic and environmental benefits of reintroducing herb- and legume-rich multispecies leys into arable rotations: a review. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*. May 2022. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2021439>

7. Esraa E. Ammar, Hadeer A. Rady, Ahmed M. Khattab, Mohamed H. Amer, Sohila A. Mohamed. A comprehensive overview of eco-friendly bio-fertilizers extracted from living organisms. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. 30:113119-113137. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30260-x>

8. Goutam Hazra. Different Types of Eco-Friendly Fertilizers: An Overview. *Sustainability in Environment*. (Online). Vol. 1, No. 1, 2016. <https://doi.org/10.22158/se.v1n1p54>

9. He D.-C., He M.-H., Amalin D.M., Liu W., Alvindia D. G., Zhan J. Biological Control of Plant Diseases: An Evolutionary and Eco-Economic Consideration. *Pathogens*. 2021, 10, 1311. <https://doi.org/10.3390/pathogens10101311>

10. Irene F. Lalrintluangi, Vinai Kumar, Singh A. K., Dipti Bisarya. Impact of Organic Farming on soil fertility and crop productivity. *Jetir January*, 2019, Volume 6, Issue 1. https://www.researchgate.net/publication/360134158_Impact_of_Organic_Farming_on_soil_fertility_and_crop_productivity

11. Junxian Li, Junxian Li, Kui Liu, Kui Liu, Jun Zhang, Jun Zhang, Lidong Huang, Lidong Huang, Jeffrey A. Soil-Plant Indices Help Explain Legume Response to Crop Rotation in a Semiarid Environment. *Plant Science*, 2018. *Agroecology*. Volume 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01488>

12. Jürgen Köhl, Rogier Kolnaar, Willem J. Ravensberg. Mode of Action of Microbial Biological Control Agents Against Plant Diseases: Relevance Beyond Efficacy. *Frontiers in Plant Science*. July 2019. Volume 10. Article 845. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00845>

13. Ma G., Cheng S., He W., Dong Y., Qi S., Tu N., Tao W. Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Nutrient Conditions in Rice Fields with Varying Soil Fertility. *Land*. 2023, 12, 1026. <https://doi.org/10.3390/land12051026>

14. Magdoff F. Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2022(2); P. 109-117. <http://dx.doi.org/10.1017/S1742170507001846>

15. Mashchenko Yu.V., Sokolovska I.M. Buckwheat productivity depends on fertilizer system and seed inoculation with biopreparation. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. P. 54-63. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.8>

16. Meemken E. M., Qaim M. Organic agriculture, food security, and the environment. *Annu. Rev. Resour. Econ.* 2018, 10, P. 39-63. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023252>

17. Mehmet Ali Salik, Ramazan Çakmakçı, Songü Çakmakçı. Assessment and Principles of Environmentally Sustainable Food and Agriculture Systems. *Agriculture*. 2023, 13(5), 1073; <https://doi.org/10.3390/agriculture13051073>

18. Moh Tariq, Amir Khan, Mohd Asif, Faryad Khan, Taruba Ansari, Mohammad Shariq. Biological control: a sustainable and practical approach for plant disease management. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section B – Soil & Plant Science Volume 70, 2020. Issue 6. <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1784262>

19. Mostoviak, I. Biological method as a constituent of integrated plant protection in modern conditions. *Agrology*, 3(1), 46-51. <https://doi.org/10.32819/020007>

20. Nuri Salem ALnaass, Hossean Khalifa Agil, Hamza Khalifa Ibrahim. Use of fertilizers or importance of fertilizers in agriculture. *International Journal of Advanced Academic Studies*. 2021. 3(2). P. 52-57. <https://doi.org/10.33545/27068919.2021.v3.i2a.770>

21. Pandit M. A., Kumar J., Gulati S., Bhandari N., Mehta P., Katyal R., Rawat C. D., Mishra V., Kaur J. Major Biological Control Strategies for Plant Pathogens. *Pathogens* 2022, 11, 273. <https://doi.org/10.3390/pathogens11020273>
22. Pisarenko V. M., Kovalenko N. P., Pospelova G. D., Pischalenko M. A., Nechyporenko N. I., Sherstiuk O. L. Modern strategy of integrated plant protection. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), P. 104-111. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.12>
23. Rempelos L., Baranski M., Wang, J., Adams T. N., et. al. Integrated soil and crop management in organic agriculture: A logical framework to ensure food quality and human health? *Agronomy*. 2021, 11, 2494. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122494>
24. Thompson B., Barnes A.P., Toma L. Increasing the adoption intensity of sustainable agricultural practices in Europe: Farm and practice level insights. *J. Environ. Manag.* 2022, 320, 115663. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115663>
25. Wenchao Li, Shufang Guo, Hongbin Liu, Limei Zhai, Hongyuan Wang, Qiuliang Lei. Comprehensive environmental impacts of fertilizer application vary among different crops: Implications for the adjustment of agricultural structure aimed to reduce fertilizer use. *Agricultural Water Management*. Volume 210, 30 November 2018, P. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.07.044>
26. Wesolowska S., Futa B., Myszura M., Kobyłka A. Residual effects of different cropping systems on physicochemical properties and the activity of phosphatases of soil. *Agriculture*. 2022, 12, 693. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050693>
27. Xie H., Huang Y., Chen Q., Zhang Y., Wu Q. Prospects for agricultural sustainable intensification: A review of research. *Land*. 2019, 8, 157. <https://doi.org/10.3390/land8110157>
28. Yfantopoulos D., Ntatsi G., Karkanis A., Savvas D. Evaluation of the Role of Legumes in Crop Rotation Schemes of Organic or Conventionally Cultivated Cabbage. *Agronomy*. 2024, 14, 297. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020297>
29. Zerihun Tsegaye, Fasil Assefa, Genene Tefera, Tesfaye Alemu, Birhanu Gizaw, Endeshaw Abatenh. Concept, Principle and Application of Biological Control and their Role in Sustainable Plant Diseases Management Strategies. *International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB)*. Volume 6, Issue 4, 2018, P. 18-34. (Online) 2349-0365. <http://dx.doi.org/10.20431/2349-0365.0604004>
30. Zhengxi Tan, Rattan Lal, Keith Wiebe. Global Soil Nutrient Depletion and Yield Reduction. *Journal of Sustainable Agriculture*. 26(1). 2005. http://dx.doi.org/10.1300/J064v26n01_10
31. Амонс С. Е. Біологічний захист рослин в системі органічного землеробства. сільське господарство та лісівництво. *Захист рослин*. 2022. № 25. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-2-13>
32. Білик М. О. Біологічний захист рослин від шкідливих організмів: підручник. Харків. Майдан, 2022. 356 с. https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/4932/1/P_VZRSHO_22.pdf
33. Горб О. О., Чайка Т. О., Яснолоб І. О. Використання сидеральних культур як відновлюваного джерела енергії в органічному землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 4. 2017. С. 38-41. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.04.06>
34. Дегодюк Е. Г., Проненко М. М., Ігнатенко Ю. О., Пипчук Н. М., Мулярчук А. О. Сучасні системи удобрення в землеробстві України: науково-методичні та науково-практичні рекомендації. За редакцією С. Е. Дегодюка. Вінниця. ТОВ «Твори», 2020. 84 с.
35. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Проненко М. М., Ігнатенко Ю. О., Пипчук Н. М., Мулярчук А. О. Ефективність застосування відновлюваних місцевих ресурсів за органічного землеробства: науково-методичні рекомендації. Вінниця. ТОВ «Твори», 2020. 48 с.

36. Добряк Д. С., Дребот О. І., Мельник П. П. Наукові засади класифікації орних земель за продуктивністю ґрунтів для вирощування основних сільськогосподарських культур. *Збалансоване природокористування*. № 1/2021. С. 12-19. <http://dx.doi.org/10.33730/2310-4678.1.2021.231861>
37. Дубицький О. Л., Качмар О. Й., Дубицька А. О., Вавринович О. В. Вплив екологізованих систем удобрення на формування продуктивності та якості зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020, №7 (808). С. 74-79. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-10>
38. Жуйков О. Г. Біологічний метод захисту рослин у сучасному органічному землеробстві України: історичні аспекти, тренди, перспективи. *Аграрні інновації*. № 12 (2022). С. 23-27. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.12.4>
39. Квасніцька Л. С. Продуктивність та енергетична оцінка кормової сівозміни залежно від насиченості трав багаторічними бобовими травами. *Корми та виробництво кормів*, (77), С. 202-208. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/532>
40. Крутякова В. І., Гулич О. І., Янсе Л. А. Застосування біологічного методу для захисту лісу і лісових насаджень в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2020, №1 (802). С. 39-46. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-06>
41. Кудря С. І. Вплив зерно-бурякових сівозмін із різними бобовими попередниками пшениці озимої на поживний режим чорнозему типового. *Вісник аграрної науки*. 2020, №4 (805). С. 15-20. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-02>
42. Кудря С. І. Продуктивність короткоротаційної сівозміни з різними бобовими культурами на чорноземі типовому. *Вісник аграрної науки*. 2020, 1(802). С. 13-18. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-02>
43. Мащенко Ю. В. Вплив мінеральних добрив і регулятора росту Емістима С при різних строках сівби на продуктивність гречки в умовах Північного Степу України. *Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва*. 2009. Вип. 9. С. 160-164.
44. Мащенко Ю. В. Вплив систем удобрення та ефективних мікроорганізмів на продуктивність гречки в умовах Північного Степу. *Бюлетень інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2009. № 37. С. 26-30.
45. Мащенко Ю. В. Продуктивність гречки залежно від систем удобрення та ефективних мікроорганізмів в умовах Північного Степу України. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2011. № 10. С. 160-168.
46. Мащенко Ю. В., Семеняка І. М. Удосконалена технологія вирощування гречки в умовах Північного Степу України. Київ. Аграрна наука, 2018. 184 с.
47. Охорона ґрунтів. Збірник наукових праць державна установа «Інститут охорони ґрунтів України». 2022. Випуск 12. Київ. 248 с. [https://www.iogu.gov.ua/literature/soil/14-Випуск%20№%2012%20\(2022\).pdf](https://www.iogu.gov.ua/literature/soil/14-Випуск%20№%2012%20(2022).pdf)
48. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Органічні добрива на захисті родючості ґрунту. Монографія. Полтава 2022. 156 с. <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/academicdepartment/kafedra-zahyst-roslyn/organichnidobryvaknyga2022.pdf>
49. Соколовська І. М., Мащенко Ю. В. Біотехнологічні прийоми вирощування гречки за різного удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 130. С. 240-246. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.35>
50. Тихоненко О. В., Шамчук А. Ю. Показники якісного стану ґрунтів як основа раціонального використання земель. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2022. № 2. С. 75-84. <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2022.02.07>
51. Ткачук О. П., Шкатула Ю. М., Тітаренко О. М. Сільськогосподарська екологія: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 542 с.
52. Халеп Ю., Москаленко А., Шаповалюк М., Арабська К. Еколого-економічне значення сидерації для органічних агроценозів полісся. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. Vol. 7, No. 1, 2021. С. 211-231. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.01.11>

53. Чмель О. П., Круподеря Ю. О., Бондар І. М. Сидерація як альтернатива органічним добривам і засіб збільшення продуктивності агроценозів. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2019. Випуск 2. С. 35-44. <https://doi.org/10.35550/ISSN2413-7642.2019.02.04>

54. Якименко І. Л., Петрашко Л. П., Димань Т. М., Салавор О. М., Шаповалов Є. Б., Галабурда М. А., Ничик О. В, Мартинюк О. В. Стратегія сталого розвитку: Європейські горизонти. Підручник. Київ. НУХТ, 2022. 337 с. https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/7990/1/stratetiia_staloho.pdf

УДК 631.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.29>

ІДЕНТИФІКАТОРИ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ ЗА СУПУТНИКОВИМИ ДАНИМИ

Солоха М.О. – д.с.-г.н.,

завідувач лабораторії, старший науковий співробітник,
Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського
Національної академії аграрних наук України

Коньшин Р.В. – аспірант кафедри ґрунтознавства,
Державний біотехнологічний університет

Дежгарьов В.В. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри ґрунтознавства,

Державний біотехнологічний університет

У статті показано результати аналізу супутникових даних Sentinel 2 L2A оптичного діапазону з приводу ідентифікації впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив. Актуальність проведення такого дослідження ґрунтується на необхідності забезпечення продовольством населення країн, що розвиваються та необхідністю забезпечення продовольчої безпеки безпосередньо самої України. Тому надано аналіз останніх публікацій з цієї тематики, які дозволяють оцінити ступінь зацікавленості тематикою та надано низку нормативних актів, якими зараз керується країна для виконання цієї задачі. Введено поняття ідентифікатори військового впливу на ґрунтовий покрив – або будь який антропогенний вплив на ґрунтовий покрив, який є аномальним після початку воєнних дій 24 лютого 2022 року. Проведено систематизацію ідентифікаторів різного впливу на ґрунтовий покрив (фізичний, механічний, абіотичних, хімічний тощо) та наведено приклади такого впливу на основі супутникових даних. Фізичний вплив також має інші прояви на киталт розміщення різного роду оборонних споруд на с.-г. полях: бетонних споруд («зубів дракона»), траншей, протитанкових ровів тощо. Механічний вплив ґрунті відбувається, коли після уражень вивертається прилеглий ґрунт та складається або розкидається навколо. Під абіотичним впливом розуміється випалювання будь-якої рослинності на полі (-ях) внаслідок потрапляння на них запалюючих сумішей, військового втручання, підпалу внаслідок вибухів снарядів тощо. Хімічний вплив проявляються внаслідок вибухів, спалахів, згоряння будь-якої техніки на сільськогосподарських площах. Автори проводили польові виїзди з верифікації різного впливу на ґрунтовий покрив на території Харківської та Донецької областей з початку війни. Результати перевірочних фото супутникових даних наведено у статті. Показано прямі та дотичні ідентифікатори воєнного впливу на ґрунтовий покрив, їх залежність від прямих ідентифікаторів. Надано авторських погляд на тривалість впливу на основі супутникових даних.

Ключові слова: ідентифікатори впливу, ґрунтовий покрив, механічний, фізичний, абіотичний, хімічний вплив на ґрунтовий покрив.

Solokha M.O., Konshyn R.V., Dehtiarov V.V. Identifiers of the influence of military actions on land cover according to satellite data

The article shows the results of the analysis of Sentinel 2 L2A satellite data of the optical range regarding the identification of the impact of military actions on the soil cover. The urgency of conducting such a study is based on the need to provide food for the population of developing countries and the need to ensure food security in Ukraine itself. Therefore, an analysis of the latest publications on this topic is provided, which allows you to assess the degree of interest in the topic, and a number of normative acts that are currently governed by the country to fulfill this task are provided. Introduced the concept of identifiers of military impact on land cover – or any anthropogenic impact on land cover that is anomalous after the start of hostilities on February 24, 2022. Systematization of the identifiers of various impacts on the soil cover (physical, mechanical, abiotic, chemical, etc.) is carried out and examples of such impacts based on satellite data are given. The physical impact also has other manifestations, such as the placement of various types

of defensive structures on rural areas. fields: concrete structures ("dragon's teeth"), trenches, anti-tank ditches, etc. The mechanical impact of soils occurs when, after damage, the adjacent soil is turned over and piled up or scattered around. Abiotic influence means the burning of any vegetation on the field(s) as a result of incendiary mixtures falling on them, military intervention, arson due to shell explosions, etc. Chemical effects are manifested as a result of explosions, flares, burning of any equipment on agricultural areas. The authors conducted field trips to verify various impacts on the soil cover in the territory of Kharkiv and Donetsk regions since the beginning of the war. The results of verification photos of satellite data are given in the article. The direct and tangential identifiers of the military influence on the soil cover, their dependence on the direct identifiers, are shown. The author's view on the duration of exposure based on satellite data is provided.

Key words: impact identifiers, soil cover, mechanical, physical, abiotic, chemical impact on soil cover.

Постановка проблеми: Актуальність проведення оцінювання впливу на ґрунтовий покрив України впливає з необхідності постачання продовольства понад 400 млн. населення країн, яке в даний момент забезпечує Україна. Об'єктивно, після початку воєнних дій ґрунтовий покрив України зазнав та продовжує зазнавати безпрецедентний вплив. Виходячи з того, що воєнні дії продовжуються, а більшість деокупованої території заміновано, використання супутникових даних стають в пріоритеті проведення наукових досліджень та наступного оцінювання. Станом на 2024 рік державою Україна створено низку нормативних документів з оцінки шкоди, а саме: постанова Кабінету Міністрів України від 20 березня 2022 року №326 «Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків завданих Україні внаслідок збройної агресії російської федерації». Одним з розділів методики оцінки збитків (розділ III) передбачено серед іншого використання даних дистанційного зондування Землі. Використання космічних знімків також передбачається Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України №414 від 05 жовтня 2022 року (пункт 8). Тобто вже визначено пріоритетний напрям використання даних, але ще не створено відповідної методології. Опис впливу на ґрунтовий покрив на базі супутникових даних наразі частковий та фрагментарний. Через це автори вводять поняття – *ідентифікатори військового впливу на ґрунтовий покрив* – або будь-який антропогенний вплив на ґрунтовий покрив, який є аномальним після початку воєнних дій 24 лютого 2022 року.

Серед основних ідентифікаторів впливу: фізичний вплив (вирви, кратери різного походження, ущільнення ґрунту на сільськогосподарських землях, вивертання ґрунту внаслідок будови споруд оборонного характеру – взводних, ротних опорних пунктів, траншей, бліндажів, тощо), додавання аномальних для сільськогосподарських земель об'єктів (бетонних укриттів, конусних пірамід «зубів дракону»), абіологічного впливу – спалення врожаю, рослинності, в тому числі польової на сільськогосподарських землях. У разі використання високоякісних супутникових знімків показана можливість встановлення хімічного впливу на ґрунтовий покрив внаслідок підриву різного роду бронетехніки на сільськогосподарських землях, як найбільш токсичної для останнього. Показано відображення кожного з цих ідентифікаторів, так й короткий опис щодо кожного.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Історія досліджень впливу військових дій на ґрунтовий покрив постійно непокоїло людство, яке проявляло неабиякий інтерес до наслідків цього впливу [2, 3, 5, 7, 9]. Різні аспекти цього впливу чітко простежуються в роботах [10], де автори аналізують термічні (пірогенні) аномалії на супутникових знімках після початку повномасштабного вторгнення та таким чином показують на супутникових даних місця зіткнення. Авторами [13] оцінюється стан досліджень, спрямованих на віддалений моніторинг збройних

конфліктів, і висвітлюються можливості посилення позитивного суспільного впливу майбутніх дослідницьких зусиль. Обмежений доступ до об'єктів дослідження в зонах конфлікту може бути нівельований завдяки дистанційному зондуванню, що дозволяє успішно проводити моніторинг ходу військових дій [1]. Дистанційний моніторинг використовували для вирішення різних наукових задач та напрямків в умовах військових дій: моніторингу водних ресурсів та інфраструктури [12], моніторингу та змін земельного покриття в умовах війни з використанням машинного навчання [8]. Загалом дистанційні дослідження використовувалися достатньо широко при аналізі будь яких збройних конфліктів по всьому світу [4, 6, 11]. Але комплексний аналіз переліку всіх видів впливу на ґрунтовий покрив досі є фрагментарним, та потребує відповідної систематизації.

Мета статті. Навести ідентифікатори впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив за супутниковими даними.

Методи та методика досліджень. Дистанційні дослідження базувалися на безкоштовних супутникових даних Sentinel-2 L2A, які методично порівнювалися за різночасовими періодами. Як правило, до початку повномасштабного вторгнення РФ та після ідентифікації впливу РФ за супутниковими даними. В польовій частині дослідження проводилися виїзди на ті об'єкти дослідження, які було ідентифіковано з наступним фотографуванням цих об'єктів.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів: В результаті аналізу супутникових знімків встановлено, що найбільший вплив на ґрунтовий покрив (фізичний вплив) має саме вивертання ґрунту внаслідок появи вирв, які добре аналізуються на основі супутникових даних, завдяки масовій появі кратерів на знімках. Поява вирв (кратерів) різного походження через просідання ґрунту в майбутньому призведе до появи та розвитку ерозійних процесів на с.-г. землях. Фізичний вплив також має інші прояви на кшталт розміщення різного роду оборонних споруд на с.-г. полях: бетонних споруд («зубів дракона»), траншей, протитанкових ровів тощо.

Фізична деградація. Ідентифікатори фізичного впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив на основі супутниковій інформації поділяються за своїми візуальними ознаками. Військові дороги, які прокладені на полях або інших сільськогосподарських землях відокремлюються за допомогою різночасових супутникових даних, які порівнюються між собою (рис. 1).



Рис. 1. Різночасове порівняння появи військової дороги на с.-г. полі, дотичні ідентифікації, які пов'язані з військовими дорогами

Вони виглядають як ниткоподібні волокна на об'єкті дослідження, які можуть бути подвоєними, потроєними або одинарними (рис. 1. 06.05.2022, (2). Різномасштабне порівняння супутникових знімків між собою дає уявлення про приблизний час появи цього впливу, напрямок розповсюдження, час зникання тощо (рис. 1, 24.08.2022, (4). Побічний (дотичний) механічний вплив на ґрунтовий покрив від появи військових доріг дозволяє ідентифікувати засмічення (у разі аномального закінчення дороги у найближчій лісосмузі), розміщення різного роду озброєння (як на рис. 1, дата 06.05.2022 р. середній знімок – розміщення батареї РСЗВ (3) у прямокутнику). Перевірочне фото 5 на рис. 1 зроблено вже наприкінці 2022 року на цьому об'єкті дослідження.

За візуальними спостереженнями появи такого роду доріг на супутникових знімках було встановлено, що у разі їх появи та нетривалого використання, польова рослинність (бур'яни) поглинають її приблизно за три місяці (рис. 1, 24.08.2022 р.), але ущільненні ґрунтового покриву ще залишається тривалий час.

Ідентифікація авіаційних та артилерійських вирв на супутникових даних нескладна, що призвело вже до бурхливого використання супутникових даних для підрахунків саме цього виду деградації ґрунтів. Візуально фізична деградація визначається аномальним більш освітленим кольором по відношенню до фону (рис. 2, мітка – 1). Довготривалий обстріл с.-г. полів призводить до хаотичної появи кіл неправильної форми на супутникових знімках у візуальному діапазоні з характерним освітленим кольором (рис. 2, мітка – 2).



Рис. 2. Супутникові знімки, результати польової перевірки кратерів

На супутникових знімках показано результат порівняння до початку обстрілів. Супутникові знімки ліворуч (від 26.06.2021 р. – до початку воєнних дій, 05.06.2022 р. – після обстрілу. Праворуч на рис. 2 показано результати польової перевірки цих місць на супутникових знімках. Кратери внаслідок механічного вивертання ґрунту (1 – місце влучання авіабомби, 2 – артилерії 152 калібру). Але вивертання глибинних шарів зустрічаються не у стовідсоткових випадках, що залежить від калібру артилерійських або авіаційних снарядів. Чим менше калібр та кількість вибухової речовини, тим менше кратер, який утворюється після вибуху. А також це призводить до зменшення об'єму ґрунту, що вивертається. Як наслідок, при аналізі супутникових даних, різкої відмінності від фону не спостерігається, тому що не вивертаються підстилаючі шари ґрунту. Дворічне спостереження за кратерами дозволяє зробити висновок, що невеликі кратери з часом

поглинає польова рослинність й їх ідентифікація на знімках ускладнюється. Різномасштабні супутникові дані дозволяють сумувати кількість кратерів та проводити підрахунки стосовно об'ємів рекультивації за допомогою супутникових даних. Кратер (вирва), ідентифікується саме як кратер, бо немає шляхів під'їзду та підходу до цього об'єкту як капоніру або траншеї.

В цілому аналізування артилерійських та авіаційних кратерів (або прикладів механічної деградації ґрунтів) ускладнюється для ідентифікації, аналізу та моніторингу приблизно через два роки. Причому сам кратер залишається, а його «маскування» відбувається за рахунок польової рослинності, яка відсутня восени та взимку, але в цей час отримання супутникових даних без хмарності проблематично.

Механічна деградація. Інші укріплення, на кшталт протитанкового рову та траншей для особового складу, також відносяться до механічної деградації, бо призводять до руйнування ґрунтового профілю або до деформації морфологічної будови профілю. Польові виїзди (рис. 3) дозволили підтвердити раніше встановлені залежності на супутникових знімках.



а



б

Рис. 3. Польові укріплення а – протитанковий рів, б – траншеї для особового складу з перекриттям для бліндажа

На супутникових знімках високої якості траншеї особового складу можуть ідентифікуватися (рис. 4) за вивернутими шарами ґрунту у вигляді витягнутої та ламаної аморфної структури на ґрунтовому покриві, що можуть простягатися на десятки кілометрів.



Рис. 4. Супутниковий знімок. Траншея для особового складу, довжиною біля 40 м з бліндажем (ліворуч, нижня частина знімку)

На супутникових знімках за попередніми дослідженнями можна встановлювати інший вид фізичної деградації ґрунтів – захисні споруди на кшталт бетонних, дерев'яних надолбів («зубів дракона» тощо), ескарпів, бетонних укріплень, які встановлюються поверх ґрунту, не заглиблюючись в нього, тощо (рис. 5).



Рис. 5. Різномасштабні супутникові знімки появи суцільної смуги надолбів, бетонних споруд (1), ґрунтових доріг (2) після невдалої деокупації 03.05.2023, 02.05.2024 рр., та одразу після окупації (08.05.2022 р.)

Перемішування шарів ґрунту внаслідок механічної деградації ґрунту має довготривалі наслідки зменшення родючості, початок водної ерозії тощо. Такого роду деградація має проходити етапи рекультивациі. Основна візуальна відмінність фізичної деградації ґрунтів від механічної – локальність впливу.

Спостереження впродовж двох років за змінами механічної деградації ґрунтового покриву дозволили встановити наступні тенденції: – переміщення ґрунтового профілю та його перевертання біля рову, траншеї, надовбу тощо призводить до довготривалих змін, як добре ідентифікуються на супутникових знімках; – за два роки можливість ідентифікації знижується не суттєво (рис. 5), але зміни з погіршення ідентифікації невідворотні за рахунок «маскування» польовою рослинністю; – при оцінці шкоди та ідентифікації механічної деградації ґрунтів їх систематизація та ідентифікація повинна відбуватися якомога раніше для достовірної оцінки. За експертною оцінкою не більше ніж півроку (6 місяців) після початку змін, або їх встановлення. Вирішальну роль при оцінці шкоди відіграє саме ідентифікація впливу, бо за спостереженнями суттєвого та довготривалого впливу на ґрунтовий покрив окрім порушення морфології профілю саме такий вид впливу не завдає. Це експертна оцінка, яка базується на результаті дворічних лабораторних спостережень за такого роду впливу.

Абіотичний вплив. Під абіотичним впливом розуміється випалювання будь-якої рослинності на полі (-ях) внаслідок потрапляння на них запалюючих сумішей, підпалу внаслідок вибухів снарядів тощо. З наступною дефоліацією та зниженням мікробіологічної та ферментативної активності. Ідентифікація абіотичного впливу на супутникових даних виглядає як різка зміна кольору рослин до інтенсивного чорного кольору на полі. Поступово абіотичний вплив змінює колір на більш освітлений після розкладення залишків згорання, як правило впродовж

від декількох тижнів до місяців в залежності від температури та біологічної активності (рис. 6).

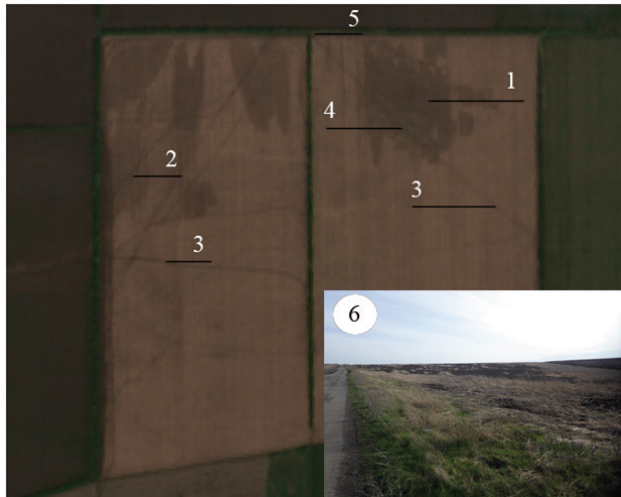


Рис. 6. Приклади абіотичного впливу на залишки рослинності на полі

Поле, яке наведено в якості прикладу, мало абіотичний вплив в декілька етапів: 1 – більш затемнений колір, це випалювання стерні, більш освітлений (2), те ж саме, але випалення відбулося за декілька тижнів до попередніх подій. Можна зробити припущення, виходячи з аналізу супутникових даних, що поле було підпалено внаслідок активного або випуску, або потрапляння реактивних снарядів, про свідчать ґрунтові дороги (3) вздовж яких випалення відокремлюється дуже суттєво (4). З іншого боку ґрунтові дороги мають закінчення в лісомузі, де скоріше за все розташоване Вздвоний Опорний Пункт (ВОП) (5) тому логічно, що обстріли прилеглих територій мають таку щільність. Перевірочне фото (6) показано праворуч у нижній частині рисунка 6. У разі постійних інтенсивних обстрілів абіотична деградація має великий територіальний вплив. Який може по своїй потужності впливати одночасно на декілька десятків полів, що одразу відображаються на супутникових знімках. Застосування супутникових даних для ідентифікації абіотичного впливу мають певні переваги для підрахунків збитків та площ впливу та дозволяють це зробити оперативно. Встановлено, що абіотичний вплив на ґрунтовий покрив ідентифікуються на супутникових даних у вигляді чорного кольору спалених площ (рис. 6).

Хімічний вплив. Аналіз супутникових даних прямо не дозволяє встановити хімічний вплив на ґрунтовий покрив, через відсутність якісних супутникових даних з просторовою здатністю більш ніж 1 м/піксель. Однак дотично це можна зробити через наявність фізичного впливу на ґрунтовий покрив, а саме появи аномальних ґрунтових доріг (мережі) на сільськогосподарських полях в межах їх початку та кінця. На якісних супутникових знімках добре ідентифікуються аномальні місця де техніка вибухала та горіла за рахунок диму, який потрапляє в атмосферу (рис. 7).



Рис. 7. Приклад хімічного впливу на ґрунтовий покрив в місці горіння техніки, промислових об'єктів

Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив відбувається практично одночасно за різними видами деградації, що одразу відображається на супутникових даних (рис. 8).

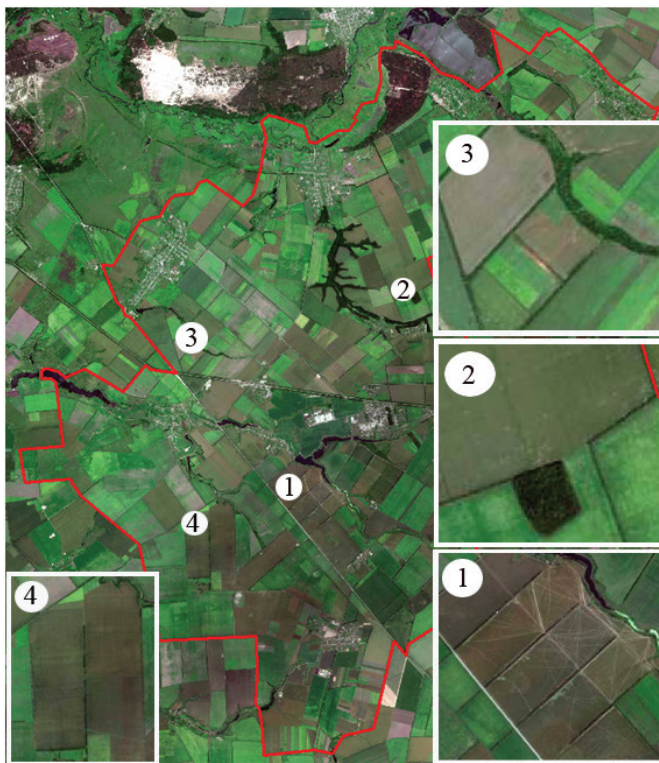


Рис. 8. Сумарне визначення різних видів деградації на території Чкаловської ОТГ Чугуївського району, вересень 2022 р.

На рис. 8 показано місця ідентифікації фізичної деградації (1) або мережа воєнних ґрунтових доріг, дотично на цієї локації можна ідентифікувати розташування ворожих ВОПів та позиції гаубиць, які несуть з собою хімічне забруднення та засмічення. Механічна деградація (2) ідентифікується скупченням кратерів та вирв від артилерійських обстрілів позицій на території с.-г. полів. Абіотичний вплив (3) ідентифікується за рахунок різнокольорового забарвлення від залишків стерні, а стерня та польові культури, які мають однотипний колір (4) на полях свідчить про замінованість даної території.

Висновки.

1. Фізична деградація на супутникових знімках може ідентифікуватись до трьох місяців, у разі короткочасного впливу. До неї відносяться військові польові дороги на с.-г. полях. Ознаками її на с.-г. полях є ниткоподібні лінії на с.-г. полях, які були відсутні до початку військових дій.

2. Механічна деградація на супутникових даних має аномальні кольорові ознаки (округлі форми – кратери), або витягнутої та ломаної аморфні структури на ґрунтовому покриві – траншеї особового складу, рови тощо. Їх ідентифікація повинна відбуватися якомога раніше для достовірної оцінки. За експертною оцінкою не більше ніж півроку (6 місяців) після початку змін, або їх встановлення буде ускладнено за рахунок «маскування» останніх польовою рослинністю.

3. Абіотичний вплив ідентифікується як різка зміна кольору рослин (решток рослин) до інтенсивного чорного кольору на полі. Поступово абіотичний вплив змінює колір на більш освітлений після розкладення залишків згорання, тому ідентифікація може відбуватися від тижнів до місяця від моменту впливу.

4. Хімічний вплив, ідентифікується у разі потрапляння горіння техніки на супутникові дані, що має випадковий характер. Супроводжується появою чорного диму на знімку та дає різку зміну кольору останнього на чорний колір. Тривалість впливу досі не визначена.

Публікація містить результати дослідження, одержані в процесі виконання проєкту «Оцінювання впливу збройної агресії на стан чорноземів і розроблення заходів для прискореного відновлення родючості ґрунтів у контексті забезпечення продовольчої безпеки» № 2022.01/0031 конкурсу «Наука для відбудови України в воєнний та повоєнний періоди» за грантової підтримки Національного фонду досліджень України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bennett, M.M., Van Den Hoek, J., Zhao, B., Prishchepov, A.V. Improving satellite monitoring of armed conflicts. *Earth's Future* 10 (9). 2022.e2022EF002904. <https://doi.org/10.1029/2022EF002904>.

2. Bonchkovskiy, O.S., Ostapenko, P.O., Shvaiko, V.M., Bonchkovskiy, A.S. Remote sensing as a key tool for assessing war-induced damage to soil cover in Ukraine (the case study of Kyivska territorial hromada). 2023. *Journal of Geology Geography and Geoecology*, 32(3), 474–487. DOI:10.15421/112342

3. Demissie, B., Nyssen, J., Annys, S., Negash, E., Gebrehiwet, T., Abay, F., Wolff, E. Geospatial solutions for evaluating the impact of the Tigray conflict on farming. *Acta Geophys.* 2022.70 (3), 1285–1299. <https://doi.org/10.1007/s11600-022-00779-7>.

4. Eniang, E.A., Haile, A., Yihdego, T., Impacts of landmines on the environment and biodiversity. *Envtl. Pol'y & L.* 37. 2007.501.

5. Harada, K.H., Soleman, S.R., Ang, J.S.M., Trzcinski, A.P. Conflict-related environmental damages on health: lessons learned from the past wars and ongoing

Russian invasion of Ukraine. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2022. 27:35. <https://doi.org/10.1265/ehpm.22-00122>

6. Kwarteng, A.Y. Multitemporal Remote Sensing Data Analysis of Kuwait's Oil Lakes. *Environ. Int.*, 2009. 24 (1/2), 121–137.

7. Mannion, A.M. The environmental impact of war and terrorism. The University of Reading, White knights. 2003. <https://www.reading.ac.uk/web/files/geographyandenvironmentalscience/GP169.pdf>

8. Mhanna, S., Halloran, L.J., Zwahlen, F., Asaad, A.H., Brunner, P., Using machine learning and remote sensing to track land use/land cover changes due to armed conflict. *Sci. Total Environ.* 2023. 898, 165600 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165600>.

9. Pereira P., Zhao W., Symochko L., Inacio M., Bogunovic I., Barcelo D. The Russian-Ukrainian armed conflict will push back the sustainable development goals. *Geography and Sustainability*. 2022. 3(3). P. 277–287.

10. Serhii, A.S., Vyshnevskiy, V.I., Olena, P.B.. The use of remote sensing data for investigation of environmental consequences of Russia-Ukraine war. *Journal of Landscape Ecology* 15 (3), 2022. 36–53. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2022-0017>

11. Solomon, N., Birhane, E., Gordon, C., Haile, M., Taheri, F., Azadi, H., Scheffran, J., Environmental impacts and causes of conflict in the Horn of Africa: a review. *Earth Sci. Rev.* 177, 2018. 284–290. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.11.016>.

12. Shumilova, O., Tockner, K., Sukhodolov, A., Khilchevskiy, V., De Meester, L., Stepanenko, S., et al. Impact of the Russia–Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nat. Sustain.* 6 (5), 2023. 578–586. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x>.

13. Sticher, V., Wegner, J.D., Pfeifle, B. Toward the remote monitoring of armed conflicts. *PNAS Nexus* 2 (6), 2023. pgad181. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/p.181>.

УДК 632.93:633.11]"2017/18"

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.30>

АСОРТИМЕНТ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ПШЕНИЦІ ТА ІНШИХ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ В УКРАЇНІ У 2017–2018 РР.

Станкевич С.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

Матвієнко В.М. – аспірант кафедри зоології, ентомології,

фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова, Державний біотехнологічний університет

Забродіна І.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

Авторами проведено дослідження структури ринку засобів захисту пшениці та інших зернових колосових культур від шкідливих організмів в Україні у 2017–2018 рр. за виробником, об'єктом застосування, препаративними формами та діючою речовиною. Загалом представлено 1000 найменувань препаратів із груп інсекто-акарицидів, фунгіцидів та гербіцидів і десикантів та дозволених до використання в Україні на пшениці та інших зернових колосових культурах. Із них до інсекто-акарицидів належить 324 найменування, або 33 % з усього асортименту, до фунгіцидів – 198 препаратів, або 20 %, а до гербіцидів – 472 найменування, або 47 % всіх препаратів. ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють всі препарати для боротьби зі шкідниками пшениці та інших зернових колосових культур: хлорпірифос, лямбда-цигалотрин, імідаклоприд, циперметрин, диметоат, альфа-циперметрин, тіаметоксам, бета-цифлутрин, ацетаміприд та тіаклоприд. ТОП-12 фірм які заявляють препарати для боротьби зі шкідниками пшениці та інших зернових колосових культур: ТОВ «Компанія «Укравіт», «Байер КронСаєнс АГ», ЗАТ «Август-Бел», «Сингента», ТОВ «Компанія Агрохімічні технології», ТОВ «Презенс Технологі», ТОВ «Нертус Лтд», ТОВ «Хімагромаркетинг», ТОВ «Альфа Хімгруп», ТОВ «Агросфера-Трейд», ТОВ «Васма Кемікал», ТОВ «Ранголі». ТОП-6 препаративних форм у формі яких заявляють препарати для боротьби з шкідниками пшениці та інших зернових колосових культур: концентрат суспензії, концентрат емульсії, текуча паста, водорозчинні гранули, змочуваний порошок, розчинний концентрат. ТОП-7 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб пшениці та інших зернових колосових культур: азоксистробін, піраклостробін, карбендазим, протіоконазол, флутрія-фол, прохлораз, ципроконазол. ТОП-9 фірм які заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб пшениці та інших зернових колосових культур: ТОВ «Агросфера-Трейд», АТ «Август-Бел», ТОВ «АДАМА Україна», «Байер КронСаєнс АГ», ТОВ «Компанія "Укравіт"», «Дюпон Інтернешнл Оперейнз Сарл.», БАСФ, «Сингента», «Кемінова А/С». ТОП-2 препаративних форму заявлених препаратів для боротьби зі збудниками хвороб пшениці та інших зернових колосових культур: концентрат суспензії та концентрат емульсії. ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посівах пшениці та інших зернових колосових культур: 2-етилгексильовий ефір 2,4-Д, 2,4-дихлор-феноксиоцтова кислота та її солі, бентазон, дикамба та її солі, гліфосат та його солі, дикват, клопіралід, трибенурон-метил, тифенсульфурон-метил, флорасулам. ТОП-11 фірм які заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посівах пшениці та інших зернових колосових культур: ЗАТ «Август-Бел», ТОВ «Компанія «Укравіт», ТОВ «Агросфера-Трейд», ТОВ «Нертус Лтд.», «Байер КронСаєнс АГ», ТОВ «Хімагромаркетинг», «Доу АгроСайенс

ВмбХ», «Нуфарм ГмбХ енд Ко КГ», Дюпон Інтернешнл Оперейнз Сарл., «Сингента», БАСФ. ТОП-2 препаративних форму заявлених препаратів для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посівах пшениці та інших зернових колосових культур: водорозчинні гранули та розчинний концентрат.

Ключові слова: пестициди, пшениця, зернові колосові культури, інсектициди, фунгіциди, гербіциди.

Stankevych S.V., Matviienko V.M., Zabrodina I.V. Assortment of protection tools of wheat and other cereal ear cultures against harmful organisms in Ukraine in 2017–2018

The authors conducted a study of the market structure of means of protection of wheat and other grain ear crops from harmful organisms in Ukraine in 2017–2018 by manufacturer, object of application, preparation forms and active substance. In total, 1,000 names of drugs from the groups of insect-acaricides, fungicides and herbicides and desiccants are presented and are approved for use in Ukraine on wheat and other cereal grain crops. Of these, 324 names belong to insect acaricides, or 33% of the entire assortment, 198 names, or 20%, to fungicides, and 472 names, or 47% of all drugs, to herbicides. The TOP-10 active substances on the basis of which all preparations for combating pests of wheat and other cereal grain crops claim: chlorpyrifos, lambda-cyhalothrin, imidacloprid, cypermethrin, dimethoate, alpha-cypermethrin, thiamethoxam, beta-cyfluthrin, acetamiprid and thiacloprid. TOP-12 companies that declare preparations for combating pests of wheat and other grain crops: Ukravit Company LLC, Bayer CropScience AG, August-Bel CJSC, Syngenta, Agrochemical Technologies Company LLC, LLC "Presence Technologies", LLC "Nertus Ltd", "Khimagromarketing" LLC, "Alfa Khimgroup" LLC, "Agrosfera-Trade" LLC, "Vasma Chemical" LLC, "Rangoli" LLC. TOP-6 preparative forms in the form of which preparations for combating pests of wheat and other cereal grain crops are declared: suspension concentrate, emulsion concentrate, liquid paste, water-soluble granules, wettable powder, soluble concentrate. TOP-7 active substances on the basis of which drugs are claimed to combat pathogens of wheat and other cereal grain crops: azoxystrobin, pyraclostrobin, carbendazim, prothioconazole, flutriafol, prochloraz, cyproconazole. TOP-9 companies that declare preparations for combating pathogens of wheat and other grain ear crops: Agrosfera-Trade LLC, August-Bel JSC, ADAMA Ukraine LLC, Bayer CropScience AG, Ukravit Company LLC "", Dupont International Operations Sarl., BASF, "Syngenta", "Keminova JSC". TOP-2 preparative forms of the declared drugs for combating pathogens of wheat and other cereal grain crops: suspension concentrate and emulsion concentrate. TOP-10 active substances on the basis of which preparations for combating unwanted herbaceous vegetation in wheat and other grain crops are declared: 2-ethylhexyl ether 2,4-D, 2,4-dichloro-phenoxyacetic acid and its salts, bentazone, dicamba and its salts, glyphosate and its salts, diquat, clopyralid, tribenuron-methyl, thifensulfuron-methyl, florasulam. TOP-11 companies that claim preparations for combating unwanted herbaceous vegetation in wheat and other grain crops: CJSC "August-Bel", LLC "Company "Ukravit", LLC "Agrosfera-Trade", LLC "Nertus Ltd.", "Bayer CropSaens AG", "Khimagromarketing" LLC, "Dow AgroSciences WmbH", "Nupharm GmbH & Co. KG", DuPont International Operations Sarl., "Syngenta", BASF. TOP-2 preparative forms of the declared drugs for combating unwanted herbaceous vegetation in wheat and other grain crops: water-soluble granules and soluble concentrate.

Key words: pesticides, wheat, grain crops, insecticides, fungicides, herbicides.

Пшениця була й залишається однією з найпоширеніших і найважливіших серед інших зернових культур та є основною зерновою культурою майже всіх господарств степової зони України. Площа її посівів у структурі посівних площ багатьох господарств даної зони понад 40 %. Від стабільності отримання високих урожаїв зерна пшениці з хорошими хлібопекарськими якостями залежить не лише економічний добробут господарств, а й значною мірою стабільність агропромислового комплексу України. Основне призначення пшениці – забезпечення людей хлібом та хлібобулочними й макаронними виробами. Цінність пшеничного хліба визначається сприятливим складом зерна. Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки. Вміст їх у зерні становить у середньому 13–14 %. Крім

того у зерні пшениці міститься велика кількість вуглеводів, у тому числі до 70 % крохмалю, вітаміни B₂ і B₁₂, P, до 2 % зольних мінеральних речовин. Пшеничний хліб практично повністю забезпечує потреби людини в фосфорі і залізі, на 40 % у кальції. Пшеничні висівки – це висококонцентрований корм для всіх видів сільськогосподарських тварин. Вміст перетравного протеїну в них у 1,5 раза вищі ніж у зерні ячменю. Солома використовується також в якості будівельного матеріалу, для підстилки тваринам, виготовлення паперу та інше [7, 19, 20].

Ячмінь – цінна продовольча, кормова і технічна культура. Із зерна скловидного і крупнозерного дворядного ячменю виготовляють перлову і ячмінну крупи. Ячмінне борошно добавляють (10-15 %) при випіканні житнього і пшеничного хліба. Із зерна ячменю виготовляють сурогат кави, екстракти солоду. Найбільше ячмінь використовують на зернофуражні цілі. В 1 кг зерна міститься 1,2 корм. од. і 100 г перетравного протеїну. Зерно ячменю – високопоживний дієтичний корм з високим вмістом енергії для більшості тварин [5, 6, 7, 8].

Посівні площі зайняті зерновими колосовими культурами в Україні у 2023 році перевищили 6 млн га, що разом із переходом до короткоротаційних сівозмін і нових систем обробітку ґрунту сприяє накопиченню й поширенню шкідливих організмів в агроценозах цих культур. Щороку не менше 40 % (а іноді до 50 %) потенційного врожаю зернових колосових культур втрачається внаслідок життєдіяльності шкідливих організмів. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, за таких умов, передбачає застосування засобів захисту рослин від шкідливих організмів: шкідників, збудників хвороб різної етіології та небажаної трав'янистої рослинності [11, 17, 33].

Матеріали та методика. В ході дослідження використано стандартні методи статистичних досліджень. Дослідження структури засобів захисту пшениці та інших зернових колосових культур від шкідливих організмів в Україні станом на 2018 р. в контексті виробників, об'єктів застосування та діючих речовин, виконано, використовуючи дані консалтингових агентств станом на кінець 2018 р. Також було виконано аналіз національного Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні у 2018 р. та відповідної наукової і навчальної літератури [1–35].

Результати досліджень. На ринку пестицидів України загалом заявлено 1000 найменувань препаратів котрі відносяться до груп інсекто-акарицидів, фунгіцидів, гербіцидів та десикантів дозволених до використання в Україні на пшениці та інших зернових колосових культурах (рис. 1).

Із них до інсекто-акарицидів належить – 324 найменування препаратів, або 33 % з усього асортименту на ринку пестицидів для пшениці та інших зернових колосових культур в Україні. До фунгіцидів – 198 препаратів, або 20 %, а до гербіцидів – 472 найменування, або 47 % (рис. 1).

В результаті аналізу ринку інсекто-акарицидів можна виділити ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють всі інсектицидні препарати для боротьби зі шкідниками пшениці та інших зернових колосових культур: імідаклоприд (98 інсектицидів, або 30 %), хлорпірифос (36 інсектицидів, або 11 %), лямбда-цигалотрин (34 інсектицида, або 11 %), циперметрин (29 інсектицидів, або 9 %), альфа-циперметрин (25 інсектицидів, або 8 %), диметоат (23 інсектицида, або 7 %), тіаметоксам (23 інсектицида, або 7 %), ацетаміприд (13 інсектицидів, або 4 %), бета-цифлутрин (8 інсектицидів, або 2 %) та тіаклоприд (7 інсектицидів, або 2 %). На основі інших діючих речовин заявлено лише 28 інсектицидів, або 9 % (рис. 2).

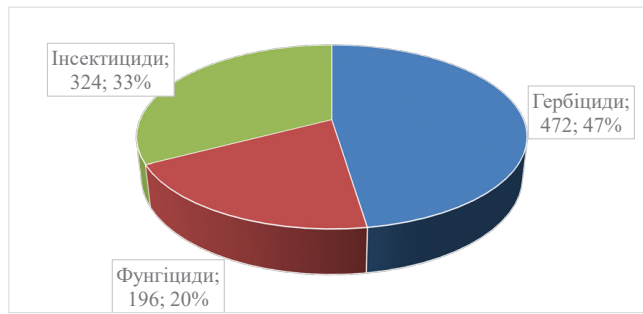


Рис. 1. Структура пестицидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за об'єктом застосування

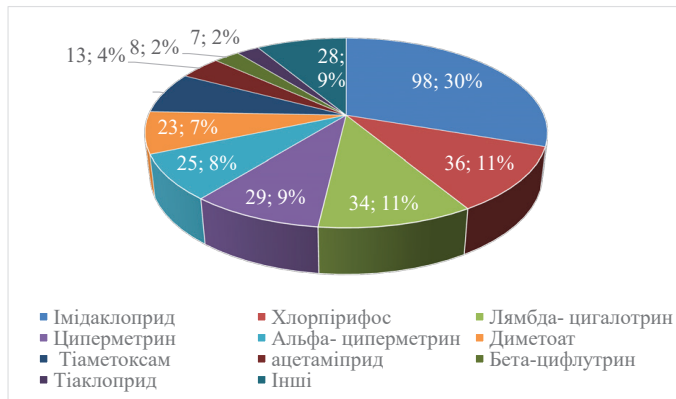


Рис. 2. Структура інсекто-акарицидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за діючими речовинами

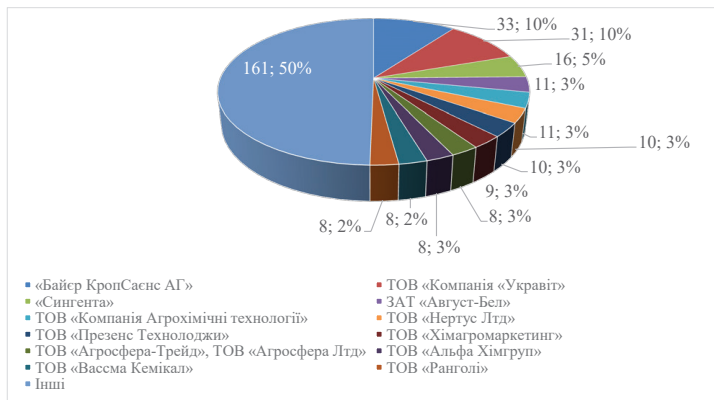


Рис. 3. Структура інсекто-акарицидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за заявниками

Серед заявників інсекто-акарицидних препаратів можна виділити ТОП-12 фірм які заявляють препарати для боротьби з шкідниками пшениці та інших зернових колосових культур: «Байер КропСаєнс АГ» (33 інсектицида, або 10 %), ТОВ «Компанія «Укравіт» (31 інсектицид, або 10 %), «Сингента» (16 інсектицидів, або 5 %), ТОВ «Компанія Агрохімічні технології» (11 інсектицидів, або 3 %), ЗАТ «Август-Бел» (11 інсектицидів, або 3 %), ТОВ «Презенс Технолоджи» (10 інсектицидів, або 3 %), ТОВ «Нертус Лтд» (10 інсектицидів, або 3 %), ТОВ «Хімагромаркетинг» (9 інсектицидів, або 3 %), ТОВ «Альфа Хімгруп» (8 інсектицидів, або 3 %), ТОВ «Агросфера-Трейд» (8 інсектицидів, або 3 %), ТОВ «Ранголі» (8 інсектицидів, або 2 %), ТОВ «Васма Кемікал» (8 інсектицидів, або 2 %). Інші компанії заявляють 161 інсектицидів, або 50 % від усіх (рис. 3).

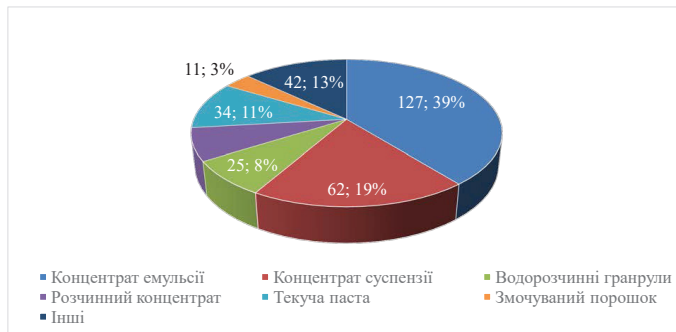


Рис. 4. Структура інсекто-акарицидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за препаративними формами

Серед препаративних форм інсекто-акарицидів можна виділити ТОП-6 у формі яких заявляють препарати для боротьби з шкідниками пшениці та інших зернових колосових культур: концентрат емульсії (127 інсектицидів, або 39 %), концентрат суспензії (62 інсектицидів, або 19 %), текуча паста (34 інсектицидів, або 11 %), водорозчинні гранули (25 інсектицидів, або 8 %), розчинний концентрат (23 інсектицидів, або 7 %), змочуваний порошок (11 інсектицидів, або 3 %). Інші препаративні форми становляють 42 інсектицида, або майже 13 % від усіх (рис. 4).

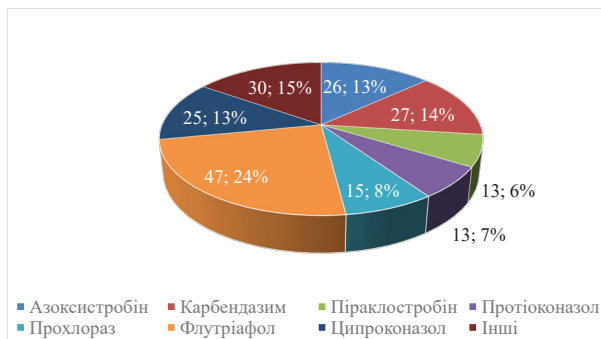


Рис. 5. Структура фунгіцидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за діючими речовинами

Виконавши аналіз ринка фунгіцидів можна виділити ТОП-7 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб пшениці та інших зернових колосових культур: флутріяфол (47 фунгіцидів, або 24 %), карбендазим (27 фунгіцидів, або 14 %), азоксистробін (26 фунгіцидів, або 13 %), ципроконазол (25 фунгіцидів, або 13 %), прохлораз (15 фунгіцидів, або 8 %), піраклостробін (13 фунгіцидів, або 7 %), протіоконазол (13 фунгіцидів, або 7 %). Препарати на основі інших діючих речовин займають 30 фунгіцидів, або 15 % (рис. 5).

Серед заявників фунгіцидів можна виділити ТОП-9 фірм які заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб пшениці та інших зернових колосових культур: «Байер КропСаєнс АГ» (18 фунгіцидів, або 9 %), БАСФ (16 фунгіцидів, або 8 %), «Сингента» (19 фунгіцидів, або 10 %), ТОВ «АДАМА Україна» (9 фунгіцидів, або 5 %), «Кемінова А/С» (9 фунгіцидів, або 5 %), «Дюпон Інтернешнл Оперейшнз Сарл.» (8 фунгіцидів, або 4 %), АТ «Август-Бел» (7 фунгіцидів, або 4 %), ТОВ «Агросфера-Трейд» (6 фунгіцидів, або 3 %), ТОВ «Компанія "Укравіт"» (6 фунгіцидів, або 3 %). Інші виробники заявляють 99 фунгіцидів, або 50 % від усіх (рис. 6).

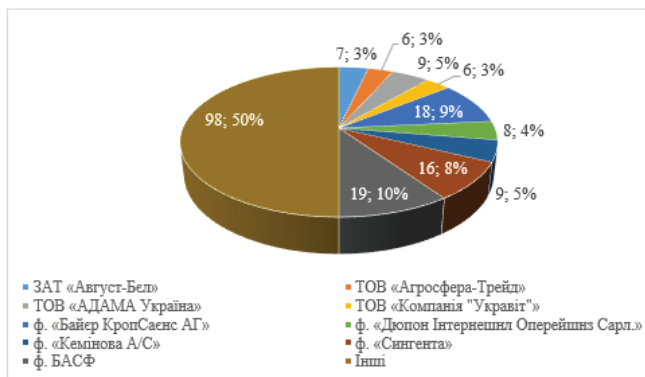


Рис. 6. Структура фунгіцидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за заявниками

Серед препаративних форм фунгіцидів можна виділити ТОП-2 у формі яких заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб пшениці та інших зернових колосових культур: концентрат суспензії (111 фунгіцидів, або 57 %) та концентрат емульсії (35 фунгіцидів, або 18 %). Інші препаративні форми становлять 50 фунгіцидів, або 25 % від усіх (рис. 7).

Аналізуючи ринок гербіцидів можна виділити ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби з бур'янами в посівах пшениці та інших зернових колосових культур: гліфосат та його солі (96 гербіцидів, або 20 %), дикамба та її солі (59 гербіцидів, або 12 %), трибенурон-метил (56 гербіцидів, або 12 %), дикват (35 гербіцидів, або 7 %), тифенсульфурон-метил (31 гербіцид, або 7 %), клопіралід (31 гербіцид, або 7 %), 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д (28 гербіцидів, або 6 %), 2,4-дихлор-феноксиоцтова кислота та її солі (21 гербіцид, або 4 %), флорасулам (19 гербіцидів, або 4 %), бентазон (17 гербіцидів, або 4 %). Препарати на основі інших діючих речовин займають 79 гербіцидів, або 17 % (рис. 8).

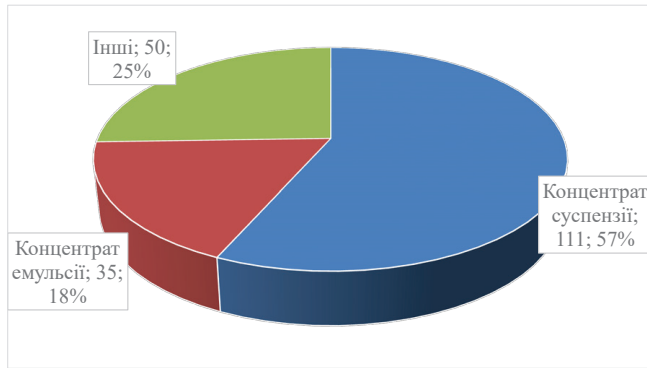


Рис. 7. Структура фунгіцидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за препаративними формами

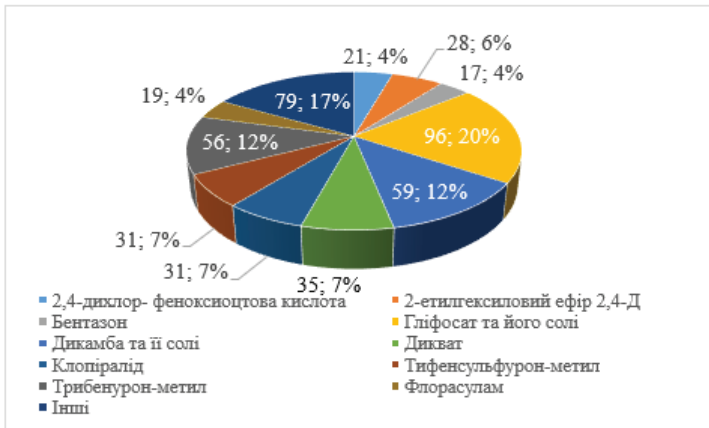


Рис. 8. Структура гербіцидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за діючими речовинами

Серед заявників гербіцидів можна виділити ТОП-11 фірм які заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посвах пшениці та інших зернових колосових культур: ЗАТ «Август-Бел» (26 гербіцидів, або 3%), ТОВ «Агросфера-Трейд» (26 гербіцидів, або 3%), ТОВ «Компанія «Укравіт» (26 гербіцидів, або 3%), ТОВ «Хімагромаркетинг» (26 гербіцидів, або 3%), ТОВ «Нертус Лтд.» (26 гербіцидів, або 3%), «Байер КропСаенс АГ» (26 гербіцидів, або 3%), «Дюпон Інтернешнл Оперейшнз Сарл.» (26 гербіцидів, або 4%), «Доу АгроСайенсіс ВмБХ» (26 гербіцидів, або 3%), «Сингента» (26 гербіцидів, або 3%), «Нуфарм ГмБХ енд Ко КГ» (26 гербіцидів, або 3%), БАСФ (26 гербіцидів, або 3%). Інші виробники заявляють 282 гербіцида, або 59% від усіх заявлених препаратів (рис. 9).

Серед препаративних форм гербіцидів можна виділити ТОП-2 у формі яких заявляють препарати для боротьби з бур'янами в посівах пшениці та інших зернових колосових культур: розчинний концентрат (181 препаратів, або 38%), водорозчинні гранули (104 препарат, або 22%). Інші препаративні форми становлять 187 препаратів, або 40% від усіх (рис. 10).



Рис. 9. Структура гербіцидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за заявниками

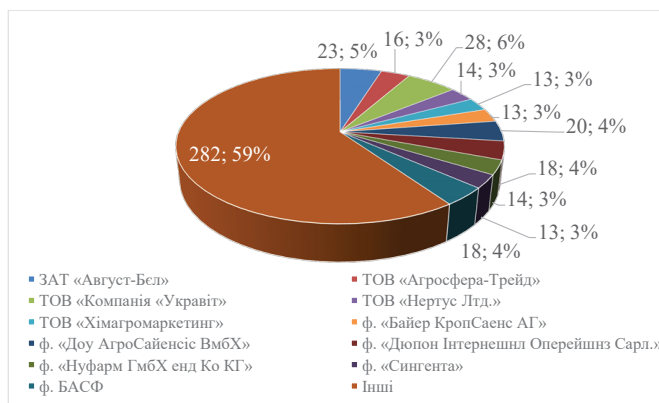


Рис. 10. Структура гербіцидів на пшениці та інших зернових колосових культурах за препаративними формами

Висновки

1. На ринку пестицидів України представлено 1000 гербіцидних препаратів дозволених до використання на пшениці та інших зернових колосових культурах проти шкідливих організмів. Із них до інсекто-акарицидів належить 324 найменування (33 %), до фунгіцидів – 198 найменувань (20 %), до гербіцидів 472 наменування (47 %).

2. ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють інсектицидні препарати для боротьби зі шкідниками пшениці та інших зернових колосових культур: хлорпірифос, імідаклопрід, лямбда-цигалотрин, альфа-циперметрин, циперметрин, диметоат, ацетаміпрід, тіаметоксам, бета-цифлутрин, тіаклопрід.

3. ТОП-7 діючих речовин на основі яких заявляють фунгіцидні препарати для боротьби зі збудниками хвороб пшениці та інших зернових колосових культур: карбендазим, азоксистробін, піраклостробін, прохлораз, протіконазол, флутріяфол, ципроконазол.

4. ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють гербіцидні препарати для боротьби з бур'янами в посівах пшениці та інших зернових колосових культур: 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д, 2,4-дихлор-феноксоцтова кислота та її солі,

гліфосат бентазон та його солі, дикват, клопіралід, дикамба та її солі, трибенурон-метил, флорасулам, тифенсульфурон-метил.

5. ТОП-12 фірм які заявляють інсектицидні препарати для боротьби зі шкідниками пшениці та інших зернових колосових культур: «Байер КропСаенс АГ», «Сингента», ТОВ «Компанія «Укравіт», ТОВ «Компанія Агрохімічні технології», ЗАТ «Август-Бел», ТОВ «Нертус Лтд», ТОВ «Хімагромаркетинг», ТОВ «Презенс Технолоджи», ТОВ «Агросфера-Трейд», ТОВ «Васма Кемікал», ТОВ «Альфа Хімгруп», ТОВ «Ранголі».

6. ТОП-9 фірм які заявляють фунгіцидні препарати для боротьби зі збудниками хвороб пшениці та інших зернових колосових культур: ТОВ «Агросфера-Трейд», АТ «Август-Бел», ТОВ «АДАМА Україна», «Байер КропСаенс АГ», ТОВ «Компанія "Укравіт"», «Дюпон Інтернешнл Оперейшнз Сарл.», «Сингента», «Кемінова А/С», БАСФ.

7. ТОП-11 фірм які заявляють гербіцидні препарати для боротьби з бур'янами в посівах пшениці та інших зернових колосових культур: ТОВ «Агросфера-Трейд», ЗАТ «Август-Бел», ТОВ «Компанія «Укравіт», ТОВ «Хімагромаркетинг», ТОВ «Нертус Лтд.», «Байер КропСаенс АГ», «Дюпон Інтернешнл Оперейшнз Сарл.», «Доу АгроСайенсіс ВмбХ», «Нуфарм ГмбХ енд Ко КГ», «Сингента», БАСФ.

8. ТОП-6 препаративних форм заявлених інсектицидних препаратів для боротьби зі шкідниками пшениці та інших зернових колосових культур: концентрат суспензії, концентрат емульсії, текуча паста, розчинний концентрат, водорозчинні гранули, змочуваний порошок.

9. ТОП-2 препаративних форм заявлених фунгіцидних препаратів для боротьби зі збудниками хвороб пшениці та інших зернових колосових культур: концентрат суспензії та концентрат емульсії.

10. ТОП-2 препаративних форм заявлених гербіцидних препаратів для боротьби з бур'янами в посівах пшениці та інших зернових колосових культур: водорозчинні гранули та розчинний концентрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аграрні рішення. BASF. URL: <https://www.agro.basf.ua/uk/Products/Productsearch/> (дата звернення 06.05.2024).
2. АгроекспертТрейд. Система захисту пшениці, ячменю та інших зернових колосових культур від шкідників, хвороб, бур'янів. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/sistema-zashchity-pshenicy-yachmenya-zernovyh-kolosovyh-kultur-ot-vrediteley-bolezney> (дата звернення 18.04.2024).
3. Біологічні препарати для захисту рослин і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 212 с.
4. Гербіциди і десиканти та технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкеви та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 188 с.
5. Дем'янюк Микола. Інсектицидний захист зернових колосових культур у весняно-літній період. URL: <https://www.syngenta.ua/en/news/zernovi/insekticidniy-zahist-zernovyh-kolosovyh-kultur-u-vesnyano-litniy-period> (дата звернення 03.05.2024).
6. Дем'янюк Микола. Сучасний захист зернових колосових культур від шкідників. URL: <https://www.agronom.com.ua/zahyst-zernovyh-kolosovyh-kultur-vid-shkidnykiv/> (дата звернення 01.05.2024).
7. Жеребко В. Інтегрований захист зернових колосових культур від шкідливих організмів. URL: <https://propozitsiya.com.ua/integrovaniy-zahist-zernovyh-kolosovyh-kultur-vid-shkidlivih-organizmiv> (дата звернення 19.04.2024).
8. Засоби захисту зернових колосових. URL: <https://vitagro-partner.com.ua/katalog/sredstva-zashchity-rasteniy/zernovye-kolosovye> (дата звернення 28.04.2024).

9. Засоби захисту рослин від шкідливих організмів: навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Житомир: Видавництво Рута, 2023. 428 с.

10. Захист від сисних шкідників зернових колосових культур. URL: <https://www.lnz.com.ua/news/zahist-vid-sisnih-skidnikiv-zernovih-kolosovih-kultur> (дата звернення 06.05.2024)

11. Захист зернових колосових культур від хвороб та переростання посівів в осінній період. URL: <https://www.syngenta.ua/korysna-agronomichna-informaciya/povnyu-kompaniyi/zahyst-zernovyh-kolosovyh-kultur-vid-hvorob-ta> (дата звернення 05.05.2024).

12. Захистіть зернові культури від шкідників та хвороб. URL: <https://dp.dpss.gov.ua/news/zahistit-zernovi-kulturi-vid-shkidnikiv-ta-hvorob> (дата звернення 20.04.2024).

13. Інсекто-акарициди та технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Житомир: ПП Рута, 2022. 208 с.

14. Інтегрована система заходів захисту зернових культур. URL: <https://himagro.com.ua/integrovana-sistema-zahodiv-zaxistu-zernovix-kultur> (дата звернення 28.04.2024).

15. Інтегрований захист зернових колосових культур. URL: <http://olgopol.com.ua/posts/intehrovanyu-zakhyst-zernovykh-kolosovykh-kultur> (дата звернення 25.04.2024).

16. Інтегровані підходи щодо захисту зернових колосових культур. URL: <https://agrostore.biz.ua/integrovani-pidhodi-shhodo-zaxistu-zernovix/> (дата звернення 07.05.2024).

17. Комплексний захист зернових. URL: <https://www.agronom.com.ua/kompleksnyj-zahyst-zernovyh/> (дата звернення 28.04.2024).

18. Комплексні системи захисту сільськогосподарських культур від хвороб / В.П. Туренко, М.О. Білик, А.В. Кулешов та ін. Вид. 2-ге, допов. арків: Майдан, 2019. 330 с.

19. Косилович Г. О., Коханець О. М. Інтегрований захист рослин: навч. посіб. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2010. 165 с.

20. Максимович Володимир. Гербіциди для захисту зернових колосових культур. URL: <https://agroelita.info/herbitsydy-dlia-zakhystu-zernovykh-kolosovykh-kultur/>

21. Новітній асортимент засобів захисту рослин від шкідливих організмів: навч. посіб. / В.П. Туренко та ін. Харків: Майдан, 2021. 356 с.

22. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: <http://www.agroscience.com.ua/views/perel>

23. Пестициди та агрохімікати. *Аграрії разом*. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/redigo-m-120-fs/> (дата звернення 1.05.2024).

24. Протруйники насіння. *Crop Science*. URL: <https://www.cropscience.bayer.ua/Products/Seed-Treatment/Feuver.aspx/> (дата звернення 22.04.2024).

25. Система захисту рослин від бур'янів, шкідників та шкідливих рослин. *DOCPLAYER*. URL: <https://docplayer.net/41981269-3-5-sistema-zahistu-roslin-vid-bur-yaniv-shkidnikiv-hvorob.html> (дата звернення 03.04.2024).

26. Система захисту ярих зернових колосових культур з препаратами PRESENCE. URL: <https://agreview.com/content/systema-zahystu-yaryh-zernovyh-kolosovyh-kultur-z-preparatamy-z-presence/> (дата звернення 02.05.2024).

27. Станкевич С.В. Аналіз ринку пестицидів України. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. «Серія фітопатологія та ентомологія»*. 2019. №. 1–2. С. 155–191.

28. Станкевич С.В., Забродіна І.В. Аналіз ємності ринку і основних операторів засобів захисту рослин в Україні у 2017–2018 рр. Частина 1: імпорт. *Таврійський науковий вісник*. 2020. №114. С. 118–134. doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.14

29. Станкевич С.В., Матвієнко В.К., Забродіна І.В. Аналіз ємності ринку і основних операторів засобів захисту рослин в Україні у 2017–2018 рр. Частина 2: експорт. *Таврійський науковий вісник*. 2023. №133. С. 133–150 DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.19>

30. Станкевич С.В., Матвієнко В.К., Забродіна І.В. Виробництво засобів захисту рослин в Україні у 2017–2018 рр. *Таврійський науковий вісник*. 2023. №134. С. 135–157 DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.19>

31. Станкевич С.В. Ринок пестицидів України: монографія. Харків: Видавництво Іванченка І. С., 2020. 175 с.

32. Сучасні пестициди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / Туренко В.П., Білик М.О., Станкевич С.В., Забродіна І.В.. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 564 с.

33. Схема захисту зернових. URL: <https://www.bayton.com.ua/shemi-zahistukultur/shema-zahistu-zernovih/> (дата звернення 26.04.2024).

34. Фунгіциди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 216 с.

35. Фунгіциди. *Grovex*. URL: <https://szz.grovex.ua/ua/product/retengo-ke-1/> (дата звернення 12.04.2024).

УДК 631.422:631.582

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.31>

ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО РІПАКУ ЗА РІЗНИХ СХЕМ УДОБРЕННЯ

Стельмах О.М. – с.н.с.,

старший науковий співробітник відділу технологій у рослинництві,
Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інститут сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Мельничук Т.В. – к.с.-г.н.,

завідувач відділу технологій у рослинництві,
Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інститут сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Кифорук І.М. – с.н.с.,

старший науковий співробітник відділу технологій у рослинництві,
Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інститут сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Григорів Я.Я. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Туць Л.І. – м.н.с.,

молодший науковий співробітник відділу технологій у рослинництві,
Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інститут сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

У статті представлено ключові результати досліджень щодо вдосконалення існуючих систем удобрення озимого ріпаку для нового високопродуктивного сорту Черемош та гібриду Сенсей. Дослідження зосереджено на мінеральному живленні та використанні мікродобрив, що сприяють максимальному розкриттю сортових характеристик культури та задоволенню потреб сільськогосподарських виробників. Агротехнічні рекомендації були застосовані для зони дослідження. Оцінювалася врожайність, здійснювався структурний аналіз, а також визначалися показники якості та економічна ефективність вирощування культури.

Важливим аспектом у підвищенні врожайності та якості ріпаку озимого є сортова компонента, яка впливає на врожайність на 30–40% завдяки впровадженню нових гібридів. Крім того, значну роль у визначенні врожайності культури відіграє удобрення. Дослідженнями, які проводили у 2021–2023 рр. встановлено тенденції збільшення показників структурного аналізу рослин (кількість стручків на рослині, кількість насінин у стручку та маси 1000 насінин) від варіантів удобрення, зокрема кількість стручків на рослині збільшувалась на 30,0–74,0%, насінин у стручку від 2,8 до 10,4%, маса 100 насінин від 1,2 до 6,0%. Найвищу врожайність насіння ріпаку озимого отримано за вирощування у 5 варіанті удобрення ($N_{45}P_{90}K_{45}+P_{28}Ca_{30}S_{48}+N_{200}$) гібрида Сенсей вона становила 4,32 т/га, сорту Черемош – 4,14 т/га, рівень рентабельності гібрида – 79,0%, сорту – 77,7%. Встановлено зниження вмісту олії в насінні ріпаку за збільшення рівня інтенсивності застосування удобрення: сорту від 2,40 до 11,77%, гібрида від 3,79 до 11,65% та збільшення вмісту глюкозинолатів: сорту від 2,79 до 11,16%, гібрида від 2,55 до 12,24%.

Рівень інтенсивності технології вирощування впливає на формування біологічного потенціалу продуктивності на рівні 2,7–6,12 т/га, якість насіння та економічну ефективність сорту і гібрида ріпаку озимого.

Ключові слова: ріпак озимий, сорт, гібрид, урожайність, мінеральне живлення, продуктивні показники, економічна ефективність.

Stelmakh O.M., Melnychuk T.V., Kyforuk I.M., Hryhoriv Ya.Ya., Tuts L.I. Cultivation of winter rapeseed under different fertilization systems

The article presents key research results on improving the existing fertilization systems for the new high-yielding variety Cheremosh and the hybrid Sensei of winter rapeseed. The research focused on mineral nutrition and the use of micronutrients that promote the maximum expression of the crop's varietal characteristics and meet the needs of agricultural producers. Agronomic recommendations were applied to the study area. Yield was assessed, structural analysis was conducted, and quality indicators and economic efficiency of crop cultivation were determined.

An important aspect in improving the yield and quality of winter rapeseed is the varietal component, which influences yield by 30–40% through the introduction of new hybrids. Additionally, fertilization plays a significant role in determining the crop's yield. Research conducted from 2021 to 2023 has shown trends in increasing structural analysis indicators of plants (number of pods per plant, number of seeds per pod, and weight of 1000 seeds) depending on the fertilization options. Specifically, the number of pods per plant increased by 30,0–74,0%, seeds per pod by 2,8 to 10,4%, and the weight of 1000 seeds by 1,2 to 6,0%. The highest seed yield of winter rapeseed was achieved with the 5th fertilization option ($N_{45} P_{90} K_{45} + P_{28} Ca_{30} S_{48} + N_{200}$) for the Sensei hybrid, reaching 4,32 t/ha, and for the Cheremosh variety, 4,14 t/ha. The profitability level for the hybrid was 79,0% and for the variety, 77,7%. It was found that the oil content in rapeseed decreased with increasing fertilization intensity: from 2,40 to 11,77% for the variety and from 3,79 to 11,65% for the hybrid, along with an increase in glucosinolate content: from 2,79 to 11,16% for the variety and from 2,55 to 12,24% for the hybrid.

The level of cultivation technology intensity affects the formation of biological yield potential at the level of 2.7–6.12 t/ha, seed quality, and the economic efficiency of winter rapeseed varieties and hybrids.

Key words: winter rapeseed, variety, hybrid, yield, mineral nutrition, productivity indicators, economic efficiency.

Постанова проблеми. В сучасних умовах організації аграрного виробництва в Україні актуальними питаннями є нарощування виробництва олійних культур для власних і ринкових потреб у світі. За останні роки спостерігається постійне збільшення обсягів виробництва, розвиток переробних потужностей і активну модернізацію технологічних процесів. Ринок олійних культур нині є одним із найбільш перспективних для України і глобально в цілому. Це зумовлено тим, що вирощування олійних культур є вигідною галуззю сільського господарства в Україні, оскільки попит на цю продукцію стабільно росте.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні об'єм вирощування олійних культур перевищує 16 мільйонів тонн на площі восьми мільйонів гектарів. Кожного року близько 15 мільйонів тонн олійних культур переробляються для виробництва олії, та ще 4 мільйони тонн експортуються на міжнародні ринки [1–3].

Ріпак впевнено тримає лідерські позиції серед вирощування олійних культур, він другий після соняшника. Посівні площі сягають понад 1 млн. гектарів. І попри те, незважаючи, що ріпак є досить вимогливою до технологічного процесу, ресурсно-затратного механізму для вирощування культурою.

Головна причина популярності вирощування ріпаку – це можливість продати його на світових ринках. Наша держава з року в рік тримається в п'ятірці світових лідерів з експорту ріпаку. Понад 90% вітчизняної ріпакової сировини експортуються в країни Євросоюзу, Азії, яку переважно використовують для виробництва

біодизелю та ріпакового шроту на корм худобі. Але звісно це цінна олійна рослина, яка за складом схожа до оливкової і є більш поживною, ніж соняшникова олія. Насіння ріпаку містить 38–50% олії, 16–29% білка, 6–7% клітковини, 24–26% безазотистих екстрактивних речовин [4].

Збільшення виробництва конкурентоспроможної продукції потребує істотного підвищення культури землеробства, а також удосконалення контролю забур'яненості, адже сегетальна рослинність є одним із факторів, що знижують ефективність усіх заходів (удобрення, сорти тощо) технології вирощування культури [5].

В технологіях вирощування сільськогосподарських культур вплив добрив на продуктивність рослин досягає 50–60% і більше. Ріпак озимий в свою чергу потребує більшої кількості добрив ніж зернові культури. Високі врожаї ріпаку вирощують на родючих ґрунтах за оптимальних норм та строків внесення мінеральних добрив [6, 7].

Використання мінеральних добрив під час основного внесення сприяє кращому розвитку рослин восени та покращує їх перезимівлю і розвиток кореневої системи [8, 9].

Від забезпеченості ріпаку поживними речовинами залежить зимостійкість рослин, їх стійкість проти хвороб та шкідників, а у підсумку – урожайність насіння [10].

Ріпак озимий позитивно реагує на внесення мінеральних добрив високою прибавкою урожаю. Проте занадто високі норми добрив не дають часто очікуваного економічного результату за істотного зростання цін на мінеральні добрива та окупності затрат приростом продуктивності [11, 12].

Перехід від екстенсивних методів до адаптивно-інтенсивних з вдалим поєднанням елементів інтенсифікації, ресурсозбереження та біологізації рослинництва в залежності від умов клімату, рельєфу, ґрунту – найпрогресивніший напрям у сучасному рослинництві [6]. Тому розробка найбільш ефективних прийомів вирощування ріпаку для реалізації біологічного потенціалу сортів, а також пошуки шляхів зниження енерговитрат в умовах екологічної та економічної кризи в Україні є актуальними питаннями.

Мета досліджень – встановити вплив варіантів удобрення на продуктивність насіння ріпаку озимого рослин та урожайність культури.

Постановка завдання. Дослідження проводили на дослідному полі в продовж 2021–2023 рр. у технологічній сівозміні Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. На дернових глибоких опідзолених глеюватих важкосуглинкових ґрунтах. Агрохімічна характеристика: рН – сольове – 5,7, сума ввібраних основ (Ca + Mg) – 16,2 ммоль/г (за Карпшеном), вміст гумусу (за Тюріним) – 2,29%, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 68, рухомого фосфору (за Кірсановим) – 53, рухомого калію (за Кірсановим) – 88 мг/кг ґрунту; рухомих форм мікроелементів; бору (за Бергером і Труогом) – 1,1, молібдену (за Грігом) – 0,2, марганцю (за Пейве і Рінкисом) – 2, мг/кг ґрунту. В дослідженнях використовувався сорт Черемош селекції Прикарпатської ДСГДС ІСГ КР і гібрид Сенсей фірми «Монсанто».

Схема досліду: Варіанти удобрення на програмований рівень урожаю ріпаку озимого;

1 – контроль без добрив (0,5–1,0 т/га);

2 – $N_{70}P_{50}K_{100}+N_{50}$ (2,0–2,5 т/га);

3 – $N_{90}P_{70}K_{130}+N_{100}$ (3,0–3,5 т/га);

4 – $N_{110}P_{90}K_{150} + N_{150}$ (4,0–4,5 т/га);

5 – $N_{130}P_{120}K_{160} + N_{200}$ (4,5–5,0 т/га).

Попередник під ріпак озимий – ярий ячмінь спосіб сівби – суцільний, міжряддя – 12,5 см. У дослідях використовувалися добрива: Суперфосфат (P_2O_5 – 19, Са – 20, S – 32); Комплексне добриво: Яра Міла (N – 12, P_2O_5 – 24, K_2O – 12, Mg – 2, SO_3 – 5,0, S – 2,0, Fe – 0,2, Zn – 0,007); Аміачна селітра (N – 34), Яра Бела Сульфат N – 24, SO_3 – 15, S – 9.

Проводилося позакоренеve підживлення Бортрак (2,1 л/га) + Брасітрел (2,5 л/га) – осінь (фаза 4–6 л) ВВСН – 10–14 на всі варіанти та повторно весною (фаза стеблуння – початок цвітіння) ВВСН 55–65.

У дослідженнях застосувалися пестициди: Бутізан Авант 50%, к. е. (2,0 л/га) – всі варіанти; Коннект 112,5 к.с. (0,5 л/га) – 2-х разове внесення на всі варіанти осінь + 2 рази весною (фаза – стеблуння, цвітіння); Карамба Турбо, в.р. (0,8 л/га) – осінь ВВСН – 16–19; Альтерно к. е. (0,7 л/га) – весна (фаза – цвітіння) ВВСН 55–65. Повторення дослідів – 4 разове, площа посівної ділянки – 90 м², облікова – 55 м², розміщення ділянок – систематичне.

Структура рослин сортів ріпаку озимого визначалась відповідно до «Методичних вказівок по проведенню польових дослідів з польовими культурами» 2000 р. Врожай насіння обліковувався за методом суцільного обмолоту з кожної ділянки і його зважуванням з перерахунком на стандартну вологість і 100% густоту.

Статистична обробка дослідних даних проводилась методом дисперсійного аналізу з використанням пакетів прикладних програм математичної обробки Excel, Statistica 10.0. Економічна ефективність технологій вирощування розраховувалась за технологічними картами вирощування культури та «Методичними вказівками по визначенню економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями (1999).

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами досліджень представлено вплив досліджуваних факторів на особливості формування структурних елементів продуктивності агроценозу впродовж періоду вегетації ріпаку озимого.

Проведеним аналізом біометричних і структурних показників на період припинення осінньої вегетації встановлено загальну тенденцію збільшення висоти і ваги рослин, діаметра кореневої шийки і кількості листків на рослині від варіантів удобрення у технології вирощування ріпаку озимого (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричні і структурні показники рослин ріпаку озимого на час припинення осінньої вегетації (середнє за 2021–2023 рр.)

Біометричні показники	Варіанти удобрення					
	Контроль (без добрив)	$N_{12}P_{24}K_{12}$ $P_{15}Ca_{16}S_{25}$ + N_{50}	$N_{24}P_{48}K_{24}$ $P_{19}Ca_{20}S_{32}$ + N_{100}	$N_{30}P_{60}K_{30}$ $P_{22}Ca_{24}S_{38}$ + N_{150}	$N_{45}P_{90}K_{45}$ $P_{28}Ca_{30}S_{48}$ + N_{200}	+ до контролю, %
Сорт Черемош						
Висота рослин, см	14,8	20,4	23,1	23,8	25,7	28-64
Вага рослин, г	25,2	27,9	32,6	36,8	41,8	10-66
К-сть листків, шт.	5,5	5,9	6,2	6,4	7,0	13,3-2,1
Діаметр кореневої шийки, мм	5,8	6,3	7,2	7,9	8,7	7,7-5,0

Продовження таблиці 1

Гібрид Сенсей						
Висота рослин, см	13,8	18,6	19,6	20,8	23,2	34-68
Вага рослин, г	27,0	33,0	38,6	40,0	55,1	21,8-104
К-сть листків, шт.	5,9	6,0	6,3	6,6	7,5	3,0-27,7
Діаметр кореневої шийки, мм	6,1	6,6	7,7	8,3	9,2	8,3-50,5

Найвищі показники були у варіанті удобрення $N_{45}P_{90}K_{45} + P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$. За вирощування гібриду у цьому варіанті вага рослин становила 55,1 г, діаметр кореневої шийки 9,2 мм, кількість листків на рослині 7,5 штук. За вирощування сорту Черемош у цьому варіанті вага рослин становила 41,8 г, діаметр кореневої шийки 8,7 мм, кількість листків на рослині 7,0 штук.

Головними структурними складовими урожаю насіння ріпаку озимого є загальна кількість стручків на одній рослині, середня кількість насінин в стручку та маса 1000 насінин. Максимальний урожай насіння може утворитись за умов оптимального співвідношення цих елементів, а за недостатнього розвитку одного або декількох структурних показників врожай може бути компенсований за рахунок інших структурних складових (табл. 2).

Доведено, що варіанти удобрення у технології вирощування мали прямий вплив на показники структурних елементів рослин, а відповідно на формування продуктивності ріпаку озимого (кількість стручків на рослині, кількість насінин в стручку, масу 1000 насінин).

Таблиця 2

Вплив удобрення на формування біологічного потенціалу продуктивності ріпаку озимого (середнє за 2021–2023 рр.)

Показники	Сорт / гібрид	Варіанти удобрення				
		Контроль (без добрив)	$N_{12}P_{24}K_{12}P_{15}Ca_{16}S_{25} + N_{50}$	$N_{24}P_{48}K_{24}P_{19}Ca_{20}S_{32} + N_{100}$	$N_{30}P_{60}K_{30}P_{22}Ca_{24}S_{38} + N_{150}$	$N_{45}P_{90}K_{45}P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$
Кількість стручків на 1 рослині, шт.	Черемош	63,8	83,1	91,5	107,0	112,4
	Сенсей	72,8	95,4	108,9	116,8	127,0
Кількість насінин в стручку, шт.	Черемош	19,9	20,5	21,2	21,8	22,4
	Сенсей	21,1	21,7	22,3	22,7	23,2
Маса 1000 насінин, г	Черемош	3,94	4,00	4,06	4,10	4,17
	Сенсей	4,02	4,07	4,13	4,20	4,26
Біологічний потенціал продуктивності, т/га	Черемош	2,73	3,82	4,55	5,45	5,95
	Сенсей	2,90	4,10	4,85	5,70	6,12

В середньому за роки досліджень у варіанті удобрення $N_{45}P_{90}K_{45} + P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$ була найбільша і складала:

- кількість стручків на рослині: гібрида – 127,0 шт. сорта – 112,4 шт., що відповідно на 54,2 і 48,6 шт. більше контролю;

- кількість насінин у стручку: гібрида – 23,2 шт. сорта – 22,4 шт., що відповідно на 2,1 і 2,5 шт. більше контролю;
- маси 1000 насінин: гібрида – 4,26 гр., сорта – 4,16 гр., що відповідно на 0,24 і 0,23 гр. більше контролю;

Аналіз результатів досліджень показав, що урожайність насіння значною мірою залежить від досліджуваних чинників. Найвища врожайність спостерігалась за вирощування ріпаку озимого у варіанті удобрення $N_{45}P_{90}K_{45} + P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$ та становила гібрида Сенсей 4,32 т/га, сорту Черемош 4,14 т/га (табл. 3).

Результатами дослідження встановлено тенденцію істотного приросту урожайності за застосування рівня удобрення до контролю сорту Черемош з 40,1 до 127,4%, гібриду Сенсей з 40,3 до 121,5%.

Таблиця 3

**Урожайність ріпаку озимого за різних варіантів удобрення
(середнє за 2021–2023 рр.)**

Сорт/ Гібрид	Варіант удобрення	Урожайність насіння, т/га	Приріст урожайності до контролю	
			т/га	%
Черемош	Контроль(без добрив)	1,82	-	-
	$N_{12}P_{24}K_{12}P_{15}Ca_{16}S_{25} + N_{50}$	2,55	0,73	40,1
	$N_{24}P_{48}K_{24}P_{19}Ca_{20}S_{32} + N_{100}$	3,03	1,21	66,5
	$N_{30}P_{60}K_{30}P_{22}Ca_{24}S_{38} + N_{150}$	3,63	1,81	99,5
	$N_{45}P_{90}K_{45}P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$	4,14	2,32	127,4
Сенсей	Контроль(без добрив)	1,95	-	-
	$N_{12}P_{24}K_{12}P_{15}Ca_{16}S_{25} + N_{50}$	2,74	0,79	40,5
	$N_{24}P_{48}K_{24}P_{19}Ca_{20}S_{32} + N_{100}$	3,25	1,30	66,7
	$N_{30}P_{60}K_{30}P_{22}Ca_{24}S_{38} + N_{150}$	3,78	1,83	93,9
	$N_{45}P_{90}K_{45}P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$	4,32	2,37	121,5
НІР ₀₅				
Фактор А		0,0494		
Фактор В		0,0758		
Взаємодія АВ		0,0587		

Важливою умовою застосування мінеральних добрив за сучасних умов у виробництві є економічна ефективність вирощування культури. За основу її визначення взято приріст урожаю, отриманого завдяки внесенню добрив. А також нормативи окупності мінеральних добрив додатковою продукцією (табл. 4).

Аналізом економічної ефективності вирощування ріпаку озимого за різних рівнів удобрення у технології вирощування встановлено, що найвищі економічні показники забезпечило удобрення $N_{45}P_{90}K_{45} + P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$. Умовно чистий прибуток вирощування гібрида Сенсей у цьому варіанті становив 25,07 тис. грн., рівень рентабельності 79%, а сорту Черемош відповідно 23,75 тис. грн., і 77,7%.

Собівартість 1 т продукції у досліджуваних варіантах в середньому за 2021–2023 рр. відповідно 5,8–7,69 тис. грн. та 6,10–7,68 тис. грн.

Витрати на вирощування ріпаку озимого за різних рівнів інтенсивності удобрення становили 10,51–33,12 тис. грн.

Таблиця 4

**Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого за різних варіантів
удобрення (середнє за 2021–2023 рр.)**

Показники	Варіанти удобрення				
	Контроль (без добрив)	$N_{12} P_{15} K_{12} + N_{50}$	$N_{24} P_{19} K_{24} + N_{100}$	$N_{30} P_{22} K_{30} + N_{150}$	$N_{45} P_{28} K_{45} + N_{200}$
Сорт Черемош					
Урожайність, т/га	1,82	2,55	3,03	3,62	4,14
Витрати на вирощування, тис. грн.	10,51	20,29	22,60	26,92	31,79
Собівартість, 1т/тис. грн.	5,80	6,67	7,48	7,44	7,69
Виручка від реалізації, тис. грн.	22,95	33,03	39,67	48,17	55,55
Умовно чистий дохід, тис. грн.	12,43	12,77	17,07	21,25	23,75
Рентабельність, %	120,0	97,0	77,3	81,7	77,7
Гібрид Сенсей					
Урожайність, т/га	1,95	2,74	3,25	3,78	4,32
Витрати на вирощування, тис. грн.	11,83	18,32	23,95	28,25	33,12
Собівартість, 1т/тис. грн.	6,10	6,70	7,39	7,49	7,68
Виручка від реалізації, тис. грн.	25,01	35,67	42,72	50,31	58,19
Умовно чистий дохід, тис. грн.	13,17	17,38	18,77	22,06	25,07
Рентабельність, %	113,0	97,0	81,0	81,0	79,0

Пріоритетним показником економічної ефективності вирощування ріпаку озимого є отримання умовно чистого прибутку, який за застосування підвищених доз удобрення зростав у 2 рази до контролю.

Показники рівня рентабельності зменшувались за застосування більших доз добрив, питома вага яких у структурі витрат технології вирощування за значного зростання вартості становила 40–70%.

Висновки і пропозиції. Рівень інтенсивності мінерального живлення у технології вирощування впливає на формування біологічного потенціалу продуктивності на рівні 2,7–6,12 т/га та економічну ефективність сорту і гібрида ріпаку озимого.

Досліджено вплив варіантів удобрення на показники елементів структурного аналізу рослин, зокрема кількість стручків на рослині збільшувалась на 30,0–74,0%, насінин у стручку від 2,8 до 10,4%, маса 1000 насінин від 1,2 до 6,0%.

Найвищу врожайність насіння ріпаку озимого отримано за вирощування у 5 варіанті удобрення ($N_{45} P_{90} K_{45} + P_{28} Ca_{30} S_{48} + N_{200}$), та становила гібрида Сенсей 4,32 т/га, сорту Черемош 4,14 т/га.

Собівартість 1т продукції у досліджуваних варіантах становила від 5,8 до 7,7 тис. грн., умовно чистий прибуток від 12,4 до 25,0 тис. грн., рівень рентабельності – від 77,7 до 120%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Juodka R., Nainienė R., Juškienė V., Juška R., Leikus R., Kadžienė G., Stankevičienė D. Camelina (*Camelinasativa* (L.) Crantz) as feedstuffs in meat type poultry diet: A source of protein and n -3 fatty acids. *Animals*, 12(3), 2022, 295. <https://doi.org/10.3390/ani12030295>.
2. Riaz R., Ahmed I., Sizmaz O., Ahsan U. Use of Camelina sativa and by – products in diets for dairy cows: A review. *Animals*, 12 (9), 2022, 1082. <https://doi.org/10.3390/ani12091082>.
3. Hryhoriv Y., Lyshenko M., Butenko A., Nechyporenko V., Makarova V., Mikulina M., Bahorka M., Tymchuk D. S., Samoshkina I., Torianyuk I. Competitiveness and Advantages of Camelina sativa on the Market of Oil Crops. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 24(4), 2023, pp. 97–103.
4. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Ріпак. – 2-ге вид. доп. Львів: НВФ. «Українські технології», 2010. 124 с.
5. Цвей Ч. П., Тищенко М. В., Філоненко С. В. Моніторинг забур'яненості посівів сільськогосподарських культур у ланці зернобурякової сівозміни у виробничих умовах *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. №1. С. 114–119.
6. Поляков О.І., Вахненко С.В., Нікітенко О.В. Особливості росту, розвитку й формування врожайності ріпаку озимого сорту Стілуца в залежності від системи удобрення. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, №23, 2016. С. 143–148.
7. Стельмах О.М., Григорів Я.Я., Кифорук І.М., Мельничук Т.В. Урожайність сільськогосподарських культур у сівозмінах короткої ротації за різних технологій вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Львів: Оброшино. 2020. Вип. 68 (1). С. 176–188 DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-13.
8. Цехменструк М. Г. Удобрення ріпаку – запорука доброго врожаю. *Agroekspert*. 2008. №3. С. 8–14.
9. Стельмах О.М., Кифорук І.М., Григорів Я.Я., Туць Л.І. Урожайність ріпаку озимого залежно від рівня удобрення та захисту від бур'янів. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 127, 2022, С. 159–165 DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.20>.
10. Санін В. А., Санін Ю. В. Основні технологічні елементи вирощування озимого ріпаку в осінній період: наукове видання. *Агроном*. №3, 2008, С. 24–25.
11. Дударчук І.С., Петренко Т.С., Мисковець К. В. Вплив рівня удобрення та строків сівби на накопичення основних елементів живлення в рослинах та урожайність сортів ріпаку озимого. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: рослинництво*. Вип. 21, 2014, С. 73–79.
12. Стельмах О.М., Кифорук І.М., Григорів Я.Я. Вплив варіантів удобрення на урожайність та якість насіння сортів ріпаку озимого. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Вип. 25, 2021, С. 125–131. <https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.125>.

УДК 633.174:631 (477.41/.42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.32>

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО В ПОЛІССІ УКРАЇНИ

Столяр С.Г. – к.с.-г.н., доцент,

в.о. завідувача кафедри технологій у рослинництві,

Поліський національний університет

Руденко Ю.Ф. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій у рослинництві,

Поліський національний університет

Постійне підвищення середньорічних температур повітря і зменшення кількості опадів у Поліссі України створюються сприятливі умови для вирощування сорго зернового. З огляду на переваги культури та потенційні виклики вирощування на Поліссі воно має значні перспективи завдяки його посухостійкості. За умови правильного підходу та адаптації агротехнічних прийомів, сорго може стати важливою частиною сільськогосподарського виробництва в регіоні. Метою досліджень було: встановлення оптимальних строків сівби сорго зернового, що забезпечать максимальні показники адаптації сучасних сортів і гібридів, а також щорічну стабільно високу врожайність зерна культури у Поліссі України. Польові дослідження з вивчення різних строків сівби сорго зернового проводилися упродовж 2019–2023 рр. в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету та ПП «Чайківка» Радомишльського району Житомирської області. Вивчався взаємний вплив сортових особливостей (фактор А) й строків сівби (фактор В) на урожайні властивості культури. Досліджували гібриди: 419x124, Зуні, Юкі. Найбільш оптимальним строком сівби за якого сорго зернове досягає найшвидше є середина першої декади травня і становить у гібридів 419x124, Зуні, Юкі 126, 112, 120 діб відповідно. Відзначимо, що ранні та пізні строки сівби, а також оптимальні для зони Полісся призводили до подовження вегетаційного періоду культури від 8 до 11 днів залежно від гібриду. Висота рослин у всіх досліджуваних гібридів зменшувалася від раннього до пізнього строку сівби і варіювала відповідно: 419x124 (124–115 см), Зуні (80–73 см), Юкі (90–80). Рослини ранніх строків сівби вирізнялися більшою куцистістю (2,3–2,8 шт./рослина) порівняно з пізнішими строками (1,2–2,1 шт./рослина). За комплексом показників адаптивної здатності та екологічної пластичності найбільш доцільними для ультраранніх гібридів 419x124 і Зуні та ранньостиглого гібрида Юкі виявлено ранній строк сівби – середина першої декади травня, за якого формується вища урожайність зерна у гібридів 419x124 – 7,49 т/га, Зуні – 6,82 т/га і Юкі – 6,36 т/га. Наші дослідження показали, що оптимальні строки сівби сорго у Поліссі можуть забезпечити збільшення урожайності зерна на 2–7 %.

Ключові слова: сорго зернове, строки сівби, ріст, розвиток рослин, урожай зерна.

Stoliar S.H., Rudenko Yu.F. Influence of sowing time on yield of grain sorghum in Polissia of Ukraine

The steady increase in average annual air temperatures and decrease in precipitation in Ukraine's Polissia region create favorable conditions for growing grain sorghum. Given the advantages of the crop and the potential challenges of growing it in Polissia, it has significant prospects due to its drought tolerance. With the right approach and adaptation of agronomic practices, sorghum can become an important part of agricultural production in the region. The aim of the research was to establish optimal sowing dates for grain sorghum that would ensure maximum adaptation of modern varieties and hybrids, as well as annual consistently high grain yields in Polissia of Ukraine. Field research on the study of different sowing dates of grain sorghum was conducted during 2019–2023 in the conditions of the educational and research field of Polissia National University and Чайківка PE in Radomyshl district, Zhytomyr region. The mutual influence of varietal characteristics (factor A) and sowing dates (factor B) on crop yield properties was studied. The hybrids studied were: 419x124, Zuni, Yuki. The most optimal sowing

time for grain sorghum to ripen the fastest is the middle of the first decade of May and is 126, 112, 120 days for hybrids 419x124, Zuni, Yuki, respectively. It should be noted that early and late sowing dates, as well as the optimal ones for the Polissia zone, led to an extension of the growing season from 8 to 11 days, depending on the hybrid. The height of plants in all the studied hybrids decreased from early to late sowing and varied accordingly: 419x124 (124–115 cm), Zuni (80–73 cm), Yuki (90–80). Plants of early sowing dates were characterized by greater bushiness (2.3–2.8 pieces/plant) compared to later dates (1.2–2.1 pieces/plant). According to the complex of indicators of adaptive capacity and environmental plasticity, the most appropriate for ultra-early hybrids 419x124 and Zuni and early ripe hybrid Yuki was found to be an early sowing date – the middle of the first decade of May, which formed the highest grain yield in hybrids 419x124 – 7.49 t/ha, Zuni – 6.82 t/ha and Yuki – 6.36 t/ha. Our research has shown that optimal sowing dates for sorghum in Polissya can increase grain yields by 2–7 %.

Key words: grain sorghum, sowing time, growth, plant development, grain yield.

Постановка проблеми. Останніми роками погодні умови в Україні характеризуються підвищеним температурним режимом і значним недобором опадів за вегетаційний період. Це передбачає необхідність вирощування нетрадиційних і малопоширених зернових культур, які вирізняються високою посухостійкістю та жаростійкістю і дають змогу отримувати високі та стабільні врожаї продовольчого зерна. Однією з таких культур є сорго зернове [1].

Культура здатна споживати вологу та елементи живлення з глибоких шарів ґрунту, недоступних для більшості культурних рослин. При дотриманні агротехніки вирощування навіть у несприятливі роки сорго забезпечує врожайність зерна понад 4,0 т/га [2].

Сорго може рости на різних типах ґрунтів, включаючи ті, які не придатні для більш вимогливих культур. Воно добре переносить кислі ґрунти, що є перевагою для Полісся. Сучасні сорти і гібриди демонструють високу врожайність завдяки селекційним досягненням, які адаптували їх до різних кліматичних умов, включаючи прохолодніші регіони. А ще сорго має широкий спектр застосування: виробництво харчових продуктів, кормів та біоетанолу.

Сорго зернове – культура універсального використання, за смаковими якостями і хімічним складом. У його зерні міститься до 16 % білка, 1,5–6,5 % жиру, 1,5–2,4 % клітковини, що представлена переважно бета-глюканами і 75 % крохмалю. Зерно багате на вітаміни групи В, включаючи тіамін, рибофлавін, ніацин, пантотенову кислоту та піридоксин, а також містить вітамін Е, який є антиоксидантом. А також мінеральні речовини: калій, магній, фосфор, залізо та цинк [3].

Сорго можна використовувати для дієтичного та дитячого харчування і як сировину для екструдованих продуктів і концентратів. Цінність полягає і в тому, що в зерні міститься токоферол (вітамін Е), який здатний виводити радіонукліди з організму людини [2].

Однак, незважаючи на таке велике значення сорго в забезпеченні продовольчої безпеки держави, посівні площі його в Поліссі невеликі. Одним із чинників, що стримують зростання поширення цієї культури є відсутність розробленої технології його вирощування.

Одним із лімітуючих факторів, що впливає на рівень урожайності сорго зернового є строки сівби. В умовах Полісся України це питання вивчатиметься вперше. Підібрані оптимальні строки сівби дозволять рослинам максимально використовувати генетичний потенціал для росту та розвитку, що забезпечить отримання високих урожаїв якісного зерна.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відзначимо, що сорго зернове – теплолюбна культура, тому під час визначення строків сівби, установити певні

календарні терміни дуже важко, оскільки кліматичні умови мінливі. Слід враховувати погодні умови весни поточного року, запаси вологи в ґрунті, інтенсивність наростання середньодобових температур, масовість проростання бур'янів тощо.

За результатами досліджень Василенка Р.М., який вивчав вплив строків сівби на продуктивність сорго зернового на півдні України встановлено, що найкращі результати забезпечує сівба у III декаді квітня без зрошення та II декада травня на зрошенні [4].

Правдива Л. А., Гончарук Г. С. досліджували вплив строків сівби та глибини загортання насіння на врожайність та енергетичну продуктивність сорго зернового в умовах Лісостепу України. Їхні дослідження показали, що найкращі результати отримані за сівби у II декаді травня з глибиною загортання насіння 4–6 см [5].

Бойко М. О. вивчав оптимальні строки сівби та густоту стояння рослин гібридів сорго зернового у Південному Степу України. Він зазначив, що максимальна урожайність забезпечується за ранніх строків сівби – I декада травня [6].

Американський вчений Джонсон Дж. М. досліджував вплив строків сівби на урожайність та якість зерна сорго й встановив, що ранні строки сівби призводять до отримання більшого врожаю, але зерно при цьому має нижчу якість. Австралієць Сміт М. А. вивчав вплив строків сівби на стійкість сорго до посухи. Він встановив, що пізні строки сівби підвищують стійкість рослин до посухи. Китайський учений Лі Цзяньхуа досліджував вплив строків сівби на ураженість сорго шкідниками та хворобами й встановив, що ранні строки сівби призводять до інтенсивнішого ураження рослин шкідливими організмами.

Важливо зазначити, що оптимальні строки сівби сорго зернового можуть варіюватися залежно від сорту чи гібриду, ґрунтових і кліматичних умов, агротехніки вирощування тощо. Тому проведення досліджень у Поліссі України є необхідним й актуальним для отримання максимальних урожаїв культури.

Тому **метою** досліджень було: встановлення оптимальних строків сівби сорго зернового, що забезпечать максимальні показники адаптації сучасних сортів і гібридів, а також щорічну стабільно високу врожайність зерна культури у Поліссі України.

Матеріали і методика. Польові дослідження з вивчення різних строків сівби сорго зернового проводилися упродовж 2019–2023 рр. в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету та ПП «Чайківка» Радомишльського району Житомирської області. Технологія вирощування загальноприйнята для регіону, окрім досліджуваного елемента. Вивчався взаємний вплив сортових особливостей (фактор А) й строків сівби (фактор В) на урожайні властивості культури. Досліджували гібриди: 419х124, Зуні, Юкі.

Дослід зі строками сівби включав варіанти: I – середина другої декади квітня; II – середина третьої декади квітня; III – середина першої декади травня; IV – середина другої декади травня (контроль); V – середина третьої декади травня; VI – середина першої декади червня.

Облікова площа ділянок дослідів – 20 м², з чотириразовою повтореністю, розміщення варіантів послідовне.

Збір урожаю – прямим комбайнуванням за вологості зерна нижче 20 % та зважуванням. Відбирали пробні снопи з 1 м² в усіх повторень (з перерахунком на вологість 14 %) для контролю урожайності.

Статистична обробка отриманих даних здійснювалася за допомогою прикладних комп'ютерних програм.

Виклад основного матеріалу. Для оцінки перспектив вирощування сорго зернового в Поліссі важливо проаналізувати погодні умови років досліджень. Метеорологічні умови в період 2019–2023 роки були різноманітними, що дало змогу більш повно виявити реакцію сорго на тепло- і вологозабезпеченість.

Нині, спостерігається постійне зростання середньорічної температури повітря, яка перевищує багаторічну норму. Це свідчить про тенденцію до потепління в регіоні. Усі роки з 2019 по 2023 мали середньорічні температури вище багаторічної норми в межах 0,6–1,2 °С. Найвища середньорічна температура спостерігалася у 2020 та 2023 роках (9,2 °С та 9,1 °С відповідно), що перевищує багаторічну норму на 1,2 і 1,1 °С.

Кількість опадів за останні роки була нижчою за багаторічну норму. Особливо сухими були 2020, 2022 та 2023 роки, коли кількість опадів була суттєво меншою за норму (540 мм, 520 мм та 500 мм відповідно). Тільки 2021 рік мав кількість опадів, яка дорівнювала нижній межі багаторічної норми (600 мм).

Зростання середньорічних температур може бути сприятливим для вирощування теплолюбних культур, таких як сорго. Зниження кількості опадів може створити виклики для вирощування традиційних культур, які потребують більше вологи. Проте сорго, яке є посухостійкою культурою, добре адаптується до цих умов.

З урахуванням багаторічних кліматичних норм та змін в погодних умовах останніх років, вирощування сорго на Поліссі має великі перспективи. Важливо продовжувати моніторинг кліматичних умов та впроваджувати сучасні агротехнічні заходи для оптимізації вирощування цієї культури.

Багато авторів стверджують, що сорго – пластична рослина, що допускає розтягування строків сівби [1, 3, 5]. Спостереження за розвитком сорго зернового по роками досліджень показали суттєві відмінності за тривалістю міжфазних періодів залежно від строків сівби. Було відзначено прискорення проходження фаз розвитку культури від першого до наступних строків сівби.

Різниця в тривалості періоду від куціння до повної стиглості зерна між першим і наступними строками сівби різнилися (табл. 1).

Таблиця 1

Тривалість міжфазних періодів сорго зернового залежно від строків сівби, 2019–2023

Гібрид (А)	Строки сівби (В)	Міжфазний період, днів						
		Сівба–сходи	Сходи–куціння	Куціння–вихід в трубку	Вихід в трубку–викидання волоті	Викидання волоті–цвітіння	Цвітіння–повна стиглість зерна	Вегетаційний період
419х124	I	14	21	18	21	12	48	134
	II	10	20	16	21	11	48	126
	III (контроль)	9	19	15	20	10	55	128
	IV	7	17	14	19	11	62	130
	V	8	17	14	20	11	62	132

Продовження таблиці 1

Зуні	I	12	19	17	20	10	45	123
	II	9	16	15	18	9	45	112
	III (контроль)	8	16	14	18	8	50	114
	IV	7	15	13	18	10	54	117
	V	7	15	13	19	10	58	122
Юкі	I	12	20	17	21	10	48	128
	II	10	18	15	20	9	48	120
	III (контроль)	10	18	14	18	10	53	123
	IV	8	16	15	18	10	58	125
	V	9	16	15	19	10	58	127

Строки сівби сорго зернового помітно впливали на довжину періоду «сівба – сходи». За квітневого строку сівби повні сходи з'являлися у середньому тільки на 12–14 день, за середнього (друга декада травня) – на 4–6 днів раніше, а за пізнього (перша декада квітня) – вже практично на 7 день, що в 2,2 рази швидше залежно від гібриду.

Відзначим, що рання сівба призводить до більш тривалого вегетаційного періоду, що може забезпечити кращий розвиток рослин від так вищій урожай зерна. Пізня сівба навпаки скоротити вегетаційний період і знизити урожайність.

Найбільш оптимальним строком сівби за якого сорго зернове досягає найшвидше є середина першої декади травня і становить у гібридів 419x124, Зуні, Юкі 126, 112, 120 діб відповідно. Відзначимо, що ранні та пізні строки сівби, а також оптимальні для зони Полісся призводили до подовження вегетаційного періоду культури від 8 до 11 днів залежно від гібриду.

Одним з основних показників, який забезпечує отримання високих урожаїв сорго зернового є польова схожість насіння. Цей показник залежить від ряду факторів, включаючи якість насіння, строки посіву, кліматичні умови, типи ґрунтів, агротехнічні заходи тощо. Встановлено, що найвищі показники отримано за сівби сорго зернового у середині першої декади травня, яка у гібридів 419x124, Зуні, Юкі становила 85,2, 86,8, 84,6 % відповідно.

У ранні строки сівби температура ґрунту є нижчою за оптимальну для проростання сорго (18–24 °С), що призводить до уповільнення проростання насіння або навіть до загибелі проростків через недостатню кількість тепла. Надмірна вологість або підтоплення ґрунту через весняні дощі можуть призвести до загнивання насіння і зниження схожості.

У свою чергу, пізні строки сівби призводять до посіву в ґрунт вище оптимальних значень, що є сприятливим для швидкого проростання. однак, якщо температура ґрунту перевищує 24 °С, це негативно впливає на схожість та ріст молодих рослин. Вологість ґрунту є меншою у пізніші строки сівби через підвищення температури повітря і випаровування. Недостатня вологість призводить до зниження польової схожості, оскільки насіння потребує достатньої кількості води для проростання. Пізні строки сівби можуть збільшити конкуренцію з бур'янами, які вже активно ростуть у агроценозі. Це знижує подальший розвиток рослин сорго зернового через конкуренцію за ресурси: воду, поживні речовини, світло.

Таблиця 2
Польова схожість, виживання, висота та кущистість рослин сорго зернового за різних строків сівби, 2019–2023

Гібрид (А)	Строки сівби (В)	Польова схожість, %	Виживання рослин, %	Висота, см	Кущистість шт./рослину
419x124	I	76,9	82,8	124	2,4
	II	85,2	89,6	120	2,8
	III (контроль)	80,3	86,5	118	2,1
	IV	77,1	82,4	115	2,0
	V	71,5	80,6	115	2,0
Зуні	I	80,1	86,2	80	2,3
	II	86,8	91,9	78	2,7
	III (контроль)	83,1	88,5	75	2,0
	IV	79,2	84,8	73	1,8
	V	75,6	82,3	73	1,8
Юкі	I	74,3	79,8	90	1,6
	II	84,6	88,5	85	1,8
	III (контроль)	79,8	84,6	83	1,4
	IV	74,9	80,6	80	1,3
	V	70,6	78,4	80	1,2
НІР ₀₅	фактор А	0,42	0,81	0,53	0,15
	фактор В	0,54	0,95	0,68	0,27
	фактор АВ	1,33	1,47	1,84	0,61

Висота рослин сорго значною мірою залежить від строків сівби. Різні строки сівби можуть впливати на ріст і розвиток рослин через зміну температурних режимів, вологості ґрунту та довжини вегетаційного періоду. У ранні строки сівби температура ґрунту є нижчою, що уповільнює початковий ріст рослин. Однак після стабілізації температури рослини швидко наздоганяють зростання. Ранні строки сівби дають рослинам більше часу для росту та розвитку, що може призвести до більшої висоти до кінця періоду вегетації.

Середні строки сівби зазвичай забезпечують оптимальні умови для росту, коли температура ґрунту вже досягла сприятливих значень, а вологість ґрунту ще достатня. Це сприяє оптимальному росту рослин і досягненню типової висоти для обраного гібриду.

Пізні строки сівби зазвичай відбуваються в умовах підвищених температур, що сприяє швидкому початковому росту. Вологість ґрунту є нижчою в пізні строки через підвищене випаровування, що обмежує ріст рослин. Пізні строки сівби скорочують вегетаційний період, що призводить до зменшення висоти рослин, оскільки їм не вистачає часу досягти повного потенціалу росту.

Висота рослин сорго зернового у всіх досліджуваних гібридів зменшувалася від раннього до пізнього строку сівби і варіювала відповідно: 419x124 (124–115 см), Зуні (80–73 см), Юкі (90–80).

Сорго зернове належить до культур, які добре кушаться. Коефіцієнт кушіння в різних гібридів не однаковий, але в більшості випадків за нормальних умов рослина утворює 2–3 цілком розвинених стебла. Коефіцієнт і тривалість періоду кушіння визначаються умовами розвитку. У загущених посівах рослини кушаться слабше.

За результатами наших досліджень рослини ранніх строків сівби вирізнялися більшою куцистістю (2,3–2,8 шт./рослина) порівняно з пізнішими строками (1,2–2,1 шт./рослина).

Строки сівби мають значний вплив на урожайність сорго зернового. Правильний вибір часу посіву допомагає рослинам максимально реалізувати свій генетичний потенціал, враховуючи оптимальні умови для їх росту та розвитку.

Занадто ранні строки сівби можуть призвести до: загибелі сходів від заморозків; пошкодження їх шкідниками та хворобами; зростання вегетаційного періоду.

Тоді як пізні строки сівби до: недобору врожаю; погіршенню якості зерна; збільшення ризику ураження шкідниками та хворобами.

Наші дослідження показали, що оптимальні строки сівби сорго у Поліссі можуть забезпечити збільшення урожайності зерна на 2–7 % (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив строків сівби на урожайність сорго зернового, 2019–2023

Гібрид (А)	Строки сівби (В)	Урожайність, т/га		
		середня 2019–2023	± до контролю	
			т/га	%
419х124	I	5,88	-1,14	-16,2
	II	7,49	+0,47	+6,7
	III (контроль)	7,02	-	-
	IV	6,32	-0,70	-10,0
	V	5,25	-1,77	-25,2
Зуні	I	5,85	-0,59	-9,7
	II	6,82	+0,38	+5,25
	III (контроль)	6,48	-	-
	IV	5,15	-1,29	-20,5
	V	4,92	-1,52	-24,1
Юкі	I	5,25	-0,96	-15,5
	II	6,36	+0,15	+2,4
	III (контроль)	6,21	-	-
	IV	5,01	-1,20	-19,3
	V	4,84	-1,37	-22,1
НІР ₀₅	фактор А	0,8		
	фактор В	0,12		
	фактор АВ	0,16		

Досліджено, що найбільш оптимальними строками сівби сорго зернового для формування високоврожайних фітоценозів усіх варіантів досліду є середина першої декади травня, що забезпечило отримання урожайності 7,49 т/га у гібрида 419х124, 6,82 т/га – у гібрида Зуні і 6,36 т/га – у гібрида Юкі. Найнижча врожайність – 4,84–5,25 т/га – одержана сівби сорго у середині першої декади червня.

Основними причинами зниження урожайності сорго зернового за пізніх строків сівби є неефективне використання вологи, коренева система формується недостатньо розвиненою, розвиток при високих температурах повітря за швидкого темпу, що призводить до утворення малої кількості продуктивних стебел і генеративних органів.

Гібриди сорго зернового по-різному реагують на температуру, вологість та інші кліматичні фактори. Типи ґрунтів мають різну теплопровідність і вологоємність. Тому строки сівби, які є оптимальними для одного типу ґрунту, можуть бути не ефективними для іншого. Різні агротехнічні прийоми, такі як обробіток ґрунту, внесення добрив, полив тощо, можуть істотно впливати на строки сівби на урожайність культури. Від так, вивчення даної проблеми має важливе значення для: розробки рекомендацій щодо оптимальних строків сівби сорго зернового для різних кліматичних умов, типів ґрунтів, сортів і сортів; підвищення урожайності культури; збільшення виробництва зерна, кормів та біоетанолу.

На рисунку 1 зображено частку впливу досліджуваних факторів на урожайність сорго зернового в Поліссі України.

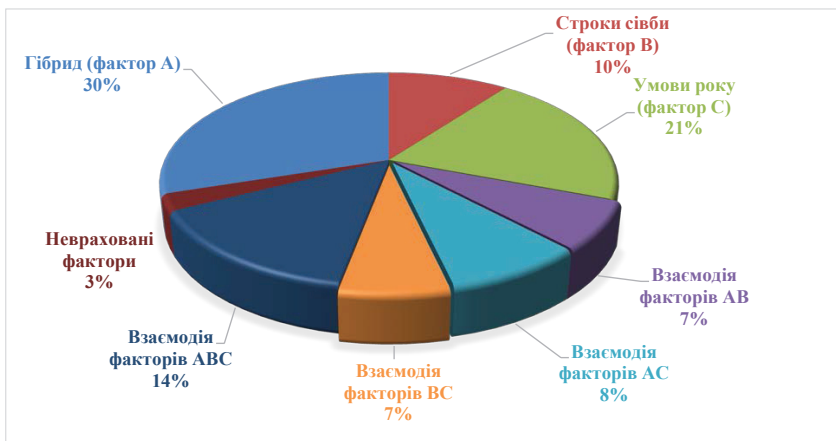


Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів на урожайність сорго зернового в Поліссі України, 2019–2023

Дисперсійний аналіз отриманих даних показав, що основний вплив на урожайність сорго зернового мали гібриди (30 %) і умови року (21 %), значно меншим був вплив – строків сівби (10 %).

Висновки. Постійне підвищення середньорічних температур повітря і зменшення кількості опадів у Поліссі України створюються сприятливі умови для вирощування сорго зернового. З огляду на переваги культури та потенційні виклики вирощування на Поліссі воно має значні перспективи завдяки його посухостійкості. За умови правильного підходу та адаптації агротехнічних прийомів, сорго може стати важливою частиною сільськогосподарського виробництва в регіоні.

За комплексом показників адаптивної здатності та екологічної пластичності найбільш доцільними для ультраранніх гібридів 419х124 і Зуні та ранньостиглого гібрида Юкі виявлено ранній строк сівби – середина першої декади травня.

Порівняно із загальноприйнятими на Житомирщині середніми строками сівби сорго – 15 травня, дані строки сівби забезпечують найвищу урожайність гібридів, оптимальне поєднання основних показників адаптаційної здатності, кращу пристосованість до погіршення погодних умов у період вегетації, максимальні показники генетичної гнучкості, індексу посухостійкості, загальної адаптивної здатності, індексу стабільності урожайності сорго зернового.

Отже, оптимальним строком сівби сорго зернового у Поліссі є середина першої декади травня за якого формується вища урожайності зерна у гібридів 419х124 – 7,49 т/га, Зуні – 6,82 т/га і Юкі – 6,36 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Sandeep D., Umesha C., Teja S. Effect of sowing dates and spacing on growth and economics of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *International Journal of Chemical Studies*. 2021. Vol. 9(1). P. 1685–1686.
2. Ajaj A. H., Mohammed A. Y., Alrubaya AMA, Addaheri MSA. Effect of planting dates on the growth, yield and quality of three cultivars of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. P. 904–908.
3. Manasa A. N., Umesha C. Effect of spacing and plant growth regulators on growth and yield of finger millet (*Eleusine coracana* L.). *International Journal of Plant & Soil Science*. 2022. Vol. 34(13). P. 106–111.
4. Василенко Р. М. Фотосинтетична продуктивність сорго зернового залежно від умов зволоження на півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2. С. 46–50.
5. Правдива Л. А., Гончарук Г. С. Вплив термінів сівби на біоенергетичну продуктивність сорго зернового та соризу. *Біоенергетика*. 2022. №1–2 (19–20). С. 51–52.
6. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в Південному Степу України. Автореферат ... канд. с.-г. наук, спец.: 06.01.09 / Бойко М. О., Херсон, 2017. 20 с.

УДК 632.4:632.25/.26]:633.854.78

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.33>

ІНТЕНСИВНІСТЬ УРАЖЕННЯ СОНЯШНИКА ХВОРОБАМИ

Стороженко Д.С. – аспірантка кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова, Державний біотехнологічний університет

Жукова Л.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

Станкевич С.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

Авторами проведено дослідження з впливу застосування регуляторів росту рослин та мікродобрив на інтенсивність ураження рослин соняшнику хворобами. На теперішній час рівень використання біологічного потенціалу соняшнику становить лише 50 %. Основними причинами цього є: нестабільність кліматичних умов; недотримання основних вимог сівозміни та технології вирощування культури; недостатня кількість посівної техніки а також слабка увага щодо підбору гібридів і якості насіннєвого матеріалу, ураженість посівів хворобами. Використання регуляторів росту надає можливість спрямовано впливати на найважливіші процеси у рослинному організмі, мобілізувати потенційні можливості, закладені в її геном природою і селекцією. Важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до збудників хвороб і несприятливих біотичних та абіотичних факторів навколишнього середовища. Встановлено, що передпосівна обробка насіння в поєднанні з обприскуванням рослин соняшнику в період вегетації дозволяє знизити ураженість посівів хворобами на 10-30 %. Ефективність регуляторів росту рослин та мікродобрив залежить від комбінації препаратів при різних способах застосування та сортових особливостей гібридів соняшнику. Дослідженнями встановлено різну реакцію гібридів на передпосівну обробку препаратами. Серед гібридів соняшнику найвищу лабораторну схожість відмічено у гібриду Кадет (91-97 %), а найменшу – у гібриду Космос (82-90 %). У більшості варіантів досліджу спостерігали підвищення лабораторної схожості одержаного насіння гібридів соняшнику. Застосування регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику забезпечує: більш повну реалізацію потенціалу соняшнику, зниження витрат агроресурсів, підвищення екологічної чистоти вирощеної продукції і довкілля за рахунок зменшення пестицидного навантаження та має позитивний ефект в пригніченні розвитку хвороб соняшнику.

Ключові слова: соняшник, хвороби, насіннєва інфекція, гібриди, регулятори росту рослин, розвиток хвороб, ефективність.

Storozhenko D.S., Zhukova L.V., Stankevych S.V. Intensity of disease infection to sunflower

The authors conducted a study on the effect of the use of plant growth regulators and microfertilizers on the intensity of damage to sunflower plants by diseases. Currently, the level of utilization of the biological potential of sunflower is only 50 %. The main reasons for this are: instability of climatic conditions; non-compliance with the basic requirements of crop rotation and crop cultivation technology; insufficient amount of seeding equipment, as well as weak attention to the selection of hybrids and the quality of seed material, damage to crops by diseases. The use of growth regulators provides an opportunity to influence the most important processes in the plant organism in a targeted manner, to mobilize potential opportunities embedded in its genome by nature and selection. An important aspect of the action of growth regulators is increasing the resistance of plants to pathogens and adverse biotic and abiotic environmental factors. It has been established that pre-sowing treatment

of seeds in combination with spraying sunflower plants during the growing season allows to reduce the damage of crops by diseases by 10-30%. The effectiveness of plant growth regulators and microfertilizers depends on the combination of drugs in different ways of application and varietal characteristics of sunflower hybrids. Research has established a different reaction of hybrids to pre-sowing treatment with drugs. Among sunflower hybrids, the highest laboratory similarity was noted in the Kadet hybrid (91-97%), and the lowest in the Cosmos hybrid (82-90%). In most variants of the experiment, an increase in the laboratory germination of the obtained seeds of sunflower hybrids was observed. The use of plant growth regulators for the pre-sowing treatment of sunflower seeds ensures: fuller realization of sunflower potential, reduction of agricultural resource costs, improvement of ecological purity of grown products and the environment due to reduction of pesticide load and has a positive effect in suppressing the development of sunflower diseases.

Key words: sunflower, diseases, seed infection, hybrids, plant growth regulators, disease development, efficiency.

Постановка проблеми. Значною перешкодою для отримання високих врожаїв соняшнику є найбільш поширені хвороби, які можуть спричиняти зниження урожайності до 25-50%. Поширення збудників хвороб викликано перш за все порушеннями сівозміни при розміщенні посівів соняшнику.

Для того, щоб отримати гідний урожай соняшнику, недостатньо мати гібрид з високим потенціалом урожайності. Важливим аспектом залишається вчасно проведений комплекс захисних заходів на культурі від шкідливих організмів, в тому числі і збудників хвороб. Оскільки хвороби були і є серйозним викликом для сільськогосподарського виробника, оскільки здатні призвести до суттєвого недобору врожаю соняшнику.

Навіть беручи до уваги те, що застосування препаратів фунгіцидної дії є невід'ємною складовою сучасної технології вирощування соняшнику, навантаження на генетичну складову гібридів продовжує зростати. Основною причиною є те, що умови навколишнього середовища сприяють інтенсивному розвитку хвороб і, як наслідок – стрімкому накопиченню збудників. На фоні цього фермер не завжди встигає вчасно провести обприскування посівів необхідним фунгіцидом або їх сумішкою.

Однією з основних хвороб соняшнику, яка стрімко розвивається і є іржа. Хвороба зрідка трапляється в Європі, що ускладнює проведення селекційних досліджень в цьому напрямку. За літературними даними, до 2020 року в Україні іржу було виявлено на близько 30% всіх площ, зайнятих під соняшником. Після 2020 року відсоток поширення хвороби набув катастрофічного значення – 80-85% усіх площ. Інтенсивність ураження рослин соняшнику іржею коливалася від помірного до суттєвого ступеню [1].

Збудником хвороби є однодомний гриб *Puccinia helianthi* (Schw) Ell. & Kellerman, який належить до штаму *Basidiomycota*, класу *Teliomycetes*, порядку *Uredinales*.

Під час вегетації гриб поширюється уредініоспорами, формує кілька їх генерацій. Уредініоспори стійкі проти несприятливих умов середовища і можуть зберігати життєздатність до 6 місяців.

Теліоспори, як і уредініоспори та еціоспори для проростання потребують краплинної вологи, цим і пояснюється інтенсивний розвиток хвороби в вологі роки і в районах з вологим кліматом.

Збудник іржі соняшнику вузькоспеціалізований, оскільки не здатний уражувати інші культури. За інтенсивного розвитку хвороби, пустули можна також виявити на стеблах та черешках. Шкідливість іржі безпосередньо пов'язана із

кількістю циклів зараження рослин урединіоспорами протягом вегетаційного періоду. Недобір урожаю може бути дуже відчутним, коли хвороба починає проявлятися на ранніх стадіях розвитку соняшнику, в поєднанні з сильними росами або туманами [2].

Шкідливість іржі соняшнику полягає в зменшенні асиміляційної поверхні листків, витраті частини поживних речовин рослиною на розвиток та формування спороношення збудника, що призводить до передчасного усихання листків. Спостерігається недорозвиненість кошиків, щуплість насіння, зниження вмісту олії в сім'янках (до 12 %), зменшення розміру кошика (до 16 %), зниження врожаю насіння на 14-38 %, а маси 1000 насінин – до 19 % [3].

Вирощування стійких гібридів є одним з найбільш ефективних та екологічно безпечних заходів захисту олійних культур від іржі соняшнику. Досить ефективним є також вирощування в господарстві декількох гібридів з різним генетичним походженням. Це дозволяє мінімізувати накопичення нових патотипів збудника [4].

Дослідженнями китайських вчених було відмічено, що основним гістологічним проявом розвитку збудника іржі у стійких гібридів соняшнику є пригнічення росту гіф. Гаусторії при цьому не формувалися. З пригніченням росту гіф був тісно пов'язаний некроз клітин рослини-господаря. Тобто, головною причиною припинення росту гіфів збудника іржі вважали голодування [5].

Важливим аспектом сучасної технології вирощування соняшнику є також захист від фомопсису, оскільки інтенсивний розвиток хвороби за сприятливих умов навколишнього середовища може спричинити 100 % втрату врожаю.

Фомопсис, беззаперечно, є однією з найбільш поширених та шкідливих хвороб соняшнику грибної етіології у світі. За раннього ураження соняшнику збудником, спостерігають в'янення та вилягання рослин, що призводить до втрати врожаю на рівні 30-40 %, залежно від ступеню розвитку хвороби.

Симптоми ураження стебел соняшнику фомопсисом, досить схожі з ураженням фомозом та білою гниллю, але і мають свої особливості. Зокрема, базальне ураження рослин збудником хвороби подібне до *Sclerotinia sclerotiorum* і видів з роду *Phoma spp.* Однак, на відміну від фомопсису, ураження стебел фомозом зазвичай значно менші, глянцеві, чорного кольору, часто нагадують, за формою, щиток і, при цьому, не викликають деградацію серцевини. Ураження, спричинені склеротиніозом, схожі до фомопсису, проте мають коричневий колір і чорні склеротії [6].

За проявів симптомів на листі, фіксують в'янення листкової пластинки, втрату тургору. Листок набуває «обпаленого» вигляду [7].

Збудником хвороби є гриб *Diaporthe helianthi* Munt. Cvet (анаморфа: *Phomopsis helianthi* Munt. Cvet.). Цей вид збудника є найбільш поширеним, однак останнім часом спостерігається ураження соняшнику іншими видами цього роду: *Diaporthe gulyae*; *Diaporthe kongii*; *Diaporthe masirevici* та *Diaporthe novem* [8].

Ідеальними умовами для інтенсивного розвитку фомопсису є часті або ясні опади, особливо до періоду цвітіння, та температура повітря в межах 20-25 °С. Збудник може розвиватись і в більш широкому діапазоні температур, а кількість опадів, при цьому, є важливішою за температуру [9].

Ще однією хворобою, яка має вагомий економічний ефект та характеризується високою шкідливістю є буре суха гниль кошиків. Збудником хвороби є гриби з роду *Rhizopus*: *Rhizopus nodosus* Nam. і *Rhizopus nigricans* Her. [10].

Хвороба проявляється на тильному боці кошика у вигляді коричнево-бурих сухих плям. З лицьового боку уражена тканина дещо розм'якшена. За сприятливих умов, плями швидко розростаються і охоплюють весь кошик, який засихає і твердіє. В суху жарку погоду уражені ділянки кошика викришуються разом з ураженим насінням. Насінини формуються з ядрами, які мають гіркий присмак та не дозрівають.

Шкідливість хвороби досить суттєва. В суху жарку погоду ураженість корзинок бурою сухою гниллю кошиків може досягати 100 %, а втрати врожаю насіння складають 50 % і більше [11].

Матеріали та методика. Дослідження виконано згідно існуючих методик за затвердженою схемою досліду: 1). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т (Еталон); 2). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + Райкат Старт, 2,5 л/т; 3). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + Райкат Старт, 2,5 л/т + оприскування рослин у фазу 4 пар листків: Мікрокат Олійний, 0,5 л/га + Атланте, 0,5 л/га; 4). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + Райкат Старт, 2,5 л/т + обприскування рослин перше – у фазу 4 пар листків: Мікрокат Олійний, 0,5 л/га + Атланте, 0,5 л/га; друге – у фазу 6 пар листків: Мікрокат Олійний, 0,5 л/га + Амінокат 30 %, 0,5 л/га; 5). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + АКМ, 0,2 л/га; 6). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + АКМ, 0,2 л/га + обприскування рослин у фазу 4 пар листків: Антистрес, 1,7 кг/га + Ендофіт L1, 200 мл/га + ЕНДО CuZnV марки Ендобор, 0,48 кг/га; 7). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + АКМ, 0,2 л/га + обприскування рослин перше – у фазу 4 пар листків: Антистрес, 1,7 кг/га + Ендофіт L1, 200 мл/га + ЕНДО CuZnV марки Ендобор, 0,48 кг/га; друге – у фазу 6 пар листків: Антистрес, 1,7 кг/га + Ендофіт L1, 200 мл/га + ЕНДО CuZnV марки Ендобор, 0,48 кг/га; 8). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + Авангард Старт, 2 л/т + Авангард Гроу Аміно, 1 л/т; 9). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + Авангард Старт, 2 л/т + Авангард Гроу Аміно, 1 л/т + обприскування рослин у фазу 4 пар листків: Авангард Бор, 1 л/га + Авангард Соняшник, 2 л/га + Авангард Гроу Аміно, 1 л/га; 10). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + Авангард Старт, 2 л/т + Авангард Гроу Аміно, 1 л/т + обприскування рослин перше – у фазу 4 пар листків: Авангард Бор, 1 л/га + Авангард Соняшник, 2 л/га + Авангард Гроу Аміно, 1 л/га; друге – у фазу 6 пар листків: Авангард Бор, 1 л/га + Авангард Соняшник, 2 л/га + Авангард Гроу Аміно, 1 л/га + Авангард РК, 3 л/га; 11). Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т + Авангард Старт, 2 л/т + Авангард Гроу Аміно, 1 л/т + обприскування рослин перше – у фазу 4 пар листків: Авангард Бор, 0,5 л/га + Авангард Соняшник, 1,5 л/га + Авангард Гроу Аміно, 1 л/га + Авангард Гроу Гумат, 1 л/га + Сульфат магнія, 2,5 кг/га + Карбамід, 5 кг/га; друге – у фазу 6 пар листків: Авангард Бор, 1 л/га + Авангард Соняшник, 2 л/га + Авангард Гроу Аміно, 1 л/га + Авангард Гроу Гумат, 1 л/га + Сульфат магнія, 2,5 кг/га + Карбамід, 5 кг/га. Матеріалом для проведення досліджень були гібриди соняшнику Кадет, Ярило та Космос. Факторіальна формула: 3 гібриди x 11 варіантів x 4 повторності = 132 ділянки.

Результати досліджень. Під час проведення досліджень у 2021-2022 рр. на посівах соняшнику було виявлено іржу, фомопсис та суху (ризопусну) гниль кошиків.

Зокрема на гібриді Кадет (рис. 1), іржею рослини соняшнику були уражені в середньому ступені (бал ураження – 2), різниці між варіантами досліду відмічено не було. Метеорологічні умови сприяли ураженню рослин фомопсисом в слабкому та середньому ступені (1-2 бали, площа ураженої поверхні становила до 15 %). Сухую гниллю рослини уражені в середньому та сильному ступені (бал ураження 2-3, площа ураженої поверхні кошиків становила до 50 %).

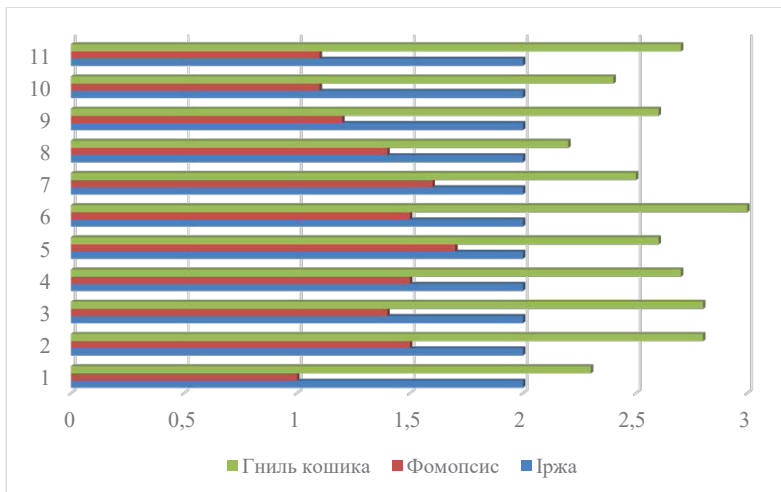


Рис. 1. Ураження рослин гібриду соняшнику *Кадет* хворобами залежно від способів застосування регуляторів росту рослин і мікродобрив, 2021-2022 рр., %

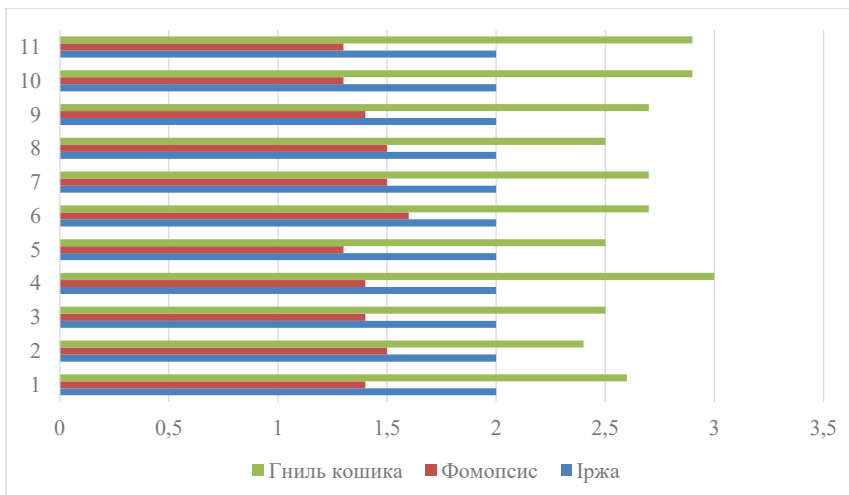


Рис. 2. Ураження рослин гібриду соняшнику *Космос* хворобами залежно від способів застосування регуляторів росту рослин і мікродобрив, 2021-2022 рр., %

Гібрид *Космос* (рис. 2) за ступенем ураження іржею та фомопсисом практично не відрізнявся від *Кадету*, а за ступенем ураження сухою гниллю перевищував його. Більшість рослин були уражені балом 3.

Найменш уражувався соняшник *Ярило* (рис. 3). Зокрема по хворобах: іржею рослини були уражені в середньому ступені (бал ураження 2), фомопсисом – в слабкому ступені (1 бал, площа ураженої поверхні становила до 10 %), сухою гниллю в слабкому та середньому ступені (бал ураження 1-2, площа ураженої поверхні кошиків становила до 25 %).

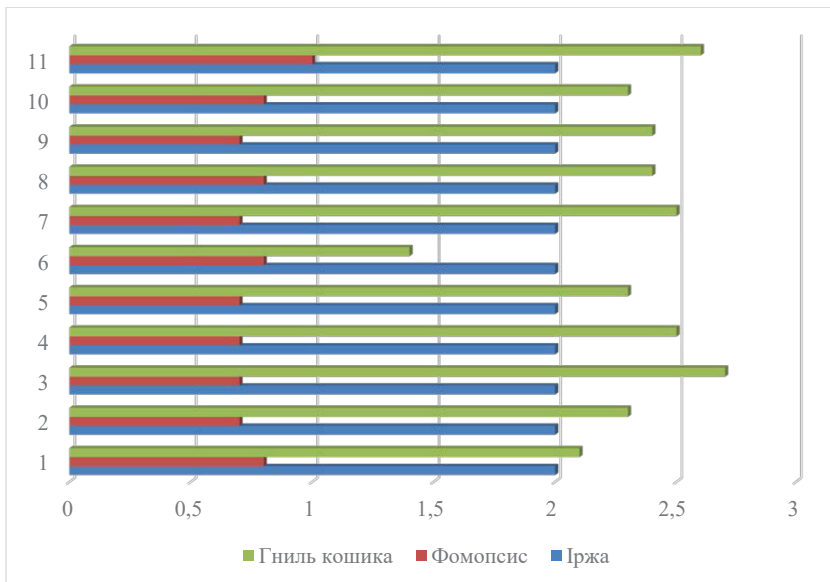


Рис. 3. Ураження рослин гібриду соняшнику Ярило хворобами залежно від способів застосування регуляторів росту рослин і мікродобрив, 2021-2022 рр., %

Після збирання врожаю було проведено визначення лабораторної схожості досліджуваних гібридів соняшнику. Серед гібридів соняшнику найвищу лабораторну схожість відмічено у гібриду Кадет (91-97 %), а найменшу – у гібриду Космос (82-90 %). Більшість варіантів позитивно впливали на підвищення лабораторної схожості насіння соняшнику (рис. 4).

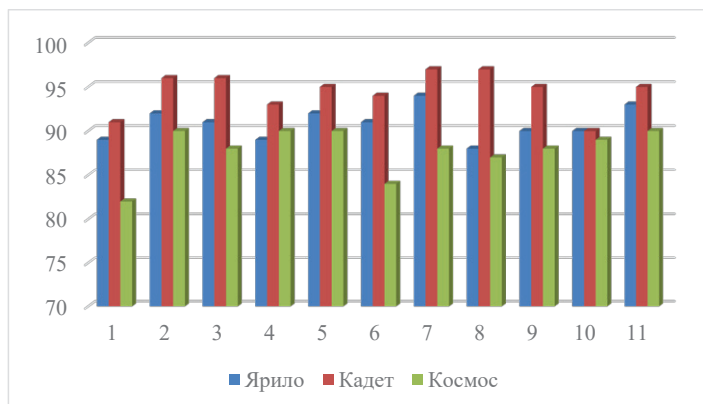


Рис. 4. Лабораторна схожість насіння гібридів соняшнику після збору урожаю, залежно від способу застосування регуляторів росту рослин і мікродобрив, 2021-2022 рр., %

Одночасно з визначенням лабораторної схожості проводили фітопатологічний аналіз насіння соняшнику. За результатами аналізу було встановлено збудників,

які уражували насіння. Відсотковий показник їх наведено на рис. 5. Найбільший відсоток припадає на збудників з родів *Mucor* (23 %), *Alternaria* (20 %), *Penicillium* (17 %) та *Rhizopus* (16 %). В значно меншому ступені насіння було уражено збудниками з родів *Fusarium* (7 %) і *Trichothecium* (7 %) та в найменшому – з роду *Botrytis* (5 %) й бактеріями з роду *Xanthomonas* (5 %).

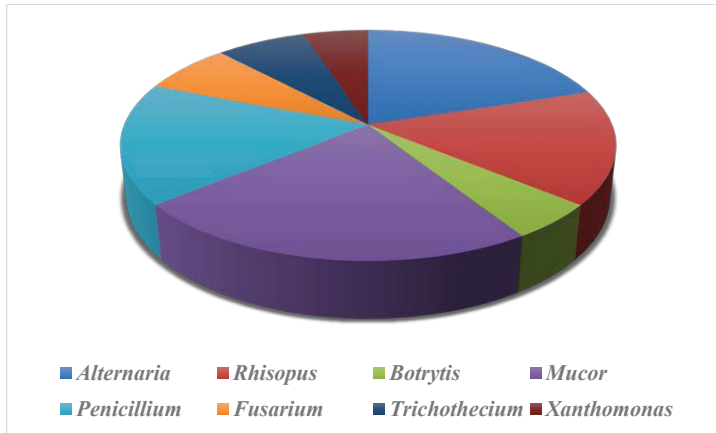


Рис. 5. Склад збудників насінневої інфекції соняшнику, %

Висновки. Ефективність регуляторів росту рослин та мікродобрив залежить від комбінації препаратів при різних способах застосування та сортових особливостей гібридів соняшнику.

Застосування регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику забезпечує: більш повну реалізацію потенціалу соняшнику, зниження витрат агресурсів, підвищення екологічної чистоти вирощеної продукції і докільця за рахунок зменшення пестицидного навантаження та має позитивний ефект в пригніченні розвитку хвороб соняшнику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Коняєв Ю. Виклики сьогодення у вирощуванні соняшнику та відповіді на них сучасної селекції. *Пропозиція*. 2023. №2 (лютий). С. 18-20.
2. Rust. National Sunflower Association. URL: <https://www.sunflowernsa.com/growers/diseases/rust-damage-and-control/> (дата звернення: 27.05.2024).
3. Іржа соняшнику. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plant-diseases/irja-sonyashniku> (дата звернення: 25.05.2024).
4. Berghuis, B., Martinez, A. L., Thompson, S., Mathew, F., Block, C., Gulya, T., Ryley, M., Harveson, R., and Markell, S. 2023. Sunflower Rust (*Puccinia helianthi*). *Plant Health Instructor*. URL: <https://www.apsnet.org/edcenter/foreducators/Pages/PHI-P-2023-03-0001.aspx> (дата звернення: 27.05.2024).
5. ING Lan, WANG Li-fang, KANG Jun, HAN Qing-mei, KANG Zhen-sheng. Histology and ultrastructure of different combination between *Puccinia helianthi* Schw. and sunflower cultivars. *Chinese journal of oil crop sciences*. 2013. URL: <http://www.jouoilcrops.cn/EN/10.7505/j.issn.1007-9084.2013.03.014> (дата звернення: 25.05.2024).
6. Mathew, F., Harveson, R., Gulya, T., Thompson, S., Block, C., and Markell, S. Phomopsis Stem Canker of Sunflower. *The Plant Health Instructor*. 2018.

Volume 18. URL: <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/PhomopsisStemCanker.aspx> (дата звернення: 29.05.2024).

7. Сиводед Є. В., Кирик М. М., Колесніченко О. В., Мельник В. І. Особливості біології гриба *Phomopsis helianthi* М. та патогенезу фомопсису соняшника. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10. № 3-4. С. 41-48.

8. Альберто Мартін-Санз, Ю. Коняєв. Фомопсис соняшнику. *Агроном*. URL: <https://www.agronom.com.ua/fomopsys-sonyashnyku/> (дата звернення: 29.05.2024).

9. Alberto Martin-Sanz. Phomopsis Stem Canker in Sunflower. URL: <https://www.pioneer.com/us/agronomy/Phomopsis-Stem-Canker-in-Sunflower.html> (дата звернення: 29.05.2024).

10. Марков І. Л. Гнилі соняшнику та заходи щодо обмеження їх шкідливості. *Агроном*. 2012. URL: <https://www.agronom.com.ua/gnyli-sonyashnyku-ta-zahody-shhodo-obmezhe/> (дата звернення: 29.05.2024).

11. Марков І. Л. Обстежуйте соняшник вчасно! *Агробізнес сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/562-obstezhuite-sonyashnyk-vchasno.html> (дата звернення: 25.05.2024).

12. Горяїнова В.В., Станкевич С.В., Батова О.М., Жукова Л.В. Загальна фітопатологія: навч. посіб. Житомир: ПП «Рута», 2023. 378 с.

13. Жукова Л.В., Станкевич С.В., Туренко В.П., Горяїнова В.В., Батова О.М. Патологія насіння сільськогосподарських культур: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 292 с.

14. Станкевич С.В., Положенець В.М., Немерицька Л.В., Журавська І.А. Моніторинг хвороб сільськогосподарських культур: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 304 с.

УДК 633.358:631.54:631.89

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.34>

ТРИВАЛІСТЬ ФАЗ ОРГАНОГЕНЕЗУ ГОРОХУ ОЗИМОГО ТА ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В СТЕПУ ТА ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Сторожик Л.І. – д.с.-г.н., професорка,

г.н.с. лабораторії насіннізнавства, насінництва та розсадництва,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

Романов С.М. – аспірант,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

Завгородня С.В. – PhD,

асистент кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Балян І.В. – PhD,

заступник директора з науково-організаційних та господарських питань,

Інститут аграрних ресурсів та регіонального розвитку

Національної академії аграрних наук України

Товстенко Я.Ю. – агроном,

Товариство з обмеженою відповідальністю «Іверія Агро»

У статті представлені результати досліджень тривалості вегетаційного періоду гороху озимого, як однієї з основних ознак оптимальної продуктивності, на яку орієнтується агровиробник при виборі культури придатного для вирощування в різних агрокліматичних зонах України. Встановлено, що в умовах Степу сорт Ендуро мав тривалість вегетації за відсутності азотного підживлення та обробки насіння біологічними препаратами в середньому 228 доби. Застосування обробки насіння препаратами Мікофренд та Гумікор подовжило тривалість вегетації на 3 доби, а за внесення азотного підживлення ФОН + N₄₀ ще на 1-6 діб. Сорт НС Мороз без азотного підживлення вегетував 223 доби у варіантах без обробки насіння. За обробки препаратами в середньому 225 доби. Найдовший період вегетації 227 діб мав сорт НС Мороз за підживлення ФОН + N₄₀ без обробки насіння, за обробки Мікофрендом, та Гумікором вегетація тривала 229 діб.

З'ясовано, що досліджувані елементи технології мали вплив на тривалість міжфазних періодів відновлення вегетації-бутонізація та формування бобів- повна стиглість. Інші міжфазні періоди залишались без змін. В умовах Лісостепу вегетація гороху озимого тривала на 15-19 діб довше ніж у зоні Степу, що обумовлено довшим періодом зимового спокою, та децю тривалішими міжфазними періодами у другій половині органіogeneзу культури. Не зважаючи на ранню сівбу в зоні Лісостепу, рослини вегетували на 2-3 доби менше аніж у зоні Степу. Пов'язано це з довшим періодом між сівбою та сходдами культури. Період між відновленням вегетації та бутонізацією майже не відрізнявся між зонами, бутонізація-цвітіння та цвітіння – формування плодів тривали приблизно на 1-2 дні довше у зоні Лісостепу, для всіх варіантів досліду, а період формування бобів- повна стиглість для сорту Ендуро залишився майже безмінним, тоді як для сорту НС Мороз тривав на 2-4 дні довше вині вегетації культури

В зоні Лісостепу застосування азотного підживлення мало подібний вплив на тривалість вегетації гороху озимого, як і в зоні Степу, залежно від варіантів азотного підживлення вегетація сорту Ендуро подовжувалася на 1-4 доби, сорту НС Мороз на 1-5 діб.

Найвищі показники врожайності – 3,87 т/га були встановлені у зоні Степу за вирощування сорту НС Мороз з обробкою насіння препаратом Мікофренд, схема удобрення ФОН+ N₄₀₊₂₄. Сорт Ендуро сформував нижчу врожайність, на рівні 3,83 т/га, у варіанті

обробки насіння препаратом Мікофренд та схеми живлення $\text{ФОН} + \text{N}_{40}$. У зоні Лісо-степу найвища врожайність для обох сортів зафіксована у варіанті обробки насіння препаратом Мікофренд та схеми удобрення $\text{ФОН} + \text{N}_{40+24}$ і склала для сорту Ендуро 4,11 т/га, НС Мороз 4,23 т/га.

Ключові слова: сорт, тривалість вегетації, система удобрення, препарати, продуктивність.

Storozhuk L.S., Romanov S.M., Zavorodnia S.V., Balyan I.V., Tovstenko Ya.Yu. The duration of the organogenesis phases of winter peas and its productivity depends on the elements of growing technology in the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine

The article presents the results of research on the length of the growing season of winter peas, as one of the main signs of optimal productivity, which the agro-producer is guided by when choosing a crop suitable for growing in different agro-climatic zones of Ukraine. It was established that in the conditions of the Steppe, the Enduro variety had an average vegetation duration of 228 days in the absence of nitrogen fertilization and seed treatment with biological preparations. Application of seed treatment with Micofrend and Gumikor prolonged the duration of vegetation by 3 days, and with the introduction of nitrogen fertilization $\text{FON} + \text{N}_{40}$ by another 1-6 days. The variety NS Moroz without nitrogen fertilization was vegetated for 223 days in variants without seed treatment. On average, 225 days after treatment with drugs. The longest vegetation period was 227 days for the NS Moroz variety with $\text{FON} + \text{N}_{40}$ feeding without seed treatment, and with Mycofriend and Humikor, the vegetation lasted 229 days.

It was found that the investigated elements of the technology had an effect on the duration of the interphase periods of vegetation recovery – budding and bean formation – full ripeness. Other interphase periods remained unchanged. In the conditions of the Forest Steppe, the winter pea vegetation lasted 15-19 days longer than in the Steppe zone, which is due to a longer period of winter dormancy and slightly longer interphase periods in the second half of the organogenesis of the crop. Despite the early sowing in the forest-steppe zone, the plants vegetated for 2-3 days less than in the steppe zone. This is due to the longer period between sowing and seedlings. The period between vegetation recovery and budding did not differ between zones, budding-flowering and flowering – fruit formation lasted about 1-2 days longer in the Forest Steppe zone, for all variants of the experiment, and the period of bean formation – full maturity for the Enduro variety remained almost unchanged, while for the NS variety, the frost lasted 2-4 days longer due to the vegetation of the crop.

In the forest-steppe zone, the use of nitrogen fertilization had a similar effect on the duration of winter pea vegetation as in the steppe zone, depending on the nitrogen fertilization options, the vegetation of the Enduro variety was extended by 1-4 days, and of the NS Moroz variety by 1-5 days.

The highest yield indicators – 3.87 t/ha were established in the Steppe zone for the cultivation of the NS Moroz variety with seed treatment with the preparation Micofrend, the fertilization scheme $\text{ФОН} + \text{N}_{40+24}$. The Enduro variety produced a lower yield, at the level of 3.83 t/ha, in the variant of seed treatment with the drug Micofrend and the $\text{FON} + \text{N}_{40}$ feeding scheme. In the forest-steppe zone, the highest yield for both varieties was recorded in the variant of seed treatment with the preparation Mikofrend and the fertilization scheme $\text{FON} + \text{N}_{40+24}$, and was 4.11 t/ha for the Enduro variety, 4.23 t/ha for NS Moroz.

Key words: variety, duration of vegetation, fertilization system, drugs, productivity.

Постановка проблеми. Горох – унікальна бобова культура, яка володіє значними технічними і харчовими цінностями порівняно з іншими бобовими, має високу врожайність зерна, добрі показники якості та короткий вегетаційний період. Культура використовується у двох основних напрямках: у якості білкового кормового інгредієнта для сільськогосподарських тварин і харчового продукту. Окрім рослинних білкових ресурсів, горох виконує роль найкращого попередника для багатьох сільськогосподарських культур і ціною сидеральною культурою [1-3].

В Україні зареєстровані та рекомендовані до вирощування різні за морфологією сорти гороху, і незважаючи на великий обсяг теоретичних і експериментальних досліджень їх біологічні особливості у сучасних технологіях вирощування

в різних ґрунтово-кліматичних зонах з'ясовані не в повній мірі. Тому, актуальним є встановлення факторів взаємозв'язку вегетаційного та міжфазних періодів та врожайністю, яке допоможе оптимально вибрати сучасні сортоформи гороху озимого для подальшої реалізації в удосконалених соргових технологіях вирощування у певних ґрунтово-кліматичних умовах, і які будуть відзначаються високою пластичністю та продуктивністю і якістю зерна [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ріст і розвиток рослин – найголовніший процес в онтогенезі агрофітоценозу. Ефективність вирощування гороху озимого у відповідному регіоні буде залежати від того наскільки чинники зовнішнього середовища забезпечать нагальні потреби рослин у період проходження фаз росту й розвитку. У цьому процесі основними показниками, за якими характеризують інтенсивність фаз росту й розвитку, є тривалість проходження основних періодів органогенезу так і вегетаційного періоду в цілому [5, 6].

Тривалість вегетативного періоду одна з основних ознак на яку орієнтується агровиробник при виборі культури або сорту придатного для вирощування в певній зоні, чи за певної агротехніки. Як зазначають науковці, саме тривалість вегетації та міжфазних періодів регламентує можливість використання тих чи інших технологічних прийомів в існуючій у господарстві агротехніці [7, 8].

Вегетаційний період класичного ярого гороху складає в середньому 70-100 діб, за короткий проміжок часу культура формує, достатню асиміляційну поверхню й потужну кореневу систему до настання високих літніх температур, та ймовірних посух, що є важливою передумовою отримання задовільних врожаїв, крім того раннє звільнення поля дозволяє ефективно використовувати залишок періоду до настання зимового спокою, для вирощування проміжних посівів, сидератів, або для проведення агрооперацій для підготовки до висіву наступної культури, що є вагомою перевагою серед інших ярих культур [9, 10, 11].

Хоч період вегетації озимого гороху значно довший, може тривати до 300 діб залежно від регіону вирощування, в першу чергу це обумовлено періодом зимового спокою. Крім того за рахунок осіннього розвитку і максимально раннього початку весняної вегетації горох озимий дозріває раніше ніж ярий.

Довжина вегетаційного періоду насамперед є сортовою ознакою культури, а амплітуда його коливань насамперед залежить від ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування, фактичними погодними умовами, що склалися протягом певного періоду росту й розвитку культури. Нормальне проходження вегетації гороху відбувається за умови стабільного бездефіцитного вологозабезпечення, швидкого наростання середньодобових температур, особливо на перших етапах росту, для забезпечення активного проходження ростових процесів, та відсутності надмірних температур у період цвітіння-утворення бобів, за сприятливою температурою є 19-22 °С, за умови відсутності значних перепадів між нічною та денною [12].

При тривалих прохолодних періодах вегетація закономірно подовжується, так як для продовження кожної з фаз необхідна певна сума активних температур, за умови надмірних температур та дефіциту вологи міжфазні інтервали навпаки скорочуються, особливо фази формування генеративних органів. Важливим елементом сучасних екологічно обґрунтованих ресурсощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур є раціональне використання добрив, впровадження в технологію їх нових, більш доступних форм, застосування регуляторів росту, як хімічних, так і біологічних, мікробних препаратів, які підвищують ефективність використання рослиною поживних елементів, вологи, покращуючи адаптивні властивості рослин та в цілому врожайність [13].

Чисельні праці вітчизняних науковців підтверджують, що певний вплив на тривалість періоду вегетації гороху можуть мати деякі технологічні операції, так наприклад у дослідженнях Т.М. Костина, М.О. Андрушко, В.В. Лихочвора та В.В. Шевчук у варіантах із застосуванням мінеральних добрив, листових підживлень, та інокуляції насіння, сприяло подовженню вегетації від 1 до 4 діб. [13-16]. Основою одержання високих урожаїв зерна гороху посівного є вдосконалення системи удобрення в технологіях вирощування. Загалом у вітчизняних публікаціях відзначено, що внесення мінеральних добрив, проведення інокуляції насіння та використання мікродобрива призводить до подовження тривалості вегетаційного періоду культури на 1-4 доби [16].

Отже, аналіз опублікованих результатів наукових досліджень свідчить про суперечливі дані про вплив різних елементів технології вирощування на довжину вегетаційного періоду гороху озимого. Це обумовлюється різницею ґрунтово-кліматичних умов, у яких проводилися дослідження, рівнем інтенсифікації землеробства тощо. Але отримані раніше наукові здобутки є шаблоном, на якому можна удосконалити гіпотезу для подальшого проведення досліджень, які б сприяли отриманню оптимального врожаю гороху озимого з високими врожайним потенціалом в умовах Степу та Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися у селянсько-фермерському господарстві (СФГ) «Ромнана» (селище Новомайське Криворізького району Дніпропетровської області), зона Степу та на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (с. Ксаверівка друга, Білоцерківського району Київської обл.), зона Лісостепу протягом 2020-2023 рр. Ґрунти дослідної ділянки (СФГ) «Ромнана» – чорноземи звичайні малогумусні. Сумарна глибина гумусованої товщі профілю 40-60 см. Вміст гумусу в орному шарі коливається в межах 2-6%. Щільність орного шару 1,1-1,25 г/см³. У складі гумусу переважають гумінові кислоти. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН водяної витяжки – 6,5-7,0) або слаболужна. Ємність вбирання від 20 до 50 мг-екв на 100 г ґрунту. Запаси поживних речовин в орному шарі складають: загального азоту – 0,23-0,26% (за К'ельдалем), рухомого фосфору і обмінного калію – відповідно 0,11-0,16 і 2,0-2,5% (за Чириковим). Площа посівної ділянки – 210 м², облікової – 172 м². Строк сівби третя декада жовтня.

Ґрунти дослідного поля Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН за своїм механічним складом відносяться до крупнопилувато-середньосуглинкових. Вміст органічної частини ґрунту коливається від 2,1 до 4,0%, а глибина гумусованих горизонтів складає 100-120 см. При цьому за агрохімічними показниками ґрунти дослідного поля слабокислі з наближенням їх до нейтральних показників (рН змінюється від 6,48 до 7,22). Ємність поглинання, або ж сума увібраних основ змінюється від 255 до 395 мг-екв./1000 г ґрунту, а вміст лужногідролізованого азоту в орному шарі ґрунту складає від 134 до 350 мг/кг (за методом Корнфілда); рухомих форм фосфору від 130 до 380 мг/кг (за методом Чирикова); обмінного калію міститься 84-122 мг/1000 г ґрунту (за Чириковим). Площа посівної ділянки – 75 м², облікової – 50 м². Строк сівби – перша декада жовтня. Сівбу проводили сортами гороху озимого 'НС Мороз' (Сербія) та 'Ендуро' (Франція) підзимового способу сівби. Спосіб сівби суцільно-рядковий, із міжряддям 19 см; попередник соняшник; норма висіву 1,1 млн схожих насінин на 1 га. Основним удобренням слугувало добриво амофос марки N₁₀P₄₆ у нормі 100 кг/га. Під горох вносили середні дози азотних добрив, як доповнення симбіотрофного і автотрофного живлення.

Досліджувані біопрепарати українського виробництва Мікофренд, 2 л/га, Гумікор, 4 л/га, із нормою витрати робочої рідини 250 л/га за передпосівної обробки насіння.

Азотне підживлення проводилося оприскувачем поверхнево, добривом КАС-28. Польові дослідження проводили згідно загальноприйнятих методик польового досліді, а також методики Державного сортопробування сільськогосподарських культур, у частині визначення оптимальних площ ділянок, обліків фенофаз росту й розвитку рослин, структури врожаю [17, 18]. Отримані дані обробляли за допомогою прикладних програм математичної статистики Excel 2007 та Statistica 6 [19].

Результати досліджень. Відповідно до отриманих результатів досліджень протягом років проведення експериментів встановлено, що у зоні Степу, серед досліджуваних елементів технології найбільший вплив на тривалість вегетації та окремих міжфазних періодів мав фактор підживлення азотними добривами (Рис. 1).

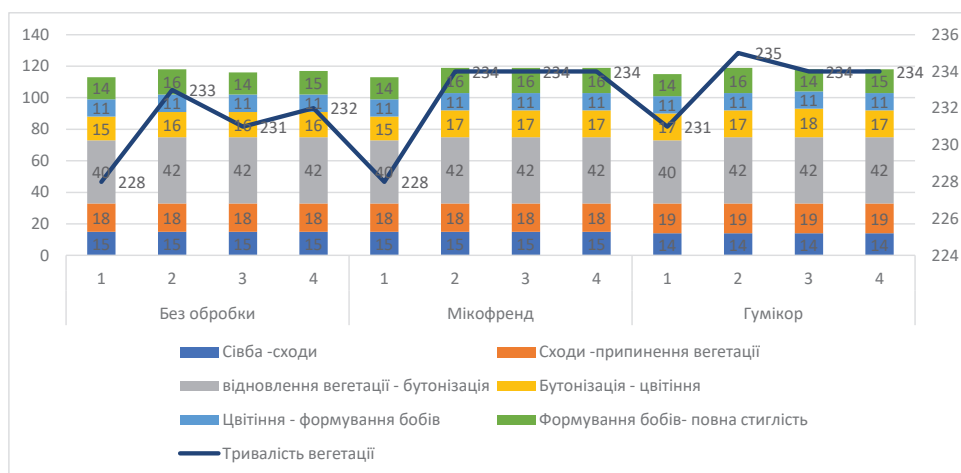


Рис. 1. Тривалість міжфазних періодів гороху озимого сорту Ендуро залежно від обробки насіння біологічними препаратами та схем живлення в умовах Степу, 2020-2023 рр.

У варіантах із сортом Ендуро тривалість вегетації за відсутності азотного підживлення становила в середньому 228 доби у варіантах без обробки насіння бактеріальними препаратами та у варіанті із обробкою насіння препаратом Мікофренд, у варіанті обробки препаратом Гумікор тривалість вегетації склала 231 діб. За рахунок внесення азотного підживлення вегетація подовжувалась на 1-6 діб. Для сорту Ендуро найбільше подовження спостерігається за варіанту підживлення ФОН + N_{40} , а у варіанті без обробки насіння вегетація тривала 233 доби, за обробки препаратом Мікофренд – 234 доби, препаратом Гумікор – 235 діб. Сорт НС Мороз без підживлення вегетував 223 доби, у варіантах без обробки насіння, та при обробці Мікофрендом, за умови обробки Гумікором – 225 діб (Рис. 2). Сорт НС Мороз також найдовше вегетував за варіанту підживлення ФОН + N_{40} , 227 доби у варіантах без обробки насіння, та за обробки Мікофрендом, у варіанті обробки Гумікором вегетація тривала 229 діб.



Рис. 2. Тривалість міжфазних періодів гороху озимого сорту НС Мороз залежно від обробки насіння біологічними препаратами та схем живлення в умовах Степу, 2020-2023 рр.

Обробка насіння біологічними препаратами також впливала на тривалість вегетації, особливо у сорту Ендуро (див. рис. 1). Середня тривалість вегетації гороху озимого сорту Ендуро без обробки насіння біологічними препаратами – 231 доба, у варіанті обробки Мікофрендом – 232,5 діб, Гумікором – 233,5 доби. Сорт НС Мороз вегетував за відсутності обробки насіння – 224,25 доби, у варіанті з обробкою Мікофрендом – 225,25 доби, при обробці Гумікором – 227,25 діб. Відповідно обробка насіння бактеріальними препаратами подовжила період вегетації гороху озимого на 1-3 доби (див. рис. 2).

Аналіз закономірностей змін міжфазних періодів дозволив встановити, що обробка насіння препаратом Гумікор забезпечує отримання сходів гороху озимого на добу раніше. Також встановлено, що досліджувані елементи технології мали вплив на тривалість міжфазного періодів відновлення вегетації-бутонізація та формування бобів- повна стиглість. Інші міжфазні періоди залишались без змін.

В умовах Лісостепу вегетація гороху озимого на дослідних ділянках тривала на 15-19 діб довше ніж у зоні Степу, в першу чергу це обумовлено довшим періодом зимового спокою, та дещо тривалішими міжфазними періодами у другій половині вегетації культури (Рис. 3).

Не дивлячись на більш ранню сівбу в зоні Лісостепу, рослини вегетували на 2-3 доби менше аніж у зоні Степу. Пов'язано це з довшим періодом між сівбою та сходами культури. Період між відновленням вегетації та бутонізацією майже не відрізнявся між зонами, бутонізація-цвітіння та цвітіння – формування плодів тривали приблизно на 1-2 дні довше у зоні Лісостепу, для всіх варіантів досліді, а період формування бобів – повна стиглість для сорту Ендуро залишився майже безмінним, тоді як для сорту НС Мороз тривав на 2-4 дні довше (Рис. 4).

На дослідних ділянках в зоні Лісостепу застосування азотного підживлення мало такий подібний вплив на тривалість вегетації гороху озимого, як і на ділянках в зоні Степу, залежно від варіантів азотного підживлення вегетація сорту Ендуро подовжувалася на 1-4 доби, сорту НС Мороз на 1-5 діб.

Середня тривалість вегетації гороху озимого без обробки насіння біологічними препаратами для сорту Ендуро – 245,25 діб, НС Мороз – 244,5 діб, за обробки препаратом Мікофренд сорт Ендуро вегетував в середньому 246,5 діб, НС Мороз – 245,75 діб, а за обробки препаратом Гумікор, сорт Ендуро – 248,25 діб, НС Мороз – 246,5 діб.

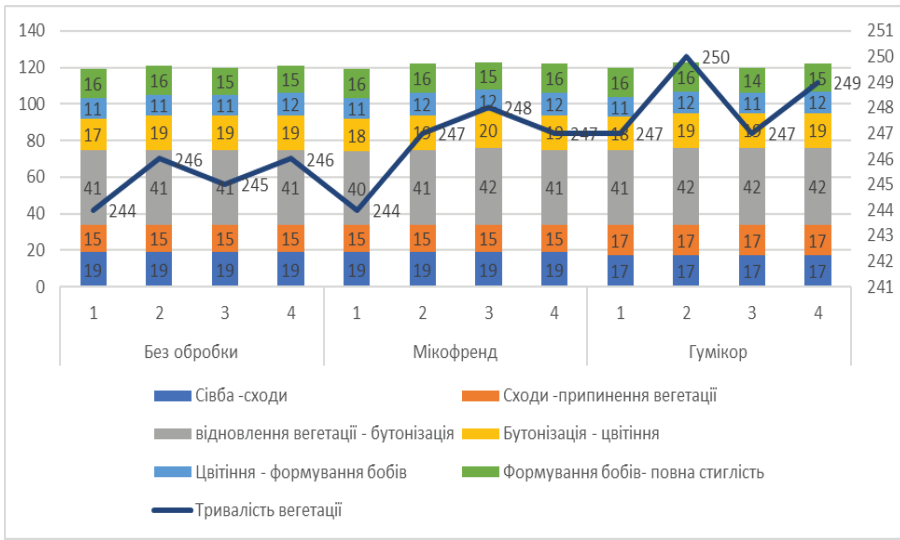


Рис. 3. Тривалість міжфазних періодів гороху озимого сорту Ендуро залежно від обробки насіння біологічними препаратами та схем живлення в умовах Лісостепу, 2020-2023 рр.

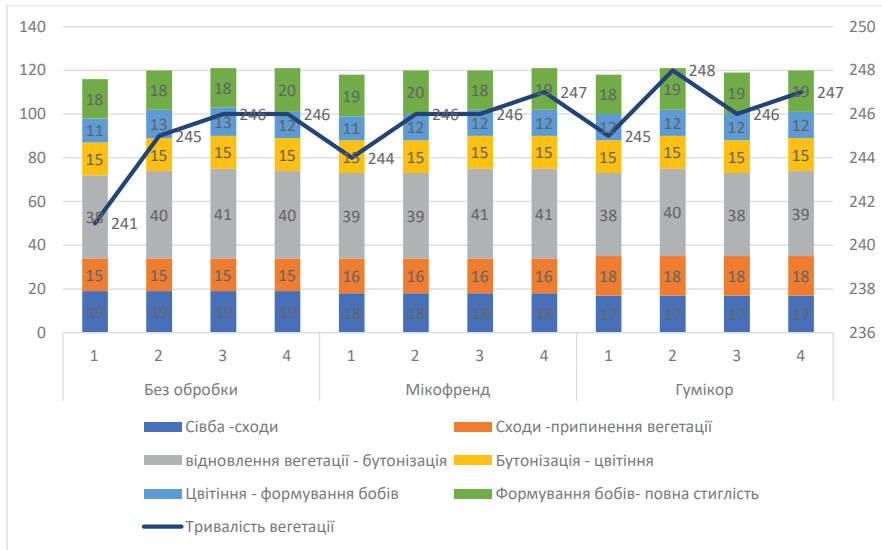


Рис. 4. Тривалість міжфазних періодів гороху озимого сорту НС Мороз залежно від обробки насіння біологічними препаратами та схем живлення в умовах Лісостепу, 2020-2023 рр.

Найдовша тривалість вегетації для обох сортів спостерігалась у варіанті обробки насіння препаратом Гумікор + варіант азотного підживлення ФОН+ N40, за такої схеми сорт Ендуро вегетував 250 діб, сорт НС Мороз – 248 діб.

Кінцевою метою оптимізації технології вирощування будь-якої культури є отримання високих показників урожайності культури. Для формування високої продуктивності гороху озимого найбільш ефективним агроприйомам є внесення добрив та біологічних препаратів за сівби, які допоможуть знівелювати вплив мінливих ґрунтово-кліматичних умов в період органогенезу культури. Першочерговим результатом, що свідчить про ефективність тих чи інших технологічних рішень, є врожайність основної продукції (зерна) та прибавка урожайності до контрольного варіанту. Погодні умови у зоні Степу протягом років наших досліджень мали аномальний характер, щодо кількості опадів та їх розподілу протягом року, це значно вплинуло на результати експериментів. Варіанти обробки насіння біологічними препаратами в комбінації із схемами підживлення мали різну дуже ефективність протягом років, в аналізі будемо спиратись на середні врожайності за 3 роки (Табл. 1).

Застосування біологічних препаратів забезпечувала прибавку до врожаю близько 0,44-0,7 т/га по варіантах. Схеми азотного підживлення забезпечували приріст в межах 1,0-1,31 т/га.

Сорт Ендуро сформував найвищу врожайність за варіанту: обробка насіння препаратом Мікофренд + ФОН+ N 40 – 3,82 т/га, що на 1,59 т/га або на 71,3% вище за контрольний варіант для цього сорту. У варіанті без обробки насіння найвищі показники врожайності отримали за схеми ФОН+ N 40 +24 – 3,33 т/га, щ прибавкою 1,1 т/га до контролю, а за обробки Гумікором у варіанті ФОН + N 40 – 3,66 т/га з прибавкою – 1,43 т/га.

Сорт НС Мороз май найвищу врожайність у варіанті Мікофренд + ФОН+ N 40 +24 – 3,87 т/га, прибавка до контролю – 1,75 т/га, у варіанті без обробки насіння, схема живлення ФОН+ N 40 +24 теж мала найвищий результат – 3,43 т/га, що на 1,31 т/га більше за контроль, обробка препаратом Гумікор забезпечила найвищу надбавку за варіанту ФОН + N 40 – 3,65 т/га, надбавка склала – 1,43 т/га. У зоні Лісостепу обробка насіння препаратом Мікофренд також забезпечила найвищий результат, відповідно до середніх врожайностей за 3 роки (Див. табл. 1).

Сорт Ендуро сформував найвищу врожайність у варіанті Мікофренд + ФОН+ N 40 +24 – 4,11 т/га з прибавкою 1,96 т/га, крім того сорт НС Мороз також забезпечив найвищий результат у варіанті обробки насіння препаратом Мікофренд + ФОН+ N 40 +24 – 4,23 т/га, надбавка до контролю склала – 2,25 т/га. Ватро звернути увагу, що ефективність використання препарату Мікофренд буда вища за всіх варіантів підживлення на обох сортах, виключенням стало варіант без азотного підживлення, в цьому випадку найвища врожайність фіксувалася у варіанті використання препарату Гумікор, із результатами сорт Ендуро – 2,81 т/га, сорт НС Мороз – 2,67 т/га.

Висновки.

1. Встановлено, що тривалість вегетації сорту Ендуро була довшою в середньому на 5 діб порівняно із сортом НС Мороз, в умовах вирощування в зоні Степу, а в зоні Лісостепу збільшилась на 2-3 доби. Використання обробки насіння біологічними препаратами мало вплив на тривалість вегетації на 1-3 доби. З'ясовано, що подовження вегетації за рахунок використання біологічних препаратів сорту Ендуро в обох зонах досліджень відбувалося за рахунок більшої тривалості міжфазних періодів ВВСН 55-65 та ВВСН 65-85, в той час коли сорт НС Мороз мав подовження фаз ВВСН 35-55 та ВВСН 65-85. Найбільший вплив на тривалість вегетації мав фактор удобрення, в середньому 5 діб, найдовший період вегетації в умовах Степу фіксували у варіанті ФОН+N₄₀, в зоні Лісостепу у варіантах ФОН+N₆₄ та ФОН+N₄₀₊₂₄.

Таблиця 1

Урожайність зерна сортів гороху озимого Ендуро та НС Мороз залежно від системи удобрення та використання біологічних препаратів в зонах досліджень, 2020-2023 рр.

Сорт (Фактор В)	Обробка насіння (Фактор С)	Удобрення (Фактор D)	Середнє значення за роками по зонах					
			Лісостеп			Степ		
			Урожайність, т/га	Різниця до контролю		Урожайність, т/га	Різниця до контролю	
				Т/га	%		Т/га	%
ЕНДУРО	Без обробки	Контроль	2,15	-	-	2,23	-	-
		N 40	3,20	1,05	48,97	3,15	0,92	41,26
		N 64	3,10	0,95	44,45	3,08	0,85	38,27
		N 40 +24	3,51	1,36	63,25	3,33	1,10	49,33
	Мікофренд	Контроль	2,71	0,56	25,95	2,88	0,65	29,15
		N 40	4,05	1,90	88,62	3,82	1,59	71,30
		N 64	4,08	1,93	89,75	3,73	1,50	67,12
		N 40 +24	4,11	1,96	91,33	3,80	1,57	70,55
	Гумікор	Контроль	2,81	0,67	30,99	2,91	0,68	30,64
		N 40	3,88	1,74	80,84	3,66	1,43	64,13
		N 64	3,92	1,77	82,41	3,59	1,36	61,14
		N 40 +24	3,85	1,71	79,43	3,58	1,35	60,69
НС МОРОЗ	Без обробки	Контроль	1,97	-	-	2,12	-	-
		N 40	3,27	1,29	65,55	3,15	1,03	48,74
		N 64	3,23	1,25	63,53	3,24	1,12	52,99
		N 40 +24	3,57	1,59	80,56	3,43	1,31	61,64
	Мікофренд	Контроль	2,53	0,55	27,97	2,65	0,53	24,84
		N 40	4,09	2,12	107,20	3,81	1,69	79,72
		N 64	4,21	2,23	112,97	3,83	1,71	80,82
		N 40 +24	4,23	2,25	114,15	3,87	1,75	82,70
	Гумікор	Контроль	2,67	0,70	35,25	2,75	0,63	29,56
		N 40	3,91	1,94	98,10	3,65	1,53	72,33
		N 64	4,06	2,09	105,68	3,60	1,48	69,81
		N 40 +24	4,06	2,09	105,75	3,64	1,52	71,70
НіР _{0,05}	Фактор А		0,01			0,07		
	Фактор С		0,01			0,13		
	Фактор D		0,02			0,20		
	Фактори АС		0,01			0,18		
	Фактори AD		0,02			0,20		
	Фактори DC		0,03			0,40		
	Фактори ACD		0,03			0,43		

2. Найвищі показники врожайності – 3,87 т/га були встановлені у зоні Степу за вирощування сорту НС Мороз з обробкою насіння препаратом Мікофренд, схема удобрення ФОН+ N₄₀₊₂₄. Сорт Ендуро сформував нижчу врожайність, на рівні 3,83 т/га, у варіанті обробки насіння препаратом Мікофренд та схеми живлення ФОН+N₄₀. У зоні Лісостепу найвища врожайність для обох сортів зафіксована у варіанті обробки насіння препаратом Мікофренд та схеми удобрення ФОН+N₄₀₊₂₄, і склала для сорту Ендуро 4,11 т/га, НС Мороз 4,23 т/га.

3. Дотримання основних технологічних агроприймів вирощування гороху озимого дозволить в повній мірі реалізувати генетичний потенціал сучасних сортів та отримувати високі стабільні врожаї та високоякісне зерно.

4. Пріоритетним напрямом у системі заходів, спрямованих на нарощування виробництва гороху та його посівних площ має бути встановлення особливостей росту і розвитку рослин, формування зернової продуктивності сортів різного морфотипу для подальшої їх реалізації в удосконалених сортових технологіях вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Жемела Г.П., Шакалій С.М. Вплив попередників на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 20-22.

2. Іщенко В.А., Томашина Г.П., Темченко А.М. Поширеність гороху та ефективність елементів його вирощування в умовах північного Степу. *Науковий збірник : Вісник Степу*. 2013. Вип 10. С. 49-53.

3. Лихочвор В., Проць Р., Долежал Я. Горох. Львів: Українські технології. Львів, 2003. 64 с.

4. Chen C., Miller P., Muehlbauer F. et al. Winter pea and lentil response to seeding date and micro- and macro-environments. *Agronomy Journal*. 2006. Vol. 98. P. 1655-1663.

5. Кондратенко М. І. Формування адаптивності ознак зернової продуктивності колекційних зразків гороху посівного різних морфотипів в умовах правобережного лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 21-30.

6. Гирка А.Д., Ткаліч І.Д., Сидоренко Ю.Я. [та ін.]. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах північного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. №2. С. 31-35.

7. Андрусик П. Р., Цюк О. А.. Польова схожість насіння та тривалість вегетаційного періоду сої залежно від агротехнологічних заходів вирощування. *Наукові доповіді НУБіП*. № 1 (107) 2024. [http://dx.doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.013](http://dx.doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.013)

8. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету "Сільське господарство та лісівництво"*. 2019. Випуск 13. С. 84-93.

9. Телекало Н.В. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна інтенсивних сортів гороху. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 78-83.

10. Лихочвор В.В., Андрушко М.О. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 2. С. 54-62. [http://dx.doi.org/10.31521/2313-092X/2020-2\(106\)-6](http://dx.doi.org/10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6)

11. Гирка А.Д., Ткаліч І.Д., Сидоренко Ю.Я., [та ін.] Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах північного Степу України. *Науковий журнал Інституту зернових культур "Зернові культури"*. Дніпро. 2018. Том 2. №2. С. 267-273.

12. Шевчук В. Вплив кліматичних та агротехнічних чинників на вирощування гороху озимого. *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі* : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф., 24 жовтня 2019 р. Тернопіль, 2019. С. 105-106.

13. Костина Т.П. Вплив мінеральних добрив на формування асиміляційної поверхні та продуктивність сортів гороху. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»*. Київ : ВД «Едельвейс». 2012. Вип. 84. С. 86-93.

14. Андрушко М.О., Лихочвор В.В., Андрушко О.М. Урожайність зерна гороху залежно від елементів системи удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2019. № 23. С. 67-71. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.067>

15. Шевчук В.В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на урожайність сортів гороху озимого. *Modern research in world science* : XII Міжн. наук.-практ. конф. 26-28.02.2023 року, Львів, Україна. 2023. С. 39-42.

16. Дідур І.М., Захарчук В.В. Вплив елементів технології вирощування на урожайні показники зерна гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 55-62.

17. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.

18. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В. О. Єщенко. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

19. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica-6. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.

УДК 633.81:631.52:631.67

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.35>

АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА СЕРЕДНЬОСТИГЛОЇ ГРУПИ ДО АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Тищенко А.В. – д.с.-г.н., с.д.,

провідний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

Степанов С.С. – аспірант,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення і аналізу екологічної стійкості та адаптивної здатності вісімнадцяти гібридів соняшника середньостиглої групи до абіотичних стрес-факторів в умовах Півдня України. Найкращі умови для вирощування гібридів соняшника середньостиглої групи склалися на ділянці 1 в 2021 році ($I_j = 1,206$), натомість найгірші – у 2020 році на ділянці 2 з найменшим індексом стресового середовища $-0,889$. Отримані експериментальні дані дозволили виділити гібриди з найбільшою врожайністю за стресових умов: Hysun 232 IT H0 – 1,615, P63LE113 – 1,470, Kondi – 1,348 та Alambra KC – 1,324 т/га та за сприятливих – Hysun 180 IT – 3,580 т/га, Hysun 238 – 3,510 т/га, Bacardi – 3,592, Константин HC – 3,520 і Феном 715 – 3,780 т/га. Найбільшою середньою врожайністю (Y_{mean}) характеризувався гібрид Hysun 232 IT H0 – 2,401 т/га. За коефіцієнтом регресії виділені гібриди інтенсивного типу PR64F66 – 1,32 і Феном 715 – 1,35, стабільного типу Aromatic і Анастасія – 0,70 та наближені до гібридів, що добре адаптовані до різноманітних умов вирощування P63LE113 – 1,01 та P64LE25 – 1,03. Між врожайністю за різних умов середовища відсутня залежність $r = 0,095$. Показники Y_{mean} , b_p , SA, GAC_p , $\sigma_{SAC_i}^2$ і K_{gr} мали високий позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,705-0,841$) з урожайністю гібридів соняшника за оптимальних умов середовища, натомість з урожайністю за лімітуючих умов середовища мали або середню пряму залежність (Y_{mean} , SA і GAC), або середню зворотну (b_p , $\sigma_{SAC_i}^2$ і K_{gr}). Урожайність за лімітуючих умов середовища має високий позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,900$) з SVG_i і високу зворотну залежність з s_{gr} ($r = -0,709$), натомість ці показники з урожайністю за оптимальних умов характеризувалися середньою (s_{gr}), або низькою зворотною (SVG_i). За показниками адаптивності до абіотичних стрес-факторів, білот-аналізом та кластерним аналізом, як найбільш стійкі виділені гібриди Aromatic, Hysun 232 IT H0 і Анастасія, гібриди P63LE113, P64LE25 і Kondi виділені як пластичні, а Hysun 180 IT, PR64F66 і Феном 715, як гібриди інтенсивного типу.

Ключові слова: соняшник, гібрид, урожайність, умови середовища, адаптивність, екологічна стійкість.

Tyshchenko A.V., Stepanov S.S. Adaptability of sunflower hybrids of the medium maturity group to abiotic factors in the conditions of Southern Ukraine

The article presents the results of research on the study and analysis of ecological stability and adaptive capacity of eighteen sunflower hybrids of the medium maturity group to abiotic stress factors in the conditions of Southern Ukraine. The best conditions for growing sunflower hybrids of the mid-ripening group were at site 1 in 2021 ($I_j = 1.206$), while the worst were in 2020 at site 2 with the lowest stress environment index -0.889 . The obtained experimental data made it possible to identify the hybrids with the highest yield under stressful conditions: Hysun 232 IT H0 – 1.615, P63LE113 – 1.470, Kondi – 1.348 and Alambra KC – 1.324 t/ha, and under favorable conditions – Hysun 180 IT – 3.580 t/ha, Hysun 238 – 3.510 t/ha, Bacardi – 3.592, Konstantin NS – 3.520 and Phenom 715 – 3.780 t/ha. The Hysun 232 IT H0 hybrid was characterized by the highest average yield (Y_{mean}) – 2.401 t/ha. According to the regression coefficient, hybrids of intensive type

PP64F66 – 1.32 and Phenom 715 – 1.35, stable type Aromatic and Anastasia – 0.70, and close to hybrids well adapted to various growing conditions P63LE113 – 1.01 and P64LE25 – 1.03. There is no dependence $r = 0.095$ between yields under different environmental conditions. Indicators Y_{mean} , b_p , CA, GAC, σ^2_{SACI} and K_{gt} had a high positive correlation ($r = 0.705-0.841$) with the productivity of sunflower hybrids under optimal environmental conditions, but with productivity under limiting environmental conditions they had either an average direct relationship (Y_{mean} , CA and GAC), or the average inverse (b_p , σ^2_{SACI} and K_{gt}). Productivity under limiting environmental conditions has a high positive correlation ($r = 0.900$) with SVG, and a high inverse relationship with s_{gt} ($r = -0.709$), instead, these indicators with productivity under optimal conditions were characterized by medium (s_{gt}) or low inverse (SVG). According to indicators of adaptability to abiotic stress factors, biplot analysis and cluster analysis, the most resistant hybrids Aromatic, Hysun 232 IT H0 and Anastasia, hybrids P63LE113, P64LE25 and Kondi were selected as plastic, and Hysun 180 IT, PP64F66 and Phenom 715, as hybrids of the intensive type.

Key words: sunflower, hybrid, productivity, environmental conditions, adaptability, environmental sustainability.

Соняшник (*Helianthus annuus*) – одна з найважливіших олійних культур у світі [12, с. 23427] та протягом останніх кількох десятиліть площі та виробництво соняшнику зросло через його нейтральність довжини дня, ширшу адаптивність та чутливість до додаткових ресурсів [15, с. 603]. Виробництво та переробка насіння олійних культур в Україні є найбільш перспективним напрямом аграрно-продовольчого сектора. У структурі загальних посівних площ у 2021 р. соняшником було зайнято 6,51 млн га. Завдяки специфічній будові основних органів (корінь, стебло, листя, качан) соняшник успішно вирощується на маргінальних ґрунтах і в напівпосушливих умовах і є стійким до абіотичних стресів [26, с. 4].

Незважаючи на те, що соняшник класифікується як культура, стійка до посухи [24, с. 32], його виробництво суттєво страждає від впливу водного стресу. Обмежена кількість опадів або нестача води для поливу протягом вегетаційного періоду обмежує врожайність соняшнику зі значним скороченням [13, с. 769].

В останні десятиліття спостерігаються зміни клімату, так зване «глобальне потепління», внаслідок якого відбувається підвищення температурного режиму, частішають посушливі періоди та збільшується їх тривалість [35, с. 5; 36, с. 22; 38, с. 97], що призводить до значних коливань урожайності сільськогосподарських культур як у просторі, так і в часі [1, с. 624; 16, с. 85; 32, с. 356]. Підвищення температури в сільськогосподарських регіонах світу значно впливає на кількість опадів і їх перерозподіл протягом вегетаційного періоду, що призводить до значного зниження врожайності сільськогосподарських культур [6, с. 445; 28, с. 137; 37, с. 192; 39, с. 136]. Посушливі умови є одним з основних абіотичних стрес-чинників, які спричиняють серйозні проблеми у всьому світі і призводять до значного зниження врожайності сільськогосподарських культур [4, с. 60; 20, с. 296; 34, с. 2887]. Однак, проблема, пов'язана з дефіцитом води, не є непереборною. Фактично, негативні наслідки посухи можна подолати шляхом виявлення та використання стійких до посухи сортів та гібридів [40, с. 42].

Тому, зусилля селекціонерів необхідно направити на створення не тільки високопродуктивних сортів і гібридів, а й тих, що забезпечують стійкість урожаю в різних агрокліматичних умовах [27, с. 80; 42, с. 56; 43, с. 91]. На сьогодні вченими вже досліджено агрономічні та фізіологічні механізми, що відповідають за стабільність урожаю [17, с. 142; 23, с. 167; 41, с. 28; 44, с. 144]. Отже, різні сорти і гібриди можуть демонструвати контрастні реакції на умови довкілля внаслідок їхньої взаємодії [29, с. 192; 33, с. 437; 46, с. 103].

Мета дослідження – вивчення і аналіз екологічної стійкості та адаптивної здатності гібридів сояшника середньостиглої групи до абіотичних стрес-факторів в умовах Півдня України.

Матеріали і методи досліджень. Реакцію гібридів сояшника на різні умови вирощування вивчали в ТОВ «Агропроект Юг» у с. Подовка, Херсонська область (46°39'25"N; 33°48'54"E; 39 м над рівнем моря) протягом 2020–2021 рр.

Вивчали 18 гібридів сояшника середньостиглої групи, що зазвичай вирощуються на півдні України та занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Гібриди були протестовані на ділянках площею 50 м² у трьох повтореннях методом рендомізованих повторень (блоків), норма висіву була скоригована до 55 тисяч життєздатного насіння на га. Дослідження проводилися за загальноприйнятою методикою, кількість хімічних обробок була скоригована відповідно до умов вирощування та наявності бур'янів та хвороб і шкідників. Досліджувані зразки були посіяні у другій декаді квітня, а збирання – початок вересня.

Дослідження проводилися на двох ділянках на протязі 2020–2021 рр.: Ділянка 1 – ґрунт темно-каштановий, середньо-суглинковий, залишково-слабосолонцюватий. В орному шарі міститься 2,5% гумусу, мінерального азоту 3,3 мг в 100 г ґрунту, рухомого фосфору – 4,8 та обмінного калію 51 мг у 100 г ґрунту, рН водної витяжки 6,9–7,3, рівноважна щільність складення – 1,38 г/см³, пористість – 49,5%, водопроникність – 1,26 мм/хв. Попередники кукурудза і соя, добрива N₄₀P₂₀. Ділянка 2 – ґрунт темно-каштановий, середньо-суглинковий, залишково-слабосолонцюватий. В орному шарі міститься 1,9% гумусу, мінерального азоту 2,4 мг в 100 г ґрунту, рухомого фосфору – 3,9 та обмінного калію 37 мг у 100 г ґрунту, рН водної витяжки 6,3–6,7, рівноважна щільність складення – 1,43 г/см³, пористість – 43,6%, водопроникність – 1,12 мм/хв. Попередники озимий ріпак і сояшник, без добрив.

Середні температури, сума опадів та відносна вологість повітря для всіх експериментальних сезонів наведені у таблиці 1 разом із середніми довгостроковими значеннями.

Таблиця 1

Погодні умови проведення досліджень

	Середньобагаторічні			2020			2021		
	Т (°С)	Р (мм)	ф, %	Т (°С)	Р (мм)	ф, %	Т (°С)	Р (мм)	ф, %
квітень	9,6	28,0	73	9,5	7,5	54	8,9	41,4	71
травень	15,6	38,0	68	14,9	32,4	66	16,9	97,7	69
червень	20,0	46,0	64	22,2	49,3	64	20,7	89,2	77
липень	22,4	42,0	59	24,7	44,2	53	25,3	76,7	62
серпень	21,6	35,0	59	23,1	36,4	51	24,4	25,3	61
вересень	16,4	28,0	67	20,4	21,5	55	16,9	1,1	61
квітень – серпень	17,8	189,0	65	18,9	169,8	58	19,2	330,3	68
квітень – вересень	17,6	217,0	65	19,1	191,3	57	18,8	331,4	67

Статистичний аналіз. Аналіз стійкості гібридів сояшника до стресу проводили за допомогою індексів посухостійкості: *MP* – середньої врожайності [25, с. 944], *D* – інтенсивності посухи [2, с. 3], *SSI* – сприйнятливості до посухи [10, с. 900], *TOL* – толерантності до посухи [25, с. 945], *YSI* – стабільності врожаю

[3, с. 934], YI – врожайності [11, с. 526; 21, с. 195], STI – толерантності до стресу [9, с. 259], GMP – середньої геометричної (пропорційної) врожайності [9, с. 260; 18, с. 45], RDI – відносної стійкості до посухи [10, с. 904], DI – посухостійкості [2, с. 5; 19, с. 86], $SSPI$ – схильності до стресу [22, с. 169], $MSTI$, M_1STI , M_2STI – модифікованих індексів толерантності до стресу [8, с. 36], ATI – абіотичної толерантності [22, с. 172], HMP – гармонічної середньої продуктивності [5, с. 285; 14, с. 36; 18, с. 44], ISR – стійкості до стресу [30, с. 359; 33, с. 437; 45, с. 157] та індексу умов зовнішнього середовища (екологічний індекс), отриманий як середнє значення всіх сортів у j -му середовищі мінус загальне середнє (I_j), коефіцієнту регресії сорту на середовище (b_j), дисперсії відхилення від лінії регресії (s^2_{di}) [7, с. 37], показнику стійкості до стресу (RS), генетичної гнучкості (Gf) [25, с. 944], загальної гомеостатичності (Hom), селекційної цінності (Sc), коефіцієнта адаптивності (CA), ефектів загальної адаптаційної здатності (GAC_i), специфічної адаптаційної здатності (SAC_i), варіанси взаємодії генотипу та середовища ($\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$), варіанси специфічної адаптаційної здатності ($\sigma^2_{SAC_i}$), відносної стабільності генотипу (s_{gi}), селекційного значення генотипу (SVG_{gi}), коефіцієнта компенсації-дестабілізації генотипу (K_{gi}), коефіцієнта нелінійності реакції генотипу на навколишнє середовище (l_{gi}) [31, с. 326–340].

Проведено кореляційний та кластерний аналізи між індексами врожайності насіння та посухостійкості і показниками адаптивності для визначення найкращих посухостійких гібридів, індексів та показників адаптивності. Аналіз головних компонентів (PCA) проводили на основі спостережень. Кореляційний, кластерний аналізи, так і PCA проводили за допомогою Microsoft® Excel 2016/XLSTAT© -Pro (Version 2016.02.28451, 2016, Addinsoft, Inc., Бруклін, Нью-Йорк, США), Statistica data analysis software system v.8. (Sta Stof Inc., North Melbourne, Australia) та SPSS 20.00 statistical software (SPSS/PC-20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Результати дослідження та їх обговорення. Найкращі умови для вирощування гібридів сояшника середньостиглої групи склалися на ділянці 1 в 2021 році ($I_j = 1,206$), натомість найгірші – у 2020 році на ділянці 2 з найменшим індексом стресового середовища $-0,889$. На ділянці 2 у 2021 році індекс стресового середовища дорівнював $0,150$, а на ділянці 1 в 2020 році – $-0,467$. Найбільшою врожайністю за стресових умов характеризувалися гібриди: *Hysun 232 IT H0* – $1,615$, *P63LE113* – $1,470$, *Kondi* – $1,348$ та *Alambra KC* – $1,324$ т/га, а за сприятливих умов виділилися гібриди *Hysun 180 IT* – $3,580$ т/га, *Hysun 238* – $3,510$ т/га, *Bacardi* – $3,592$, *Константин HC* – $3,520$ і *Феном 715* – $3,780$ т/га. Найбільшою середньою врожайністю (Y_{mean}) характеризувався гібрид *Hysun 232 IT H0* – $2,401$ т/га (табл. 2).

Найбільшим рівнем стійкості досліджуваних гібридів до стресових умов (RS), а відповідно і найменшим значенням характеризувався гібрид *Анастасія* – $0,73$. Гібриди *Hysun 238*, *Bacardi*, *Константин HC* та *Феном 715* зі значеннями $2,32$ – $2,82$ виявилися найбільш нестійкими до стресових умов.

За селекційною цінністю (Sc) виділені гібриди *PR64F66* та *Alambra KC* зі значенням $1,60$. За генетичною гнучкістю (Gf) виділені гібриди *Hysun 232 IT H0* – $3,01$ та *PR64F66* – $3,18$.

За коефіцієнтом регресії (b_j), що є критерієм оцінки рівня екологічної пластичності і вказує на реакцію генотипу на зміну умов середовища, виділені гібриди інтенсивного типу ($b_i > 1$) *PR64F66* – $1,32$ і *Феном 715* – $1,35$, стабільного типу ($b_i < 1$) *Aromatic* і *Анастасія* – $0,70$. Якщо $b_i = 1$, то гібрид добре адаптований до різноманітних умов вирощування, наближеними до таких є гібриди *P63LE113* – $1,01$ та *P64LE25* – $1,03$.

За коефіцієнтом адаптивності (CA) виділився гібрид *Hysun 232 IT H0* – 116,1. Найвищими значеннями гомеостатичності (Hom) характеризувалися гібриди *Hysun 180 IT* – 11,0, *Suberix* – 11,1, *Kondi* – 12,0, *Анастасія* – 12,6, *PR64F66* – 12,9 та *Alambra KC IT* – 14,5.

Таблиця 2
Гомеостатичність, екологічна пластичність і адаптивність гібридів
соняшника за ознакою урожайності насіння (2020, 2021 рр.)

Гібрид	Позначення	Урожайність, т/га		Параметри адаптивності						
		$Y_{lim} - Y_{opt}$	Y_{mean}	RS	Sc	Gf	b_i	s_{di}^2	CA	Hom
Argentic	G1	1,067–2,770	1,793	1,70	0,69	1,92	0,80	0,001	86,6	5,1
Aromatic	G2	1,400–2,950	2,064	1,55	0,98	2,18	0,70	0,027	99,8	7,4
Hysun 180 IT	G3	1,114–3,580	2,161	1,14	1,47	3,01	1,20	0,010	104,4	11,0
Hysun 232 IT H0	G4	1,615–3,450	2,401	1,84	1,12	2,53	0,83	0,033	116,1	8,4
Hysun 238	G5	0,968–3,510	2,045	2,54	0,56	2,24	1,25	0,026	98,9	4,4
P63LE113	G6	1,470–3,448	2,233	1,98	0,95	2,46	1,01	0,045	107,9	6,8
P64LE25	G7	1,084–3,150	1,959	2,07	0,67	2,12	1,03	0,029	94,7	5,0
P64LL129	G8	1,210–3,262	2,143	2,05	0,80	2,24	0,97	0,008	103,6	6,0
PR64F66	G9	1,009–3,691	2,211	1,02	1,60	3,18	1,32	0,049	106,9	12,9
Aztek	G10	1,065–2,980	1,880	1,92	0,67	2,02	0,92	0,000	90,9	4,9
Bacardi	G11	1,233–3,592	2,236	2,36	0,77	2,41	1,14	0,001	108,1	5,7
Katana	G12	0,955–2,790	1,735	1,84	0,59	1,87	0,88	0,001	83,9	4,4
Kondi	G13	1,348–3,150	2,118	1,00	1,44	2,65	0,83	0,010	102,4	12,0
Suberix	G14	1,172–3,384	2,113	1,08	1,44	2,85	1,06	0,001	102,1	11,1
Alambra KC	G15	1,324–3,280	2,215	0,90	1,60	2,83	0,91	0,008	107,1	14,5
Анастасія	G16	1,041–2,665	1,859	0,73	1,35	2,30	0,70	0,056	89,9	12,6
Константин HC	G17	1,202–3,520	2,043	2,32	0,70	2,36	1,10	0,071	98,7	4,8
Феном 715	G18	0,963–3,780	2,034	2,82	0,52	2,37	1,35	0,041	98,3	3,9
Середнє		1,180–3,275	2,069	1,71	1,00	2,42	1,00	0,023	100,0	7,8
V,%		16,00–10,20	8,35	35,94	38,95	15,18	19,84	92,19	8,35	45,19
$S\bar{x}_{абс.}$		0,04–0,08	0,04	0,14	0,09	0,09	0,05	0,005	1,97	0,83
$S\bar{x}_{віднос.}$		3,77–2,40	1,97	8,47	9,18	3,58	4,68	21,73	1,97	10,65
HP_{01}		0,14–0,25	0,13	0,46	0,29	0,27	0,15	0,016	6,24	2,64
HP_{05}		0,10–0,18	0,09	0,33	0,21	0,20	0,11	0,011	4,51	1,91

Найвищим ефектом загальної адаптивної здатності (GAC_i) відзначився гібрид *Hysun 232 IT H0* – 0,33, найменшими значеннями – *Argentic* – -0,28 і *Katana* – -0,33 (табл. 3).

Стабільність реакції генотипу на зміни умов середовища за продуктивністю визначається величиною варіанси ($\sigma^2_{SAC_i}$), встановлені найбільш стабільні гібриди *Aromatic* – 0,074 та *Анастасія* – 0,078. Гібриди *Hysun 238* – 0,233, *PR64F66* – 0,259 та *Феном 715* – 0,275 з найбільшими значеннями цього показника є нестабільними.

За показником відносної стабільності генотипу (s_{gi}), з найменшими його значеннями, були виділені гібриди *Aromatic* – 13,2 та *Hysun 232 IT H0* – 13,4, а за селекційною цінністю генотипу (SVG_i) виділився гібрид *Hysun 232 IT H0* – 1,54.

Гібриди *P64LE25*, *P64LL129*, *Aztek*, *Bacardi*, *Katana*, *Suberix* та *Alambra KC* характеризувалися найменшими значеннями (0,000–0,003) варіанси взаємодії генотипу та середовища ($\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$), і володіли лінійною реакцією (l_{gi}) на зміну умов середовища (0,004–0,022). Проте у гібридів *P64LE25*, *Bacardi* та *Suberix* переважав ефект дестабілізації ($K_{gi} > 1$). Найнижчими значеннями коефіцієнту компенсації (K_{gi}) характеризувалися гібриди *Aromatic* – 0,51 та *Анастасія* – 0,53, натомість у гібридів *Hysun 238* – 1,60, *PR64F66* – 1,77 та *Феном 715* – 1,86 – найвищі значення, що вказує на переважання ефекту дестабілізації, тобто ці гібриди є нестійкими по відношенню до несприятливих умов середовища.

Таблиця 3

Параметри адаптивних властивостей гібридів соняшника за ознакою урожайності насіння (2020, 2021 рр.)

Гібрид	Позначення	Урожайність, т/га		Параметри адаптивності						
		$Y_{lim} - Y_{opt}$	Y_{mean}	GAC_i	$\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$	$\sigma^2_{SAC_i}$	s_{gi}	SVG_i	K_{gi}	l_{gi}
Argentic	G1	1,067–2,770	1,793	-0,28	0,006	0,095	17,2	0,97	0,65	0,059
Aromatic	G2	1,400–2,950	2,064	0,00	0,017	0,074	13,2	1,34	0,51	0,225
Hysun 180 IT	G3	1,114–3,580	2,161	0,09	0,007	0,212	21,3	0,93	1,45	0,033
Hysun 232 IT H0	G4	1,615–3,450	2,401	0,33	0,008	0,104	13,4	1,54	0,71	0,078
Hysun 238	G5	0,968–3,510	2,045	-0,02	0,012	0,233	23,6	0,75	1,60	0,053
P63LE113	G6	1,470–3,448	2,233	0,16	0,005	0,155	17,6	1,18	1,06	0,034
P64LE25	G7	1,084–3,150	1,959	-0,11	0,003	0,158	20,3	0,89	1,09	0,022
P64LL129	G8	1,210–3,262	2,143	0,07	0,001	0,137	17,3	1,15	0,94	0,007
PR64F66	G9	1,009–3,691	2,211	0,14	0,020	0,259	23,0	0,85	1,77	0,078
Aztek	G10	1,065–2,980	1,880	-0,19	0,001	0,123	18,6	0,94	0,84	0,008
Bacardi	G11	1,233–3,592	2,236	0,17	0,003	0,189	19,4	1,07	1,29	0,015
Katana	G12	0,955–2,790	1,735	-0,33	0,002	0,114	19,5	0,83	0,78	0,017
Kondi	G13	1,348–3,150	2,118	0,05	0,005	0,102	15,1	1,26	0,70	0,051
Suberix	G14	1,172–3,384	2,113	0,04	0,001	0,165	19,3	1,02	1,13	0,004
Alambra KC	G15	1,324–3,280	2,215	0,15	0,002	0,121	15,7	1,28	0,83	0,017
Анастасія	G16	1,041–2,665	1,859	-0,21	0,020	0,078	15,0	1,11	0,53	0,253
Константин HC	G17	1,202–3,520	2,043	-0,03	0,010	0,185	21,0	0,89	1,27	0,053
Феном 715	G18	0,963–3,780	2,034	-0,04	0,023	0,272	25,6	0,64	1,86	0,084
Середнє		1,180–3,275	2,069	0,00	0,008	0,154	18,7	1,04	1,06	0,061
V, %		16,00–10,20	8,35	31027	89,99	39,06	18,62	21,97	39,03	115,35
$S\dot{x}_{абс.}$		0,04–0,08	0,04	0,04	0,002	0,01	0,82	0,05	0,10	0,02
$S\dot{x}_{віднос.}$		3,77–2,40	1,97	7313	21,21	9,21	4,39	5,18	9,20	27,19
HP_{01}		0,14–0,25	0,13	0,13	0,005	0,04	2,60	0,17	0,31	0,05
HP_{05}		0,10–0,18	0,09	0,09	0,003	0,03	1,88	0,12	0,22	0,04

Між врожайністю за різних умов середовища відсутня залежність $r = 0,095$. Показники Y_{mean} , b_p , CA , GAC_i , $\sigma^2_{SAC_i}$ і K_{gi} мали високий позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,705$ – $0,841$) з урожайністю гібридів соняшника за оптимальних умов середовища, натомість з урожайністю за лімітуючих умов середовища мали або середню пряму залежність (Y_{mean} , CA і GAC_i), або середню зворотну (b_p , $\sigma^2_{SAC_i}$ і K_{gi}). Урожайність за лімітуючих умов середовища має високий позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,900$) з SVG_i і високу зворотну залежність з s_{gi} ($r = -0,709$),

натомість ці показники з урожайністю за оптимальних умов характеризувалися середньою (s_{gi}), або низькою зворотною (SVG_i). Урожайність за лімітуючих умов середовища мала середню позитивну залежність ($r = 0,303$) з Sc , натомість з урожайністю за оптимальних умов залежність відсутня ($r = 0,090$) (табл. 4).

За результатами GGE біплот-аналізу гібриди соняшника *Aromatic* (G2), *Hysun 232 IT H0* (G4) та *P63LE113* (G6), що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності при стресі (Y_{lim}) та максимально наближені до його вершини, формують високу урожайність за негативних умов середовища і їх можна віднести до стабільних по відношенню до абіотичних стрес-факторів. Також до цього типу можна віднести і гібриди *Kondi* (G13) і *Alambra KC* (G15), що знаходяться також в одній чверті з вектором урожайності при стресі (Y_{lim}) і гібрид *Анастасія* (G16), що знаходиться в IV чверті та відділена від центру, проте продуктивність в них нижча, ніж у гібридів *Aromatic* (G2), *Hysun 232 IT H0* (G4) та *P63LE113* (G6) (рис. 1).

Гібриди соняшника *Hysun 180 IT* (G3), *PR64F66* (G9), *Bacardi* (G11), *Константин HC* (G17) та *Феном 715* (G18), що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності за кращих умов (Y_{opt}) та максимально наближений до його вершини характеризуються високою продуктивністю за оптимальних умов і їх можна характеризувати як гібриди інтенсивного типу. Також до цього типу можна віднести і гібрид *Hysun 238* (G5), що знаходиться в III чверті та віддалений від центру в напрямленні вектору урожайності за кращих умов.

Гібриди соняшника *P64LE25* (G7), що знаходиться в III чверті та *P64LL129* (G8), що знаходиться в I чверті, проте обидва наближені до осі абсцис, формують високу урожайність як за сприятливих, так і негативних умов. Ці гібриди можна віднести до пластичних, що добре пристосовані до різних умов середовища.

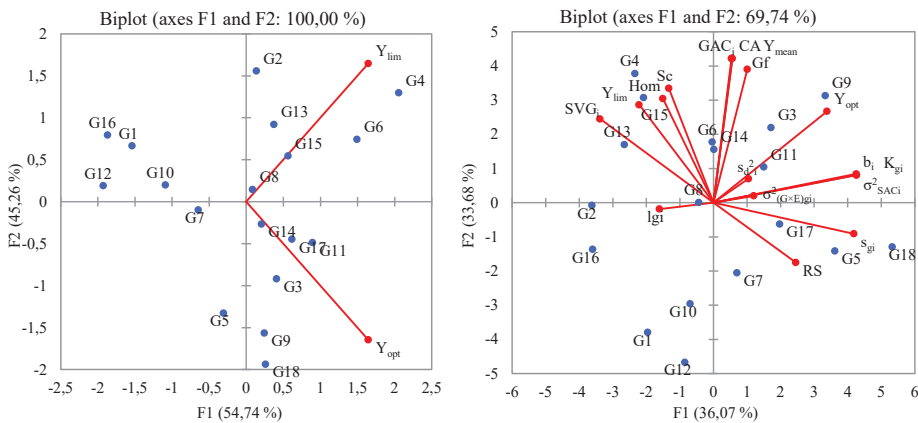


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія гібридів соняшника і середовищ (метод біплот-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: – умови середовища; – гібриди

За агломеративним ієрархічним кластерним аналізом середньоранні гібриди соняшника були поділені на три кластера по відношенню до абіотичних стрес-факторів (рис. 2).

Найбільш адаптовані до абіотичних чинників гібриди об'єдналися в кластер 1: G1 – *Argentica*, G12 – *Katana* і G16 – *Анастасія*. В кластер 2 увійшли вісім

Таблиця 4

Матриця кореляційних зв'язків між максимальною і мінімальною урожайністю насіння гібридів соняшника та гомеостатичністю, екологічною пластичністю і параметрами адаптивності (2020, 2021 рр.)

	Y_{lim}	Y_{opt}	$Y_{\text{ном}}$	Y_{GAC}	b_i	s_i^2	RS	Sc	Gf	CA	Hom	GAC _i	$\sigma^2_{\text{GAC}}^{\text{opt}}$	$\sigma^2_{\text{GAC}}^{\text{lim}}$	s_i^*	SVG _i	K	I_{opt}
Y_{lim}	1,000	0,687	-0,423	0,687	0,52	0,144	0,303	0,208	0,687	0,687	0,245	0,688	-0,236	-0,441	-0,709	0,900	-0,442	0,657
Y_{opt}	0,095	1,000	0,850	0,710	0,261	0,348	0,090	0,617	0,709	0,709	0,009	0,705	0,184	0,841	0,590	-0,219	0,841	-0,358
$Y_{\text{ном}}$	0,687	0,710	1,000	1,000	0,278	-0,054	0,455	0,691	1,000	1,000	0,378	1,000	-0,017	0,261	-0,126	0,514	0,260	-0,156
b_i	-0,423	0,850	0,278	0,278	1,000	0,183	-0,109	0,424	0,277	-0,162	-0,162	0,273	0,221	0,993	0,915	-0,680	0,993	-0,419
s_i^2	0,052	0,261	0,140	0,140	0,183	1,000	0,112	0,013	0,143	0,139	0,028	0,134	0,684	0,259	0,167	-0,093	0,259	0,505
RS	-0,144	0,348	-0,054	0,415	0,112	1,000	-0,894	-0,524	-0,524	-0,055	-0,908	-0,057	0,016	0,404	0,479	-0,411	0,406	-0,275
Sc	0,303	0,090	0,455	-0,109	0,013	-0,894	1,000	0,832	0,455	0,983	0,983	0,457	0,061	-0,102	-0,326	0,442	-0,104	0,160
Gf	0,208	0,617	0,691	0,424	0,143	-0,524	0,832	1,000	0,690	0,770	0,770	0,689	0,153	0,424	0,133	0,146	0,423	-0,094
CA	0,687	0,709	1,000	0,277	0,139	-0,055	0,455	0,690	1,000	0,379	1,000	1,000	-0,017	0,260	-0,127	0,515	0,259	-0,155
Hom	0,245	0,009	0,378	-0,162	0,028	-0,908	0,983	0,770	0,379	1,000	0,381	0,381	0,101	-0,148	-0,349	0,429	-0,150	0,223
GAC	0,688	0,705	1,000	0,273	0,134	-0,057	0,457	0,689	1,000	0,381	1,000	1,000	-0,019	0,256	-0,132	0,519	0,255	-0,152
$\sigma^2_{\text{GAC}}^{\text{opt}}$	-0,236	0,184	-0,017	0,221	0,684	0,016	0,061	0,153	-0,017	0,101	-0,019	-0,019	1,000	0,333	0,250	-0,231	0,332	0,752
$\sigma^2_{\text{GAC}}^{\text{lim}}$	-0,441	0,841	0,261	0,993	0,259	0,404	-0,102	0,424	0,260	-0,148	0,256	0,256	0,333	1,000	0,917	-0,690	1,000	-0,315
s	-0,709	0,590	-0,126	0,915	0,167	0,479	-0,326	0,133	-0,127	-0,349	-0,132	-0,132	0,250	0,917	1,000	-0,914	0,918	-0,359
SVG	0,900	-0,219	0,514	-0,680	-0,093	-0,411	0,442	0,146	0,515	0,429	0,519	0,519	-0,231	-0,690	-0,914	1,000	-0,690	0,233
K	-0,442	0,841	0,260	0,993	0,259	0,406	-0,104	0,423	0,259	-0,150	0,255	0,255	0,332	1,000	0,918	-0,690	1,000	-0,317
I_{opt}	0,057	-0,358	-0,156	-0,419	0,505	-0,275	0,160	-0,094	-0,155	0,223	-0,152	-0,152	0,752	-0,315	-0,359	0,233	-0,317	1,000

* – Confidence interval (%): 95

пластичних гібридів, а останні сім найбільш інтенсивних гібридів об'єдналися у 3 кластер.

Також був проведений кластерний аналіз гібридів соняшника методом k-середніх. До 1 кластера увійшли п'ять стійких до абіотичних стрес-факторів гібридів, порівняно з агломеративним ієрархічним кластерним аналізом з 2 кластеру перейшли гібриди G2 – *Aromatic* і G10 – *Aztek*. Найменша відстань до центру кластера спостерігалася у гібрида G1 – *Argentica* на рівні 0,072, натомість найбільша 0,318 у гібрида G2 – *Aromatic* (табл. 5).

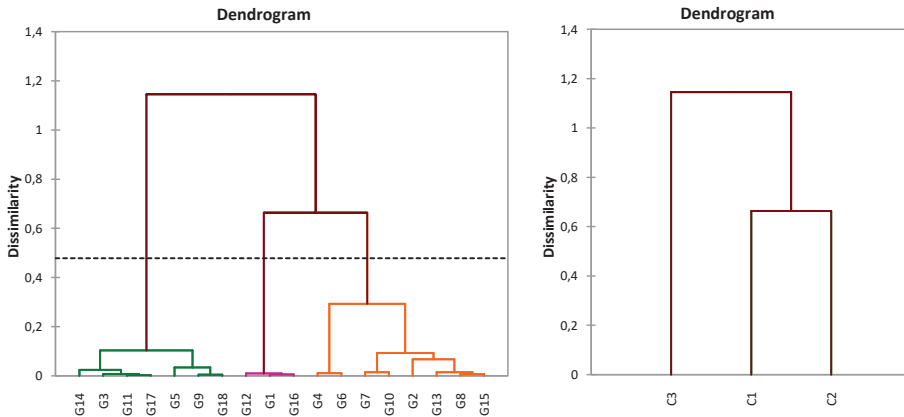


Рис. 2. Дендрограма кластеризації п'ятнадцяти гібридів соняшника за стійкістю до абіотичних стрес-факторів

До 2 кластера увійшли сім нестійких гібридів до стрес-факторів з найменшою відстанню до центру кластера у гібрида G3 – *Hysun 180 IT* на рівні 0,020, натомість найбільша 0,240 у гібрида G18 – *Феном 715*.

До 3 кластера увійшли шість пластичних гібридів по відношенню до негативних абіотичних чинників, з найменшою відстанню до центру кластера у гібрида G15 – *Alambra KC* на рівні 0,020, натомість найбільша 0,317 у гібрида G4 – *Hysun 232 IT H0*.

Таблиця 5

Кластеризація п'ятнадцяти гібридів соняшника за стійкістю до абіотичних стрес-факторів методом k-середніх і агломеративного ієрархічного кластерного аналізу

Гібрид	Позначення	Кластеризація k-середніх		Агломеративна ієрархічна кластеризація
		Кластер	Відстань до центру кластера	Кластер
Argentica	G1	1	0,072	1
Aromatic	G2	1	0,318	2
Hysun 180 IT	G3	2	0,020	3
Hysun 232 IT H0	G4	3	0,317	2

Продовження таблиці 5

Hysun 238	G5	2	0,144	3
P63LE113	G6	3	0,203	2
P64LE25	G7	3	0,293	2
P64LL129	G8	3	0,135	2
PR64F66	G9	2	0,140	3
Aztek	G10	1	0,154	2
Bacardi	G11	2	0,139	3
Katana	G12	1	0,156	1
Kondi	G13	3	0,140	2
Suberix	G14	2	0,210	3
Alambra KC	G15	3	0,020	2
Анастасія	G16	1	0,178	1
Константин HC	G17	2	0,123	3
Феном 715	G18	2	0,240	3

Висновки. Виділені показниками адаптивності s_{gi} і SVG_{ip} , що найбільш повно характеризують стійкість гібридів соняшника до негативних умов середовища. Показники адаптивності b_p , σ_{SACi}^2 і K_{gi} розділяють гібриди на інтенсивні, пластичні та стабільні за їх реакцією на стрес під впливом абіотичних чинників.

За показниками адаптивності до абіотичних стрес-факторів, біplot-аналізом та кластерним аналізом, як найбільш стійкі виділені гібриди *Aromatic*, *Hysun 232 IT H0* і *Анастасія*, гібриди *P63LE113*, *P64LE25* і *Kondi* виділені як пластичні, а *Hysun 180 IT*, *PR64F66* і *Феном 715*, як гібриди інтенсивного типу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Anderson W.K., Brennan R.F., Jayasena K.W., Micic S., Moore J.H., Nordblom T. Tactical crop management for improved productivity in winter-dominant rain-fall regions: a review. *Crop & Pasture Science*. 2020. Vol. 71. P. 621–644. <https://doi.org/10.1071/CP19315>
2. Blum A. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1988
3. Bouslama M., Schapaugh W.T. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*. 1984. Vol. 24. № 5. P. 933–937. doi:10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x
4. Ceglar A., Toreti A., Lecerf R., Van der Velde M., Dentener F. Impact of meteorological drivers on regional inter-annual crop yield variability in France. *Agric. For. Meteorol.* 2016. Vol. 216. P. 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.10.004>
5. Chakherchaman S.A., Mostafaei H., Imanparast L. and Eivazian M.R. Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2009. Vol. 7. P. 283–288.
6. Chawade A., Armoniené R., Berg G., Brazauskas G., Frostgård G., Geleta M., Gorash A., Henriksson T., Himanen K., Ingver A. A transnational and holistic breeding approach is needed for sustainable wheat production in the Baltic Sea region. *Physiol. Plant.* 2018. Vol. 164. P. 442–451. <https://doi.org/10.1111/ppl.12726>
7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc.* 1966. Vol. 6. №1. P. 36–40.
8. Farshadfar E., Sutka J. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun.* 2002. Vol. 31. P. 33–40. <https://www.jstor.org/stable/23787201>

9. Fernandez C.J. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Aug. 13–16. Shanhua, Taiwan, 1992. P. 257–270.
10. Fisher R.A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1978. Vol. 29. № 5. P. 897–912. doi.org/10.1071/AR9780897
11. Gavuzzi P., Rizza F., Palumbo M. et al. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*. 1997. Vol. 77. № 4. P. 523–531.
12. González-Alonso A., Ramírez-Tortosa C., Varela-López A., Roche E., Arribas M. et al. Sunflower Oil but Not Fish Oil Resembles Positive Effects of Virgin Olive Oil on Aged Pancreas after Life-Long Coenzyme Q Addition. *Int. J. Mol. Sci.* 2015. Vol. 16. P. 23425–23445
13. Iqbal N., Ashraf M., Ashraf M.Y. and Azam F. Effect of exogenous application of glycinebetaine on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. *International Journal of Biology and Biotechnology*. 2005. Vol. 2. Issue 3. P. 765–771.
14. Jafari A., Paknejad F., Jami Al-Ahmadi M. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Inter J Plant Prod*. 2009. Vol. 3. Issue 4. P. 33–38.
15. Khatun M., Hossain T.M., Miah M.M., Khandoker S., Rashid M.A. Profitability of sunflower cultivation in some selected sites of Bangladesh. *Bangladesh J. Agric. Res.* 2016. Vol. 41. P. 599–623.
16. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 2 – drought years). *Аграрні інновації*. 2023. №20. С. 82–92. <https://doi.org/10.32848/аграр.innov.2023.20.13>
17. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. №19. С. 140–150. <https://doi.org/10.32848/аграр.innov.2023.19.22>
18. Kristin A.S., Serna R.R., Perez F.I., Enriquez B.C., Gallegos J.A.A., et al. Improving common bean performance under drought stress. *CropSci*. 1997. Vol. 37. P. 43–50.
19. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. Vol. 7. P. 85–87.
20. Lavrynenko Y., Tyshchenko A., Bazalii H., Konovalova V., Zhupyna A., et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of Southern Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2023. Vol. LXVI. No. 2. P. 294–301. ISSN 2285-5785
21. Lin C.S., Binns M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci.* 1988. Vol. 68. P. 193–198. <https://doi.org/10.4141/cjps88-018>
22. Moosavi S.S., Yazdi-Samadi B., Naghavi M.R., Zali A.A., Dashti H., Pourshahbazi A. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert*. 2008. Vol. 12. Issue 2. P. 165–178.
23. Ojha A. & Ojha B.R. Assessment of Morpho-Physiological, Yield and Yield Attributing Traits Related to Post Anthesis Drought in Wheat Genotypes Under Rain-fed Condition in Rampur, Chitwan. *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol.* 2020, Vol. 8, Issue 3, P. 323–335. DOI: 10.3126/ijasbt.v8i3.31609
24. Rauf S. Breeding sunflower (*Helianthus annuus* L.) for drought tolerance, *Commun. Biom. Crop Sci.*, 2008. Vol. 3. P. 29–44.
25. Rosielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 1981. Vol. 21. № 6. P. 943–946. doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x

26. Škorić D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*. 2009. Vol.32(50). P. 1–16.
27. Subira J., Álvaro F., del Moral L.F.G., & Royo C. Breeding effects on the cultivar × environment interaction of durum wheat yield. *European Journal of Agronomy*. 2015. Vol. 68. P. 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.04.009>
28. Team B.A. Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. In *Regional Climate Studies*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 2015. Vol. 6. P. 131–144.
29. Tyshchenko A.V., Konovalova V.M., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. №19. С. 190–200. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.19.29>
30. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Fundirat K.S., Piliarska O.O. Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*, 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (May 19–20, 2023; Vancouver, Canada) by the SPC «InterConf». A.T. International, 2023. P. 343–361. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030>
31. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Fundirat K.S., Piliarska O.O. Methods of determining the adaptability and ecological stability of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*, 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (May 19–20, 2023; Vancouver, Canada) by the SPC «InterConf». A.T. International, 2023. P. 324–342. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.029>
32. Tyshchenko O., Tyshchenko A., Piliarska O., Kuts H., Lykhovyd P. Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*. 2020. Vol. 9. No. 2. P. 353–358. ISSN 2285-5718
33. Vozhehova R., Tyshchenko A., Tyshchenko O., Dymov O., Piliarska O., Lykhovyd P. Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021. Vol. LXIV. No. 2. P. 435–444.
34. Yuyi Zhou, Rui He, Yuling Guo, Keke Liu, Guanmin Huang et al. A novel ABA functional analogue B2 enhances drought tolerance in wheat. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 2887. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39013-8>
35. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Димов О.М., Люта Ю.О. Особливості прояву адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни при вирощуванні на насіння. *Вісник СумНАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. 2021. Випуск 2(44). С. 3–11. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1>
36. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Димов О.М., Пілярська О.О. Оцінювання посухостійкості селекційного матеріалу люцерни за показниками водного режиму в умовах Півдня України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2021. Vol. 17. No 1. С. 21–29. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204>
37. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни кормового використання в рік сівби за математичними індексами. *Аграрні інновації*. 2022. №13. С. 190–198. DOI <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.13.28>
38. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Насіннева продуктивність популяцій люцерни другого року життя та особливості прояву у них адаптивних ознак. *Аграрні інновації*. 2022. №16. С. 94–103. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.16.15>
39. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Особливості прояву адаптивних ознак у популяції люцерни за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 135–144. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.14.20>

40. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Визначення посухостійкості популяцій люцерни насінневого використання за математичними індексами. *Вісник аграрної науки*. 2023. №1 (838). С. 40–48. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-05>
41. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Посухостійкість популяцій люцерни другого року за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2023. №17. С. 25–36. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.17.4>
42. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Формування стійкості рослин насінневої люцерни в умовах різного екологічного градієнта. *Вісник аграрної науки*. 2023. №3 (840). С. 53–62. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08>
43. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни за насінневого використання в рік сівби. *Аграрні інновації*. 2022. №15. С. 89–96. DOI <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.15.14>
44. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Фундират К.С., Коновалова В.М. Адаптивні ознаки та їх прояв у популяції люцерни другого року за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2023. №18. С. 143–155. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.18.20>
45. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О. Оцінка генотипів люцерни за насінневою продуктивністю на посухостійкість. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: ВД «Гельветика», 2021. №120. С. 155–168. <https://doi.org/10.32851/2226-0999.2021.120.21>
46. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О., Пілярська О.О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*. 2021. №75. С. 101–109. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19>
-

УДК 635.4: 635.7 (477.46)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.36>

ПОКАЗНИКИ РОСТУ ШПИНАТУ ГОРОДНЬОГО ЗА РІЗНОГО СТРОКУ ВИРОЩУВАННЯ У ВЕСНЯНІЙ ТЕПЛИЦІ

Улянич О.І. – д.с.-г.н., професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

професор кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

Яценко Н.В. – д.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

Ковтунюк З.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

Улянич К.Ф. – к.е.н.,

докторант кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

В умовах військового стану виникає потреба у високовітамінових овочах з метою поліпшення раціону харчування населення України. Відповідно, увагу овочівників привертає вирощування у спорудах закритого ґрунту шпинату городнього у ранньовесняній і осінній періоди. Дослідженнями багатьох вчених доведено, що сорти шпинату городнього можуть бути адаптовані та з успіхом вирощуватися за сівби у різний строк у закритому ґрунті.

Досліджено біометричні показники шпинату городнього у динаміці за вирощування у різний строк в умовах весняної теплиці. Досліджувалися біометричні показники, такі як висота рослин, площа листкової пластинки та загальна площа листків сортів Фантазія і Малахіт. Спостереження, що були проведені у 2021–2023 рр. показали, що ранній строк сівби у III декаді квітня, II декаді травня та II декаді червня, виявилися більш сприятливими для сорту Фантазія, оскільки на одній рослині утворилась більша кількість листків – 5,7–6,0 шт/роsl. За пізніх строків сівби, а також за сівби у I декаді квітня спостерігалася істотно менша кількість листків – 5,0–5,2 шт/роsl. У сорту Малахіт кількість листків варіювала слабо не зважаючи на різні строки сівби і знаходилась в межах 5,0–5,4 шт/роsl.

Доведено, що площа листків у рослин шпинату більша формується за сприятливих помірних температур у фазу формування розетки та сівби у III декаду квітня, II декаду травня, II декаду червня. У сорту Фантазія площа листків збільшувалася залежно від строку від 1,57 до 1,72 тис. м²/га та у сорту Малахіт – від 1,71 до 1,73 тис. м²/га. В свою чергу у фазу технічної стиглості найвищі показники отримали у III декаді квітня та II декаді травня. І у сорту Фантазія площа листків збільшувалася від 31,1 до 33,4 тис. м²/га, у сорту Малахіт – від 30,8 до 32,2 тис. м²/га.

Ключові слова: шпинат городній, сорт, дата сівби, висота рослини, площа листка, загальна площа листків.

Ulianych O.I., Yatsenko N.V., Kovtunyk Z.I., Ulianych K.F. Indicators of growth of spinach during different periods of growing in a spring greenhouse

In the conditions of martial law, there is a need for high-vitamin vegetables to improve the nutrition of the population. Therefore, recently increased attention has been paid to the cultivation of spinach in greenhouse in the early spring period. The conducted research established that introduced varieties of garden spinach can be adapted and successfully grown in closed soil.

The population of Ukraine should receive fresh greens from early spring in the early spring period production and the period of growing spinach will ensure the supply of fresh greens. For

this purpose, the research was conducted in 2021–2023 in the conditions of the greenhouse. For our research were used statistical, calculation-analytical and laboratory methods. The varieties Fantaziia and Malakhit were studied. Was studied the behavior of plants after six sowing dates. The control variant was the variety Fantaziia for sowing in the 1st decade of April. Observations conducted in 2021–2023 showed that the early sowing period in the third decade of April, the second decade of May and the second decade of June turned out to be more favorable for the Fantasia variety, as a larger number of leaves were formed on one plant – 5.7–6.0 pcs/plant. During late sowing periods, as well as during sowing in the 1st decade of April, a significantly lower number of leaves was observed – 5.0–5.2 pieces/plant. In the Malachite variety, the number of leaves varied slightly regardless of different sowing dates and ranged from 5.0 to 5.4 leaves/plant.

It was found that plants of both varieties of spinach had a larger leaf surface (114.2–127.7 cm²) in the early sowing period. Plants which were sown in August had a smaller leaf surface – 86.0–106.2 cm². The highest yield of marketable green mass was obtained for sowing in the 3rd decade of April and 2nd decade of May. The variety Fantasia provided 22.9–23.0 t/ha, and the variety Malakhit provided 23.3–23.9 t/ha.

It was established that there is a strong positive correlation between plant mass and the number of leaves ($r = 0.98$), spinach yield and plant mass ($r = 0.91$). This practice of sowing garden spinach at different times can be recommended to farmers and private farmers who grow vegetables in order to extend the period of obtaining fresh greens from early spring.

It has been established that the soil and climatic conditions of the greenhouse are suitable for sowing spinach in six dates and will ensure an uninterrupted supply of products from the 3rd decade of April inclusive. Such approach will solve the problem of seasonality in the consumption of fresh vegetables. It recommended to agricultural producers the sowing dates of spinach in order to extend the period of receiving fresh greens from the 3rd decade of April.

Key words: *spinach, variety, sowing date, plant height, leaves surface, total leaves surface.*

Постановка проблеми. Громадяни України у сучасних важких умовах повинні отримувати свіжу зелену продукцію від ранньої весни до літа із закритого ґрунту, оскільки спостерігається погіршення раціону харчування внаслідок збідніння та стресового стану. Шпинат є цінною зеленою рослиною з незначним періодом вегетації, що дозволяє отримати свіжу зелень, багату на вітаміни, провітамін А, каротин, мінеральні солі, фолієва кислота. Однією з особливостей шпинату є значний вміст Fe і він стоїть на першому місці серед овочів. За вмістом білку уступає бобовим рослинам. Відомо, що період вирощування шпинату у закритому ґрунті забезпечує свіжою зеленню починаючи з ранньої весни до літа [12, с. 39–44].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено, що період вирощування і у відкритому і у закритому ґрунті має вплив на витривалість, виживання рослин, спожиту вологу та відповідно на біометрію рослин. Оптимальні строки сівби сприяють високій врожайності, але причини зниження продуктивності за даними вчених проявляються як за ранніх, так і за пізніх строків сівби. За ранніх строків сівби шпинат городній має вегетативну масу більшу за рахунок розростання рослини, що викликає сповільнення росту та зменшення біометрії у рослин та зниженню врожайності [1, с. 26–33; 8, с. 59–62].

За пізніх строків сівби рослини ростуть повільно і не зовсім встигають сформувати достатню наземну масу, а також кореневу систему [3, с. 9–12].

Дослідження строку сівби залежно від родючості ґрунтів встановило, що на бідних ґрунтах потрібно висівати раніше, а на родючих – пізніше, щоб рослини не переростали. За оптимального строку сівби на родючих ґрунтах дозрівання рослини відбувається на 10–15 діб пізніше у порівнянні з сівбою на менш родючих ґрунтах [5, с. 109; 6, с. 192–196; 7, с. 350–358; 13, с. 147–150; 14, с. 109–113].

Рослинами, які мають різний вік, неоднаково споживається волога. За раннього строку сівби рослиною витрачається менша кількість води, ніж за оптимальної та пізньої сівби [9, с. 20, 11, с. 84].

Для шпинату городнього, важливий строк сівби, оскільки він посприє збільшенню врожайності внаслідок покращенню росту рослин [4, с. 44–94; 10, с. 28, 11, с. 89]. Тому, для вирощування високої врожайності шпинату в умовах закритого ґрунту проведені дослідження з вивчення ефективності строку сівби і його впливу на біометрію шпинату городнього.

Постановка завдання. Під час проведення досліджень передбачали вивчення адаптивної здатності сортів шпинату городнього та їх урожайності в умовах весняних теплиць. У дослідженнях поставлено завдання: визначити оптимальний строк сівби шпинату городнього у весняній теплиці, встановити вплив строку сівби на біометрію рослини.

Дослід з вивчення впливу строку сівби шпинату городнього на біометричні показники в умовах закритого ґрунту проводили у 2021–2023 рр. у весняній теплиці Уманського НУС. Визначався вплив строку сівби на ріст шпинату городнього сортів Фантазія та Малахіт за методичними рекомендаціями Бондаренко і Яковенко [2, с. 25–30].

Дослід включав шість строків сівби: I та III декади квітня, II декада травня, II декада червня, I і III декади серпня. Контроль – I декада квітня.

Загальна площа дослідів становила 30 м², площа окремої ділянки – 6 м². У досліді застосовувався рандомізований метод розміщення ділянок у чотирьох повтореннях.

Облік біометричних показників включав: площу листка, загальну поверхню листків, висоту рослини, кількість листків на рослині.

Виклад основного матеріалу дослідження. Строк сівби шпинату городнього та сорту впливав на біометричні показники. На початку фази росту розетки було проведено оцінку рослин сортів Фантазія і Малахіт. Дослідження показали, що рослини, які висівалися у III декаді квітня та у II декаді травня були істотно вищими порівняно з рослинами, які висівали пізніше – 6,3–7,3 см. Що пояснюється нижчими температурами вегетаційного періоду і він подовжується та період росту є довшим за ранніх строків сівби.

Висота рослин значною мірою залежала від строку сівби, а не від сорту. I у фазі технічної стиглості шпинату за сівби у I декаду квітня була 24,8–28,2 см. Сівба шпинату городнього у III декаду квітня та у II декаду травня викликала зміни у показниках. Так, у сорту Фантазія висота збільшилася до 26,6–28,9 см, а у сорту Малахіт зменшилася до 25,7–26,5 см та істотно перевищували контроль на 1,8–4,1 см та 0,9–1,7 см відповідно.

Встановлено, що у шпинату у фазу початку росту розетки кількість листків складала залежно від сорту 5,0–6,0 шт/роsl. Спостереження показали, що ранні строки сівби, особливо III декада квітня, II декада травня, виявилися більш сприятливими для сорту Фантазія, оскільки на одній рослині утворилась більша кількість листків – 5,7–6,0 шт/роsl. За пізніх строків сівби, а також за сівби у I декаду квітня була істотно менша кількість листків – 5,0–5,2 шт/роsl. В свою чергу, у сорту Малахіт кількість листків варіювала слабо і знаходилась в межах 5,0–5,4 шт/роsl. (рис. 1).

Відмічено, що досліджувані сорти мали різну кількість листків на момент настання фази початку росту розетки і висока варіативність показника була відмічена у сорту Фантазія з найвищим показником за сівби у II декаді травня – 6,0 шт/роsl.

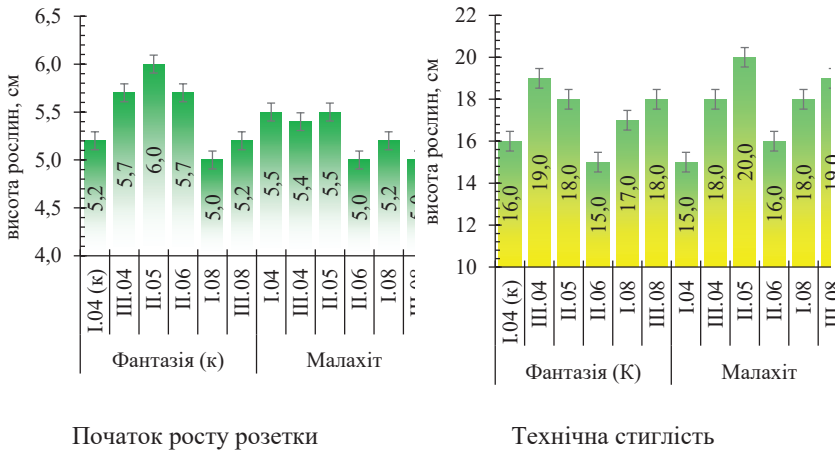


Рис. 1. Динаміка наростання кількості листків у шпинату городнього у різні періоди росту і розвитку залежно від сорту та строку сівби, шт./росл. (середнє за 2021–2023 рр.)

Вивчення впливу сорту та строку сівби на кількість листків у шпинату та їх наростання упродовж вегетаційного періоду показало, що до збирання врожаю кількість листків збільшилась у 2,5–3,5 разів або до 5,0–21 шт/росл.

Отримані дані показують, що більшу площу листків формували рослини шпинату сорту Фантазія, що висівалися у II-й декаді травня – 1,72 тис. м²/га та істотно переважали контроль на 0,40 тис. м²/га. У сорту Малахіт за трьох ранніх строків сівби показник майже не варіював 1,71–1,73 тис. м²/га, що істотно переважало контроль на 0,39–0,41 тис. м²/га.

Доведено, що серпневий строк сівби не сприяв отриманню достатньої загальної площі листків і за сівби у I і III декадах серпня вона становила 1,21–1,29 тис. м²/га у сорту Фантазія, що є істотно нижчим за контроль на 0,11–0,03 тис. м²/га. У сорту Малахіт площа листків становила 1,34 та 1,25 тис. м²/га.

У фазу технічної стиглості зелена площа листків досягнула величини у сорту Фантазія 25,6 тис. м²/га за сівби у I декаді квітня. У сорту Малахіт за раннього строку сівби площа листків складала 23,9 тис. м²/га, що нижче за контроль на 1,7 тис. м²/га.

Дослідження росту і розвитку рослин шпинату городнього дозволило зробити висновок, що під час фази інтенсивного росту більшу площу листків утворили рослини, що висівалися у III декаді квітня і площа листків становила 28,9–32,9 тис. м²/га (рис. 2, 3).

У досліді ми спостерігали тенденцію до істотного зменшення загальної площі листків за строками сівби у сорту Фантазія. Відповідно до строку сівби у III декаду квітня загальна площа листків досягла величини 33,4 тис. м²/га. У II декаді травня вона зменшилася до 31,1 тис. м²/га, а у II декаді червня – до 23,5 тис. м²/га. У пізньолітні строки сівби площа листків мала мінімальне значення і за сівби у I декаді серпня – 20,7 тис. м²/га, у III – 21,9 тис. м²/га, що викликане високими температурними умовами росту.

Кореляційно-регресійний аналіз між показниками росту і розвитку шпинату городнього (рис. 4), визначали за допомогою розрахунків коефіцієнтів кореляції та апроксимації. Кореляційна функція дозволила встановити ступінь взаємозв'язку між змінними та їх вплив на врожайність.

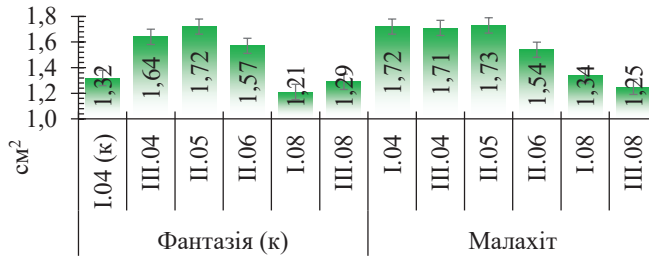


Рис. 2. Загальна площа листків з початку росту розетки шпинату городнього сортів Фантазія і Малахіт залежно від строку сівби (середнє за 2021–2023 рр.), тис. м²/га.

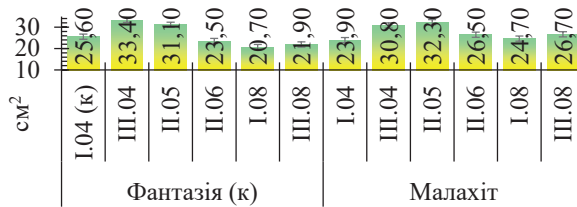


Рис. 3. Загальна площа листків у фазу технічної стиглості шпинату городнього сортів Фантазія і Малахіт залежно від строку сівби (середнє за 2021–2023 рр.), тис. м²/га.

У процесі аналізу виявлено зміни впродовж вегетації рослин шпинату у кореляційних зв'язках між біометричними показниками. Так відмічено, що між листковою площею і кількістю листків сила зв'язку слабшала. У фазу початку росту розетки сила кореляції між листковою площею і кількістю листків була сильною і становила $r = 0,7522$, а у фазу технічної стиглості $r = 0,5984$. Між листковою площею і висотою рослини відзначено посилення тісноти зв'язку між змінними з $r = 0,6294$ до $r = 0,7320$. Виявлено сильну кореляцію між кількістю листків й висотою рослини на початку росту розетки ($r = 0,7420$) та відсутність його у фазу технічної стиглості ($r = 0,0718$). Встановлено, що існує сильний позитивний кореляційний зв'язок між масою рослини та кількістю листків ($r = 0,98$). Отримані моделі залежностей дадуть змогу більш ефективно використати біологічний потенціал рослин шпинату городнього певного сорту, що сприятиме ефективності технології вирощування.

Висновки і пропозиції. Дослідження строку сівби та його впливу на кількість листків на рослині встановило, що за сівби шпинату городнього сортів Фантазія і Малахіт у I декаду квітня їх кількість у фазу технічної стиглості зелені була істотно меншою і досягала величини 15–16 шт/росл. Істотно більше листків сформували рослини, що висівалися у III декаду квітня і II декаду травня.

Більшими показниками площі листка відрізнялися рослини шпинату городнього на початку росту розетки за строку сівби у III декаду квітня і II декаду травня – 114,2–127,7 см². Меншими показниками площі листка на початку росту розетки відрізнялися рослини шпинату за сівби у серпні – 86,0–106,2 см².

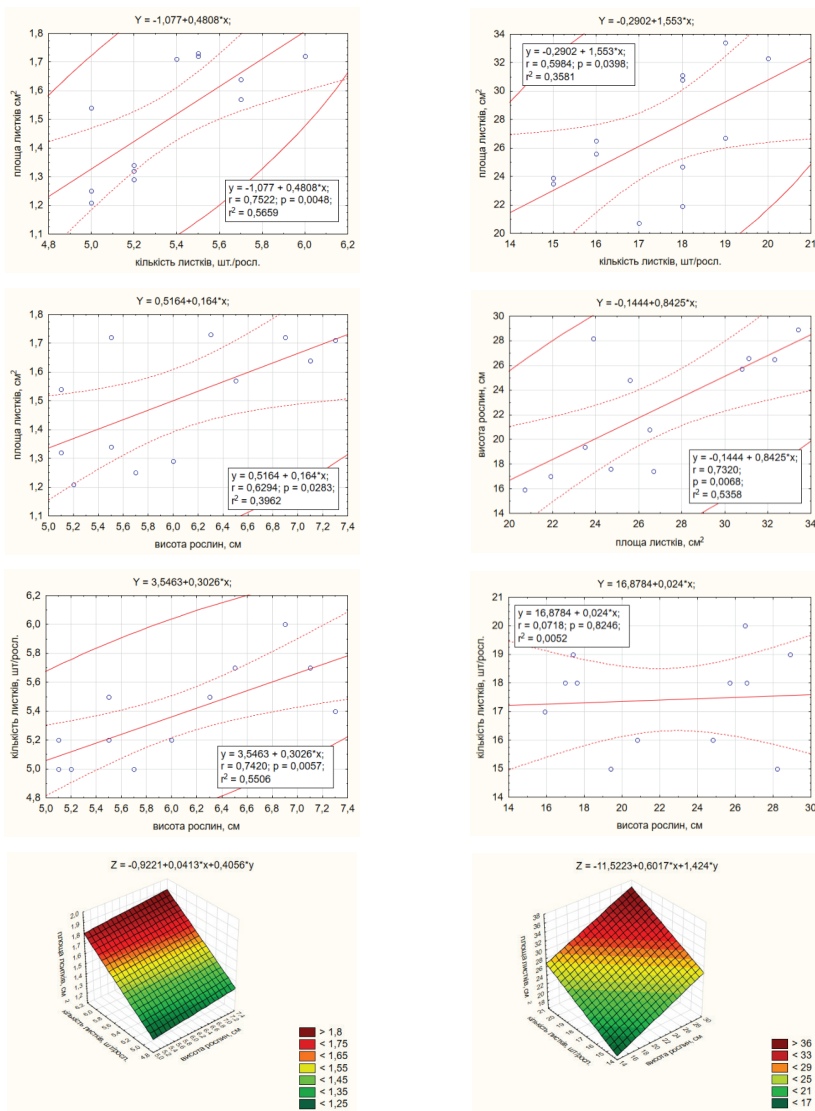


Рис. 4. Кореляційні зв'язки між біометричними показниками шпинату городнього сортів Фантазія і Малахіт залежно від строку сівби у фазу росту розетки та технічної стиглості

У шпинату городнього сортів Фантазія і Малахіт перед збиранням зеленої маси рослини мали найбільшу площу листків за сівби у III декаду квітня – 33,4–30,8 тис. м²/га та II декаду 3 травня 31,1–32,3 тис. м²/га.

Виявлено сильну кореляцію між кількістю листків й висотою рослини на початку росту розетки ($r = 0,7420$) та відсутність його у фазу технічної стиглості ($r = 0,0718$). Існує сильний позитивний кореляційний зв'язок між масою рослини та кількістю листків ($r = 0,98$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ambani, R. Mudau, A., Hintsu, T., Araya & Fhatuwani, N. Mudau, A. 2018. The quality of baby spinach as affected by developmental stage as well as postharvest storage conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section B Soil & Plant Science, 69:1. P. 26–35. DOI:10.1080/09064710.2018.1492009.
2. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві та баштанництві. Харків: Основа. 2001. 369 с.
3. Carillo, P., Colla, G., Fusco, G.M., Dell'Aversana, E., El-Nakhel, C., Giordano, M., Pannico, A., Cozzolino, E., Mori, M., Reynaud, H., et al. 2019. Morphological and Physiological Responses Induced by Protein Hydrolysate-Based Biostimulant and Nitrogen Rates in Greenhouse Spinach. *Agronomy*.9:450. doi: 10.3390/agronomy9080450.
4. Carla Pereira, Maria Inês Dias, Spyridon, A. Petropoulos and athe. 2019. The Effects of Biostimulants, Biofertilizers and Water-Stress on Nutritional Value and Chemical Composition of Two Spinach Genotypes (*Spinacia oleracea* L.). *Molecules*. Dec; 24(24): 44–94. doi: 10.3390/molecules 24244494.
5. Choyo, Tai, Yuji, Sawada, Junichi, Masuda, Yoichiro, Fukao. 2021. *Scientia Horticulturae*. Volume 273. doi.org/10.1016/j.109603.
6. Conte, A., Conversa, G., Scrocco, C., Brescia, I., Laverse, J., Elia, A., M.A. Del Nobile. 2008. Influence of growing periods on the quality of baby spinach leaves at harvest and during storage as minimally processed produce. *Postharvest Biology and Technology*. Volume 50. Issues 2. Pages 190–196. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.04.003.
7. Golubkina, N.A., Kosheleva, O.V., Krivenkov, L.V., Dobrutskaya, H.G., Nadezhkin, S., Caruso, G. 2017. Intersexual differences in plant growth, yield, mineral composition and antioxidants of spinach (*Spinacia oleracea* L.) as affected by selenium form. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 2017. 225:350–358. doi: 10.1016/j.scienta.2017.07.001.
8. Господаренко Г. М., Єщенко В. О., Полторецький С. П. та ін. Системи технологій в рослинництві. Умань. Сочінський. 2008. 368 с.
9. Хареба В. В., Корнієнко С. І., Хареба О. В., Позняк О. В., Унучко О. О. Малопоширені овочеві рослини. Харків: Пляда. Ч. 2. 2012. 44 с.
10. Корнієнко С.І., Хареба В.В., Хареба О.В., Позняк О.В. Особливості технології вирощування нетрадиційних овочевих культур. Вінниця. Нілан-ЛТД. 2015. 133 с.
11. Kulkarni, M.G., Rengasamy, K.R.R., Pendota, S.C., Gruz, J., Plačková, L., Novák, O., Doležal, K., Van Staden, J. 2019. Bioactive molecules derived from smoke and seaweed *Ecklonia maxima* showing phytohormone-like activity in *Spinacia oleracea* L. *N. Biotechnol.*48:83–89. doi: 10.1016/j.nbt.2018.08.004.
12. Улянич О. І. Зеленні та пряносмакові овочеві культури. Київ. Дія. 2004. 167 с.
13. Улянич О.І., Хареба В.В., Ковтунюк З.І., та інші. Малопоширені овочеві рослини. Част І. 2015. Київ. Аграрна наука. 164 с.
14. Улянич О.І., Вдовенко С.А., Ковтунюк З.І. та інші. Біологічні особливості і вирощування малопоширених овочів. Умань: Візаві. 2018. 280 с.

УДК 633.11:631.95:575.21

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.37>

ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ ОЗНАК ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ У НОВИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Хорошу І.В. – к.с.-г.н.,
докторант кафедри селекції і насінництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Назаренко М.М. – д.с.-г.н.,
професор кафедри селекції і насінництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Розвиток сортів, агротехнічні нововведення та активна наукова діяльність стали ключовими факторами успіху в підвищенні продуктивності та стабільності виробництва пшениці на глобальному рівні. В умовах науково-дослідного поля науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету проводили оцінку 15 сортів пшениці озимої української селекції від різних науково-дослідних установ України та світу. Ділянки випробування досліду були розміщені регулярним чином зі схемою посіву у трикратній повторності, площа 10 м² кожної. Оцінювали врожайність, її структуру, вміст білку в зерні, вміст білкових компонентів. Оцінювали у 2021–2023-му роках сорти ЛГ Квадрант, ЛГ Магірус, ЛГ ЛІТО-ПИС (Франція), Мавка ІР, Мазурок, Аліот, Мейсса, Слава Унави, Золото Степу (Україна), Ормессон, Моментум, СТК21Г (Франція), ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ, БХВ20ГВ0009 (Німеччина). Параметр врожайності залежав як від реалізації потенціалу сорту, так і від року вирощування, також достовірною була генотип-середовищна взаємодія. За результатами дослідження, до більш придатних з точки зору високої врожайності відносилися сорти Слава Унави, Ормессон, Моментум, СТК21Г, проміжне положення займали сорти ЛГ ЛІТОПИС, Золото Степу, ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ. Більш контрастним для ознаки був 2022 рік, 2021 та 2023 достовірно відрізнялися між собою, але для них властива нижча диференціююча за ознакою врожайності. Варто виділити за врожайністю сорти як ЛГ ЛІТОПИС, Слава Унави, Золото Степу, Ормессон, СТК21Г, ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ, Моментум. Сорти ЛГ ЛІТОПИС, Ормессон, СТК21Г, ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ, Моментум формують врожайність за рахунок гарно розвиненого головного колосу, сорти Слава Унави та Золото Степу мають перевагу через вищу продуктивну куцистість. Сорти Слава Унави та Золото Степу мають високу продуктивність та задовільну якість, а тому загалом цілком відповідають потребам регіону. За компонентами запасних білків зерна позитивно виділився сорт Слава Унави. Показано два різні шляхи для реалізації генетично обумовленої вищої врожайності у сучасних сортах пшениці – за рахунок кращого головного колосу або вищої продуктивної куцистості. МТЗ є умовно-достатнім індикатором високої врожайності. За поєднанням високих врожайних та достатніх якісних параметрів можливе вирощування сортів Слава Унави, Золото Степу. Сорт Слава Унави демонструє поєднання в комплексі позитивних властивостей за складом запасних білків.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, якість зерна, врожайність.

Khoroshun I.V., Nazarenko M.M. Development of key characters of yield and quality in new varieties of winter wheat

The development of varieties, agrotechnical innovations and active scientific activity have become key success factors in increasing the productivity and stability of wheat production at the global level. In the conditions of the scientific research field of the scientific and educational center of practical training of the Dnipro State Agrarian and Economic University, the assessment of 15 winter wheat varieties of ukrainian breeding from various scientific research institutions of Ukraine and of the world was carried out. The test plots of the experiment were placed in a regular manner with a seeding scheme in triplicate, an area of 10 m² each. The yield,

its structure, the content of protein in the grain, the content of protein components were evaluated. In 2021–2023, the varieties LG Quadrant, LG Magirus, LG LITOPIS (France), Mavka IR, Mazurok, Aliot, Meissa, Slava Unavyi, Zoloto Stepu (Ukraine), Ormesson, Momentum, STK21G (France), HIMALAYA, HYACINTH, БХВ20ГВ0009 (Germany). The yield parameter depended both on the realization of the potential of the variety and on the year of cultivation, and the genotype-environment interaction was also reliable. According to the results of the study, varieties Slava Unavyi, Ormesson, Momentum, STK21G were more suitable from the point of view of high yield, and intermediate positions were occupied by varieties LG LITOPIS, Zoloto Stepu, HIMALAYA, HYACINTH. The year 2022 was more contrasting for the trait, 2021 and 2023 were reliably different from each other, but they are characterized by a lower differentiating yield trait. It is worth highlighting varieties such as LG LITOPIS, Slava Unavyi, Zoloto Stepu, Ormesson, STK21G, HIMALAYA, HYACINTH, Momentum in terms of yield. Varieties LG LITOPIS, Ormesson, STK21G, HIMALAYA, HYACINTH, Momentum form productivity due to a well-developed main spike, varieties Slava Unavyi and Zoloto Stepu have an advantage due to higher productive bushiness. Varieties Slava Unavyi and Zoloto Stepu have high productivity and satisfactory quality, and therefore, in general, fully meet the needs of the region. The variety Slava Unavyi was positively distinguished by the components of spare grain proteins. Two different ways are shown for the implementation of genetically determined higher yield in modern wheat varieties – at the expense of a better main spike or higher productive bushiness. MTZ is a conditionally sufficient indicator of high yield. With a combination of high yields and sufficient quality parameters, it is possible to grow varieties Slava Unavyi, Zoloto Stepu. The variety Slava Unavyi demonstrates a combination of positive properties in the composition of reserve proteins.

Key words: winter wheat, variety, grain quality, yield.

Постановка проблеми. Прогрес у виробництві пшениці у 20–21 сторіччі роками є яскравим прикладом того, як інноваційні технології та адаптаційні стратегії можуть допомогти сільському господарству пристосуватися до змінних умов. Розвиток сортів, агротехнічні нововведення та активна наукова діяльність стали ключовими факторами успіху в підвищенні продуктивності та стабільності виробництва пшениці на глобальному рівні [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдяки новим сортам і технологіям вдалося значно підвищити врожайність пшениці, навіть в умовах обмежених ресурсів [2]. Інновації дозволили вирощувати пшеницю в регіонах з раніше невідповідними кліматичними умовами [4, 8]. Зміна клімату є постійним процесом і впливає на різні галузі промисловості, включаючи сільське господарство [6].

Розробка нових сортів пшениці, стійких до хвороб, шкідників та екстремальних погодних умов, дозволила підвищити врожайність і розширити географію вирощування. Перш за все це селекція сортів з коротшим вегетаційним періодом, які здатні адаптуватися до різних кліматичних зон [5, 7].

За останнє століття записи показують, що середньорічна температура в районах, де вирощують кукурудзу, рис, пшеницю та сою, зросла на 1°C. Це підвищення температури призвело до значних змін у врожайності цих важливих сільськогосподарських культур [9].

Метою дослідження було встановити мінливість за сортовою та середовищною дисперсіями нових сортів пшениці для умов Степу.

Постановка завдання. В умовах науково-дослідного поля науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету проводили оцінку сортів ЛГ Квадрант, ЛГ Магірус, ЛГ ЛІТОПІС, Мавка ІР, Мазурок, Аліот, Мейсса, Слава Унави, Золото Степу, Ормессон, Моментум, СТК21Г, ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ, БХВ20ГВ0009. Ділянки випробування досліду були розміщені регулярним чином зі схемою посіву у трикратній

повторності, площа 10 м² кожної, посів стандарту однократно на експеримент. Норму висіву варіювала в залежності від визначеного параметру МТЗ. Структурний аналіз проводили обмірами та обмолотом 25–30 добре розвинених рослин, визначали такі параметри як відсоток зерна в загальній продуктивності, висоту рослини, вагу та кількість зерна з головного колосу, вагу зерна з рослини, масу тисячі зерен (туг і далі – МТЗ). Вміст білку визначали на приладі Спектран-119Р. Повторність досліджень була трикратна. Статистичну обробку проводили за факторним аналізом ANOVA, групування та класифікацію даних методом кластерного аналізу. В усіх випадках застосовували програму Statistic 10.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. Врожайність даного набору сортів різного походження оцінювали у 2021–2023-му роках (таблиця 1). Проаналізували дану господарчо-цінну ознаку у сортів ЛГ Квадрант, ЛГ Магірус, ЛГ ЛІТОПИС (Франція), Мавка ІР, Мазурок, Аліот, Мейсса, Слава Унави, Золото Степу (Україна), Ормессон, Моментум, СТК21Г (Франція), ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ, БХВ20ГВ0009 (Німеччина), всього 6 французьких, 3 німецьких та 6 українських зразків.

Таблиця 1

Врожайність сортів пшениці озимої

Сорт	Рік, т га ⁻¹			Середня
	2021	2022	2023	
ЛГ Квадрант	7,32 ± 0,19 ^a	8,65 ± 0,19 ^a	7,53 ± 0,17 ^a	7,83 ± 0,26 ^a
ЛГ Магірус	7,13 ± 0,21 ^a	8,66 ± 0,25 ^a	7,34 ± 0,23 ^a	7,71 ± 0,33 ^a
ЛГ ЛІТОПИС	8,02 ± 0,21 ^b	8,44 ± 0,17 ^a	8,34 ± 0,18 ^b	8,27 ± 0,31 ^{ab}
Мавка ІР	7,65 ± 0,21 ^a	7,30 ± 0,22 ^b	7,92 ± 0,18 ^{ab}	7,62 ± 0,26 ^a
Мазурок	6,99 ± 0,23 ^{ac}	7,88 ± 0,23 ^c	7,27 ± 0,18 ^a	7,38 ± 0,30 ^{ac}
Аліот	7,31 ± 0,21 ^a	8,08 ± 0,23 ^{ac}	7,56 ± 0,18 ^a	7,65 ± 0,31 ^a
Мейсса	7,00 ± 0,21 ^{ac}	7,86 ± 0,23 ^{ac}	7,24 ± 0,28 ^a	7,37 ± 0,29 ^a
Слава Унави	8,31 ± 0,22 ^b	9,80 ± 0,24 ^d	8,68 ± 0,18 ^b	8,93 ± 0,32 ^b
Золото Степу	8,02 ± 0,22 ^b	8,44 ± 0,23 ^a	8,34 ± 0,20 ^b	8,27 ± 0,28 ^{ab}
Ормессон	8,91 ± 0,21 ^d	9,38 ± 0,28 ^d	8,27 ± 0,19 ^b	8,85 ± 0,26 ^b
Моментум	9,14 ± 0,21 ^d	9,62 ± 0,28 ^d	9,50 ± 0,25 ^c	9,42 ± 0,29 ^b
СТК21Г	8,57 ± 0,21 ^{bd}	9,07 ± 0,28 ^c	8,95 ± 0,19 ^c	8,86 ± 0,27 ^b
ГІМАЛАЯ	8,34 ± 0,24 ^b	8,78 ± 0,27 ^{ac}	8,67 ± 0,20 ^{bc}	8,60 ± 0,31 ^{ab}
ГІАЦИНТ	8,05 ± 0,24 ^b	8,47 ± 0,26 ^a	8,37 ± 0,18 ^b	8,29 ± 0,26 ^{ab}
БХВ20ГВ0009	7,26 ± 0,21 ^a	7,64 ± 0,20 ^b	7,55 ± 0,21 ^a	7,48 ± 0,31 ^a

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Параметр врожайності залежав як від реалізації потенціалу сорту ($F = 18,21$; $F_{0,05} = 3,10$; $P < 0,01$), так і від року вирощування ($F = 34,87$; $F_{0,05} = 3,74$; $P < 0,01$), також достовірною була генотип-середовищна взаємодія ($F = 9,44$; $F_{0,05} = 6,04$; $P = 0,01$).

За результатами дослідження, до більш придатних з точки зору високої врожайності відносилися сорти Слава Унави, Ормессон, Моментум, СТК21Г ($F = 7,45$; $F_{0,05} = 3,24$; $P = 0,01$), проміжне положення займали сорти ЛГ ЛІТОПИС, Золото Степу, ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ. Більш контрастним для ознаки був 2022 рік, 2021 та 2023 достовірно відрізнялися між собою, але для них властива нижча диференціююча за ознакою врожайності.

Для групування за врожайністю та класифікації сортів в залежності від мінливості за середовищною та спадковою компонентами провели класифікацію методом кластерного аналізу (Рис. 1).

До першої групи належать сорти ЛГ Квадрант, ЛГ Магірус, Мавка ІР, Мазурок, Аліот, Мейсса, БХВ20ГВ0009, що в цілому демонструють непогану стабільну врожайність для регіону, але не є кращими за цією ознакою. До другої групи належать сорти ЛГ ЛІТОПИС, Слава Унави, Золото Степу, Ормессон, СТК21Г, ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ, що суттєво дещо переважають першу за окремими ознаками, але не є стабільними, займаючи проміжне положення між першою та третьою групою, з окремими піками за продуктивністю. До третьої мінорної сорт Моментум, що суттєво переважав інші, а реалізація його потенціалу не так суттєво залежала від природніх умов.

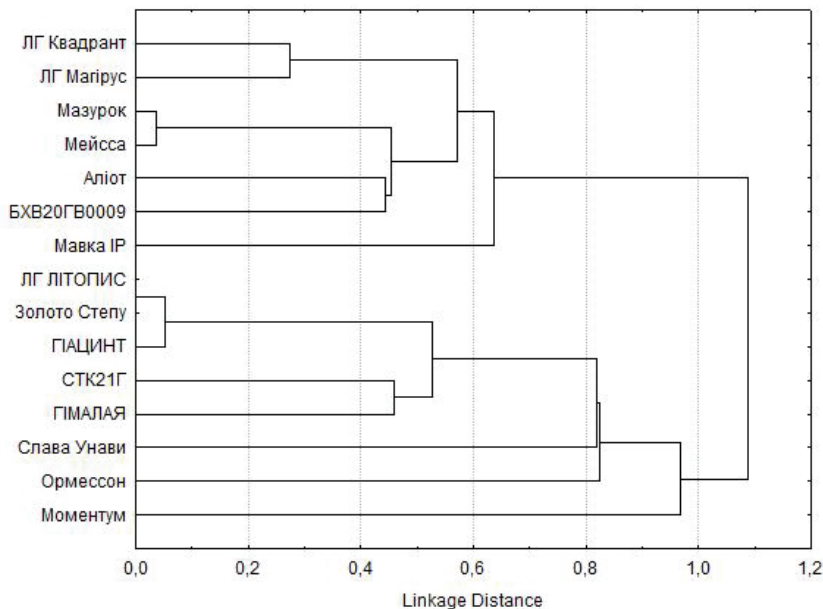


Рис. 1. Результати кластерного аналізу по врожайності

Таким чином варто виділити за врожайністю сорти як ЛГ ЛІТОПИС, Слава Унави, Золото Степу, Ормессон, СТК21Г, ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ, Моментум, але усі крім сорту Моментум не є зовсім стабільними у прояві високої врожайності.

Для встановлення механізмів отримання вищої врожайності провели структурний аналіз основних компонентів цієї ознаки (таблиця 2) за наступними ознаками кількість та вага зерна з головного колосу, вага зерна з рослини, маса тисячі зерен (тут і далі – МТЗ). Показник кількості зерна з головного колосу занадто і його використання не дає додаткової інформації щодо формування врожайності.

Показник ваги зерна з головного колосу був більш значущим для врожайності сорту, ідентифіковано як кращі сорти ЛГ ЛІТОПИС, Ормессон, СТК21Г, ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ, Моментум ($F = 5,09$; $F_{0,05} = 3,24$; $P = 0,03$).

Таблиця 2
Морфометричні параметри врожайних якостей сортів пшениці озимої
($\bar{x} \pm SD$, n = 25)

Сорт	З головного колосу		Вага зерна з рослини, г.	МТЗ, г.
	Кількість зерна, шт.	Вага зерна, шт.		
ЛГ Квадрант	28,8 ± 3,0 ^a	1,0 ± 0,2 ^a	1,7 ± 0,2 ^a	39,2 ± 0,9 ^a
ЛГ Магірус	29,0 ± 2,2 ^a	0,9 ± 0,2 ^a	1,8 ± 0,3 ^a	38,7 ± 0,9 ^a
ЛГ ЛІТОПИС	30,1 ± 2,5 ^a	1,6 ± 0,1 ^b	2,1 ± 0,2 ^a	38,8 ± 1,0 ^a
Мавка ІР	31,0 ± 2,2 ^{ab}	1,0 ± 0,2 ^a	1,8 ± 0,2 ^a	38,4 ± 0,9 ^a
Мазурок	31,1 ± 2,0 ^{ab}	1,1 ± 0,2 ^a	1,8 ± 0,2 ^a	42,4 ± 1,0 ^b
Аліот	31,3 ± 2,2 ^{ab}	1,0 ± 0,2 ^a	1,9 ± 0,2 ^a	39,1 ± 1,0 ^a
Мейсса	31,5 ± 2,1 ^{ab}	0,9 ± 0,2 ^a	1,6 ± 0,2 ^a	39,5 ± 1,1 ^a
Слава Унави	30,0 ± 2,0 ^a	1,5 ± 0,2 ^{ab}	2,8 ± 0,2 ^b	42,1 ± 0,9 ^b
Золото Степу	29,5 ± 3,0 ^a	1,5 ± 0,2 ^{ab}	2,8 ± 0,3 ^b	42,6 ± 0,9 ^b
Ормессон	29,3 ± 2,5 ^a	1,9 ± 0,2 ^b	2,1 ± 0,2 ^a	43,1 ± 1,0 ^b
Моментум	29,6 ± 2,4 ^a	1,8 ± 0,2 ^b	2,0 ± 0,2 ^a	43,5 ± 1,0 ^{bc}
СТК21Г	26,4 ± 2,1 ^c	1,7 ± 0,1 ^b	2,9 ± 0,2 ^b	42,9 ± 0,7 ^b
ГІМАЛАЯ	29,0 ± 2,3 ^a	1,8 ± 0,1 ^b	1,8 ± 0,2 ^a	41,8 ± 0,7 ^b
ГІАЦИНТ	33,0 ± 2,2 ^b	1,7 ± 0,2 ^b	2,2 ± 0,2 ^{ac}	42,1 ± 0,8 ^b
БХВ20ГВ0009	29,2 ± 2,1 ^a	1,0 ± 0,1 ^a	2,2 ± 0,2 ^{ac}	38,9 ± 0,9 ^a

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Показник продуктивності рослини був значущим для перевищення врожайності для сортів Слава Унави, Золото Степу ($F = 5,15$; $F_{0,05} = 3,24$; $P = 0,03$). Наступний показник МТЗ однозначно перевищував стандарт у всіх високоврожайних сортів, що свідчить про вагому роль цієї ознаки при формуванні врожаю. Таким чином, сорти ЛГ ЛІТОПИС, Ормессон, СТК21Г, ГІМАЛАЯ, ГІАЦИНТ, Моментум формують врожайність за рахунок гарно розвиненого головного колосу, сорти Слава Унави та Золото Степу мають перевагу через вищу продуктивну кущистість. Встановлено два механізми формування високої врожайності.

Таблиця 3

Параметри якості зерна

Сорт	Білок, %	Клейковина, %	Глютеніни, г		Гліадіни, г
			HMW	LMW	
ЛГ Квадрант	13,4 ± 0,3 ^a	26,5 ± 0,4 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	0,41 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,01 ^a
ЛГ Магірус	13,8 ± 0,3 ^a	26,7 ± 0,3 ^a	0,15 ± 0,02 ^a	0,41 ± 0,02 ^a	0,40 ± 0,01 ^a
ЛГ ЛІТОПИС	13,6 ± 0,2 ^a	26,9 ± 0,2 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	0,32 ± 0,02 ^b	0,39 ± 0,02 ^a
Мавка ІР	13,5 ± 0,2 ^a	26,2 ± 0,2 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	0,41 ± 0,02 ^a	0,39 ± 0,01 ^a
Мазурок	14,0 ± 0,2 ^b	27,9 ± 0,2 ^b	0,22 ± 0,01 ^b	0,41 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,01 ^a
Аліот	13,6 ± 0,2 ^a	26,1 ± 0,2 ^a	0,22 ± 0,01 ^b	0,40 ± 0,02 ^a	0,40 ± 0,02 ^a
Мейсса	13,2 ± 0,2 ^a	26,6 ± 0,2 ^a	0,16 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,01 ^a
Слава Унави	14,0 ± 0,2 ^b	27,7 ± 0,3 ^b	0,22 ± 0,01 ^b	0,32 ± 0,01 ^b	0,50 ± 0,01 ^b
Золото Степу	13,9 ± 0,3 ^{ab}	27,5 ± 0,3 ^b	0,16 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,02 ^a	0,42 ± 0,01 ^a
Ормессон	13,5 ± 0,2 ^a	26,0 ± 0,2 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,02 ^a	0,48 ± 0,02 ^b

Продовження таблиці 3

Моментум	13,4 ± 0,1 ^a	26,8 ± 0,2 ^a	0,16 ± 0,02 ^a	0,48 ± 0,02 ^c	0,40 ± 0,01 ^a
СТК21Г	13,6 ± 0,1 ^a	26,9 ± 0,2 ^{ab}	0,15 ± 0,01 ^a	0,48 ± 0,01 ^c	0,40 ± 0,01 ^a
ГІМАЛАЯ	13,6 ± 0,1 ^a	26,7 ± 0,2 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	0,41 ± 0,02 ^a	0,41 ± 0,02 ^a
ГІАЦИНТ	13,1 ± 0,1 ^{ac}	26,0 ± 0,2 ^a	0,22 ± 0,01 ^b	0,41 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,01 ^a
БХВ20ГВ0009	13,9 ± 0,2 ^{ab}	28,1 ± 0,3 ^b	0,22 ± 0,01 ^b	0,41 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,01 ^a

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Аналіз якості зерна проводився за наступними ознаками вміст білка в зерні, вміст клейковини в зерні, наявність у білках високо- та низькомолекулярних глютенінів та загальний вміст гліадинів (таблиця 3). До сильних пшениць відносяться сорти ЛГ Магірус, Мазурок, Слава Унави, Золото Степу, БХВ20ГВ0009. Сорти Слава Унави та Золото Степу мають високу продуктивність та задовільну якість, а тому загалом цілком відповідають потребам регіону. У той час як сорт Моментум загалом високоврожайний, але формує нижчу якість. Жоден з сортів не можна використовувати як донори високої якості. За компонентами запасних білків зерна позитивно виділилися по високомолекулярним глютенінам сорти Мазурок, Аліот, Слава Унави, ГІАЦИНТ, БХВ20ГВ0009 (вищий вміст), по низькомолекулярним сорти ЛГ ЛІТОПИС, Слава Унави (нижчий вміст) та по гліадинам сорти Слава Унави та Ормессон (вищий вміст). Тобто комплексно за глютенінами цікавим ресурсом для поліпшення є сорт Слава Унави.

Таким чином, за поєднанням підвищення врожайності з високими хлібопекарськими якостями виділилися в першу чергу сорти Слава Унави, Золото Степу, що формують врожайність і якість на необхідному рівні. Як сорт з комплексом високої зернової якості компонентами запасних білків можна використовувати сорт Слава Унави.

Висновки і пропозиції. Досліджувані сорти показали непогану стабільність за врожайністю для умов Степу України. Показано два різні шляхи для реалізації генетично обумовленої вищої врожайності у сучасних сортів пшениці – за рахунок кращого головного колосу або вищої продуктивної кущистості. Для будь-якого з варіантів обов'язковою умовою було суттєве перевищення за МТЗ, котре є умовно-достатнім індикатором високої врожайності. За поєднанням високих врожайних та достатніх якісних параметрів можливе вирощування сортів Слава Унави, Золото Степу. Не виявлено джерело вищої якості зерна за вмістом білку та клейковини, але сорт Слава Унави демонструє поєднання в комплексі позитивних властивостей за складом запасних білків (вищий вміст високомолекулярних глютенінів та гліадинів, нижчий вміст низькомолекулярних глютенінів).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bordes J., Ravel C., Le Gouis J., Lapiere A., Charmet G., Balfourier F. Use of a global wheat core collection for association analysis of flour and dough quality traits. *Journal of Cereal Science*. 2011. 54. P. 137–134.
2. Cann D., Hunt J., Rattey A., Porker K. Indirect early generation selection for yield in winter wheat. *Field Crops Research*. 2022. 282. 108505.
3. Essam F., Badrya M., Aya M. Modeling and forecasting of wheat production in Egypt. *Advances and Applications in Statistics*. 2019. 59(1). P. 89–101.
4. Jaradat A. Simulated climate change differentially impacts phenotypic plasticity and stoichiometric homeostasis in major food crops. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2018. 30(6). P. 429–442.

5. Groeneveld M., Grunwald D., Piepho H.P., Koch H.J. Crop rotation and sowing date effects on yield of winter wheat. *The Journal of Agricultural Science*. 2024. 1. P. 1–11.
 6. Sloat L.L., Davis S.J., Gerber J.S., Moore F.C., Ray D.K., West P.C., Mueller N.D. Climate adaptation by crop migration. *Natural Communications*. 2020. 11. 1243.
 7. Salinas C., Osei E., Yu M., Guney S., Lovell A., Kan E. Climate change effects on Texas dryland winter wheat yields. *Agriculture*. 2024. 14(2). 232.
 8. Zhao C., Liu B.; Piao S., Wang X., Lobell D.B., Huang Y., Huang M.T., Yao Y.T., Bassu S., Ciais P. Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of National Academy of Sciences of USA*. 2017. 114. P. 9326–9331.
 9. Wakatsuki H., Ju H., Nelson G.C., Farrell A.D., Deryng D., Meza F., Hasegawa T. Research trends and gaps in climate change impacts and adaptation potentials in major crops. *Current Opinions in Environment Sustainability*. 2023. 60. 101249.
-

УДК 63:631.81

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.38>

ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН ТА РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Цилюрик О.І. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Тищенко В.О. – аспірант кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Урожайність кукурудзи суттєво залежить від гібридів, густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення, оскільки ці фактори суттєво впливають на конкуренцію за ресурси, такі як світло, вода, та поживні речовини. Головна мета нашої роботи полягала у визначенні особливостей формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в залежності від густоти стояння рослин кукурудзи та рівня мінерального живлення. Проводили польові наукові дослідження за загально прийнятими методиками дослідної справи із наступним використанням математичної обробки експериментальних даних за допомогою дисперсійного аналізу. Висота рослин кукурудзи незалежно від гібридів різних груп стиглості була максимальною за густоти стояння рослин у 30 тис га. Поступове зростання густоти рослин до 60 тис. га понижувало висоту рослин з 210–253 см до 202–236 см, внаслідок конкурентних взаємовідносин між окремими рослинами при боротьбі за фактори життя (волога, поживні речовини, світло тощо). Використання мінеральних добрив, а зокрема збільшення їх норми до $N_{60}P_{60}K_{60}$ давало можливість підвищити висоту рослин кукурудзи на 6–25 см порівняно з не удобреними варіантами. Виявлено поступове збільшення кількості листків у кукурудзі від ранньостиглого гібриду ДМС Лорд – 9,7–10,3 шт/рослину до середньопізннього ДМС Шатл – 12,4–13,4 шт/рослину. Виявлена також тенденція до збільшення кількості листків від внесення мінеральних добрив на 7,5–10,6%. Використання мінеральних добрив, особливо в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ призводило до збільшення площі листової пластинки на 25,3–28,3%. Більш загузені рослини кукурудзи за 60 тис. га мали тенденцію до зменшення площі листової поверхні на 7,2–9,1% у зв'язку із більшою жорсткою конкуренцією між рослинами в посівах. Внесення добрив в дозі $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$ сприяло збільшенню вмісту хлорофілу в листках кукурудзи порівняно із контрольним варіантом (SPAD 50,5–55,3) на 2,5–13,8 одиниць SPAD, або 4,1–24,7%, особливо у ранньостиглого гібриду ДМС Лорд та середньораннього ДМС Прайм порівняно із середньостиглим ДМС 3015 та середньопізннім ДМС Шатл. Найбільш оптимальними варіантами густоти стояння рослин кукурудзи різних груп стиглості є 50–60 тисяч рослин на гектар, що забезпечує максимальні біометричні показники рослин та максимальну врожайність зерна 5,12–7,02 т/га. Тобто, в умовах Північного Степу України слід висівати середньостиглі гібриди кукурудзи за густоти стояння рослин 50 тис. га і внесенні $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$, зокрема ДМС 30150, що забезпечує формування максимальної врожайності зерна на рівні 6,93–7,02 т/га.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, добрива, густота рослин, одиниці SPAD, біометричні показники, урожайність.

Tsyliuryk O.I., Tyshchenko V.O. The influence of plant density and mineral nutrition level on corn grain yield in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

The yield of corn significantly depends on hybrids, plant density, and the level of mineral nutrition, as these factors greatly influence competition for resources such as light, water, and nutrients. The main goal of our work was to determine the features of grain yield formation of corn hybrids of different maturity groups depending on the plant density and level of mineral nutrition. Field research was conducted using generally accepted experimental methods, followed by mathematical processing of the experimental data using analysis of variance. The height of corn plants, regardless of hybrid maturity groups, was maximized at a plant density of

30,000 plants per hectare. Gradually increasing the plant density to 60,000 plants per hectare reduced plant height from 210–253 cm to 202–236 cm, due to competitive interactions among individual plants in their struggle for vital resources (moisture, nutrients, light, etc.). The use of mineral fertilizers, specifically increasing their rates to N₆₀P₆₀K₆₀, allowed an increase in corn plant height by 6–25 cm compared to unfertilized options. A gradual increase in the number of leaves on corn plants was observed from the early-maturing hybrid DMS Lord, with 9.7–10.3 leaves per plant, to the mid-late hybrid DMS Shuttle, with 12.4–13.4 leaves per plant. There was also a tendency for an increase in the number of leaves due to the application of mineral fertilizers by 7.5–10.6%. The use of mineral fertilizers, especially at a dose of N₆₀P₆₀K₆₀, led to an increase in leaf area by 25.3–28.3%. More densely planted corn at 60,000 plants per hectare tended to reduce leaf area by 7.2–9.1% due to more intense competition among plants in the stands. Fertilizer application at a dose of N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ contributed to an increase in chlorophyll content in corn leaves compared to the control variant (SPAD 50.5–55.3) by 2.5–13.8 SPAD units, or 4.1–24.7%, especially in the early-maturing hybrid DMS Lord and the medium-early DMS Prime compared to the medium-maturing DMS 3015 and the medium-late DMS Shuttle. The most optimal plant density for corn hybrids of different maturity groups is 50–60 thousand plants per hectare, ensuring maximum biometric indicators of plants and maximum grain yield of 5.12–7.02 t/ha. Thus, in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, it is advisable to sow medium-maturing corn hybrids at a plant density of 50 thousand per hectare and apply N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ specifically DMS 30150, which ensures the maximum grain yield of 6.93–7.02 t/ha.

Key words: corn, hybrids, fertilizers, plant density, SPAD units, biometric indicators, yield.

Постановка проблеми. У північному Степу України доцільно вирощувати кукурудзу на зерно, обираючи ранньостиглі, середньоранні та середньостиглі гібриди. Ці гібриди мають різні реакції на умови живлення, густоту стояння рослин, рівень вологозабезпеченості та інші агрокліматичні фактори. Врахування цих умов дозволяє оптимізувати врожайність та якість зерна, забезпечуючи стабільне виробництво його навіть за умов нестабільних погодних умов коригуючи агротехнічні елементи технологій [1–4].

Одним із ключових факторів, що значно впливають на врожайність кукурудзи, є забезпечення оптимальної густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення. Це питання набуває особливої актуальності, оскільки в останні роки до Державного реєстру сортів рослин України було занесено багато нових гібридів, для яких ці параметри ще не визначені для конкретних зон вирощування. Встановлення оптимальної густоти стояння рослин кукурудзи для кожного нового гібриду є необхідним кроком для досягнення максимальної врожайності та ефективного використання виробничих ресурсів. Тому вченим та товаровиробникам необхідно надавати особливу увагу густоті стояння рослин та удобренню кукурудзи, забезпечуючи її високі показники продуктивності в умовах Степу [5–8].

Урожайність кукурудзи суттєво залежить від густоти стояння рослин, оскільки цей фактор впливає на конкуренцію за ресурси, такі як світло, вода, та поживні речовини. За низької густоти стояння кожна рослина має більше простору, менше конкуренції за світло, воду і поживні речовини. Це може призвести до більшої кількості і розміру качанів на одну рослину. Але загальна кількість рослин на одиницю площі зменшується, що може знижувати загальну врожайність, незважаючи на високу продуктивність окремих рослин. За оптимальної густоти досягається баланс між кількістю рослин і доступними ресурсами. Рослини отримують достатньо світла, води і поживних речовин, що дозволяє досягати максимальної врожайності на одиницю площі. Визначення оптимальної густоти вимагає точних знань про конкретний гібрид і умови вирощування [9–10].

Збільшення рослин кукурудзи на одиницю площі потенційно може збільшити загальну врожайність. Але посилюється конкуренція за ресурси. Рослини можуть

страждати від нестачі світла, води і поживних речовин, що призводить до зменшення розміру качанів і кількості зерен на одну рослину. Це може негативно вплинути на якість та загальну врожайність.

Тому оптимальна густина стояння рослин кукурудзи для конкретного гібриду є критично важливою для досягнення найвищої врожайності. Оптимальна густина залежить від багатьох факторів, включаючи тип ґрунту та його удобрення, рівень вологозабезпеченості, агротехнічні умови та кліматичні особливості регіону. Дослідники агрономи повинні проводити постійні дослідження та експерименти для визначення найкращої густоти стояння для кожного конкретного гібриду, що вирощується в певній агрокліматичній зоні.

Головна мета нашої роботи полягала у визначенні особливостей формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в залежності від густоти стояння рослин кукурудзи та рівня мінерального живлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В практиці світового землеробства оптимальну густоту стояння рослин кукурудзи різних груп стиглості визначають в польових експериментах і коригують залежно від технології вирощування, групи стиглості гібридів, родючості ґрунту, погодних умов в конкретні роки досліджень тощо. Закордонними вченими встановлено, що оптимальна густина рослин кукурудзи для різних ґрунтово-кліматичних зон нашої планети становить: Південна Африка – 17,2 – 20,0 тис. шт./га, США – 30 – 40; ЄС – 50–75 тис. шт./га. Тобто потрібно коригувати густоту стояння рослин для певних ґрунтово-кліматичних зон та економічно-господарських умов науково обґрунтованих дослідженнями вітчизняних та закордонних вчених [11].

При загущенні кукурудзи ріст і розвиток рослин сповільнюється [12]. На думку Маслійова С.В. загущені посіви кукурудзи, особливо скоростиглих гібридів пришвидшують своє дозрівання [13]. Суперечливі дані вчених свідчать про те, що вплив густоти стояння рослин на темпи їх росту і розвитку проявляються по-різному, а це обумовлено агротехнічними, ґрунтово-кліматичними, а також морфо-біологічними особливостями гібридів кукурудзи. Експериментами доведено, що для степової зони оптимальна густина становить 40–50 тис./га. На думку Югенхеймера Р. У. [14] кількість рослин кукурудзи на одиницю площі слід регулювати відповідно до родючості ґрунту та вологозабезпеченості рослин. А підвищення густоти кукурудзи до 37 – 86 тис./га підвищувало врожай відповідно на 37 та 48%.

Поряд з цим високі врожаї кукурудзи можна отримувати лише при внесенні достатньої кількості добрив, адже кукурудза використовує їх більш максимально, а ніж інші зернові. Це зумовлено, перш за все, тривалішим вегетаційним періодом та властивістю рослин засвоювати поживні речовини від початку вегетації до завершення дозрівання зерна [15]. Максимальне споживання елементів живлення впродовж всього вегетаційного періоду відбувається до фази воскової стиглості зерна [16]. Тобто до настання воскової стиглості рослини вже використовують 90% елементів живлення, особливо у фазу швидкого росту (викидання волоті – цвітіння). Сформована одна тонна зерна кукурудзи засвоює 16–35 кг азоту, 7–13 кг фосфору та 20–35 кг калію [17]. Регулярні внесення добрив та підживлення протягом всієї вегетації рослин кукурудзи можуть забезпечити високу врожайність. Тому що всі корисні речовини та елементи надходять до стебла саме з коренів протягом всього періоду росту [18]. Високі показники продуктивності кукурудзи можна забезпечити помірними нормами мінеральних і органічних добрив [19, 20]. Лише за правильного використання добрив буде збільшуватися врожайність та покращуватися якість зерна кукурудзи [21, 22].

Постановка завдання. Польовий дослід заклали в фермерському господарстві «Юлія і К» в селі Мар'ївка, Новомосковського району, Дніпропетровської області. Ґрунт на дослідному полі чорнозем звичайний малогумусний із умістом гумусу 3,3%. Вміст рухомих форм $N-NO_3$ – 2,5 мг/100 г ґрунту, P_2O_5 – 10 мг/100 г, K_2O – 8,9 мг/100 г, рН-6,9, щільність ґрунту 1,2 г/см³.

Обробіток ґрунту розпочинали з лущення стерні важкою дисковою борною БДВП-4.2 після збирання врожаю попередника пшениці озимої. Схема досліді включала посів чотирьох гібридів різних груп стиглості ранньостиглий ДМС Лорд, середньоранній ДМС Прайм, середньостиглий ДМС 3015, середньопізній ДМС Шатл.

На тлі кожного із гібридів було накладено три фони удобрення:

1. Без добрив;
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$;
3. $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Внесення добрив проводили навесні розкидним способом перед передпосівною культивацією. Використовували комплексне мінеральне добриво нітроамофоску.

Окрім цього зазначені гібриди на тлі фонів добрив висівалися за густоти стояння рослин в 30, 40, 50, 60 тис./га (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліді з вивчення ефективності густоти стояння рослин кукурудзи

Гібриди	Добрива	Густота рослин кукурудзи, тис./га
ДМС ЛОРД (ранньостиглий)	1. без добрив	30, 40, 50, 60
	2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	30, 40, 50, 60
	3. $N_{60}P_{60}K_{60}$	30, 40, 50, 60
ДМС ПРАЙМ (середньоранній)	1. без добрив	30, 40, 50, 60
	2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	30, 40, 50, 60
	3. $N_{60}P_{60}K_{60}$	30, 40, 50, 60
ДМС 3015 (середньостиглий)	1. без добрив	30, 40, 50, 60
	2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	30, 40, 50, 60
	3. $N_{60}P_{60}K_0$	30, 40, 50, 60
ДМС ШАТЛ (середньопізній)	1. без добрив	30, 40, 50, 60
	2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	30, 40, 50, 60
	3. $N_{60}P_{60}K_{60}$	30, 40, 50, 60

Подальша технологія догляду за кукурудзою була загальноприйнятою для зони Степу, серед особливостей технології – це внесення ґрунтового гербіциду Харнес – 2,5 л/га, а в фазі 5–6 листів проводили обприскування страховим гербіцидом Дісулам – 0,5 л/га. Погодні умови в цілому склалися сприятливо для росту і розвитку рослин кукурудзи за винятком посушливих умов у весняний (травень) та літній періоди (червень, серпень) періоди.

Всі обліки і спостереження проводили у відповідності з методикою дослідної справи в агрономії [23].

Виклад основного матеріалу дослідження та обговорення. Як показали результати досліджень висота рослин кукурудзи незалежно від гібридів різних груп стиглості була максимальною за густоти стояння рослин у 30 тис. га. Поступове зростання густоти рослин до 60 тис. га понижувало висоту рослин

з 210–253 см до 202–236 см, внаслідок конкурентних взаємовідносин між окремими рослинами при боротьбі за фактори життя (волога, поживні речовини, світло тощо). Використання мінеральних добрив, а зокрема збільшення їх норми до $N_{60}P_{60}K_{60}$ давало можливість підвищити висоту рослин кукурудзи на 6–25 см порівняно з не удобреними варіантами (рис. 1). Тобто відмічено обернено пропорційні закономірності які показують, що за загущенні посівів висота рослин зменшується, а при збільшенні норми удобрення навпаки збільшується.

Висота прикріплення качана практично не залежала від внесення мінеральних добрив та становила 85–92 см, а більше залежала від групи стиглості гібридів кукурудзи із тенденцією до зростання від ранньостиглого ДМС Лорд – 80–89 см до середньопізнього ДМС Шатл – 87–97 см.

Діаметр стебла кукурудзи практично не залежав від досліджуваних факторів та варіював у межах 34–42 мм, а також дещо збільшувався у більш пізньостиглих гібридів, зокрема середньостиглого ДМС 3015 на 4–7 мм (10,5–17,0%) та середньопізнього ДМС Шатл на 6–8 мм (15,0–16,0%) порівняно з ранньостиглим ДМС Лорд та середньораннім ДМС Прайм (рис. 1).

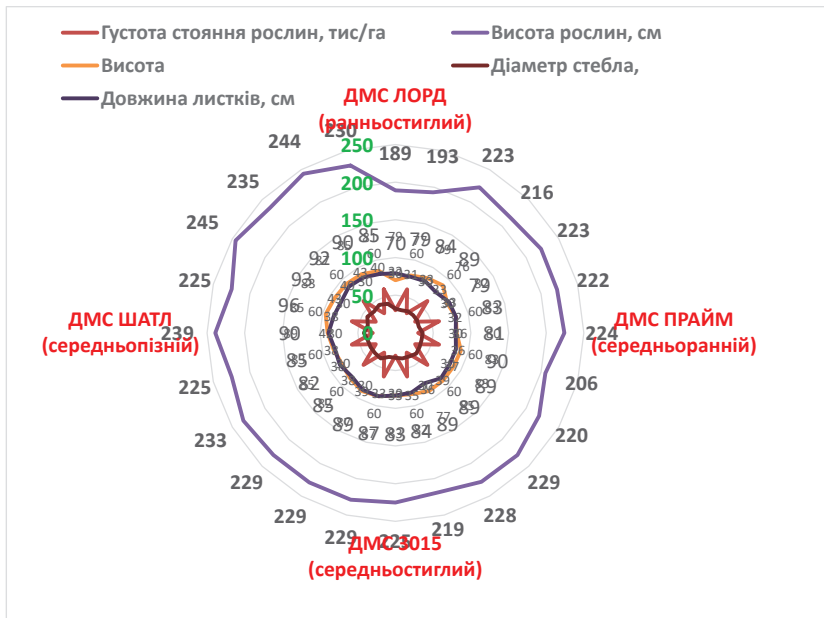


Рис. 1. Біометричні показники рослин кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення в середньому за 2020–2022 рр.

Практично такі ж закономірності відмічено при визначенні кількості листків, їх довжини та площі листової пластинки однієї рослини кукурудзи.

Кількість листків рослин кукурудзи пов'язана із біологічними особливостями гібридів. Зокрема, виявлено поступове збільшення їх кількості від ранньостиглого ДМС Лорд – 9,7–10,3 шт/рослину до середньопізнього ДМС Шатл – 12,4–13,4 шт/рослину. Виявлена також тенденція до збільшення кількості листків від внесення мінеральних добрив на 7,5–10,6%.

Пропорційною до кількості листків кукурудзи була їх площа. Мінімальна площа листків однієї рослини була характерна для контролю 319,8–528,7 см². Використання мінеральних добрив, особливо в дозі N₆₀P₆₀K₆₀ призвело до збільшення площі листової пластинки на 25,30–28,30%. Більш загущені рослини кукурудзи за 60 тис. га мали тенденцію до зменшення площі листової поверхні на 7,2–9,1% у зв'язку із більш жорсткою конкуренцією між рослинами в посівах.

Фотосинтез безпосередньо залежить від площі листової поверхні рослини. Чим більша площа листків, тим більше сонячної енергії може бути поглинуто для здійснення фотосинтезу. Листки є основними органами, в яких відбувається цей процес, тому збільшення їх площі сприяє підвищенню загальної продуктивності фотосинтезу. Відповідно, рослини з більшою листовою поверхнею можуть ефективніше перетворювати світлову енергію в хімічну, що сприяє їх кращому росту, розвитку та формуванню високого врожаю зерна кукурудзи.

Основним способом максимального використання фотосинтетично активної радіації сонця є стимулювання швидкого розвитку листового апарату кукурудзи, особливо на початкових етапах вегетації, за допомогою факторів інтенсифікації. Зокрема, використання мінеральних добрив та оптимальної густоти стояння кукурудзи різних груп стиглості, що сприяє підвищенню вмісту хлорофілу, ефективності фотосинтезу та збільшенню врожайності зерна.

Значну дію на уміст хлорофілу в листках кукурудзи в наших дослідженнях мали мінеральні добрива та оптимальна густота рослин. Уміст хлорофілу також залежав від особливостей гібридів, а також групи їх стиглості. Збільшення кількості хлорофілу від використання мінеральних добрив в дозі N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ в одиницях SPAD порівняно із контрольним варіантом (SPAD 50,5 – 55,3) становило на ранньостиглому гібриді ДМС Лорд на 9,1–10,1 одиниць (18,9–20,6%), середньоранньому ДМС Прайм на 10,2–13,8 одиниць (19,2–24,7%), середньостиглому ДМС 3015 на 3,3–7,6 одиниць (5,6–13,2%), середньопізньому ДМС Шатл на 2,5–7,0 одиниць (4,1–12,3%). Необхідно вказати на тенденцію зростання вмісту хлорофілу при внесенні підвищеної дози мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ та на ранньостиглому ДМС Лорд та середньоранньому ДМС Прайм порівняно з середньостиглим ДМС 3015 та середньопізнім ДМС Шатл у зв'язку з дещо коротшим періодом вегетації ранньостигліших гібридів, швидшим настанням фаз розвитку, що обумовлювало більший уміст хлорофілу та інтенсивніші процеси фотосинтезу на час визначення (кінець липня) у фазу початку викидання волотей (ВВСН 60–63). В подальшому у пізньостигліших гібридів ці процеси пришвидшувалися.

Тобто, внесені добрива в дозі N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ сприяли збільшенню вмісту хлорофілу в листках кукурудзи в одиницях SPAD порівняно із контрольним варіантом (SPAD 50,5–55,3) на 2,5–13,8 одиниць SPAD, або 4,1–24,7%. Відмічена тенденція зростання вмісту хлорофілу за внесення підвищеної дози мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ на ранньостиглому ДМС Лорд та середньоранньому ДМС Прайм порівняно з середньостиглим ДМС 3015 та середньопізнім ДМС Шатл.

Як показали результати досліджень в умовах 2020–2022 років перевагу за урожайністю зерна мали середньоранній гібрид ДМС Прайм 5,28–6,98 т/га, середньостиглий гібрид ДМС 3015 – 4,86–7,02 т/га та середньопізній ДМС Шатл – 4,98–6,98 т/га, тобто гібриди з більш довшим вегетаційним періодом. Ранньостиглий ДМС Лорд (4,71–5,31 т/га) мав на 0,15–1,71 т/га (3,1–24,4%) нижчі показники урожайності (табл. 2).

Таблиця 2

**Урожайність кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону
удобрення в середньому за 2021–2023 рік, т/га**

№ п/п	Гібриди	Система удобрення	Густота стояння рослин, тис/га	Урожайність, т/га			
				роки досліджень			
				2021	2022	2023	середнє
1.	ДМС ЛОРД (ранньостиглий)	без добрив	30	5,15	4,35	4,64	4,71
			40	5,21	4,41	4,95	4,85
			50	5,95	5,15	4,96	5,35
			60	5,98	5,33	5,33	5,54
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	30	5,00	4,21	4,45	4,55
			40	5,25	4,45	4,35	4,68
			50	5,58	4,78	5,01	5,12
			60	5,41	4,61	4,75	4,92
		N ₆₀ P ₆₀ K ₀	30	5,11	4,11	3,96	4,39
			40	5,67	4,87	4,34	4,95
			50	5,92	5,12	4,90	5,31
			60	5,97	4,87	4,62	5,15
2.	ДМС ПРАЙМ (середньоранній)	без добрив	30	5,00	5,94	4,92	5,28
			40	6,12	6,14	5,86	6,04
			50	6,80	6,83	6,02	6,55
			60	6,78	6,58	5,10	6,15
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	30	6,60	4,79	5,50	5,63
			40	6,98	6,44	5,90	6,44
			50	6,98	7,22	6,05	6,75
			60	7,00	7,25	6,01	6,75
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30	6,14	5,15	5,34	5,54
			40	6,85	6,22	5,45	6,17
			50	7,45	7,49	6,02	6,98
			60	7,66	6,81	5,84	6,77
3.	ДМС 3015 (середньо- стиглий)	без добрив	30	5,80	4,90	3,90	4,86
			40	6,45	6,22	5,34	6,00
			50	6,66	6,06	5,76	6,16
			60	6,82	6,72	5,05	6,34
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	30	6,60	5,68	5,32	5,86
			40	6,90	6,94	6,02	6,62
			50	7,12	7,16	6,32	6,86
			60	7,25	7,22	5,76	6,74
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30	6,70	5,85	5,22	5,92
			40	6,85	6,21	5,56	6,20
			50	7,25	7,59	6,23	7,02
			60	7,45	7,37	5,98	6,93
4.	ДМС ШАТЛ (середньопізній)	без добрив	30	5,30	5,14	4,50	4,98
			40	6,60	6,26	5,60	6,15
			50	7,25	7,34	5,87	6,82
			60	7,27	7,16	6,2	6,87
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	30	6,61	5,37	5,10	5,69
			40	6,75	6,48	5,40	6,21
			50	7,25	7,51	6,05	6,93
			60	7,78	7,43	5,05	6,75
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30	6,65	6,85	5,70	6,40
			40	7,01	7,18	6,10	6,76
			50	7,45	7,25	6,25	6,98
			60	7,55	7,11	5,50	6,72

Застосування мінеральних добрив підвищувало урожайність кукурудзи по відношенню до контрольного варіанту, зокрема середньораннього гібриду ДМС Прайм від використання N30P30K30 на 0,35–0,6 т/га (6,2–8,8%), N60P60K60 на 0,26–0,82 т/га (4,7–12,1%), середньостиглого ДМС 30150 на 0,4–1,0 т/га (5,9–17,1%) та 0,59–1,06 т/га (8,5–17,1%).

В умовах 2021–2023 рр. на ранньостиглому гібриді ДМС Лорд та середньопізньому гібриді ДМС Шатл добрива були малоєфективними через посушливі умови в критичні фази росту і розвитку рослин (викидання вологі, цвітіння, налив зерна). Прибавка від добрив тут була мінімальною, зокрема на ранньостиглому гібриді ДМС Лорд – 0,1 т/га (2,0%), середньопізньому гібриді ДМС Шатл – 0,16 т/га (2,3%).

Висновки і пропозиції:

1. Виявлено поступове збільшення кількості листків кукурудзи від ранньостиглого ДМС Лорд – 9,7–10,3 шт/рослину до середньопізнього ДМС Шатл – 12,4–13,4 шт/рослину, тобто кількість листків була значно пов'язана із біологічними особливостями гібридів. Встановлено також збільшення їх кількості від внесення мінеральних добрив на 7,5–10,6%.

2. Площа листової поверхні однієї рослини кукурудзи була пропорційною до кількості листків на рослині. Мінімальна площа листків була характерна для контролю 319,8–528,7 см². Використання мінеральних добрив, особливо в дозі N₆₀P₆₀K₆₀ призвело до збільшення площі листової пластинки на 25,30–28,30%. Більш загущені рослини кукурудзи за 60 тис. га мали тенденцію до зменшення площі листової поверхні на 7,2–9,1% у зв'язку із більш жорсткою конкуренцією між рослинами в посівах.

3. Внесення добрив в дозі N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ сприяло збільшенню умісту хлорофілу в листках кукурудзи порівняно із контрольним варіантом (SPAD 50,5–55,3) на 2,5–13,8 одиниць SPAD, або 4,1–24,7%. Відмічена також тенденція зростання умісту хлорофілу за внесення підвищеної дози мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ на ранньостиглому ДМС Лорд та середньоранньому ДМС Прайм порівняно із середньостиглим ДМС 3015 та середньопізнім ДМС Шатл.

4. Найбільш оптимальними варіантами густоти стояння рослин кукурудзи різних груп стиглості є 50–60 тисяч рослин на гектар, адже це пояснюється максимальними біометричними показниками рослин та максимальною врожайністю зерна 4,92–7,02 т/га та 5,12–6,77 т/га відповідно. Тому, в умовах Північного Степу України слід висівати середньостиглі гібриди кукурудзи за густоти стояння рослин 50 тис. га і внесенні N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀, зокрема ДМС 30150, що забезпечує формування максимальної урожайності зерна на рівні 6,93–7,02 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. 5-ге вид., виправ., доповн. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.

2. Цилюрик О.І. Система мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу: монографія. Львів: Новий Світ–2000, 2019. 298 с.

3. Цилюрик О.І. Сучасні системи мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу: монографія. Одеса: Олді Плюс+, 2023. 344 с. : 12 рис., 71 табл., 458 бібліогр.

4. Камінський В. Ф. та ін. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур. Київ: Видавничий дім «Вініченко». 2017. 580 с.

5. Tkalich, Y. I., Kokhan, A. V., Yevtushenko, H. O., Gonzalez, P. H. Efficacy of growth regulators for maize fields. *Agrology*. 2023. №6(4). P. 97–103.
6. Izhboldin, O.O., Sologub, I.M. Efficiency of growth regulators in corn crops of the Northern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*, 2023. №26(10). 59–67.
7. Циліорик О.І., Сологуб І.М. Регулятори росту в посівах кукурудзи Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. №132. 237–248.
8. Циліорик О.І., Сологуб І.М. Ефективність стимуляторів росту рослин на кукурудзі в Північному Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. №130. 259–268.
9. Kutsenko O., Liashenko V., & Keda L. Growth, development, and formation of corn hybrids' plants of different ripening groups depending on plant stand density. *Scientific Progress & Innovations*. 26 (4), 29–35. doi: 10.31210/spi2023.26.04.06
10. Bahatchenko V. V., Tahantsova M. M., & Stefkivska Y. L. Вплив густоти стояння рослин кукурудзи на насінневу продуктивність батьківських компонентів гібридів *Zea mays* L. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. (26), 56–66. <https://doi.org/10.47414/np.26.2018.211195>
11. Циков В.С. Кукуруза: технологія, гібриди, насіння. Дніпропетровськ: Зоря, 2003. 296.
12. Пашенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозбежні технології вирощування гібридів кукурудзи: монографія. Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2009. 225.
13. Маслійов С.В. Вплив густоти рослин на урожайність кременистої кукурудзи в умовах східної частини Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. №3. 11–14.
14. Югенхеймер Р.У. Кукуруза: покращення сортів, виробництво насіння, використання. Переклад з англійської під ред. Шмарасва Г.Е., М: Колос, 1979. 519.
15. Асанішвілі Н. М. Оптимізація мінерального живлення гібридів кукурудзи на основі рослинної діагностики. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Т. 11. №3. 22. URL: <http://dx.doi.org/10.31548/agr>
16. Balawejder M., Szostek M., Gorzelany J., Antos P., Witek G., Matłok N. A. Study on the potential fertilization effects of microgranule fertilizer based on the protein and calcined bones in maize cultivation. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, №4, 1343. doi: 10.3390/su12041343
17. Drulis P., Kriauciuniene Z., Liakas V. The influence of different nitrogen fertilizer rates, urease inhibitors and biological preparations on maize grain yield and yield structure elements. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. P. 741. doi: 10.3390/agronomy12030741
18. Говенько Р. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи. *Агробіологія*. 2022. № 2 (174). 68–78.
19. Говенько Р. В., Антал Т. В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 15. 22–29.
20. Kalenska S, Kashtanova O., Kalenskyi V., Hovenko R., Antal T. Economic and energy efficiency of technologies for growing corn hybrids depending on the type and methods of applying fertilizers. *Plant and Soil Science*. 2022. № 1. 1–13.
21. Волощук О. П., Стасів О. Ф., Волощук І. С., Глива В. В., Пащак М. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). 51–65. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-4
22. Palamarchuk V., Krychkovskiy V., Honcharuk I., Telekalo N. The modeling of the production process of high-starch corn hybrids of different maturity groups. *European Journal of Sustainable Development*. 2021. Vol. 10. № 1. P. 584–598. Doi: 10.14207/ejsd.2021.v10n1p584 URL: <http://ecsdev.org/ojs/index.php/ejsd/article/view/1193/1176>
23. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А. Методика польового досліджу: навчальний посібник, Одеса: Олді Плюс+, 2024. 448.

УДК 635.15:631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.39>

ОЦІНКА ШВИДКОСТІ РОЗКЛАДУ СИДЕРАЛЬНОЇ МАСИ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ У ҐРУНТІ НА ПІДСТАВІ ЗАСТОСУВАННЯ БАЗОВИХ СПІВВІДНОШЕНЬ РЯДУ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Цицюра Я.Г. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,

Вінницький національний аграрний університет

Сучасні агротехнологічні виклики зумовлені зміною фіноутворення на основні агрохімікати та їх похідх органічних добрив, руйнування звичної сільськогосподарської логістики спричинив у світовому вимірі зміну стратегії систем удобрення. Нові підходи у цій стратегії передбачають використання різних варіантів біоорганічних технологій, які ґрунтуютьс на використанні сидерів як одновидових, так і в полівидових посівах. Такий стратегічний напрямок відповідає пріоритетним стратегіям ґрунтобереження та відновлення деградованих ґрунтів на принципах кліматичної нейтральності зквляють імплементацію системи використання у сівозміні насичуючих (проміжних) культур багатозільового використання. Такі підходи зумовляють пошук асортименту адаптованих видів рослин для їх використання у різних технологічних варіантах сидерації. Разом із тим, важливим чинником ефективності та доцільності сидерації є оцінка темпів ґрунтової іммобілізації сидеральної маси з огляду на її біохімічний склад та гідротермічні умови. З цією метою було проведено багаторічні системні дослідження оцінки сидеральної маси редьки олійної весняного строку сіви для варіанту літньої проміжної сидерації на ефективність застосування, оцінку швидкості ґрунтової іммобілізації та з'ясування основних чинників, які визначають даний процес.

Дані наведено для сорту редьки олійної Журавка. Для обліку показників біохімічного складу листостеблової маси на фазу цвітіння та оцінки гідротермічних режимів її формування було використано адаптовані до європейських практик методики. Встановлено, що за базовими критеріями вмісту клітковини та її похідних, співвідношення вмісту органічного вуглецю до загального вмісту азоту, зольністю за показниками вмісту фосфору, калію, кальцію, сірки, вмісту карбогідратів та загальної біохімічної якості сидеральна маса редьки олійної не поступається традиційним ширококовжваним видам хрестоцвітних у регіоні досліджень (таких як ріпак ярий і озимий, гірчиця біла) та була віднесена до сидерального ресурсу з високим ефективним потенціалом та середніми темпами розкладу за короткий агротехнологічний 30-добюовий період на рівні 28–45%. Визначено, що основними критеріями, які визначають швидкість ґрунтової іммобілізації сидеральної маси редьки олійної обернено формуючого характеру із рівнем детермінації в інтервалі 23–81% є вміст клітковини та її дивергентних похідних у тому числі їх співвідношення із вмістом геміцеллози, співвідношення C/N. Зростанню темпів розкладу сприяє зростання вмісту БЕР, карбогідратів та загальної якості рослинної маси на фоні оптимізації гідротермічного режиму за критерієм гідротермічного коефіцієнту за рівня комплексної детермінації 19–45%.

Ключові слова: редька олійна, сидерація, біохімічний склад, швидкість розкладу, гідротермічні показники вегетації.

Tsytsiura Ya. G. Estimation of the decomposition rate of oilseed radish green manure in the soil based on the use of basic ratios of a number of biochemical parameters

Modern agrotechnological challenges are caused by the change in fertilizer production to basic agrochemicals and their organic fertilizer derivatives, and the destruction of conventional agricultural logistics has led to a change in the strategy of fertilizer systems globally. New approaches in this strategy involve the use of different variants of bioorganic technologies based on the use of green manure in both single-species and multi-species crops. This strategic direction is in line with the priority strategies of soil conservation and restoration of degraded soils on the principles of climate neutrality, which require the implementation of a system of using saturating

(intermediate) multipurpose crops in crop rotation. Such approaches necessitate the search for an assortment of adapted plant species for their use in various technological options for green manure. At the same time, an important factor in the effectiveness and feasibility of green manure is the assessment of the rate of soil immobilization of the green manure mass, taking into account its biochemical composition and hydrothermal conditions. For this purpose, long-term systematic studies were conducted to assess the green manure mass of oil radish of spring sowing for the variant of summer intermediate green manure for the effectiveness of application, assessment of the rate of soil immobilization and clarification of the main factors that determine this process.

The data are given for the oil radish variety Zhuravka. Methods adapted to European practices were used to take into account the biochemical composition of the leaf-stem mass at the flowering phase and to assess the hydrothermal regimes of its formation. It was found that according to the basic criteria of fiber and its derivatives, the ratio of organic carbon to total nitrogen, ash content in terms of phosphorus, potassium, calcium, sulfur The green manure mass of oil radish is not inferior to the traditional widely used cruciferous species in the region of research (such as spring and winter rape, white mustard) and was classified as a green manure resource with high effective potential and average decomposition rates for a short agrotechnological 30-day period at the level of 28–45%. It has been determined that the main criteria that determine the rate of soil immobilization of the green manure mass of oil radish of reverse forming nature with a level of determination in the range of 23–81% are the content of fiber and its divergent derivatives, including their ratio with the content of hemicellulose, C/N ratio. The growth of decomposition rates is facilitated by the increase in the content of NfE, carbohydrates and the overall quality of plant mass against the background of optimization of the hydrothermal regime according to the criterion of the hydrothermal coefficient at a level of complex determination of 19–45%.

Key words: oilseed radish, green manure, biochemical composition, decomposition rate, hydrothermal parameters of vegetation.

Постановка проблеми. Сидерація залишається на сьогодні одним із потужних альтернатив традиційним системам удобрення агро-мінерального характеру, забезпечуючи компенсацію класичних органічних добрив та максимально моделюючи природній процес поповнення органіки в природних та штучностворених агрофітоценозах [1, с. 1244].

Сидеральні системи удобрення в Україні набувають все більшої популярності по ряду причин: наростання дефіциту класичних органічних добрив, зміна вектору агротехнологій у напрямку органічних та біоорганічних, зростання вартості класичних агрохімікатів в тому числі і різних видів гною на фоні загального здешевлення вартості основної сільськогосподарської продукції [2, с. 5–8]. Не дивлячись на відносно ґрунтовну опрацьованість технологічних питань сидерації із використанням як добре відомих, так і малопоширених сидеральних культур та їх сумішок – залишається багато вузьких технологічних питань, які потребують додаткового вивчення та узагальнення [3, с. 48–49]. Серед важливих аспектів, які визначають ефективність безпосереднього використання сидеральної маси особливе місце займають питання швидкості іммобілізації рослинної маси в ґрунті та інтенсивності засвоєння вивільнених компонентів [4, с. 1–2]. Вказані питання впливають на такі агротехнологічні рішення у сфері застосування сидератів як строковість сидерації, феностадійність використання сидеральних культур, сприятливість едафічних та ґрунтово-кліматичних чинників, тривалість післясидерального періоду щодо строків посіву основних культур та необхідність у додатковому їх мінеральному удобренні тощо [5, с. 2]. Невирішеність з позиції наукового узагальнення вказаних питань зумовлює суттєве зниження ефективності застосування сидерації у плані ефективної трансформації сидеральної маси у ґрунті профілі особливо за умов нестійкого зволоження, неправильно вибраного строку сидерації до посіву основної культури та навіть негативного впливу наслідків розкладення сидеральної маси через підняття температури

грунту, розвитку бактеріального комплексу анаеробної ферментації та гнило-сно-сапрофітного типу [6, с. 39–40]. У результуючому підсумку це призводить до процесів зниження схожості основної передсидеральної культури, її переростання та послідуочого їх вилягання у варіантах літньо-осінньої сидерації під озими види у сівозміні, а також формування несприятливого мікробіологічного середовища деструктивного типу [7, с. 15–16].

З огляду на окреслені проблеми важливим є з'ясування частини окреслених питань у плані застосування поширених варіантів сидерації на такій культурі, яка набуває сьогодні популярності як культура багаточільового використання – редьки олійної (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) [8, с. 5–7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання вивчення стабільності розкладу сидеральної маси, швидкості її розкладу у ґрунтовому профілі поставлені на вивчення в багатьох країнах світу з позиції різноманітних критеріїв від строків застосування сидерації до інтенсивності засвоєння продуктів розкладу та мінералізації сидеральної маси [9, с. 2–3]. При цьому за результатами останніх десяти років таких досліджень критерійні аспекти, які детермінують ці процеси зведено до трьох основних складових: біологічний вид сидеральної культури (а саме належність сидерату до певного біологічного виду), строк сидерації у єдиному аналітичному комплексі ґрунтово-кліматичних умов періоду сидерації та після сидераційного етапу та біохімічні показники самої сидеральної маси [8, с. 7]. З переліку наведених головних критеріїв ефективності сидерації багато дослідників акцентують увагу на фундаментальній важливості критерію біохімічного складу застосованої у технологічному процесі листостеблової маси [10, с. 299–300]. У продовження цього наголошується що значущим в оцінці є не сама величина відповідного біохімічного показника, а відповідні співвідношення цих показників, оскільки процес розкладу рослинних тканин у ґрунті є складним мультифакторним процесом, який діє на рослинні рештки в комплексі не виокремлюючи якийсь біохімічний параметр. За останніми дослідженнями ці співвідношення стосуються в основному показників органічного вуглецю та загального азоту, органічного вуглецю фосфору та сірки, азотистих сполук та клітковини (включаючи похідні клітковини), загальний вміст карбогідратів тощо [11, с. 39–40]. На підставі вказаних досліджень було сформовано загальні прогностичні оцінки швидкості розкладу рослинної маси у ґрунті за типового гідротермічного режиму територій та агрохімічного потенціалу поширених ґрунтів. Не дивлячись на такі моделі їх застосування саме до редьки олійної для умов нестійкого зволоження на сірих лісових ґрунтах не застосовувалось у науковій практиці що потребує відповідного наукового узагальнення.

Метою дослідження було провести загальну прогностичну оцінку швидкості розкладу листостеблової маси редьки олійної за двох типових у зоні досліджень строків її сидерального використання та співставити отримані результати із фактичними темпами розкладу використаної сидеральної маси.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження питань поставлених на вивчення проводили впродовж 2019–2023 рр. на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету (N 49°11'31", E 28°22'16") на сірих лісових ґрунтах. Середній агрохімічний потенціал дослідного поля у межах ротації досліджу за вказаний період оцінок: вміст гумусу 2,75% легкогідролізованого азоту 77,8 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 169,5 мг/кг ґрунту, обмінного калію 105,4 мг/кг ґрунту, $pH_{\text{кел}}$ 5,7.

Об'єктом вивчення були три сорт редьки олійної Райдуга, Журавка та Либідь широко поширені у зоні досліджень. Сорти комбінованого використання як для

отримання листостеблової маси, так і насіння. З врахуванням подібності отриманих результатів експериментальні дані та їх аналіз представлено для сорту Журавка. Листостеблову масу для досліджень було отримано на варіанті ранньовесняного строку сівби (перша–друга декада квітня, феностроково відповідав літньому варіанту можливої сидерації у фазі цвітіння (ВВСН 64–67) на другу–третю декаду червня). Потенційна сидеральна маса була отримана з варіанту неудобреного фону з густотою стояння 2,0 млн рослин/га за звичайного рядкового способу сівби (міжряддя 15 см).

Дослідні ділянки було сформовано у чотирьохразовій повторності методом дрібноділянкової рендомізації (загальна площа ділянки 35 м² облікова площа ділянки 25 м²).

Сформовану надземну біомасу рослин рідьки олійної відбирали на фазу повного цвітіння (ВВСН 64–67) у 4 рендомізованих ділянках методом пробних майданчиків площею 1 м² у кожному повторенні (16 ділянок у підсумку). Для однотипового співставлення листостеблову масу переводили у еквівалент виходу сухої речовини за рахунок визначеного місту сухої речовини у зразках листостеблової маси яку у свою чергу визначали сушінням в печі при 105 °С, а потім озолення висушеного зразка при 550 °С [12, с. 14–18].

Всі лабораторні хімічні аналізи проводилися з використанням відібраних зразків листостеблової маси на рубіжну дату її використання із визначенням базових компонентів біохімічного аналізу, виражених в абсолютно сухій вазі відповідно до стандартних методик з врахуванням європейських стандартів, а саме:

- вмісту загального азоту за методом К'ельдаля проводили на аналізаторі KjeLROC Kd-310 (ISO 17025) [13, с. 15–30; 14, с. 101–130];

- вміст загального органічного вуглецю визначали за допомогою лабораторного аналізатора загального органічного вуглецю серії TOC-LCPH за стандартним протоколом низькотемпературного термокаталітичного окислення рослинного матеріалу [13, с. 15–30; 14, с. 101–130];

- співвідношення C/N розраховувалося як відношення загального органічного вуглецю до загального вмісту азоту;

- якість рослинної маси визначали відповідно до методики Quemada та Cabrega [15, с. 472];

- вміст клітковини проводили згідно офіційного методу АОАС 978.10 гравіметрично як залишок, що залишається після кислотного та лужного розщеплення [14, с. 130–150];

- нейтрально-детергенту клітковину (НДК) визначалося за допомогою офіційного методу АОАС 2002-04 при нагріванні [14, с. 130–150; 16];

- кислотно-детергентну клітковину (КДК) визначали гравіметрично як залишок, що залишається після екстракції кислотним детергентом за офіційним методом АОАС 973.18 [14, с. 130–150; 16];

- аналіз тканин на вміст лігніну (у формі кислотно-детергентного лігніну (КДЛ)) проводили за методом АОАС Official Method 973.18 [14, с. 130–150; 16];

- вміст целюлози визначали як різницю між КДК та КДЛ;

- вміст геміцелюлози визначали як різницю між НДК та КДК відповідно до методу Van Soest [16];

- вміст карбогідратів визначали за сумою безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) та клітковини [16];

- безазотисті екстрактивні речовини (БЕР) розраховували як різницю між вмістом 100% сухої речовини та відповідним вмістом сирого протеїну, сиріої клітковини, сирого жиру та сиріої золи [16];

- вміст загального фосфору та калію в рослинах згідно офіційних методів АОАС Official Method 931.01 та АОАС Official Method 956.01 [14, с. 180–193];
- визначення кальцію у рослинному матеріалі проводили комплексметричним методом (у інтерпретації Nielsen [17, с. 18–23]);
- визначення вмісту сірки визначали у відповідності до АОАС 923.01-1923 [14, с. 193–207].

Для вивчення розкладання покривних культур у ґрунті використовували метод сітчастих мішків [18, с. 1064; 19, с. 778–779; 20, с. 1736–1737]. Сітчасті мішки (60 мм поліамідна нейлонова сітка з порами розміром 74 μm) та розміром готового мішка становив 20x15 см. Для вивчення динаміки розкладення сидеральної маси приблизно 100-грамовий зразок свіжої листостеблової маси редьки олійної зважували і поміщали в сітчасті мішки з рівнем подрібнення що відповідав такому у звичайних технологіях подрібнення маси безпосередньо перед сидерацією (відрізки до 2–3 см). У ґрунт на глибину 20 см у горизонтальній площині було розкладено 20 мішечків (по 5 з кожної повторності для формування досліду у чотирьохразовій кратності досліду). Мішечки маркувались наземним дротовим кольоровим ідентифікатором для оперативного знаходження і супутніх ґрунтових спостережень. Сітчасті мішки виймали 10, 20 та 30 діб після розміщення (для всіх років досліду період з 11 липня по 9 серпня), і таким чином отримували 3 значення залишкової ваги. Відмивання зразків проводили методом декантації, водою відокремлювали рослинні рештки від повністю розкладеної маси, зливаючи через сито з діаметром отворів 0,25 мм. Швидкість розкладу сидеральної маси та кумулятивний показник швидкості розкладу розраховували відповідно до методики Kazakou та ін.[21, с. 1154].

Аналіз погодних умов у період вирощування редьки олійної та у період після модельного сидераційного застосування (липень–жовтень) проводився на основі гідротермічного коефіцієнту (ГТК) відповідно до рівняння 1, індексу посушливості (I_n) відповідно до рівняння 2, коефіцієнту зволоження (K_s) відповідно до рівняння 3

$$ГТК = \frac{\sum R}{0.1 \times \sum t_{>10}} \quad (1)$$

де: $\sum R$ – сума опадів (мм) за період з температурою вище 10 °С, $\sum t_{>10}$ – сума ефективних температур за той самий період.

$$I_n = \frac{12P_{on}}{T_{сеп.} + 10}, \quad (2)$$

де P_{on} та $T_{сеп.}$ – кількість опадів та середня температура повітря у відповідному місяці, відповідно.

$$K_s = \frac{P}{E}, \quad (3)$$

де: K_n – коефіцієнт зволоження; P – сума опадів за аналізований період, мм; E – випаровуваність розраховували відповідно до рівняння 4, мм.

$$E = 0,0018 \times (25 + t)^2 \times (100 - a), \quad (4)$$

де: t – середня температура повітря °С; a – середня вологість повітря, %.

Узагальнююча оцінка гідротермічних режимів періоду вегетації редьки олійної у межах років досліджень представлена у таблиці 1 та на рис. 1. Враховуючи оптимальні параметри для ростових процесів рослин редьки олійної відповідно до наших попередніх багаторічних оцінок [22, с. 220–221] роки досліджень було

розміщено у наступному порядку зростання сприятливості ростових процесів для редьки олійної: 2021–2022–2023–2020–2019. З огляду на обґрунтуванням щодо оптимальних параметрів для декомпозиції сидеральної маси хрестоцвітих видів рослин [23, с. 2–3] роки досліджень можна розмістити у такому ранжованому ряду зростання сприятливості розкладу сидеральної маси редьки олійної у ґрунті: 2020–2019–2022–2023–2021.

Таблиця 1

Показники гідротермічного забезпечення періоду вегетації редьки олійної сорту Журавка та періоду формування її сидеральної маси, 2019–2023 рр.

Рік	Сума опадів, мм(IV–VI)	$t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$ (IV–VI)	Місяці періоду вегетації								
			IV			V			VI		
			ГТК	$I_{\text{н}}$	K_3	ГТК	$I_{\text{н}}$	K_3	ГТК	$I_{\text{н}}$	K_3
2019	398,5	15,39	0,57	33,5	0,72	4,9	111,0	3,29	1,68	41,4	0,96
2020	343,8	13,67	0,09	36,4	0,50	5,33	106,4	3,18	1,55	37,3	0,89
2021	282,8	13,26	0,23	38,8	0,96	3,13	66,7	1,64	1,68	39,8	1,00
2022	242,1	14,30	0,56	57,4	2,33	1,43	31,3	0,79	1,50	36,1	0,85
2023	239,8	14,18	1,54	91,5	3,33	0,08	1,9	0,04	1,64	38,9	0,87

Показники варіаційної статистики визначали за загальноприйнятою методикою розрахунку в статистичних програмах Statistica 10 (StatSoft – Dell Software Company, США). Для статистичної оцінки отриманих середніх величин застосовано показники: середнє арифметичне, стандартне відхилення (SD) та коефіцієнт варіації (C_v). Крім того, для всього масиву даних було проведено кореляційний аналіз Спірмена та дисперсійний аналіз за стандартною схемою [24, с. 12–32]. Ступінь інтегрального зв'язку з основними показниками базових факторів системи дослідження оцінювали за значенням коефіцієнта детермінації зв'язку (рівняння 5):

$$d_{\text{yx}} = r_{ij}^2 \times 100 \quad (5)$$

де r_{ij} – коефіцієнт кореляції між i -м та j -м показником.

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами оцінки біохімічного складу листостеблової маси редьки олійної (табл. 2) визначено її належність до групи протеїново-клітковинної групи біомаси з високими біофумігаційними властивостями.

Останній чинник зумовлений наявністю понад 0,3% у перерахунку на суху речовину сірки, яка позитивно у хрестоцвітих корелює із глюкозинолатами та їх похідними у результаті розкладу маси у ґрунті з огляду на ряд оцінок та досліджень [23, с. 3–4; 25, с. 414–415; 26, с. 212–213].

При цьому високий вміст клітковини (середньобагаторічний показник 21,29% у перерахунку на суху речовину) та супутній високий вміст її дивергентних похідних – НДК, КДК та КДЛ – у співвідношенні 1:0,68:0,11 (при середньому співвідношенні вмісту целюлози до геміцелюлози 2:1) з огляду на ряд досліджень [27, с. 548–549; 28, с. 270–271] – забезпечує специфічні темпи її розкладу з чіткими істотними відмінностями для стеблової та листової частини. Це уподібнює її з такими культурами як ріпак та гірчиця біла [23, с. 4–5; 29, с. 8–10] з позиції сидерального використання проте якісно виділяє за рахунок істотно нижчої лігнізації листостеблової маси на фазу цвітіння порівняно з ріпаком ярим та тією ж гірчицею білою, що з позиції

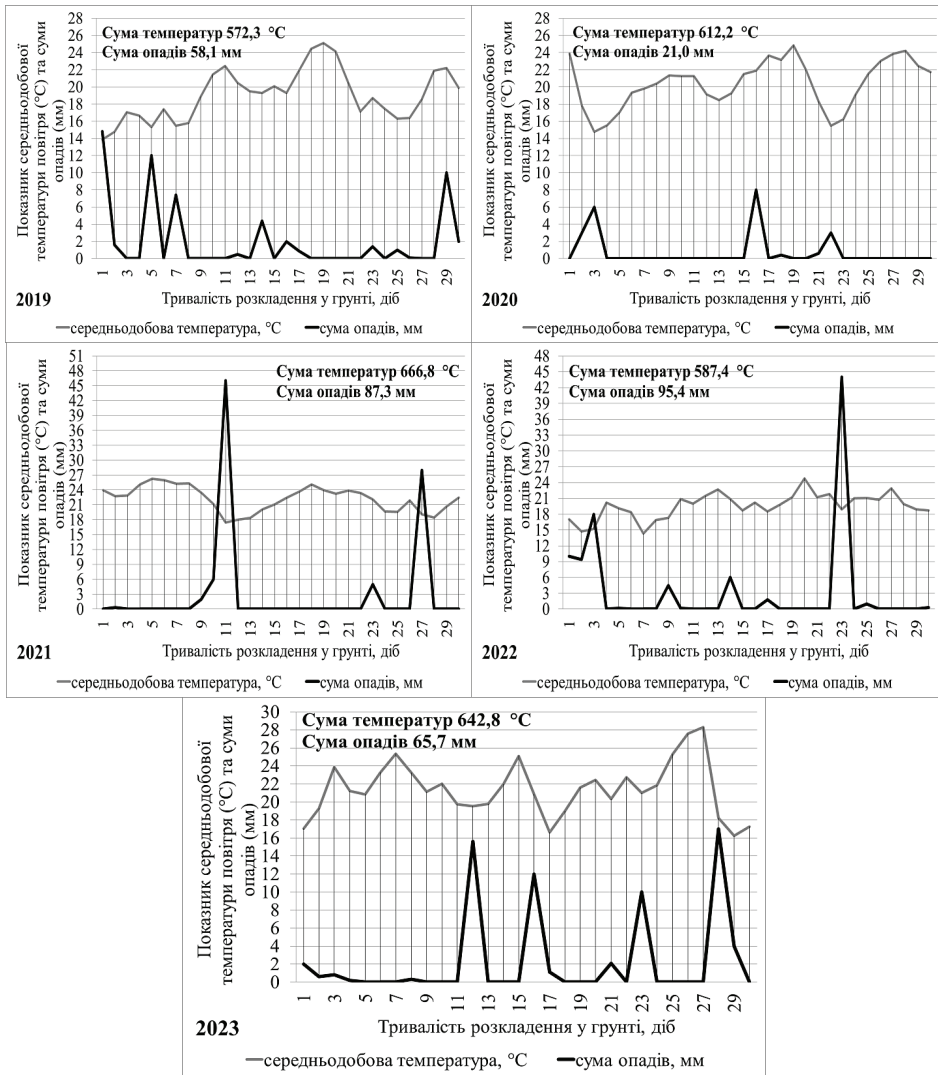


Рис. 1. Динаміка гідротермічного режиму за період дослідження розкладу у ґрунті листостеблової маси редьки олійної, 2019–2023 рр.

біологічно-властивого процесу для хрестоцвітих видів сидеральних рослин до швидкого старіння із зростанням клітковини, механічних тканин за інтенсивного зниження облистяності [8, с. 22–24] забезпечує можливість більш тривалого феностадійного використання редьки олійної як сидерату. Позитивними якостями сидеральної маси редьки олійної є висока зольність з огляду на високий вміст фосфору (у середньому понад 0,4%), калію (понад 3,0%) та кальцію (близько 1,0%). При цьому накопичення основних елементів живлення у сформованій біомасі редьки олійної співставне із їх концентрацією відміченою у Таблиці 3. Встановлено середньобагаторічне

Таблиця 2

Хімічний склад листостеблової маси редьки олійної на фазу цвітіння (ВВСН 64–67), 2019–2023 рр.

Рік	Вміст клітковини, % на суху речовину		НДК, % на суху речовину		КДК, % на суху речовину		КДЛ, % на суху речовину		Загальний вміст органічного вуглецю, % на суху речовину		Загальний вміст азоту (N), % на суху речовину			
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD		
2019	19,17	0,87	34,02	0,19	22,19	0,25	3,58	0,11	37,14	1,14	3,07	0,13		
2020	20,97	0,83	35,39	0,44	24,97	0,39	3,37	0,15	40,09	0,43	2,27	0,20		
2021	21,83	0,43	36,41	0,25	25,17	0,47	4,02	0,07	37,95	0,73	2,04	0,13		
2022	22,19	0,58	37,58	0,57	25,91	0,21	3,81	0,18	38,44	0,46	2,33	0,20		
2023	22,29	0,87	35,89	0,39	24,11	0,33	3,96	0,13	38,89	0,42	2,72	0,16		
HP ₀₅	1,05	–	0,85	–	0,87	–	0,14	–	0,92	–	0,31	–		
Рік	Вміст целюлози (Ц) % на суху речовину		Вміст геміцелюлози (ГЦ), % на суху речовину		Вміст фосфору (P), % на суху речовину		Вміст калію (K), % на суху речовину		Вміст кальцію (Ca), % на суху речовину		Вміст сірки (S), % на суху речовину		БЕР, % на суху речовину	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
2019	18,61	11,83	0,52	0,05	2,25	0,11	0,81	0,18	0,35	0,12	46,11	1,31		
2020	21,60	10,42	0,63	0,08	4,08	0,16	0,92	0,07	0,35	0,05	48,68	1,90		
2021	21,15	11,24	0,48	0,09	2,87	0,37	0,93	0,17	0,39	0,05	49,22	1,17		
2022	22,10	11,67	0,51	0,03	3,03	0,10	0,89	0,10	0,41	0,08	47,11	1,20		
2023	20,15	11,78	0,61	0,06	3,19	0,31	0,82	0,07	0,34	0,09	43,09	1,33		
HP ₀₅	0,09	0,07	0,11	–	0,28	–	0,17	–	0,10	–	0,71	–		

*SD – стандартне відхилення.

співвідношення вмісту та акумуляції у надземній біомасі N:P:K у такому виразі (з індикацією розмаху значень): 1.00 (0.65–1.59):0.24 (0.18–0.40):1.39 (1.04–2.05). Враховуючи високі позитивні кореляції зольності сидеральної маси при високих темпах її розкладу з активним зростанням доступних форм азоту, фосфору та калію в орному горизонті ґрунтового профілю (з огляду на оцінки [32, с. 2–3]).

За результатами представлених оцінок листостеблову масу редьки олійної також можна віднести до рослинного матеріалу із стабільним загальним вмістом органічного вуглецю за досить вузького інтервалу показника 38–42% на абсолютну суху речовину, що на фоні високого загального вмісту азоту із середнім вмістом 2,5–3,1% на абсолютно суху речовину формує масу із низьким співвідношенням C/N від 12 до 19 одиниць (табл. 3).

Таблиця 3

Основні показники якості надземної біомаси редьки олійної, 2019–2023 рр.

Рік	Співвідношення C/N		Співвідношення C/P		Співвідношення C/K		Співвідношення C/Sa		Співвідношення C/S		Співвідношення Ц/ГЦ		Співвідношення НДК/КДЛ		Співвідношення КДК/КДЛ	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
2019	12,1	0,86	72,1	8,90	1,36	0,11	3,79	0,23	115,3	35,4	1,57	0,11	9,50	0,18	6,20	0,19
2020	17,7	1,37	64,3	7,11	0,56	0,08	2,47	0,19	116,7	19,1	2,07	0,18	10,50	0,15	7,41	0,22
2021	18,7	1,44	80,8	12,41	0,71	0,12	2,19	0,27	98,6	14	1,88	0,10	9,06	0,14	6,26	0,18
2022	16,6	1,48	75,5	4,02	0,77	0,09	2,62	0,17	96,6	18,9	1,89	0,15	9,86	0,10	6,80	0,19
2023	14,3	0,96	64,2	6,73	0,85	0,11	3,32	0,21	120,7	31,8	1,71	0,14	9,06	0,19	6,09	0,16
Рік	Співвідношення НДК/Ц		Співвідношення КДК/Ц		Співвідношення КДЛ/Ц		Співвідношення НДК/ГЦ		Співвідношення КДК/ГЦ		Співвідношення КДЛ/ГЦ		Карбогідрати (СН), % на суху речовину		Якість рослинної маси, % на суху речовину	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
2019	1,83	0,19	1,19	0,11	0,19	0,10	2,88	0,12	1,88	0,19	0,30	0,09	65,3	1,72	84,6	0,91
2020	1,64	0,15	1,16	0,15	0,16	0,08	3,40	0,17	2,40	0,16	0,32	0,10	69,7	1,44	86,2	1,08
2021	1,72	0,18	1,19	0,17	0,19	0,07	3,24	0,15	2,24	0,14	0,36	0,11	71	0,82	84,7	1,27
2022	1,70	0,21	1,17	0,12	0,17	0,10	3,22	0,14	2,22	0,14	0,33	0,07	69,3	1,03	84,5	1,12
2023	1,78	0,15	1,20	0,12	0,20	0,09	3,05	0,18	2,05	0,18	0,34	0,12	65,4	1,72	84,3	1,43

*SD – стандартне відхилення.

Вказане низьке співвідношення з огляду на висновки ряду досліджень [21, с. 1153–1155; 30, с. 464–465; 31, с. 183] забезпечує потенційно швидкі темпи розкладу у ґрунті особливо за умов достатнього вологозабезпечення на фоні високих середньодобових температур. Такі значення вказують також на значну частку листя та суцвіть у загальній сформованій біомасі редьки олійної особливо за літнього строку сівби, що узгоджується із висновками [33, с. 228] щодо темпів розкладу різних частин хрестоцвітих видів рослин.

Разом із тим таке співвідношення вимагає оптимізації за використання редьки олійної на легких і малородючих ґрунтах за рахунок сумісної сидерації із злаковими та бобовими видами рослин.

Важливим також є оцінка співвідношення C/P яке є певним вираженням співвідношення між ґрунтовою іммобілізацією рухомих форм фосфору та ефективністю його поповнення за рахунок внесеної у ґрунт біомаси. Дане співвідношення впливає на характер мікробіологічного розкладу сидеральної маси особливо на ґрунтах збіднених на рухомі форми фосфору. При цьому, оптимальним варіантом сидерального застосування сформованої біомаси за даними [34, с. 476–477] є високий вміст фосфору у ній за низького показника співвідношення C/P. За

цим критерієм листостеблова маса редьки олійної відповідає необхідному диспаритету між вмістом фосфору та його співвідношення до органічного вуглецю із середньобагаторічним значенням, який не перевищує 70 одиниць за міжрічного варіювання 15.3%.

Важливим для оцінки біофумігаційного потенціалу рослин є співвідношення C/S, яке є відносним показником наявності глюкозинолатів у біомасі рослин, оскільки за біохімічним складом частина хімічних сполук віднесених до даної групи речовин є сірковмісними. Встановлено, що ефективний варіант сидерації із загальним ефектом біофумігації можливий при співвідношення C/S на рівні не вище 120 [35, с. 18–19]. За нашими оцінками його середньобагаторічне значення на рівні 109,6 одиниць відповідає вимогам ефективного процесу біофумігації за сидерального використання сформованої біомаси редьки олійної.

Підтверджено також високу цінність сформованої біомаси редьки олійної і з позиції співвідношень похідних клітковини, целюлози і геміцелюлози. В усередненому підсумку максимальне значення цього показника не перевищує значення у 2,5 одиниці, що підтверджує згадувану істотну відмінність у розкладі стеблової та асиміляційної частини рослин, а з іншого боку – дозволяє вести мову про пролонгований ефект застосування сидеральної маси редьки олійної саме за рахунок частин тривалого розкладу. Це, враховуючи ряд досліджень [36, с. 914; 37, с. 3–4], дозволяє рекомендувати сидеральне використання редьки олійної у варіантах з допосівним періодом сидерації в інтервалі від 30 до 90 діб залежно від типу ґрунту та обсягів сформованої сидеральної маси.

Критерійна цінність листостеблової надземної маси редьки олійної у системі сидерального використання підтверджена також рівнем вмісту карбогідратів, які визначають динаміку розпаду маси та характер такого розпаду з позиції вивільнених речовин та послідууючої їх позитивної дії на мікробіологічну активність ґрунту та сприяння його самоагрегації. З цієї позиції значення даного показника в інтервалі 55–60 (у % на суху речовину) цілком відповідає вимогам щодо ефективного сидерального використання біомаси даного виду рослин та узгоджується позитивно з іншими дослідженнями [38, с. 68–69]. У результуючому підсумку іммобілізаційний ґрунтовий потенціал сидеральної маси редьки олійної підтверджено показником якості рослинної маси, який, за бажаного рівня не менше 85% на суху речовину [39, с. 2] для сидеральних культур, у редьки олійної мав середньобагаторічне значення на рівні 84,86%.

Загальна позитивна біохімічно-сидеральна оцінка сформованої листостеблової маси редьки олійної з прогнозованими технологічно-оптимальними параметрами підтверджена результатами оцінки швидкості її розкладу у ґрунті (табл. 4). При цьому визначена динаміка мала коливальний характер з поступовим інтенсивним зростанням від початку розкладу до 10 доби та послідууючим зниженням темпів даного процесу на 20 та 30 добу. Такий динамізм мав істотні відмінності у рубіжних датах оцінки у межах років що узгоджується із визначеним впливом на процес іммобілізації сидеральної маси ґрунтом гідротермічних умов, які його супроводжують [33, с. 229].

Отриманий показник швидкості розкладу у ґрунті ефективно співставний з аналогічними значеннями для ріпаку ярого і озимого (в інтервалі 0,54–1,68 г/добу залежно від умов), гірчиці білої (0,48–1,74 г/добу) та деякими дикими хрестоцвітими видами (0,39–1,55 г/добу) [23, с. 5–6; 35, с. 26–29; 38, с. 69–70]. Слід також відмітити високу варіативність показника в обліку, що підкреслює специфічність

Таблиця 4

Статистична оцінка швидкості та кумулятивності розкладу сидеральної маси редьки олійної у ґрунті (г/добу) у короткостроковому 30-добовому періоді на граничні дати обліку, 2019–2023 рр.

Рік	10 доба			20 доба			30 доба			
		\bar{x}	***SD	****C _v	\bar{x}	*SD	**C _v	\bar{x}	*SD	**C _v
2019	*1	0,70	0,11	15,71	0,82	0,12	14,63	1,01	0,13	12,87
	**2	25,4	4,11	16,18	39,3	4,48	11,40	48,8	4,58	9,39
2020	1	1,10	0,16	14,55	0,66	0,09	13,64	0,6	0,07	11,67
	2	27,5	3,85	14,00	37,4	3,92	10,48	42,7	4,63	10,84
2021	1	0,98	0,13	13,27	0,56	0,09	16,07	0,55	0,08	14,55
	2	28,5	3,41	11,96	36,2	4,17	11,52	43,4	4,85	11,18
2022	1	0,85	0,14	16,47	0,59	0,10	16,95	0,66	0,10	15,15
	2	30,5	3,94	12,92	38,2	4,57	11,96	45,5	4,78	10,51
2023	1	0,79	0,12	15,19	0,45	0,06	13,33	0,58	0,09	15,52
	2	23,5	3,73	15,87	29,2	3,84	13,15	32,7	4,81	14,71
НІР ₀₅	1	0,17	–	–	0,08	–	–	0,05	–	–
	2	1,15	–	–	1,59	–	–	2,09	–	–

*1 – показник швидкості розкладу, г/г добу; **2 – показник кумулятивності розкладу, %; ***SD – стандартне відхилення; ****C_v – коефіцієнт варіації.

і полікритерійність процесу розкладу сидеральної маси у ґрунті. За оцінками кумулятивності середньобагаторічний розклад листостеблової маси редьки олійної на 30 добу обліку становив 35,3% з розмахом від 28,6 до 45,7%. Враховуючи що оцінка для поширених хрестоцвітих видів за даним показником на 30 добу відповідає рівневі у 30–55% залежно від умов і параметрів – редька олійна продемонструвала технологічно придатні темпи розкладу для сучасних сидеральних технологій з вимогою укороченого періоду від закладення сидеральної маси до можливості забезпечення передпосівного обробітку.

Важливим є оцінка прогнозованості темпів розкладу у ґрунті сидеральної маси на основі її біохімічного складу та гідротермічного режиму впродовж даного процесу. Результати такої оцінки на підставі кореляційного парного аналізу представлено на рис. 2. На підставі отриманих даних достовірний обернений зв'язок із швидкістю розкладу сидеральної маси редьки олійної встановлено як для вмісту клітковини так і основних її похідних із середнім рівнем детермінації на рівні 52,18%. Достовірний прямий зв'язок встановлено для вмісту безазотистих екстрактивних речовин (коефіцієнт детермінації 41,73%). Такий же характер взаємозв'язку відмічено для вмісту карбогідратів та якості рослинної маси. Цікаво відмітити, що співвідношення між вмістом органічного вуглецю та основними зольними елементами, а також між вмістом органічного вуглецю і похідними клітковини (її дивергентних форм) мало прямий, але неістотний зв'язок для статистичної групи оцінки. На рівні достовірного статистичного допуску (при $d_{xy} > 18,0\%$) встановлено зв'язок між швидкістю розкладу сидеральної маси редьки олійної і співвідношенням між вмістом целюлози і геміцелюлози та співвідношенням НДК/КДЛ, а також обернені достовірні зв'язки ($p < 0,05$) співвідношень дивергентних форм клітковини до геміцелюлози, що підтверджує раніше зроблені висновки щодо ролі клітковини та її похідних у темпах розкладання сидератів у ґрунті. Також підтверджено роль співвідношення C/N у прогнозуванні темпів ґрунтової іммобілізації сидеральної маси

редьки олійної із встановленим оберненим зв'язком по відношенню до швидкості розкладу із рівнем детермінації 34,22%.

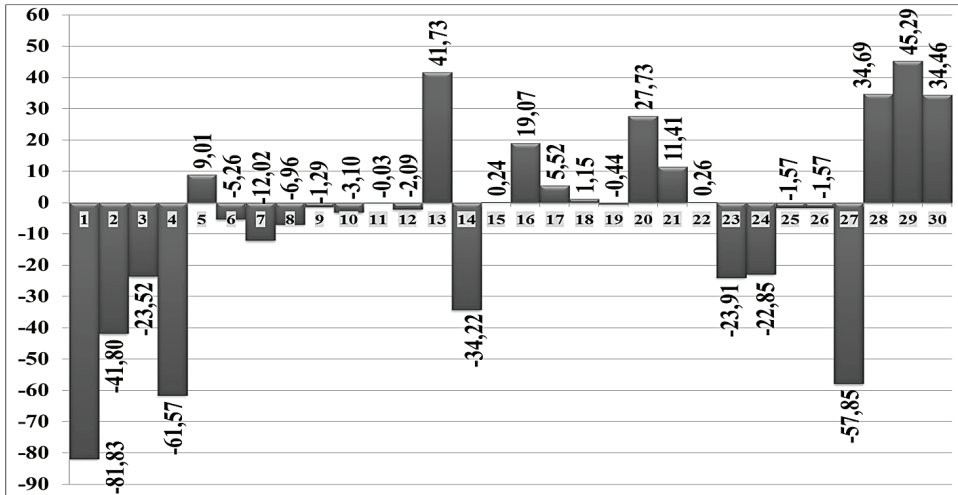


Рис. 2. Коефіцієнти детермінації (d_y) залежності швидкості розкладу сидеральної маси редьки олійної від показників біохімічного складу маси та гідротермічного режиму періоду розкладу (в єдиній системі роки-повторення для $N=20$, за мінімального $d_x=18\%$ для рівня значимості $p<0,05$) (Індекси показників: 1=вміст клітковини; 2^{xy}=НДК; 3=КДК; 4=КДЛ; 5=загальний вміст органічного вуглецю; 6=загальний вміст азоту (N); 7= Вміст целюлози (Ц); 8=вміст геміцелюлози (ГЦ); 9=вміст фосфору (P); 10=вміст калію (K); 11=вміст кальцію (Ca); 12=вміст сірки (S); 13=БЕР; 14= співвідношення C/N; 15=співвідношення C/P; 16=Співвідношення C/K; 17=співвідношення C/Ca; 18=співвідношення C/S; 19=співвідношення Ц/ГЦ; 20=співвідношення НДК/КДЛ; 21=співвідношення КДК/КДЛ; 22=співвідношення НДК/Ц; 23=співвідношення КДК/Ц; 24=співвідношення КДЛ/Ц; 25=співвідношення НДК/ГЦ; 26=співвідношення КДК/ГЦ; 27=співвідношення КДЛ/ГЦ; 28=карбогідрати (СН); 29=якість рослинної маси; 30=ГТК).

З позиції ролі гідротермічних умов – їх вплив за застосування критерію гідротермічного коефіцієнту (ГТК) мав прямоформуючий істотний характер на швидкість розкладу сидеральної маси. З огляду на комплексні аналогічні дослідження проведені на групі представників різних видів рослин з позиції темпів їх ґрунтового розкладу [21, с. 1155–1156; 30, с. 467; 40, с. 972] редька олійна засвідчила аналогічність за рядом оцінок та можливість ефективного системного прогнозу темпів ґрунтової іммобілізації її листостеблової маси.

Висновки і перспективи подальших досліджень. На підставі проведених досліджень листостеблову масу редьки олійної віднесено до сидерального ресурсу з високим ефективним потенціалом та середніми темпами розкладу за короткий агротехнологічний 30-добовий період на рівні 28–45%. У прогностичній оцінці динаміки показника швидкості розкладу основними критеріями із оберненим характером впливу будуть вміст клітковини та її дивергентних похідних у тому числі їх співвідношення із вмістом геміцелюлози, а також показник співвідношення C/N. Зростання темпів розкладу слід очікувати також за зростання вмісту БЕР, карбогідратів та загальної якості рослинної маси на

фоні оптимізації гідротермічного режиму у період розкладу за зростання гідротермічного коефіцієнту за період розкладу. При цьому, слід зауважити, що з огляду на середній по системі кореляційного визначення коефіцієнт детермінації по істотним зв'язкам на рівні 34,29% – перспективою подальших досліджень буде вивчення у єдиній системі як біохімічних та кліматичних показників, так і ґрунтових умов родючості, оскільки отримані результати вказують на високу ймовірність факторноформуючої їх ролі у складних процесах ґрунтової іммобілізації сидеральної маси редьки олійної на сірих лісових ґрунтах із середнім потенціалом родючості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Pan D., Tang J., Zhang L., He M., Kung, C. The impact of farm scale and technology characteristics on the adoption of sustainable manure management technologies: Evidence from hog production in China. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 280. P. 1243–1240.
2. Цицюра Я.Г., Неїлик М.М., Дідур І.М., Поліщук М.І. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства. Монографія. Вінниця: Видавць ТОВ «Друк», 2022. 770 с.
3. Toungos M.D., Bulus Z.W. Cover crops dual roles: Green manure and maintenance of soil fertility, a review. *International Journal of Innovative Agriculture and Biology Research*. 2019. Vol. 7. Is. 1. P. 47–59.
4. Lei B., Wang J., Yao H. Ecological and environmental benefits of planting green manure in paddy fields. *Agriculture*. 2022. Vol. 12. №2. e223.
5. Ansari M.A., Choudhury B.U., Layek J., Das A., Lal R., Mishra V.K. Green manuring and crop residue management: Effect on soil organic carbon stock, aggregation, and system productivity in the foothills of Eastern Himalaya (India). *Soil Tillage Research*. 2022. Vol. 218. e105318.
6. Singh D., Devi K.B., Ashoka P., Bahadur R., Kumar N., Devi O. R., Shahni Y.S. Green Manure: Aspects and its Role in Sustainable Agriculture. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2023. Vol. 13. №11. P. 39–45.
7. Yadav D., Kumawat A., Kumar P., Kumar S., Singh D., Kumar D.. Chemical Fertilization to Green Manuring: Moving towards Sustained Production. Farm Information Bureau. 2021. Vol. 9. №1. P. 15–19.
8. Цицюра Я.Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ “Нілан ЛТД”, 2015. 624 с.
9. Abdulraheem M.I., Tobe O.K. Green manure for agricultural sustainability and improvement of soil fertility. *Farming & Management*. 2022. Vol. 7. P. 1–8.
10. Silva G.T.A., Matos L.V., Nóbrega P.O., Carneiro E.F. Resende A.S. de Resende.. Chemical composition and decomposition rate of plants used as green manure. *Scientia Agricola*. 2008. Vol. 65. Is. 3. P. 298–305.
11. Liu X.H., Zhou X., Deng L.C., Fan L.Y., Qu L., Li M. Decomposition characteristics of rapeseed green manure and effect of nutrient release on soil fertility. *Hunan Agricultural Science*. 2020. Vol. 416. P. 39–44.
12. Undersander D., Mertens D.R., Thiex N. Forage analyses. Procedures. National Forage Testing Association. 1993. 139 p.
13. Зоохімічний аналіз кормів. Хімічний та атомно-адсорбційний аналіз кормів: Навчальний практикум / О.О. Лавринюк, В.А. Бурлака; за ред. В.А. Бурлаки. Житомир, 2016 110 с.
14. AOAC. Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th Edition, Washington DC, 2012. 689 p.
15. Quemada M., Cabrera M. L. Carbon and nitrogen mineralized from leaves and stems of 4 cover crops. *Soil Science Society of America Journal*, 1995. Vol. 59. P. 471–477.

16. FOSS. 2018. Fibre analysis of animal feed Crude fibre, neutral detergent fibre and acid detergent fibre – the standards and the automation options. eBook. Available online: <https://www.fossanalytics.com/-/media/files/documents/papers/laboratories-segment/ebook-fibre-analysis-of-animal-feed-gb.ashx> (дата звернення 10 червня 2024).
17. Nielsen S.S. Complexometric Determination of Calcium. In: Nielsen, S.S. (eds) Food Analysis Laboratory Manual. Food Science Texts Series. Springer, Boston, MA., 2010. 244 p.
18. Stute J.K., Posner J.L. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the upper Midwest. *Agronomy Journal*. 1995. Vol. 87. P. 1063–1069.
19. Ranells N.N., Wagger M.G.. Nitrogen release from grass and legume cover crop monocultures and bicultures. *Agronomy Journal*. 1996. Vol. 88. №5. P. 777–882.
20. Jahanzad E., Barker A.V., Hashemi M., Eaton T., Sadeghpour A.. Nitrogen release dynamics and decomposition of buried and surface cover crop residues. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108. P. 1735–1741.
21. Kazakou E, Violle C, Roumet C, Pintor C, Gimenez O, Garnier E. Litter quality and decomposability of species from a Mediterranean succession depend on leaf traits but not on nitrogen supply. *Annals of Botany*. 2009. Vol. 104. Is.6. P. 1151–1161.
22. Tsytsiura Y.H. Modular-vitality and ideotypical approach in evaluating the efficiency of construction of oilseed radish agrophytocenosis (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Pers.). *Agraarteadus*. 2020. Vol. 31. №2. P. 219–243.
23. Wang X., Ma H., Guan C., Guan M. Decomposition of Rapeseed Green Manure and Its Effect on Soil under Two Residue Return Levels. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. Is. 17. e11102.
24. Snedecor G.W., Cochran W.G. Statistical Methods, 8th Edition. Wiley-Blackwell, 1991. 524 p.
25. Lupwayi N.Z., Soon Y.K. Soil microbial properties during decomposition of pulse crop and legume green manure residues in three consecutive subsequent crops. *Canadian Journal of Soil Science*. 2016. Vol. 96. № 4. P. 413–426.
26. Ruizvega J., Nuñez-barrios A., Cruz-ruiz M. Decomposition rates of intercropped green manure crops in Oaxaca, Mexico. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 2010. Vol. 25. №3. P. 212–216.
27. Vorobeichik E.L., Pishchulin P.G.. Effect of trees on the decomposition rate of cellulose in soils under industrial pollution. *Eurasian Soil Science*. 2011. Vol. 44. P. 547–560.
28. Rowland A.P., Roberts J.D.. Lignin and cellulose fractionation in decomposition studies using acid-detergent fibre methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 1994. Vol. 25. № 3–4. P. 269–277.
29. Mishchenko Y., Zakharchenko E., Masyk I. Influence of green manure (oilseed radish) and tillage practices on nutrients dynamics of chernozem calcic during arable crops growth. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*. 2020. Vol. 41. №3. P. 8–22.
30. Birouste M, Kazakou E, Blanchard A, Roumet C. Plant traits and decomposition: are the relationships for roots comparable to those for leaves? *Annals of Botany*. 2012. Vol. 109. №2. P. 463–472.
31. Toleikiene M., Arlauskiene A., Fliesbach A., Iqbal R., Sarunaite L., Kadziuliene Z.. The decomposition of standardised organic materials in loam and clay loam arable soils during a non-vegetation period. *Soil and Water Research*, 2020. Vol. 15. № 3. P. 181–190.
32. Naz A., Rebi A., Naz R., Akbar M.U., Aslam A., Kalsom A., Niaz A., Ahmad M.I., Nawaz S., Kausar R. Impact of Green Manuring on Health of Low Fertility Calcareous Soils. *Land*. 2023. Vol. 12. №3. e546.
33. Kriauciūnienė Z., Velička R., Raudonius S. The influence of crop residues type on their decomposition rate in the soil: a litterbag study. *Zemdirbyste*. 2012. Vol. 99. P. 227–236.

34. Rinasoa S., Nishigaki T., Rabeharisoa L., Tsujimoto Y., Rakotoson T.. Organic materials with high P and low C:P ratio improve P availability for lowland rice in highly weathered soils: Pot and incubation experiments. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2022. Vol. 185. P. 475–485.
35. Zachariah H. Potential of three brassica cover crops for biofumigation in the field and the relationship between soil myrosinase and biofumigation efficacy. PhD Thesis. Clemson University. TigerPrints. 2011. 1248. 136 pp.
36. Watthier M., Peralta Antonio N., Gomes J.A., Rocha S.B.F., Santos R.H.S. Decomposition of green manure with different grass: legume ratios. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2019. Vol. 66. №7. P. 913–924.
37. Xu J., Si L., Zhang X., Cao K., Wang J. Various green manure-fertilizer combinations affect the soil microbial community and function in immature red soil. *Frontiers in Microbiology*. 2023. Vol. 14. Is. 14. e1255056.
38. Israt I.J., Parimal B.K. Residual Effect of Green Manure on Soil Properties in Green Manure-Transplant Aman-Mustard Cropping Pattern. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2023. Vol. 57. №1. P. 67–72.
39. Sharma S., Kaur S., Parkash Choudhary O., Singh M., Al-Huqail A.A., Ali H.M., Kumar R., Siddiqui M.H. 2022. Tillage, green manure and residue retention improves aggregate-associated phosphorus fractions under rice–wheat cropping. *Scientific Reports*. Vol. 12. e7167.
40. Pereira N. S., Soares I., Miranda F.R. Decomposition and nutrient release of leguminous green manure species in the Jaguaribe-Apodi region, Ceará, Brazil. *Ciência Rural*. 2016. Vol. 46. Is. 6. P. 970–975.
-

УДК 633.854.78:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.40>

ВПЛИВ СПОСОБІВ ОБРОБКИ БІОСТИМУЛЯТОРАМИ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ СОНЯШНИКА

Шакалій С.М. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

Кулик Є.І. – здобувач СВО доктор філософії,

Полтавський державний аграрний університет

Важливим заходом для поліпшення посівних якостей є передпосівна обробка насіння стимуляторами росту. Для проведення досліджень актуальним є використання біопрепаратів перед посівом.

Основним завданням наших досліджень було вивчення закономірностей прояву і формування посівних якостей насіння гібридів соняшника залежно від застосування стимулятора росту рослин та терміну обробки насіння. У лабораторних умовах дуло закладено трифакторний дослід із пророщування насіння у чотириразовій повторності протягом семи діб. Матеріалом для досліджень були зразки насіння трьох гібридів соняшника (виробник Сінгента та Інститут землеробства країна Сербія), а саме: Арізона, Суміко, Рімі 2. Дослідження проводили за такою схемою: контроль (без обробки), обробка насіння стимуляторами росту Азотофіт, Мікофренд, Органік – Баланс та терміни обробки: в день сівби, за 7 днів до сівби та за 14 днів до сівби. Вивчали наступні показники – енергію проростання насіння, лабораторну схожість, довжину корінця, довжину паростка та вага 100 проростків.

За результатами досліджень виділено варіант з обробкою насіння біопрепаратом Азотофіт та Мікофренд. Встановлено вплив даних препаратів на підвищення посівних якостей насіння та збільшення довжини корінця та паростка, а також на вагу 100 паростків під час проростання у гібридів соняшника, порівняно із контролем. Вивчено прояв досліджуваних ознак за варіантами дослід. Визначено реакцію гібридів на обробку біопрепаратами за термінами обробки насіння. Виділено гібриди соняшнику Арізона та Суміко за показниками енергії проростання та схожості насіння. Відмічено вплив різних препаратів на показники енергії проростання, лабораторної схожості та лінійних розмірів під час проростання у гібридів соняшника Арізона, Суміко, а також на показник ваги 100 паростків гібриду Рімі 2. Виділено строк обробки насіння за 7 та 14 днів до сівби, які істотно впливають на посівні якості соняшнику гібридів Арізона та Суміко. Отже, передпосівна обробка насіння біопрепаратами призводить до швидкої та дружньої появи сходів відповідно і більш раннього переходу рослин на автотрофне живлення.

Ключові слова: соняшник, гібрид, біостимулятор, енергія проростання, лабораторна схожість, посівні якості.

Shakalii S.M., Kulyk Ye.I. Influence of processing methods with bio-stimulators on sowing quality of sunflower seeds

Pre-sowing treatment of seeds with growth stimulants is an important measure to improve sowing qualities. For conducting research, the use of biological preparations before sowing is relevant.

The main task of our research was to study the patterns of manifestation and formation of sowing qualities of sunflower hybrid seeds depending on the use of a plant growth stimulator and the term of seed treatment. In laboratory conditions, a three-factor experiment on seed germination was carried out four times over seven days. The material for research was seed samples of three sunflower hybrids (producer Syngenta and the Institute of Agriculture, the country of Serbia), namely: Arizona, Sumiko, Rimi 2. The research was carried out according to the following scheme: control (without treatment), treatment of seeds with growth stimulants Azotophyt, Mycofriend, Organic – Balance and processing times: on the day of sowing, 7

days before sowing and 14 days before sowing. The following parameters were studied: energy of seed germination, laboratory germination, root length, shoot length and weight of 100 seedlings.

According to the results of the research, an option with seed treatment with biopreparations *Azotophyt* and *Mycofriend* was selected. The effect of these preparations on the improvement of sowing qualities of seeds and the increase in the length of the root and sprout, as well as on the weight of 100 sprouts during germination in sunflower hybrids, compared to the control, was established. The manifestation of the studied signs according to the experiment options was studied. The reaction of hybrids to treatment with biological preparations according to the timing of seed treatment was determined. *Arizona* and *Sumiko* sunflower hybrids were selected based on the indicators of germination energy and seed germination. The effect of different drugs on the indicators of germination energy, laboratory germination and linear dimensions during germination in *Arizona* and *Sumiko* sunflower hybrids, as well as on the weight indicator of 100 sprouts of the *Rimi 2* hybrid, was noted. Seed treatment periods of 7 and 14 days before sowing were identified, which significantly affect on the sowing qualities of sunflower hybrids *Arizona* and *Sumiko*. Therefore, pre-sowing treatment of seeds with biopreparations leads to a quick and friendly emergence of seedlings, respectively, and an earlier transition of plants to autotrophic nutrition.

Key words: sunflower, hybrid, biostimulant, energy of germination, laboratory germination, sowing qualities.

Постановка проблеми. Важливою умовою для підвищення урожайності сільськогосподарських культур, зокрема і соняшника, є стимуляція росту і розвитку рослин відповідними препаратами. Особливої уваги заслуговують речовини біологічного походження. Так, у світовій практиці понад 20% врожаю польових культур отримують за рахунок використання стимуляторів росту рослин. Крім того, застосування таких препаратів вигідне також з екологічної та економічної точки зору, ніж використання пестицидів [1-3].

Стимулятори росту посилюють біологічні процеси у рослинах з метою підвищення потенціалу урожайності культур. Це, зазвичай, фітогормони або їх аналоги, які активізують основні процеси життєдіяльності рослин, а також знижують вміст нітратів у них, підвищують біологічну ефективність рослинництва, стійкість до ураження хворобами та пошкодження шкідниками.

Під час використання стимуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння зменшується токсичний вплив протруйників, але не втрачається їх захисний ефект. Крім того, при застосуванні даних препаратів посилюється розвиток деяких мікроорганізмів, а також процеси новоутворення гумусових сполук [4-5]. Тому застосування стимуляторів росту рослин дає змогу збільшити урожайність польових культур понад 15%, а також поліпшити посівні якості насіння, зокрема відсоток енергії проростання та схожості насіння [6-11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стратегічним напрямом розвитку аграрного сектору України є виробництво олійних культур – важливого джерела ефективної і прибуткової діяльності сільськогосподарських підприємств. Олійні культури відіграють важливе значення у вирішенні продовольчої проблеми, забезпечують якісними високобілковими кормами тваринницький комплекс та являють собою цінну сировину для переробної промисловості [12]. На світовому ринку попит на олійні культури має тенденцію до зростання, що обумовлено збільшенням частки населення, орієнтованого на правильне харчування, споживання здебільшого рослинних жирів, а також інтенсивним нарощуванням виробництва біопалива, синтезованого з рослинних олій [13-15].

Використання стимуляторів росту рослин дозволяє збільшити обсяги виробництва сільськогосподарської продукції. Вченими була встановлена ефективність

передпосівної обробки насіння пшениці озимої біостимуляторами росту. Доведено посилення ростових процесів та збільшення висоти рослин понад 1 см після обробки насіння гороху препаратом Емістим С [16].

У цілому багатьма дослідженнями доведено позитивний вплив даних препаратів на урожайність та посівні якості насіння.

Грамотне застосування біопрепаратів забезпечує одержання високих агрономічних та економічних результатів. Також вони суттєво покращують екологічну та санітарно-гігієнічну обстановку. Застосування їх дозволяє більш раціонально використовувати матеріальні та енергетичні ресурси та вирішувати багато питань, зумовлених забрудненням довкілля агрохімікатами та пестицидами [17].

Постановка завдання. Мета наших досліджень полягала у вивченні впливу біостимуляторів росту Азотофіт, Мікофренд, Органік – Баланс на посівні якості насіння гібридів сояшника Арізона, Суміко компанії Сінгента та Рімі 2 Інституту землеробства (Сербія).

Об'єкт досліджень передбачав застосування схеми трифакторного досліду: фактор А – гібриди сояшника Арізона, Суміко та Рімі 2; фактор В – варіанти обробки насіння біопрепаратами: контроль (без обробки), обробка препаратами Азотофіт, Мікофренд, Органік – Баланс; фактор С – терміни обробки – в день сівби, за 7 днів до сівби та за 14 днів до сівби.

Дослідження проводили у лабораторних умовах. Зразки насіння досліджуваних гібридів пророщували в чашках Петрі у чотириразовій повторності. Варіанти досліду вивчали за наступними показниками: енергія проростання (%), лабораторна схожість (%), довжина корінця (см), довжина паростка (см), вага 100 паростків (г).

Під час закладання досліді протягом семи діб кожного дня проводили підрахунок пророслого насіння. Енергія проростання насіння – це здатність насіння сільськогосподарських культур до швидкого дружнього проростання. Енергію проростання насіння та лабораторну схожість визначали згідно загальноприйнятої методики відповідно на 3-ю та 7-у добу [18]. Показник довжина корінця та паростка визначали вимірюваннями на 10 день від початку закладання. Вагу паростків визначали методом зважування на вагах.

Виклад основного матеріалу дослідження. У країнах із високим рівнем розвитку вже розглядаються можливості переходу сільськогосподарського виробництва на альтернативні методи боротьби зі шкідниками та хворобами, серед яких ключове значення має використання біологічних препаратів. Енергія проростання насіння залежить від ступеня їх зрілості, факторів довкілля та використання різних препаратів при передпосівній обробці насіння, у тому числі й біопрепаратів. Тому підвищення енергії проростання насіння вплине на майбутній розвиток посівів [18].

Обробка насіння сояшнику біологічними препаратами більшою мірою сприяла підвищенню енергії проростання. Деякі біопрепарати також збільшували лабораторну схожість насіння сояшника (табл. 1).

Енергія проростання у гібриду сояшника Арізона на контролі становила 52%. За використання препарату Азотофіт у день сівби енергія проростання становила 85%, коли обробляли за 14 днів до посіву – 86%, і найвищим цей показник був за обробки 7 днів до сівби і склав відповідно 91%. Лабораторна схожість по Азотофіту була найбільшою коли термін обробки був за 14 днів до посіву і становила 96%, інші варіанти були 93-94%.

Таблиця 1

**Вплив біопрепаратів на посівні якості насіння соняшника
гібриду Арізона (середнє 2022-2023 рр.)**

Біопре- парати	Строк обробки	Енергія проростан- ня, %	Лабораторна схожість, %	Довжина корінця, см	Довжина паростку, см	Вага 100 шт. паростків, г.
Контроль	-	52	94	2,55	1,05	17,74
Азотофіт	у день сівби	85	94	3,76	1,79	23,70
	за 7 днів до сівби	91	93	6,14	2,20	26,33
	за 14 днів до сівби	86	96	4,27	1,56	19,78
Мікофренд	у день сівби	78	94	3,87	1,83	23,41
	за 7 днів до сівби	87	93	4,72	1,84	24,91
	за 14 днів до сівби	73	96	3,11	1,31	19,92
Органік – Баланс	у день сівби	71	99	3,89	1,13	20,03
	за 7 днів до сівби	65	96	2,97	1,10	20,62
	за 14 днів до сівби	64	96	2,61	1,07	16,93

Довжина корінця була більшою на варіанті строку обробки за 7 днів до сівби – 6,14 см. Інші варіанти становили від 3,76 см до 4,27 см. Відповідно і довжина паростку була більшою на варіанті обробки за 7 днів до посіву – 2,20 см. Вага 100 проростків за використання препарату Азотофіт найбільшою була за терміну обробки 7 днів до посіву і становила 26,33 г. Дещо меншою вага була за обробки у день посіву – 23,70 г, та найменша – за 14 днів до сівби і склала – 19,78 г. За використання препарату Мікофренд енергія проростання була найвищою за 7 днів до посіву і склала – 87%. Схожість була більшою за 14 днів до сівби – 96%. Довжина корінця та паростку відзначилися вищими показниками на варіанті строку обробки насіння за 7 днів до посіву і становили 4,72 та 1,84 см, відповідно. Вага 100 паростків також була більшою у варіанті обробки за 7 днів до посіву і становила 22,84 г.

За використання препарату Органік – Баланс ми спостерігали найбільшу лабораторну схожість за терміну обробки насіння в день сівби, яка становила 99%, також мала найбільшу довжину корінця та паростка, які склали 3,89 та 1,13 г, відповідно. За інших строків обробки насіння показники були дещо нижчими в порівнянні з обробкою іншими препаратами.

По гібриду Суміко найбільша енергія проростання за обробки препаратом Азотофіт за 7 днів до сівби – 90%. За використання препарату Мікофренд енергія проростання була від 74% (за 14 днів до сівби) до 88% (за 7 днів до сівби). І найменшим показник енергія проростання був за використання препарату Органік – Баланс і відповідно становив від 64 до 72%, залежно від терміну обробки насіння.

Як бачимо з таблиці 2 лабораторна схожість по гібриду соняшника Суміко мала найвищий відсоток за використання препарату Органік – Баланс і становила за обробки в день посіву – 98%, за 7 днів до сівби – 97%, за 14 днів до сівби – 96%. За використання препаратів Азотофіт та Мікофренд лабораторна схожість була дещо нижчою.

А от показник довжина корінця та паростка був більшим за використання препарату Азотофіт за строків обробки за 7 днів до сівби (6,21 см та 2,23 см, відповідно та за 14 днів до сівби (4,31 та 1,58 см, відповідно).

Таблиця 2

Вплив біопрепаратів на посівні якості насіння соняшника гібриду Суміко (середнє 2022-2023 рр.)

Біопрепарати	Строк обробки	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Довжина корінця см	Довжина паростку, см	Вага 100 шт. паростків, г.
Контроль	-	54	93	2,48	1,03	17,05
Азотофіт	у день сівби	86	93	3,80	1,80	23,80
	за 7 днів до сівби	90	94	6,21	2,23	26,38
	за 14 днів до сівби	87	95	4,31	1,58	19,81
Мікофренд	у день сівби	79	94	3,80	1,86	23,42
	за 7 днів до сівби	88	93	4,74	1,90	24,92
	за 14 днів до сівби	74	95	3,14	1,30	19,86
Органік – Баланс	у день сівби	72	98	3,84	1,15	20,10
	за 7 днів до сівби	66	97	2,98	1,12	20,59
	за 14 днів до сівби	64	96	2,68	1,10	16,98

Під час обробки біологічними препаратами прискорюється ріст проростків. Довжина зародкових корінців збільшується залежно від видів біопрепаратів та термінів обробки від 0,24 до 3,60 см, паростків від 0,03 до 1,16 см, що дуже важливо за умов частої весняно-літньої посухи на території області. За показником вага 100 паростків гібрид Суміко найбільше мав за використання препарату Азотофіт строк обробки за 7 днів до сівби – 26,38 г та використання препарату Мікофренд 24,98 г за терміну 7 днів до сівби. Найменшим показник ваги 100 паростків був на варіантах обробки Органік – Баланс за 14 днів до сівби і становив 16,98 г, а також на варіанті контроль – 17,05 г.

Гібрид Рімі 2 за показником енергія проростання на контролі мав найменші дані, які становили 51%. За використання препарату Азотофіт енергія проростання найбільшою була на варіанті обробки насіння за 7 днів до сівби і становила 90%, за 14 днів до сівби – 84% та в день посіву – 83%. Найменшою енергія проростання була на варіанті обробки Органік – Баланс від 63 до 70% (табл. 3).

За показником лабораторної схожості вищими є дані за використання препарату Мікофренд за 7 та 14 днів до посіву і склали 94%. За використання препарату Азотофіт лабораторна схожість була на рівні 92-93%. Показник довжина корінця та паростка у гібриду Рімі 2 є найбільшим за терміну обробки насіння за 7 днів до сівби та за використання препарату Азотофіт і склав 5,99 та 2,18 см, відповідно. А також за 14 днів до сівби – 4,11 та 1,49 см, відповідно.

Таблиця 3

**Вплив біопрепаратів на посівні якості насіння соняшника
гібриду Рімі 2 (середнє 2022-2023 рр.)**

Біопрепарати	Строк обробки	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Довжина корінця, см	Довжина паростку, см	Вага 100 шт. паростків, г.
Контроль	-	51	92	2,46	1,02	16,94
Азотофіт	у день сівби	83	92	3,46	1,64	23,40
	за 7 днів досівби	90	92	5,99	2,18	25,98
	за 14 днів досівби	84	93	4,11	1,49	19,65
Мікофренд	у день сівби	76	92	3,80	1,75	23,31
	за 7 днів досівби	85	94	4,02	1,38	22,84
	за 14 днів досівби	73	94	3,03	1,26	18,99
Органік – Баланс	у день сівби	70	93	3,79	1,08	19,98
	за 7 днів досівби	64	92	2,87	1,05	20,03
	за 14 днів досівби	63	91	2,56	1,03	15,99

Дещо менший вплив має на аналізовані показники препарат Мікофренд (збільшення на 1,9 та 1,8 раза). Також необхідно відзначити негативний вплив завчасної обробки Органік – Баланс насіння соняшнику на ростові процеси проростків. Найменшими лінійні розміри довжини корінця та паростка були за використання препарату Органік – Баланс: становили відповідно від 2,56 до 3,79 см та від 1,03 до 1,08 см.

Отже, передпосівна обробка насіння біопрепаратами призводить до швидкої та дружньої появи сходів відповідно і більш раннього переходу рослин на автотрофне живлення.

Висновки і пропозиції. Таким чином, за результатами наших досліджень біопрепарати Азотофіт, Мікофренд та Органік – Баланс, по-різному впливали на формування посівних якостей насіння під час проростання у гібридів. Гібриди соняшника, зокрема Арізона та Суміко, характеризувалися досить високими показниками енергії проростання та схожості насіння. Мали вищі показники довжини корінця та паростка, а також вагу 100 паростків ніж гібрид Рімі 2 за використання біопрепарату Азотофіт та строків обробки за 7 та 14 днів до сівби. Тому, чутливими до біопрепарату Азотофіт за показниками енергії проростання, лабораторної схожості та лінійних розмірів був гібрид Арізона. Даний препарат мав вплив на гібрид Суміко за показником ваги 100 паростків. Препарат Мікофренд мав певний вплив

на гібриди сояшника за терміну обробки насіння за 14 днів до сівби на довжину паростка. Препарат Органік – Баланс проявив себе на гібриду Суміко на показнику лабораторна схожість, де становив 96-98%. За іншими показниками не було встановлено істотної різниці, що мала б велику різницю в порівнянні з іншими препаратами. Рекомендовано використання біопрепаратів Азотрофіт та Мікофренд для передпосівної обробки насіння гібридів сояшника для отримання добре розвинених сходів рослин.

Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу біопрепаратів Азотрофіт, Мікофренд та Органік – Баланс на елементи насіннєвої продуктивності гібридів сояшника в польових умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. Львів: НВФ «Українські технології». 2020. 806 с.
2. Присяжнюк М. П. Урожайність озимої пшениці в залежності від строків сівби, норм і способів застосування регуляторів росту. *Збірник наукових праць Подільського ДАТУ*. 2015. С. 52–60.
3. Баган А. В., Юрченко С. О., Шакалій С. М. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від стимулятора росту Foliar Concentrate. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 3–9. DOI <https://doi.org/10.32851/226-0099.2020.113.1>
4. Шакалій С. М. Вплив бактеріальних препаратів та мікродобрива на посівні якості насіння сояшнику. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. Випуск 24. Харків. 2018. С. 127–135. <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/5808>
5. Буряк Ю. І., Бондаренко Л. В., Чернобаб О. В., Огурцов Ю. Є. Прискорене розмноження насіння нових сортів ярих зернових культур за допомогою сучасних регуляторів росту. *Вісник ХНАУ*. Харків, 2011. № 6. С. 139–152.
6. Мельник І. П., Присяжнюк М. П. Застосування регуляторів росту в технологіях вирощування с.-г. культур. *Матеріали міжнародної конференції*, м. Львів, 2013. С. 45–47.
7. Маренич М. М., Юрченко С. О. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур залежно від застосування стимуляторів росту. *Вісник Полтавської ДАА*. 2016. № 1–2. С. 18–21.
8. Козаренко Д. О. Застосування гуматів – перспективний метод зменшення хімічного навантаження на агроценози. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 8. С. 14–16.
9. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. К: Дія. 2005. 288 с.
10. Домарацький Є. О. Формування листової поверхні та фотосинтетична діяльність рослин сояшника залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.32848/agr.innov.2021.5.4>
11. Кутіщева Н. М., Шугурова Н. О., Одинець С. І. Комплексний підхід до сучасних аспектів в селекції сояшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2021. № 30. С. 34–42.
12. Паламарчук В. Д. Позакореневі підживлення у сучасних технологіях вирощування гібридів сояшнику. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 137–144. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-137-144>
13. Сидякіна О. В., Павленко С. Г. Ефективність застосування мікроелементів у системі живлення рослин сояшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 152–158. DOI: <https://doi.org/10.32851/226-0099.2021.118.19>

14. Коваленко О. А., Нерода Р. С. Продуктивність соняшнику в умовах півдня України аз позакоренових підживлень мікродобривами. *International scientific journal «Grail of Science»*. 2022. № 21. С. 79–84. DOI: <https://doi.org/10.36074/grailof-science.28.10.2022.012>
 15. Шакалій С. М., Юрченко С. О., Баган А. В., Шевченко В. В., Зароза А. О. Особливості росту та розвитку соняшника залежно від біопрепаратів. *Вісник ПДАА*. 2022. № 3. С. 11–17. doi: 10.31210/visnyk2022.03.01
 16. Шевченко М. В., Куцегуб Г. О., Мозговий Р. С. Вплив позакоренового підживлення на біометричні показники і врожайність соняшнику. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2019. Вип. 2. С. 145–151. DOI: <https://doi.org/10.35550/ISSN2413-7642.2019.02.15>
 17. Ласло О. О. Показники ефективності застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування соняшнику за умов глобальних кліматичних змін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 107–112. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.12>
 18. Шакалій С. М., Шевченко В. В., Черевко В. В. Вплив біопрепаратів на посівні якості насіння соняшника. *VI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Хімія, біотехнологія, екологія та освіта»*. м. Полтава. С. 193–197. <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/12123>
-

УДК 633.12/631.52

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.41>

ПРИНЦИПИ ПІДБОРУ СОРТІВ ГРЕЧКИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Шевченко Н.В. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри рослинництва та овочівництва,

Вінницький національний аграрний університет

У статті проведено оцінку показників сортів гречки, що включені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні на 2024 рік за даними офіційних описів сортів рослин та показників господарської придатності, представлених у Бюлетенях «Охорона прав на сорти рослин», розміщених у Інформаційно-довідковій системі «Сорт». Оцінювали наступні показники: урожайність насіння, тривалість вегетаційного періоду, висота рослин, маса тисячі насінин, придатність до механізованого збирання, стійкість до вилягання рослин, осипання насіння, посухостійкість, стійкість до хвороб і шкідників, вміст білка у насінні, плівчастість, вихід крупи і крупність ядра.

У Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні на 2024 рік включено 25 сортів гречки. Найвищою урожайністю насіння відзначалися сорти гречки: Медова – 24,9 ц/га, Оранта – 24,5 ц/га, Покровська – 23,5 ц/га, Христина – 23,4 ц/га, Володар – 23,2 ц/га, Воля – 23,1 ц/га. Найбільш стійкими до вилягання є сорти гречки: Мальва – 8,5 бали, Ольга – 8,4 бали, Селяночка, Руслана, Рута, Малинка – по 8,2 бали. Найстійкішими до осипання насіння виявилися сорти: Сімка – 8,3 бали, Мальва, Рута, Руслана – по 8,1 бали, Надійна, Софія, Ольга, Воля – по 8,0 бали. Найстійкішими до посухи були сорти: Рута – 8,2 бали, Мальва, Руслана, Селяночка, Воля – по 8,1 балів, Ольга, Медова, Володар, Кам'ячанка – по 8,0 балів. Найбільше білка містилося у насінні сортів: Ольга – 17,3%, Ювілейна-100 – 16,9%, Мальва – 16,7%, Воля – 16,5%, Рута, Надійна – по 16,4%. Найменшу плівчастість мали сорти: Слобожанка – 19,8%, Медова – 20,4%, Володар, Покровська, Христина – по 20,5%. Найвищий вихід крупи був характерний для сортів: Христина – 75,8%, Покровська – 75,4%, Софія – 75,2%, Слобожанка – 75,0%. Найкрупніше ядро мали сорти гречки: Селяночка – 73,6%, Амазонка – 53,7%, Дея – 48,9%, Подільська – 45,9%.

Ключові слова: гречка, сорти, державний реєстр, урожайність, показники якості, стійкості.

Shevchenko N.V. Principles of selection of buckwheat varieties under the conditions of climate change

The article evaluates the indicators of buckwheat varieties included in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2024 based on the data of official descriptions of plant varieties and indicators of economic suitability presented in the Bulletins "Protection of Rights to Plant Varieties" posted in the Information- "Sort" reference system. The following indicators were evaluated: seed yield, duration of the growing season, plant height, weight of one thousand seeds, suitability for mechanized harvesting, resistance to plant lodging, seed shedding, drought resistance, resistance to diseases and pests, protein content in seeds, filminess, grain yield and coarseness core.

25 varieties of buckwheat are included in the State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2024. Buckwheat varieties had the highest seed yield: Medova – 24.9 t/ha, Oranta – 24.5 t/ha, Pokrovska – 23.5 t/ha, Khrystyna – 23.4 t/ha, Volodar – 23.2 t/ha, Volya – 23.1 c/ha. Buckwheat varieties are the most resistant to lodging: Malva – 8.5 points, Olga – 8.4 points, Selyanochka, Ruslana, Ruta, Malinka – 8.2 points each. The most resistant to seed shedding were the following varieties: Simka – 8.3 points, Malva, Ruta, Ruslana – 8.1 points each, Nadiyna, Sofia, Olga, Volya – 8.0 points each. The most drought-resistant varieties were: Ruta – 8.2 points, Malva, Ruslana, Selyanochka, Volya – 8.1 points each, Olga, Medova, Volodar, Kam'yanchanka – 8.0 points each. The most protein was contained in the seeds of the varieties: Olga – 17.3%, Yuvileyna-100 – 16.9%, Malva – 16.7%, Volya – 16.5%, Ruta, Nadiyna – 16.4% each. The varieties with the lowest film density were: Slobozhanka – 19.8%, Medova – 20.4%,

Volodar, Pokrovska, Khrystyna – 20.5% each. The highest grain yield was characteristic of the varieties: Khrystyna – 75.8%, Pokrovska – 75.4%, Sofia – 75.2%, Slobozhanka – 75.0%. Buckwheat varieties had the largest kernel: Selyanochka – 73.6%, Amazonka – 53.7%, Deya – 48.9%, Podilska – 45.9%.

Key words: buckwheat, varieties, state register, productivity, quality indicators, stability.

Постановка проблеми. Гречка – одна з найцінніших круп'яних культур, що має різностороннє використання та відзначається безвідходною технологією вирощування. Але існуючі сорти не можуть забезпечити високого рівня стабільності врожайності. Це суттєво впливає на обсяги виробництва, адже зростаючий попит ринку держави на цю продукцію вимагає стабільних обсягів продукції [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При виборі сортів гречки для вирощування першочерговим завданням є їх вирощування з високим потенціалом урожайності та поліпшеними технологічними показниками якості зерна [2]. Потенціал високоурожайних сортів гречки має становити 30 ц/га з вмістом білку 15-16%. Також є певні вимоги до якості насіння: воно має бути добре виповненим тонкоплівчастим, а крупа з нього повинна мати високу харчову цінність, вихід якої складав би 75% [3].

Основними чинниками, що визначають отримання стабільних і високих врожайів гречки, вирівняного насіння, є короткий період цвітіння, обмежене гілкування, стійкість до хвороб та до осипання. Зусилля селекціонерів направлено на створення само фертильних, самоплідних сортів. У сучасних сортів співвідношення зерна і соломи має бути на користь зерна та на користь виповненого насіння, порівняно із шуплим, скорочення вегетаційного періоду [4].

Ранньостиглі сорти гречки є пріоритетними, оскільки вони здатні рівномірно і дружно дозрівати. А це забезпечує отримання вирівняного насіння та можливість проведення своєчасного обмолоту прямим комбайнуванням, що дозволить отримати насіння з високими якістьми [5].

Важливим чинником є підбір сортів гречки з стійкістю до хвороб. Селекція на якість продукції гречки, як харчової культури, здійснюється за такими ознаками як крупність і вирівняність насіння, плівчастість, вміст білку, смакові якості каші та інші [6].

Тому при виборі сортів гречки необхідно систематизувати усю цю інформацію, що і визначає мету наших досліджень.

Постановка завдання. Дослідження проводили на основі опрацювання Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 рік [7] і Офіційних описів сортів рослин та показників господарської придатності, представлених у Бюлетенях «Охорона прав на сорти рослин», розміщених у Інформаційно-довідковій системі «Сорт» [8].

Сорти гречки, відповідно до державної кваліфікаційної експертизи, для визначення придатності до поширення в Україні зокрема оцінюють за урожайністю насіння, стійкістю до хвороб, несприятливих погодних умов, зокрема посухи, вилягання рослин і осипання насіння [9].

Відносна стійкість сортів гречки до хвороб, посухи, вилягання рослин і осипання насіння визначається за дев'ятибальною шкалою (1-9 балів), за якою 9 балів відповідає найвищій стійкості, а 1 бал – найнижчій. Використовується така градація: 9 балів – стійкість відмінна; 7 балів – стійкість добра; 5 балів – стійкість задовільна; 3 бали – стійкість погана; 1 бал – стійкість дуже погана [9].

Показники, за якими проводили екологічну оцінку сортів гречки, встановлюються відповідно до Методики проведення експертизи сортів рослин групи

зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Досліди проводилися на ділянках 10-25 м² у чотириразовій повторності [9].

Висоту рослин гречки визначають перед збиранням у двох несуміжних повтореннях [10]. Визначення стійкості сортів гречки до основних хвороб проводили за відсотком уражених рослин, відповідно до вимог методики [10], стійкість до посухи визначали на основі візуальної оцінки рослин впродовж вегетації. Проводили порівняння досліджуваних показників на основі математично-статистичного кореляційно-регресійного аналізу.

Виклад основного матеріалу досліджень. У Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні на 2024 рік включено 25 сортів гречки. З них 3 сорти не мають даних щодо їх кількісних і якісних характеристик (Син-3/02, Дикуль, Крупнозелена).

Визначальними кількісними показниками сортів гречки є урожайність насіння, тривалість вегетаційного періоду, висота рослин, маса тисячі насінин та придатність до механізованого збирання. Найважливішим показником при підборі сортів є їх урожайність. Цей показник у сортів гречки варіював у діапазоні 16,7-24,9 ц/га. Найвищою урожайністю насіння відзначалися сорти: Медова – 24,9 ц/га, Оранта – 24,5 ц/га, Покровська – 23,5 ц/га, Христина – 23,4 ц/га, Володар – 23,2 ц/га, Воля – 23,1 ц/га. Найнижча урожайність насіння була відмічена у сортів: Надійна – 16,7 ц/га, Ювілейна-100, Малинка – по 17,0 ц/га. Встановлено, що урожайність насіння гречки у сортів, занесених до Державного реєстру, змінювалась на 8,2 ц/га (табл. 1).

Тривалість вегетаційного періоду сортів гречки становила 83-101 добу. Найкоротший вегетаційний період мали сорти: Слобожанка – 83 доби, Мальва – 86 діб, Руслана, Селяночка – по 87 діб. Найтриваліший вегетаційний період мали сорти гречки: Дея – 101 доба, Покровська, Кам'янчанка – по 100 діб.

Висота рослин гречки варіювала у діапазоні 92-122 см. Найнижчими є сорти: Руслана – 92 см, Дея – 95 см, Селяночка, Рута – по 96 см. Найбільшу висоту мають: Кам'янчанка – 122 см, Володар – 116 см, Сімка – 115 см.

Маса тисячі насінин сортів гречки становила 27-32 г. Найменшу масу насіння мали сорти: Надійна, Селяночка – по 27 г, а найбільшу – Медова – 32 г, Подільська, Кам'янчанка, Дея – по 31 г.

Таблиця 1

Кількісні показники сортів гречки

Сорт	Урожайність, ц/га	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Висота рослин, см	Маса 1000 насінин, г	Придатність до механізованого збирання, бал
Слобожанка	19,5	83	98	29	7
Селяночка	18,4	87	96	27	7
Воля	23,1	89	106	28	7
Дея	20,8	101	95	31	7
Руслана	18,8	87	92	30	7
Ольга	18,2	88	97	29	7
Христина	23,4	99	100	29	8
Амазонка	17,9	92	100	29	7
Ювілейна 100	17,0	97	110	29	7
Сімка	19,1	90	115	28	7
Софія	21,3	89	109	28	7
Медова	24,9	96	101	32	8

Продовження таблиці 1

Надійна	16,7	88	102	27	7
Покровська	23,5	100	109	28	8
Кам'янчанка	21,2	100	122	31	7
Рута	18,4	89	96	28	7
Малинка	17,0	98	104	28	7
Подільська	20,8	99	108	31	7
Мальва	18,1	86	98	28	7
Володар	23,2	96	116	29	8
Оранта	24,5	90	100	29	7

Придатність до механізованого збирання гречки визначається у дев'яти-бальній шкалі. Усі сорти мали бал 7,0-8,0. Вищою придатністю до механізованого збирання відзначалися сорти: Христина, Медова, Покровська, Володар.

Важливим чинником при виборі сортів гречки є їх стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища: вилягання рослин, осипання насіння, посухи, хвороб, шкідників. Усі ці показники оцінюються за бальною шкалою. Стійкість сортів гречки до вилягання становила 4,0-8,5 балів. Найбільш стійкими до вилягання є сорти гречки: Мальва – 8,5 бали, Ольга – 8,4 бали, Селяночка, Руслана, Рута, Малинка – по 8,2 бали. Найбільше вилягають сорти: Дея – 4,0 бали, Христина – 5,0 бали, Оранта, Подільська, Покровська, Ювілейна-100, Амазонка – по 6,0 бали (табл. 2).

Таблиця 2

Стійкість сортів гречки до несприятливих екологічних умов вегетації

Сорт	Стійкість, балів				
	вилягання рослин	осипання насіння	посуха	хвороби	шкідники
Слобожанка	7,5	7,5	7,0	8,0	8,0
Селяночка	8,2	7,9	8,1	9,0	8,0
Воля	7,9	8,0	8,1	9,0	8,0
Дея	4,0	6,0	7,0	7,7	9,0
Руслана	8,2	8,1	8,1	9,0	8,0
Ольга	8,4	8,0	8,0	9,0	8,0
Христина	5,0	6,0	6,0	8,4	9,0
Амазонка	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0
Ювілейна 100	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0
Сімка	7,9	8,3	7,6	8,8	8,8
Софія	7,6	8,0	7,9	9,0	8,0
Медова	8,0	7,0	8,0	8,0	9,0
Надійна	8,1	8,0	7,8	9,0	8,0
Покровська	6,0	6,0	6,0	8,7	9,0
Кам'янчанка	7,0	7,0	8,0	9,0	9,0
Рута	8,2	8,1	8,2	9,0	8,0
Малинка	8,2	7,7	7,7	8,0	8,0
Подільська	6,0	7,0	7,0	8,7	9,0
Мальва	8,5	8,1	8,1	9,0	9,0
Володар	8,0	7,0	8,0	8,0	9,0
Оранта	6,0	6,0	6,0	7,0	8,0

Бал стійкості до осипання насіння у сортів гречки складав 6,0-8,3 бали. Найстійкішими до осипання насіння виявилися сорти: Сімка – 8,3 бали, Мальва, Рута,

Руслана – по 8,1 бали, Надійна, Софія, Ольга, Воля – по 8,0 бали. Найбільше осипається насіння у сортів гречки: Дея, Христина, Амазонка, Ювілейна-100, Покровська, Оранта – по 6,0 балів.

Стійкість до посухи сортів гречки становила 6,0-8,2 балів. Найстійкішими до посухи були сорти: Рута – 8,2 бали, Мальва, Руслана, Селяночка, Воля – по 8,1 балів, Ольга, Медова, Володар, Кам'янчанка – по 8,0 балів. Найбільше пригнічуються посухою сорти: Христина, Амазонка, Ювілейна-100, Покровська, Оранта – по 6,0 балів.

Найпоширенішими видами хвороб у посівах гречки є борошниста роса, бактеріоз плямистий, пероноспороз, аскохітоз. Більшість сортів гречки є стійкими до них з балом стійкості 7,0-9,0. Найстійкішими до хвороб виявилися сорти: Селяночка, Воля, Руслана, Ольга, Софія, Надійна, Рута, Кам'янчанка, Мальва – по 9,0 балів. Найуразливішими до хвороб є сорти: Оранта – 7,0 балів, Дея – 7,7 балів.

Серед шкідників у посівах гречки поширена блішка гречкова. Усі сорти гречки є стійкими до цього шкідника з балом стійкості 8,0-9,0. Найстійкішими до шкідників є сорти: Дея, Христина, Медова, Покровська, Кам'янчанка, Подільська, Мальва, Володар – по 9,0 балів.

Математичний статистично-кореляційний аналіз виявив сильний негативний кореляційний зв'язок між тривалістю вегетаційного періоду сортів гречки та виляганням рослин ($r = -0,64$), між тривалістю вегетаційного періоду та осипанням насіння ($r = -0,67$), сильний позитивний кореляційний зв'язок між виляганням рослин та осипанням насіння сортів гречки ($r = 0,87$), між виляганням рослин та посухостійкістю ($r = 0,80$), між осипанням насіння та посухостійкістю рослин ($r = 0,86$), між осипанням насіння та стійкістю рослин до хвороб ($r = 0,69$).

Важливою характеристикою урожаю гречки, як харчової культури, є показники якості її продукції. До них належать: вміст білка, плівчастість, вихід крупи та крупність ядра. Вміст білка у насінні сортів гречки становить 13,9-17,3%. Найбільше білка містилося у насінні сортів: Ольга – 17,3%, Ювілейна-100 – 16,9%, Мальва – 16,7%, Воля – 16,5%, Рута, Надійна – по 16,4%. Найнижчий вміст білку був у насінні сортів: Оранта – 13,9%, Кам'янчанка – 14,7%, Дея, Медова – по 14,8% (табл. 3).

Плівчастість насіння гречки визначається вмістом у зерновій масі плодкових оболонок. Високий відсоток плівчастості знижує цінність ядер гречки. Цей показник становив залежно від сорту 19,8-24,1%. Найменшу плівчастість мали сорти: Слобожанка – 19,8%, Медова – 20,4%, Володар, Покровська, Христина – по 20,5%. Найбільша плівчастість характерна для сортів: Малинка – 25,4%, Мальва – 24,1%, Рута – 23,9%, Руслана, Амазонка – по 23,6%.

Таблиця 3

Показники якості продукції сортів гречки, %

Сорт	Білок	Плівчастість	Вихід крупи	Крупність ядра
Слобожанка	15,3	19,8	75,0	-
Селяночка	16,3	22,6	73,3	73,6
Воля	16,5	22,4	74,6	-
Дея	14,8	21,9	74,2	48,9
Руслана	15,8	23,6	73,2	-
Ольга	17,3	23,4	73,3	-
Христина	15,3	20,5	75,8	40,0
Амазонка	14,9	23,6	71,0	53,7

Продовження таблиці 3

Ювілейна 100	16,9	23,7	71,3	39,0
Сімка	16,1	21,3	74,8	33,5
Софія	16,0	22,3	75,2	-
Медова	14,8	20,4	74,9	-
Надійна	16,4	23,0	74,0	-
Покровська	15,9	20,5	75,4	32,2
Кам'ячанка	14,7	22,5	73,7	26,0
Руга	16,4	23,9	73,2	-
Малинка	16,1	25,4	72,2	26,7
Подільська	15,5	21,4	74,9	45,9
Мальва	16,7	24,1	73,4	28,0
Володар	14,9	20,5	74,6	30,7
Оранта	13,9	23,2	72,0	23,1

Вихід крупи становив у сортів гречки 71,0-75,8%. Найвищий вихід крупи був характерний для сортів: Христина – 75,8%, Покровська – 75,4%, Софія – 75,2%, Слобожанка – 75,0%. Найнижчий вихід крупи мали сорти гречки: Амазонка – 71,0%, Ювілейна-100 – 71,3%, Оранта – 72,0%, Малинка – 72,2%.

Показник крупності ядра був визначений не для усіх сортів і становив 26,0-73,6%. Найкрупніше ядро мали сорти гречки: Селяночка – 73,6%, Амазонка – 53,7%, Дея – 48,9%, Подільська – 45,9%. Найдрібніше ядро мали сорти: Оранта – 23,1%, Кам'ячанка – 26,0%, Малинка – 26,7%, Мальва – 28,0%.

Встановлений негативний середній кореляційний зв'язок між урожайністю насіння гречки та вмістом білка ($r = -0,61$), між урожайністю насіння гречки та його плівчастістю ($r = -0,64$), між масою тисячі насінин та вмістом білка ($r = -0,56$), позитивний середній кореляційний зв'язок між урожайністю насіння гречки та виходом крупи ($r = 0,53$), сильний позитивний кореляційний зв'язок між стійкістю до хвороб та вмістом білка ($r = 0,66$), сильний негативний кореляційний зв'язок між плівчастістю та виходом крупи ($r = -0,79$).

Окремими поєднаннями сортів гречки встановлено, що сорт Медова поєднав високу урожайність з великою масою тисячі насінин, високою придатністю до механізованого збирання, високою стійкістю до посухи і шкідників, високим виходом крупи, але мав низький вміст білку та низький відсоток плівчастості. Сорт Оранта поєднав високу урожайність насіння з сильним виляганням рослин, осипанням насіння, низькою посухостійкістю та стійкістю до хвороб, низьким вмістом білка та високою плівчастістю, дрібним ядром. Сорт Покровська поєднав високу урожайність з низькою масою тисячі насінин, високою придатністю до механізованого збирання, високим відсотком вилягання рослин і осипання насіння, низькою посухостійкістю, але з високою стійкістю до хвороб і шкідників, високим виходом крупи з низьким вмістом білка, високою плівчастістю. Сорт Христина поєднав високу урожайність з високим відсотком вилягання рослин і осипання насіння, низькою посухостійкістю, але з високою стійкістю до шкідників, з низькою плівчастістю і високим виходом крупи. Сорт Володар поєднав високу урожайність з високою посухостійкістю з низьким вмістом білка, низькою плівчастістю, високим виходом крупи. Сорт Воля поєднав високу урожайність насіння з низькою масою тисячі насінин, високою стійкістю до осипання насіння, посухостійкістю і стійкістю до хвороб, з високим вмістом білка та високим виходом крупи.

Висновки і пропозиції. Найвищою урожайністю насіння відзначалися сорти гречки: Медова – 24,9 ц/га, Оранта – 24,5 ц/га, Покровська – 23,5 ц/га,

Христина – 23,4 ц/га, Володар – 23,2 ц/га, Воля – 23,1 ц/га. Найбільш стійкими до вилягання є сорти гречки: Мальва – 8,5 бали, Ольга – 8,4 бали, Селяночка, Руслана, Рута, Малинка – по 8,2 бали. Найстійкішими до осипання насіння виявилися сорти: Сімка – 8,3 бали, Мальва, Рута, Руслана – по 8,1 бали, Надійна, Софія, Ольга, Воля – по 8,0 бали. Найстійкішими до посухи були сорти: Рута – 8,2 бали, Мальва, Руслана, Селяночка, Воля – по 8,1 балів, Ольга, Медова, Володар, Кам'ячанка – по 8,0 балів. Найбільше білка містилося у насінні сортів: Ольга – 17,3%, Ювілейна-100 – 16,9%, Мальва – 16,7%, Воля – 16,5%, Рута, Надійна – по 16,4%. Найменшу плівчастість мали сорти: Слобожанка – 19,8%, Медова – 20,4%, Володар, Покровська, Христина – по 20,5%. Найвищий вихід крупи був характерний для сортів: Христина – 75,8%, Покровська – 75,4%, Софія – 75,2%, Слобожанка – 75,0%. Найкрупніше ядро мали сорти гречки: Селяночка – 73,6%, Амазонка – 53,7%, Дея – 48,9%, Подільська – 45,9%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мащенко Ю.В. Економічна ефективність вирощування гречки залежно від строків сівби та мінеральних добрив. *Вісник Степу*. 2010. Вип. 7. С. 102-105.
2. Полторецький С.П. Вплив особливостей агротехніки на урожайність і якість зерна різних сортів гречки в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 1. С. 55-60.
3. Рарок А.В. Вплив способів сівби гречки на її урожайність та технологічні якості зерна гречки. *Сучасна наука: теорія і практика: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції*. Київ, 2015. С. 187-191.
4. Шляхтурова С.П. Підвищення продуктивності гречки в умовах північної частини Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 4. С. 67-72.
5. Білоножко В.Я., Березовський А.П., Полторецький С.П., Полторецька Н.М. Агробіологічні та екологічні основи виробництва гречки: монографія. Миколаїв: Видавництво Ірини Гудим, 2010. 332 с.
6. Алексєєва О.С., Тараненко Л.К., Малина М.М. Генетика, селекція і насінництво гречки: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2004. 208 с.
7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ, 2021. 537 с.
8. Офіційні описи сортів рослин та показники господарської придатності. *Охорона прав на сорти рослин*. URL: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/buletenu_prava2-2020.pdf (дата звернення 16.01.2024).
9. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Київ, 2016. 81 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf> (дата звернення 14.01.2022).
10. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) за ред. В.В. Волкодава. Київ, 2001. 69 с.

УДК 633.11:631.811:631.8/631.821

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.42>

ВПЛИВ РІЗНИХ НОРМ ВАПНА ЗА МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ НА ВИНОС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ПШЕНИЦЕЮ ОЗИМОЮ НА ДЕРНОВО–ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ

Шевчук М.Й. – д.с.-г.н.,

професор кафедри лісового і садово-паркового господарства,
Волинський національний університет імені Лесі України

Голуб С.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри лісового і садово-паркового господарства,
Волинський національний університет імені Лесі України

Гук Б.В. – старший науковий співробітник,

Інститут сільського господарства Західного Полісся
Національної академії аграрних наук України

Пшениця озима для сталої продуктивності потребує забезпечення вимог щодо живлення та корегування рівня кислотності ґрунтового розчину шляхом проведення вапнування. Метою досліджень було визначити рівень накопичення елементів живлення зерном і соломою пшениці озимої за вирощування на провапнованому дерново-підзолистому ґрунті у поєднанні з мінеральними добривами $N_{60}P_{60}K_{60}$ та оцінити частку їх повернення за заорювання соломи в ґрунт. Результати показали збільшення сухої надземної маси рослин пшениці озимої за внесення зростаючих норм вапна. Найбільше накопичення сухої речовини у зерні пшениці (3,21 т/га) і соломі (2,57 т/га) встановлено у варіанті застосування 1,5 норми $CaCO_3$ на фоні мінеральних добрив. У варіанті удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ без вапнування спостерігалася істотне зниження вмісту сухої речовини на 29,4–42,8% у зерні і соломі у порівнянні з провапнованими варіантами. Відсутність добрив і вапна у контролі спричинили найнижчий вміст азоту, фосфору і калію як у зерні, так і в соломі. Одностороннє внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило підвищення вмісту азоту в зерні до рівня 2,34%, тоді як зростаючі норми вапна на цьому фоні знижували вміст азоту в зерні, але на вміст фосфору і калію така тенденція не поширювалася. Проте за рахунок накопичення сухої речовини вапнування підвищило накопичення азоту у зерні і соломі на 36,2–49,5% порівняно з контролем і 21,8–37,8% порівняно з мінеральним фоном. Аналогічні результати отримані для фосфору і калію. Кореляційний аналіз виявив високий зв'язок між накопиченням сухої речовини та елементів живлення у надземних органах рослин пшениці: $r = 0,97-0,94$ для зерна; $r = 0,88-0,77$ для соломи. У ході досліджень встановлено, що із соломою у варіантах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та у поєднанні з 0,5–2,0 нормами $CaCO_3$ у ґрунт повертається у середньому 22,2% азоту, 20,6% фосфору і 64,7% калію від загального виносу елементів рослинами пшениці озимої.

Ключові слова: зерно, солома, удобрення, вапнування, суха речовина, азот, фосфор, калій, накопичення, повернення.

Shevchuk M.Y., Holub S.M., Huk B.V. Effect of different lime rates under mineral fertilization on nutrient removal by winter wheat on sod-podzolic soil

Sustainable productivity of winter wheat requires meeting its nutritional needs and adjusting soil acidity through liming. This study investigated the accumulation of nutrients in grain and straw of winter wheat grown on limed sod-podzolic soil. The experiment combined $N_{60}P_{60}K_{60}$ mineral fertilizers with varying lime application rates. The study also assessed nutrient return to the soil through straw incorporation. Results showed an increase in dry above-ground plant mass with higher lime application rates. The highest dry matter accumulation in both grain (3.21 t/ha) and straw (2.57 t/ha) was observed with the application of 1.5 norms of $CaCO_3$ alongside mineral fertilizers. Compared to limed variants, the variant with $N_{60}P_{60}K_{60}$ fertilization but without liming showed a substantial decrease in dry matter (29.4–42.8%) in both grain and straw. The control treatment with no fertilizers or lime resulted in the lowest nitrogen, phosphorus,

and potassium content in both grain and straw. Application of N60P60K60 fertilizers increased grain nitrogen content to 2.34%. However, increasing lime application rates on this background reduced nitrogen content in the grain, but this trend did not apply to phosphorus and potassium content. Importantly, due to increased dry matter, liming enhanced nitrogen accumulation in grain and straw by 36.2–49.5% compared to the control and by 21.8–37.8% compared to the mineral background alone. Similar results were obtained for phosphorus and potassium. Correlation analysis revealed a strong positive relationship between dry matter accumulation and nutrient content in wheat above-ground organs ($r = 0.97$ – 0.94 for grain and $r = 0.88$ – 0.77 for straw). The study found that straw incorporation in variants with N60P60K60 fertilization combined with 0.5–2.0 norms of CaCO₃ returned back to the soil an average of 22.2% of nitrogen, 20.6% of phosphorus, and 64.7% of potassium from the total nutrient uptake by winter wheat.

Key words: grain, straw, mineral fertilization, liming, dry matter, nitrogen, phosphorus, potassium, removal, nutrient return.

Постановка проблеми. Зерновиробництво в Україні відіграє визначальну роль в економічному розвитку країни. Ця галузь не лише забезпечує продовольчу безпеку держави, але й служить потужним джерелом експортних надходжень, що робить значний внесок у бюджет. Сприятливі кліматичні умови та родючі ґрунти України створюють можливості для розвитку зернового господарства, зокрема вирощування пшениці озимої. Завдяки чому країна є одним із світових лідерів виробництва та експорту зернових культур [1]. Проте однією із ключових проблем вітчизняного ринку пшениці є пошук компромісу між потребою забезпечення продовольчої безпеки країни та необхідністю нарощування присутності відповідної української продукції на глобальному ринку [2].

Забезпечити вирішення зазначених питань можливо лише за максимальної реалізації потенційної продуктивності культури в різних зонах її вирощування за рахунок комплексності та збалансованості агротехнічних заходів [3]. Від попередників, строків сівби та погодних умов у період вегетації значною мірою залежить продуктивність різних за генотипом сортів [4]. Однак, саме внесення добрив у поєднанні з іншими факторами забезпечує до 50% приросту урожайності пшениці озимої [5–7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця озима є досить вимогливою до умов вирощування і живлення. Відомо, що врожайність і якісні показники зерна підвищуються лише при задоволенні потреб рослини в усіх поживних речовинах [8]. У дослідженнях Лихочвора В.В. за удобрення $N_{160}P_{80}K_{120}$ урожайність озимої пшениці сорту Кубус становила 8,01 т/га [9].

Господаренком Г.М. зі співавторами встановлено, що підвищенню врожайності зерна на фоні парних комбінацій основних елементів живлення найбільше сприяли азотні добрива у дозі 150 кг/га – приріст зерна 2,57 т/га, тоді як фосфорні у дозі 60 кг/га д. р. та калійні добрива у дозі 80 кг/га д. р. підвищили урожайність на 1,00 і 0,65 т/га відповідно [10]. Важливо, щоб дози мінеральних добрив забезпечували рослину збалансованим набором всіх необхідних біогенних елементів, мінімізуючи при цьому негативний вплив на довкілля [11].

Проте, крім збалансованого живлення для сталого та ефективного рослинництва суттєве значення має рівень кислотності ґрунту (рН). Більшість польових культур, серед яких пшениця озима, демонструють позитивну реакцію на вапнування ґрунту у вигляді підвищення врожайності [12]. Вапнування також значно покращує економічну віддачу за вирощування більшості культур [13]. Так, у зоні Полісся завдяки зниженню реакції дерново-підзолистого ґрунту з кислої до нейтральної окупність 1 кг мінеральних добрив унесених під пшеницю озиму зростає у 2,4 рази [14]. Подальшими дослідженнями встановлено, що зміна інтервалу

кислотності ґрунту до pH_{KCl} 5,73–6,40 забезпечила 0,81–1,68 т/га приросту урожайності зерна до фону $N_{120}P_{60}K_{90}$. Між величиною врожаю і pH_{KCl} ґрунту встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок на рівні $r = 0,85$ [15].

Постановка завдання. Мета дослідження визначити рівні вмісту і виносу основних елементів живлення рослинами пшениці озимої у сівозміні Західного Полісся за різних норм вапна у поєднанні з мінеральними добривами на дерново-підзолистому ґрунті

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведені у стаціонарному досліді Рівненської ДСГДС з пшеницею озимою на дерново-підзолистому ґрунті, який на початок досліджень характеризувався наступними показниками: дуже низьким умістом гумусу 1,2%, середнім рівнем забезпеченості рухомими сполуками фосфору (62,0 мг/кг ґрунту) і калію (75,0 мг/кг ґрунту), середньо кислою реакцією ґрунтового розчину за $pH_{KCl} = 4,8$; потребою у вапнуванні за показником гідролітичної кислотності – 2,3 ммоль/100 г ґрунту.

Розміри ділянок у дослідженні: посівна площа складала 198 м² (33×6), облікова площа – 100 м² (25×4). Повторність досліді триразова. Мінеральні добрива застосовували у вигляді аміачної селітри, гранульованого суперфосфату та хлористого калію. Фосфорні і калійні добрива вносили під осінню оранку, азотні – половину норми під оранку, а решту навесні для підживлення. Хімічну меліорацію здійснювали меленим вапном із вмістом діючої речовини ($CaCO_3$) 83,7–92,1%. Розрахунок норми внесення проводили за гідролітичною кислотністю ґрунту.

Відбір рослинних зразків проводили у фазу повної стиглості зерна пшениці з двох несуміжних повторень із подальшим висушуванням до повітряно-сухого стану. Вміст сухої речовини визначали гравіметричним методом. Озолення рослинного матеріалу проводили методом К'ельдаля із наступним визначенням: азоту із реактивом Несслера, фосфору фотометрично за Деніже, калію методом полум'яної фотометрії. Обробку експериментальних даних виконано дисперсійним аналізом ANOVA за порівняння результатів з урахуванням критерію F ($p \leq 0,05$).

У ході досліджень спостерігалось збільшення сухої надземної маси озимої пшениці за внесення зростаючих норм вапна (табл. 1). Цей показник у рослинному матеріалі залежить від кількості накопиченої сирої маси та вологості рослин, отже, на його величину впливали фон живлення і норма вапна в досліді.

За відсутності вапнування на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ відзначено тенденцію до зниження вмісту сухої речовини як у зерні, так і в соломі порівняно з контролем, а також істотне зниження порівняно з варіантами вапнування. Це вказує на позитивну роль вапнування у накопиченні маси надземної частини рослин пшениці.

Таблиця 1

Накопичення сухої речовини рослинами пшениці озимої залежно від норми вапна на фоні удобрення

Варіант	Суха речовина, т/га	
	зерно	солома
Контроль (без добрив і вапна)	2,27	1,82
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	2,25	1,80
Фон + 0,5 норми $CaCO_3$	2,92	2,33
Фон + 1,0 норми $CaCO_3$	3,04	2,43

Продовження таблиці 1

Фон + 1,5 норми CaCO_3	3,21	2,57
Фон + 2,0 норми CaCO_3	3,01	2,44
НІР ₀₅	0,11	0,08

Достовірне накопичення сухої речовини рослин порівняно з іншими варіантами досліду встановлено у варіанті застосування 1,5 норми CaCO_3 на фоні $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$: для зерна показник коливався у межах 0,17–0,96 т/га, соломи 0,13–0,75 т/га. У зерні встановлено зниження сухої речовини за вапнування 2,0 нормою вапна, що Господарено Г.М. та ін. пояснюють можливим дефіцитом надходження у рослини інших елементів живлення за підвищення вмісту кальцію у ґрунті [16].

Агротехнічні фактори, зокрема, удобрення і вапнування, можуть зумовлювати відмінності у вмісті макроелементів у рослинному організмі, у тому числі пригнічення їх рівня [17].

Відсутність добрив і вапна у контролі спричинили найнижчий вміст азоту, фосфору і калію як у зерні, так і в соломі (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст елементів живлення в рослинах пшениці озимої залежно від норм вапна на фоні удобрення, % на суху речовину

Варіант	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
	зерно			солома		
Контроль (без добрив і вапна)	2,03	0,77	0,59	0,71	0,10	1,04
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ – фон	2,34	0,80	0,58	0,79	0,26	1,61
Фон + 0,5 норми CaCO_3	2,26	0,82	0,60	0,80	0,29	1,45
Фон + 1,0 норми CaCO_3	2,27	0,79	0,59	0,81	0,31	1,26
Фон + 1,5 норми CaCO_3	2,06	0,80	0,59	0,72	0,27	1,37
Фон + 2,0 норми CaCO_3	2,05	0,77	0,63	0,74	0,30	1,26
НІР ₀₅	0,05	0,03	0,04	0,06	0,02	0,07

Внесення мінеральних добрив $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ забезпечило істотне підвищення вмісту азоту в зерні озимої пшениці до рівня 2,34% порівняно з іншими варіантами, що вказує на виключно важливу роль азоту у живленні культури. Вапнування призвело до зниження вмісту азоту в зерні, при цьому спостерігалася тенденція до зростання зниження із підвищенням норми вапна. Для вмісту фосфору і калію у зерні такої тенденції не було відзначено. У соломі пшениці за мінерального удобрення встановлено статистично достовірне підвищення вмісту калію до рівня 1,61%, тоді як істотне збільшення фосфору до 0,31% визначено за 1,0 норми CaCO_3 . Вапнування 2,0 нормою CaCO_3 не спричинило значного впливу на вміст основних елементів у зерні і соломі пшениці озимої у досліді.

Обсяги зібраного врожаю зерна і соломи значно впливають на накопичення і господарський винос поживних речовин [18]. Винос поживних елементів є основним критерієм оцінки балансу елементів у землеробстві за яким визначають потребу культур в удобренні. Враховуючи істотний вплив природних і агротехнічних чинників на рівень накопичення елементів пшеницею озимою існує потреба дослідження цього питання у конкретних умовах її вирощування.

Із урахуванням накопичення сухої речовини та вмісту в ній елементів живлення визначено, що вапнування обумовлює підвищення накопичення азоту в зерні і соломі пшениці на 36,2–49,5% порівняно з контролем і 21,8–37,8% порівняно з мінеральним фоном (рис. 1).

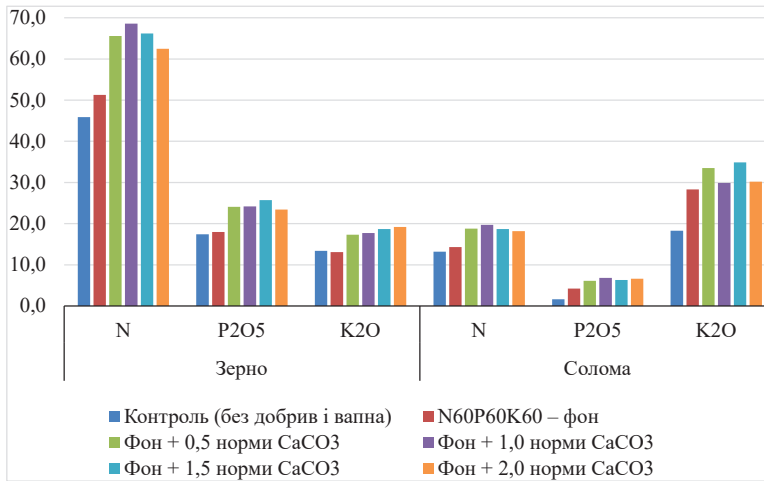


Рис. 1. Накопичення елементів живлення сухою речовиною рослин пшениці озимої за різних норм вапна на фоні удобрення, т/га

Накопичення фосфору і калію у зерні у варіантах досліджу має розподіл подібний до азоту у межах 30,0–47,7%. Тоді як для калію і особливо фосфору визначено істотні підвищення виносу елементів, що пов'язано у більшій мірі з урожайністю культури.

Кореляційний аналіз дозволив оцінити тісноти зв'язку між накопиченням сухої речовини і елементів живлення у надземних органах рослин пшениці (табл. 3).

Таблиця 3

Кореляційна залежність накопичення сухої речовини й елементів живлення пшеницею озимою від норм вапна на фоні удобрення

Частина рослини	Елемент живлення	Рівняння	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації
зерно	N	$y = 20,604x + 2,5665$	0,938	0,880
	P ₂ O ₅	$y = 8,2704x - 0,9274$	0,984	0,972
	K ₂ O	$y = 6,1931x - 0,7017$	0,977	0,955
солома	N	$y = 13,461x - 0,8567$	0,770	0,593
	P ₂ O ₅	$y = 7,5842x + 0,2246$	0,942	0,887
	K ₂ O	$y = 5,265x - 6,4748$	0,880	0,774

Так, у зерні коефіцієнт кореляції має значення 0,97–0,94, у соломі 0,88–0,77 для азоту, фосфору і калію, що характеризує зв'язок між досліджуваними чинниками як високий ($r = 0,7–0,9$).

Враховуючи сучасну практику повернення побічної продукції зернових культур у ґрунт у якості органічного добрива, важливим є розуміння кількості елементів живлення, що повертається для подальшого корегування системи удобрення. У ході досліджень визначено, що частка повернення елементів залежить від удобрення і норми вапна (табл. 4).

Таблиця 4

Частка повернення елементів живлення у ґрунт із соломою від накопичення рослинами пшениці озимої у досліді, %

Варіант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без добрив і вапна)	22,3	8,6	57,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	21,8	19,0	68,4
Фон + 0,5 норми СаСО ₃	22,3	20,2	65,9
Фон + 1,0 норми СаСО ₃	22,3	21,9	62,8
Фон + 1,5 норми СаСО ₃	22,0	19,7	65,1
Фон + 2,0 норми СаСО ₃	22,6	22,0	61,1

У середньому у досліді за рахунок заробляння побічної продукції у ґрунт повертається 22,2% азоту, 20,6% азоту і 64,7% калію без урахування показників у контролі, які становили 22,3%, 8,6 і 57,7% відповідно.

Висновки і пропозиції. Мінеральне удобрення і вапнування зумовлюють накопичення сухої речовини органами пшениці озимої та азоту, фосфору і калію у них, що спричиняє підвищений винос елементів живлення. Найвище накопичення елементів за співвідношення N:P:K для зерна як 1:0,39:0,28 і соломи як 1:0,34:1,87 встановлено у варіанті внесення 1,5 норми СаСО₃ на фоні N₆₀P₆₀K₆₀. Проте частка повернення елементів із соломою від загального накопичення рослинами також збільшується, що позитивно впливає на агроекологічний стан ґрунту та може розглядатися як джерело зниження собівартості продукції за рахунок коригування системи удобрення культури в агротехніці її вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Томашевська О. А., Шевченко К. А. Економічна ефективність виробництва зернових культур у сільськогосподарських підприємствах та підвищення рівня їх конкурентоспроможності. *Молодий вчений*. 2019. № 1 (65). С. 524–530. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-1-65-120>
2. Лагодієнко В. В., Богданов О. О., Лагодієнко В.В. Місце та роль України на світовому ринку пшениці. *Український журнал прикладної економіки*. 2019. Том 4. № 3. С. 297–308. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-1-65-120>
3. Черчіль В. Ю., Шевченко М. С. Агроресурси і наукове моделювання виробництва 100 мільйонів тонн зерна. *Зернові культури*. 2020. Том 4. № 1. С. 53–63. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0106>
4. Лось Р. М., Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Дубовик Н. С. Реакція перспективних сортів пшениці озимої за урожайністю на умови вирощування. *Зернові культури*. 2022. Том 6. № 2. С. 100–105. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0237>
5. Shang, Q., Ling, N., Feng, X., Yang, X., Wu, P., Zou, J., Guo, S. Soil fertility and its significance to crop productivity and sustainability in typical agroecosystem: a summary of long-term fertilizer experiments in China. *Plant and soil*. 2014. Vol. 381. P. 13–23. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-014-2089-6>
6. Господаренко М. Г., Черно О. Д. Урожайність пшениці озимої після різних попередників на фоні тривалого застосування добрив у сівозміні. *Землеробство*. 2015. Вип.1. С. 28–31. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zemlerobstvo_2015_1_8

7. Мащенко Ю. В., Соколовська І. М. Урожайність, продуктивність та економічна ефективність вирощування пшениці озимої залежно від ланки сівозмін і систем удобрення. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № (40), С. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.3>
 8. Lykhochvor, V., Gnativ, P., Andrushko, O., Ivanyuk, V., Olifir, Yu. The role of nutrients in the formation of yield and grain quality of winter wheat. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2022. Vol. 28 (1), 103–109. URL: <https://www.agrojournal.org/28/01-14.pdf>
 9. Лихочвор В. Урожайність і якість зерна озимої пшениці сорту Кубус залежно від норм добрив. *Вісник Львівського НАУ*. 2020. № 24. С. 49–52. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.049>.
 10. Господаренко, Г. М., Черно, О. Д., Бойко, В. П., Стасіневич, О. Ю. (2018). Вплив доз і співвідношень добрив на врожайність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. №2. С. 76–79. DOI: <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2018-21-76-79>
 11. Meena Pandey, Jiban Shrestha, Subash Subedi, Kabita Kumari Shah (2020). Role of Nutrients in Wheat: A Review. *Tropical Agrobiodiversity*. 2020. Vol. 1(1). P. 18–23. DOI: 10.26480/trab.01.2020.18.23
 12. Holland, J. E., White, P. J., Glendining, M. J., Goulding, K. W. T., McGrath, S. P. (2019). Yield responses of arable crops to liming—An evaluation of relationships between yields and soil pH from a long-term liming experiment. *European Journal of Agronomy*. 2019. N. 105, P. 176–188 DOI: 10.1016/j.eja.2019.02.016
 13. Holland, J. E., & Behrendt, K. The economics of liming in arable crop rotations: analysis of the 35-year Rothamsted and Woburn liming experiments. *Soil Use and Management*. 2021. Vol. 37(2). P. 342–352. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12682>
 14. Польовий В. М., Лукашук Л. Я., Лаврук М. М. Реакція пшениці озимої на удобрення залежно від кислотності дерново-підзолистого ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 12. С. 18–21. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2012_12_5
 15. Польовий В. М., Яценко Л. А., Ровна Г. Ф., Гук Б. В., Ювчик Н. О. Вплив вапнякових меліорантів, удобрення на продуктивність пшениці озимої в сівозміні. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 98 ч.1 с. 58–97. DOI: 10.31395/2415-8240-2021-98-1-58-67
 16. Господаренко Г., Карнаух О., Alexander A. Мікроелементи і добрива в живленні рослин / за заг. ред. Г. Господаренка. Кам'янець-Подільський: ТОВ Друкарня «Рута», 2020. 348 с.
 17. Brzozowska, I., Brzozowski, J. Content of macronutrients in winter wheat grain depending on the sowing date and level of NPK fertilization. *Journal of Elementology*. 2020. 25(1). P. 7–19. DOI: 10.5601/jelem.2019.24.3.1826
 18. Smith E.G., Janzen H. H., Ellert B. H. Effect of fertilizer and cropping system on grain nutrient concentrations in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 2018. Vol. 98(1). P. 125–131. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2017-0079>
-

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.2.082.32

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.43>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДБОРУ КОРІВ ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ МАТЕРІВ

Борценко В.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття,
Поліський національний університет

Фещук Т.С. – студент I курсу магістратури технологічного факультету,
Поліський національний університет

Машталяр О.В. – студент I курсу магістратури технологічного факультету,
Поліський національний університет

Дослідження спрямовані на вивчення зв'язку ознак молочної продуктивності голштинизованих корів української чорно-рябої молочної породи з рівнем надою їхніх матерів в умовах ПАФ «Срчки» Житомирської області. Для цього корів молочного стада розподілено на 3 групи за надоєм вищої лактації їхніх матерів: I – краці (середній надій 8017 кг), II – середні (6367 кг), III – гірші (5026 кг). Встановлено, що за першу лактацію надій корів I групи складає 6532 кг, II – 6207 кг III – 5949 кг; за другу – 7596, 6913 і 6704 кг відповідно; третю – 7846, 7304 і 6943; вищу 8679, 8204 і 7935 кг. Аналогічне зниження показників у дочок від середніх і гірших матерів спостерігається за продукцією молочного жиру і білка. Перевага корів від крачих матерів над тими, що отримані від гірших за результатами першої лактації, складає за надоєм +583 кг, продукцією молочного жиру + 24,0 кг, молочного білка + 18,8 кг; другої – відповідно +892 кг, +36,5 кг, +29,9 кг; третьої +903, +32,9 і +27,1 кг; вищої +744, +28,8 і +23,6 кг ($P < 0,001$). Варіація відсотку жиру в молоці за першу лактацію становить 3,73-3,77%, другу 3,74-3,80%, третю 3,74%, вищу 3,74-3,77%; білка 3,05-3,07%, 3,05-3,10, 3,08 і 3,09-3,12% відповідно.

Взаємозв'язок кількісних показників молочної продуктивності матерів і дочок підтверджується позитивними і вірогідними коефіцієнтами кореляції (+0,120-0,189), між якісними ознаками взаємозв'язок невірогідний (+0,039-0,041). Коефіцієнти повторюваності між показниками суміжних лактацій варіюють від +0,024 до +0,774, найвищі їх значення зафіксовано між показниками молочної продуктивності другої і вищої та третьої і вищої лактації. Результати досліджень свідчать, що у молочному стаді ПАФ «Срчки» поряд з використанням бугай-поліпшувачів доцільно застосовувати такий селекційний прийом як відбір корів за надоєм їхніх матерів.

Ключові слова: українська чорно-ряба молочна порода, дочки, корови-матері, молочна продуктивність, кореляція.

Borshchenko V.V., Feshchuk T.S., Mashtaliar O.V. The effectiveness of the selection of cows according to the productivity of mothers

The study is aimed at exploring the relationship between the signs of milk production of Holsteinized cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed and the level of milk yield of their mothers in the conditions of PAF "Yerchyky" of the Zhytomyr region. For this purpose, the cows of the dairy herd are divided into 3 groups according to the milk yield of higher lactation of their mothers: I – the best (average milk yield 8017 kg), II – average (6367 kg), III – the worst (5026 kg). During the first lactation, the milk yield of cows of group I is 6532 kg, II – 6207 kg, III – 5949 kg; for the second – 7596, 6913 and 6704 kg, respectively; the third – 7846, 7304 and 6943; higher 8679, 8204 and 7935 kg. A similar decrease in indicators in daughters from average and worst mothers is observed in the production of milk fat and protein. The advantage of cows from the best mothers over those obtained from the worst according to the results of the first lactation is +583 kg in terms of milk yield, milk fat production +24,0 kg, milk protein +18,8 kg; the second – +892 kg, +36,5 kg, +29,9 kg, respectively; third +903, +32,9 and +27,1 kg; higher +744, +28,8 and +23,6 kg ($P < 0.001$). The variation in the percentage of fat in milk for the first lactation is 3,73-3,77%, the second 3,74-3,80%, the third 3,74%, the highest 3,74-3,77%; protein 3,05-3,07%, 3,05-3,10, 3,08 and 3,09-3,12%, respectively.

The relationship between quantitative indicators of milk productivity of mothers and daughters is confirmed by positive and reliable correlation coefficients (+0,120-0,189), the relationship between qualitative traits is unreliable (+0,039-0,041). The recurrence coefficients between the indicators of adjacent lactations vary from +0,024 to +0,774, their highest values were recorded between the indicators of milk production of the second and higher and the third and higher lactations. The results of the research show that in the dairy herd of PAF "Yerchyky", along with the use of bulls-improvers, it is advisable to use such a breeding technique as the selection of cows according to the milk yield of their mothers.

Key words: Ukrainian black-and-white dairy breed, daughters, cows -mothers, milk productivity, correlation.

Постановка проблеми. Для розвитку молочного скотарства першочергове значення має удосконалення існуючих та створення нових високопродуктивних порід і стад за використання різних селекційних прийомів для досягнення високої молочної продуктивності корів, підвищення жирно- та білково-молочності, поліпшення типу будови тіла, здоров'я, стресостійкості та тривалості їхнього використання [1, 2]. Процес удосконалення породи потребує з'ясування дії генетичних чинників на формування продуктивних ознак молочної худоби, встановлення ступеня впливу яких на основні ознаки дає можливість відбирати кращих тварин у стадах, що у свою чергу підвищить ступінь реалізації їхнього генетичного потенціалу [3, 4, 5].

Кількісні ознаки молочної продуктивності корів успадковуються за полімерним типом, отже ефективність селекції за ними визначається величиною коефіцієнту успадкованості [6]. За високого ступеня успадкованості селекція за ознакою буде ефективною і можна проводити масовий добір, за низького – тільки індивідуальний підбір за використання бугаїв-поліпшувачів, перевірених за якістю потомства [7, 8]. Однак пемінна цінність бугаїв є змінною величиною, вона має свій прояв у стаді або породі, зумовлений перевагою впливу генотипу плідника на якість дочок залежно від генетичного потенціалу маточного поголів'я [9]. Також науковими дослідженнями і практикою доведено, що не завжди від високопродуктивних матерів народжуються високопродуктивні дочки. Це пояснюється різним ступенем успадкованості ознак молочної продуктивності у різних стадах, генотиповою різноманітністю тварин та дією паратипових факторів, які можуть сприяти або навпаки перешкоджати реалізації генетичного потенціалу [10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку Басовського М. З. та ін., генетичне поліпшення продуктивних ознак корів на 90% забезпечується бугаями-плідниками, у той час як їхніми матерями лише 10% [11]. Однак половину спадковості корови отримують від матерів. Дослідженнями Петренко І. П. та

Макаренко М. П. [12], Пелехатого М. С., Піддубної Л. М., Шуляр А. Л. та ін. [13], а також Шпить І. В., Федорович Є. І., Кузів М. І. та ін. [14] доведено вплив надою жіночих предків на ознаки молочної продуктивності потомків за першу лактацію, тобто найкращі показники мали потомки високопродуктивних матерів. Натомість Зайцев Є. М. [15] повідомляє, що від високопродуктивних корів не завжди отримують кращих дочок, а від низькопродуктивних – гірших, стверджуючи, що материнські гени можуть не проявитися у наступному поколінні. Тому успадковуваність продуктивних ознак «мати-дочка» та ефективність відбору корів за продуктивністю матерів повинні оцінюватися у конкретному молочному стаді.

Мета дослідження – вивчення ефективності відбору корів за надоєм матерів у молочному стаді ПАФ «Єрчики» Житомирської області.

Постановка завдання. Завданням є вивчення зв'язку ознак молочної продуктивності голштинізованих корів української чорно-рябої молочної породи з рівнем надою їхніх матерів. Дослідження проведено шляхом аналізу матеріалів племінного та продуктивного використання 384 корів за три перших та вищу лактацію.

Оцінку молочної продуктивності корів у господарстві здійснюють шляхом проведення щомісячних контрольних доїнь з одночасним визначенням у добових зразках молока вмісту жиру і білка на приладі «Екомілк КАМ-98.2А». За рівнем надою матерів корів розподілено на 3 групи у співвідношенні 1 : 2 : 1 (I – високий, II – середній, III – низький), що відповідає нормальному розподілу ознаки. Для обробки первинних даних використано методи варіаційної статистики та комп'ютерна програма «MS Office Excel 2010».

Виклад основного матеріалу дослідження. Середній надій матерів корів, відібраних для дослідження, складає 6445 кг за 305 днів першої лактації (варіація в межах 3482-11738 кг), відсоток жиру в молоці 3,80% (3,46-5,41%), білка 3,09% (2,77-3,62%), продукції молочного жиру 244,5 кг (122-422 кг), білка 199,4 кг (99-377 кг). Корови і їх дочки лактували в аналогічних умовах утримання, годівлі та використання.

З піддослідного поголів'я корів сформовано 3 групи: I – середній надій матерів за вищу лактацію 8017 кг, II – 6367, III – 5026, продукція молочного жиру відповідно 302,5, 241,2 і 192,9 кг, білка – 247,1, 197,5 і 155,3 кг. Відсоток жиру в молоці матерів несуттєво зростає зі зниженням надоїв – 3,77 до 3,83, відсоток білка більш-менш стабільний – 3,08-3,10 (табл. 1).

Таблиця 1

Диференціація корів-матерів за показниками молочної продуктивності вищої лактації

Показник, одиниці виміру	Матері		
	I-кращі (n=96)	II-середні (n=192)	III-гірші (n=96)
Надій за 305 днів, кг	8017±85,3	6367±29,6	5026±52,7
Вміст жиру,%	3,77±0,015	3,79±0,019	3,83±0,037
Молочний жир, кг	302,5±3,14	241,2±1,53	192,9±2,90
Вміст білка,%	3,08±0,008	3,10±0,005	3,09±0,112
Молочний білок, кг	247,1±2,78	197,5±0,98	155,3±1,75

За першу лактацію кількісні показники корів I групи складають: надій 6532 кг, продукція молочного жиру 246,5 кг, білка 200,6 кг; II групи – відповідно 6207, 231,8 і 189,6 кг; III групи – 5949, 222,6 і 181,9 кг. Отже, дочки від кращих матерів

за першу лактацію переважають ровесниць від гірших за надоем на 583 кг, продукцією молочного жиру на 24,0 кг, молочного білка на 18,8 кг ($P<0,001$). За якісними показниками молочної продуктивності вірогідної різниці між групами не виявлено, вміст жиру в молоці знаходиться в межах 3,73-3,77%, білка – 3,05-3,07%.

За другу лактацію кількісні показники корів I групи складають: надій 7596 кг, продукція молочного жиру 289,0 кг, білка 235,6 кг; II групи – відповідно 6913, 259,3 і 211,3 кг; III групи – 6704, 252,5 і 205,8 кг. Перевага над ровесницями III групи дочок, отриманих від кращих матерів складає за надоем +892 кг, продукцією молочного жиру +36,5 кг, молочного білка +29,9 кг. Варіація відсотку жиру в молоці за другу лактацію 3,74-3,80%, білка 3,05-3,10%.

За результатами третьої лактації середній надій корів I групи 7846 кг, II – 7304 кг, III – 6943 кг, продукція молочного жиру відповідно 292,8 кг, 273,3 і 259,9, білка 242,2, 225,5 і 215,1 кг; перевага корів від кращих матерів складає відповідно +903, +32,9 і +27,1 кг ($P<0,01$). Середній відсоток жиру і білка у молоці однаковий для усіх трьох груп – 3,74 і 3,08 відповідно.

За вищу лактацію корови I групи мають середній надій за 305 днів 8679 кг, II – 8204 кг, III – 7935 кг; продукцію молочного жиру 326,6, 307 і 297,8 кг відповідно, білка – 270,5, 254,2 і 246,9 кг. Перевага корів від кращих матерів над тими, що отримані від гірших, становить +744, +28,8 і +23,6 кг ($P<0,001-0,001$). Середній вміст жиру в молоці корів I групи 3,77, II – 3,74, третьої – 3,75; вміст білка відповідно 3,12, 3,09 і 3,10, різниця між показниками невірогідна ($P>0,05$). Варто відмітити, що підвищення надоїв у корів I групи за ряд лактацій не супроводжується зниженням якісних показників їхньої молочної продуктивності порівняно з ровесницями, у деяких випадках навіть спостерігається несуттєва перевага: вміст жиру – I і II лактації +0,04, вища +0,02; вміст білка – I лактація +0,01, II +0,04, вища +0,02 (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники молочної продуктивності за 305 днів корів-дочок,
отриманих від різних груп матерів**

Показник, одиниці виміру	Лактація з/п	Групи корів від матерів			Різниця I-III
		I-кращих (n=96)	II-середніх (n=192)	III-гірших (n=96)	
Надій за 305 днів лактації, кг	I	6532±111,8	6207±75,5	5949±112,7	+583±159,0***
	II	7596±156,8	6913±110,5	6704±163,2	+892±226,3***
	III	7846±189,1	7304±144,6	6943±218,3	+903±288,8**
	IV	8679±149,9	8204±112,5	7935±171,4	+744±227,7**
Вміст жиру, %	I	3,77±0,009	3,73±0,008	3,73±0,011	+0,04±0,014**
	II	3,80±0,011	3,74±0,007	3,76±0,09	+0,04±0,090
	III	3,74±0,010	3,74±0,09	3,74±0,011	0,00±0,015
	IV	3,77±0,013	3,74±0,08	3,75±0,011	+0,02±0,017
Молочний жир, кг	I	246,5±4,47	231,8±3,02	222,5±4,46	+24,0±6,31***
	II	289,0±6,24	259,3±4,30	252,5±6,37	+36,5±8,91***
	III	292,8±6,82	273,3±5,38	259,9±8,27	+32,9±10,71**
	IV	326,6±5,39	307,0±4,11	297,8±6,45	+28,8±8,40***

Продовження таблиці 2

Вміст білка, %	I	3,07±0,008	3,05±0,006	3,06±0,008	+0,01±0,011
	II	3,10±0,012	3,05±0,007	3,06±0,009	+0,04±0,091
	III	3,08±0,009	3,08±0,006	3,08±0,010	0,00±0,013
	IV	3,12±0,011	3,09±0,007	3,10±0,012	+0,02±0,016
Молочний білок, кг	I	200,6±3,60	189,6±2,37	181,8±3,53	+18,8±5,04***
	II	235,6±5,03	211,3±3,55	205,8±5,16	+29,8±7,20***
	III	242,2±5,99	225,5±4,67	215,1±7,05	+27,1±9,25**
	IV	270,5±4,78	254,2±3,70	246,9±5,65	+23,6±7,40**

Порівняння показників матерів і дочок за вищу лактацію свідчить, що дочірнє покоління переважає материнське за надоем на 1811 кг, молочним жиром на 65,1 кг, молочним білком на 57,0 кг, тобто відбувається поліпшення продуктивних якостей у цілому по стаду ($P < 0,001$). За відсотком жиру в молоці дочки вірогідно поступаються матерям ($-0,05$; $P < 0,001$), за відсотком білка різниця між поколіннями несуттєва ($+0,01$; $P > 0,05$) (табл. 3).

Таблиця 3

Порівняння середніх показників корів-дочок і їхніх матерів за результатами вищої лактації

Показник, одиниці виміру	Дочки	Матері	Різниця
Надій за 305 днів, кг	8256±80,9	6445±61,5	+1811±101,6***
Вміст жиру, %	3,75±0,006	3,80±0,014	-0,05±0,015***
Молочний жир, кг	309,6±2,98	244,5±2,38	+65,1±3,81***
Вміст білка, %	3,10±0,005	3,09±0,004	+0,01±0,006
Молочний білок, кг	256,4±2,65	199,4±1,92	+57,0±3,27***

Взаємозв'язок кількісних показників молочної продуктивності матерів і дочок підтверджується позитивними і вірогідними, хоча і невисокими, коефіцієнтами кореляції ($+0,120-0,189$; $P < 0,001-0,001$), між якісними ознаками взаємозв'язок невірогідний ($+0,039-0,041$; $P > 0,05$) (табл. 4).

Таблиця 4

Взаємозв'язок між показниками молочної продуктивності матерів і дочок за вищу лактацію

Показник, одиниці виміру	Коефіцієнт кореляції
Надій за 305 днів, кг	+0,120±0,0503**
Вміст жиру, %	+0,041±0,0509
Молочний жир, кг	+0,189±0,049***
Вміст білка, %	+0,039±0,0509
Молочний білок, кг	+0,185±0,049***

Для оцінки ефективності відбору корів за продуктивністю матерів важливе значення має повторюваність показників молочної продуктивності за ряд лактацій. Усі розраховані нами коефіцієнти повторюваності виявилися додатними, за кількісними ознаками вони 100% високовірогідні, за якісними вірогідні у 6 випадках із 12, що складає 50%.

Найтисніший усереднений коефіцієнт кореляції за 5 ознаками молочної продуктивності між показниками другої і вищої (+0,540) та третьої і вищої лактацій (+0,630).

Отже, найрезультативнішим буде відбір корів саме за цими лактаціями. Взаємозв'язок перша-вища лактація суттєвим є тільки за кількісними ознаками молочної продуктивності (табл. 5).

Таблиця 5

**Повторюваність показників молочної продуктивності дочок
за суміжні лактації**

Показник, одиниці виміру	Коефіцієнт повторюваності (r_{ψ})					
	I – II	I – III	II – III	I – вища	II – вища	III – вища
Надій за 305 днів, кг	+0,416***	+0,441***	+0,447***	+0,507***	+0,637***	+0,765***
Вміст жиру,%	+0,346***	+0,071	+0,027	+0,024	+0,247***	+0,403***
Молочний жир, кг	+0,453***	+0,448***	+0,482***	+0,520***	+0,664***	+0,768***
Вміст білка,%	+0,025	+0,043	+0,526***	+0,043	+0,526***	+0,442***
Молочний білок, кг	+0,423***	+0,447***	+0,479***	+0,510***	+0,627***	+0,774***
Середній коефіцієнт кореляції	+0,333	+0,290	+0,392	+0,321	+0,540	+0,630

Висновки

1. Диференціація корів стада на 3 групи за надоем їхніх матерів (I – краці, II – середні, III – гірші) доводить ефективність цього селекційного прийому у молочному стаді ПАФ «Єрчики», оскільки він дає можливість поліпшити кількісні показники молочної продуктивності за ряд лактацій.

2. За 305 днів першої лактації надій корів I групи складає 6532 кг, продукція молочного жиру 246,5 кг, білка 200,6 кг; II групи – відповідно 6207, 231,8 і 189,6 кг; III групи – 5949, 222,6 і 181,9 кг. Перевага дочок від кращих матерів над ровесницями від гірших за надоем становить +583 кг, продукцією молочного жиру +24,0 кг, молочного білка +18,8 кг ($P < 0,001$).

3. Аналогічна тенденція спостерігається упродовж наступних лактацій. За результатами другої лактації перевага корів I групи над III складає за надоем +892 кг, продукцією молочного жиру +36,5 кг, білка +29,9 кг ($P < 0,001$); третьої – відповідно +903, +32,9 і +27,1 кг ($P < 0,001$); вищої +744, +28,8 і 23,6 кг ($P < 0,001$).

4. Варіація відсотку жиру в молоці за першу лактацію складає 3,73-3,77%, другу 3,74-3,80%, третю 3,74%, вищу 3,74-3,77%; білка 3,05-3,07%, 3,05-3,10, 3,08 і 3,09-3,12% відповідно.

5. Між кількісними показниками молочної продуктивності матерів і дочок існує позитивний і вірогідний взаємозв'язок (+0,120-0,189; $P < 0,001-0,001$), між якісними – невірогідний (+0,039-0,041; $P > 0,05$).

6. Коефіцієнти повторюваності між показниками суміжних лактацій в межах +0,024-0,774, найвищий усереднений рівень повторюваності між показниками другої і вищої (+0,540) та третьої і вищої лактацій (+0,630).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вплив генетичних і паратипових чинників на господарськи корисні ознаки корів / М. В. Гладій, Ю. П. Полупан, І. В. Базишина, І. М. Безрутченко, Н. Л. Полупан. *Розведення і генетика тварин*. 2014. Вип. 48. С. 48-61.

2. Бойко Ю.М. Вплив генотипових та паратипових факторів на ознаки молочної продуктивності корів української бурої молочної породи. *Вісник Сумського*

національного аграрного університету. Серія : Тваринництво. 2015. Вип. 2 (27). С. 34-37.

3. Вплив генотипових та паратипових факторів на фенотипічні зміни в популяції / І. Старостенко, Н. Клопенко, О. Бабенко, М. Буштрук. *Розведення та селекція тварин: досягнення, проблеми, перспективи: збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої 25-річчю кафедри розведення, генетики тварин та біотехнології Житомирського національного агроєкологічного університету*. Житомир: Полісся, 2018. С. 86-91.

4. Полупан Ю. П. Ефективність довічного використання корів різних країн селекції. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія. «Тваринництво». 2014. Вип. 2/2 (25). С. 14-20.

5. Бабенко О.І. Ефективність селекції в популяціях молочної худоби. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2012. Вип. 7. С. 16-20.

6. Вплив генетичних і паратипових чинників на господарські корисні ознаки корів / М. В. Гладій, Ю. П. Полупан, І. В. Базишина, І. М. Безрутченко, Н. Л. Полупан. *Розведення і генетика тварин*. 2014. Вип. 48. С. 48-61.

7. Вплив генотипових та паратипових факторів на реалізацію молочної продуктивності корів / С. Л. Войтенко, Т. І. Карунна, Б. С. Шаферівський, І. М. Желізняк. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Тваринництво». 2019. Вип. 1-2 (36-37). С. 21-26. Doi: 10.32845/bsnau.lvst.2019.1-2.3.

8. Піддубна Л. М., Захарчук Д. В., Корнійчук Д. О. Оцінка впливу комплексу факторів на молочну продуктивність корів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Тваринництво». Суми, 2021. Вип. 2 (45). С. 113-120. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.2.17.

9. Полупан Ю. П. Суб'єктивні акценти з деяких питань генетичних основ селекції та породоутворення. *Розведення і генетика тварин*. 2007. Вип. 41. С. 194-208.

10. Селекційні, генетичні та біотехнологічні методи удосконалення і збереження генофонду порід сільськогосподарських тварин / М.В. Гладій, М.І. Башенко, Ю.П. Полупан [та ін.]; за ред.: М.В. Гладія і Ю.П. Полупана; ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН. Полтава, ТОВ «Фірма «Техсервіс». 2018. 791 с.

11. Хмельничий Л. М., Франчук М. П. Основні фактори впливу на фенотипову реалізацію молочної продуктивності корів подільського заводського типу української чорно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського НАУ*. Серія “Тваринництво”. 2009. Вип. 10 (16). С. 131-135.

12. Петренко І. П., Зубець М. В., Буркат В. П. Племінна цінність тварин і закономірність її успадкування. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 8. С. 45-53.

13. Мазур Н. П., Федорович Є. І., Федорович В. В. Формування високопродуктивного молочного стада з тривалим господарським використанням. Науково-методичні рекомендації. Львів: Інститут біології тварин НААН. 2019. 30 с.

14. Басовський М. З., Рудик І. А., Буркат В. П. Вирощування, оцінка і використання плідників. К.: Урожай, 1992. 216 с.

15. Петренко І. П., Макаренко М. П. Ефективність відбору корів-первісток за продуктивністю їх матерів. *Розведення і генетика тварин*. 1994. Вип. 26. С. 7-9.

16. Ефективність відбору корів за продуктивністю матерів / М. С. Пелехатий, Л. М. Піддубна, А. Л. Шуляр, А. Л. Шуляр, В. О. Дідківський, З. О. Волківська, Т. В. Федоренко. *Агрпромислове виробництво Полісся*. 2011. Вип. 4. С. 101-106.

17. Прояв ознак молочної продуктивності корів залежно від продуктивності їх матерів та матерів батьків / В. І. Шпить, Є. І. Федорович, М. І. Кузів, В. В. Федорович, Н. М. Кузів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Тваринництво». 2023. В. 1 (52). С. 82-88. DOI:10.32782/bsnau.lvst.2023.1.12.

18. Зайцев Є.М. Особливості успадкування ознак молочної продуктивності дочками корів голштинської породи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 4. С. 150-157.

УДК 636. 033.22/28.084. 085.2.11.7.
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.44>

РІСТ, РОЗВИТОК, ВИРОЩУВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ БУКОВИНСЬКОГО ЗОНАЛЬНОГО ТИПУ М'ЯСНОГО КОМОЛОГО СИМЕНТАЛУ ХУДОБИ В ПЕРЕДГІРСЬКІЙ ЗОНІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Лесик О.Б. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Вдовиченко Ю.В. – д.с.-г.н., г.н.с., член кореспондент

Національної академії аграрних наук України,
Інститут розведення та генетики тварин імені М.В. Зубця

Стадницька О.І. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник,

Інститут сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Корх І.В. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник,

Інститут тваринництва Національної академії аграрних наук України

В пропонованій статті висвітлено ріст, розвиток, вирощування та продуктивність нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби для розведення та вирощування в базових господарствах суспільного сектору різних форм власності, яка добре акліматизувалася для різних кліматичних зон Карпат. Для цього в основу з виведення нового типу сименталу худоби в якому закладено класичний метод поглинального схрещування буковинського місцевого сименталу з бугаями – плідниками м'ясного комолого сименталу американської, канадської, австрійської та німецької селекції для розведення в зоні Карпат. За результатами проведених багаторічних селекційних досліджень виявлено, що відношення показників промірів висоти в холці, у спині та крижах при народженні до промірів у 18 – місячного віку, відповідно становить: глибина грудей – 65,2%, ширина в маклоках – 34,7, у кульшових зчленуваннях – 47,6. За результатами досліджень, які вказують, що проміри статей тіла мають значний зв'язок з живою масою теличок у ранньому віці, що пов'язані з м'ясними якістьями худоби та мали високий зв'язок між промірами напів обхвату заду, косої довжини заду, ширини в тазостегнових зчленуваннях, ширини в маклоках, обхвату грудей за лопатками, ширини та глибини грудей та живою масою. Встановлено, що при створенні продуктивних стад нового буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби де важливого значення приділялось формуванню вікової структури живої маси тваринами, як одному з важливіших факторів високої м'ясної продуктивності для зони Карпат. В новому типі сименталу жуйних в якому вдало поєднати успадкованість від материнських порід молочність, з високою енергією росту в усі фізіологічні періоди розвитку, вираженістю м'ясних форм, відмінними смаковими якістьями м'яса американської, канадської, австрійської та німецької селекції яка добра акліматизація до зони Карпат.

Ключові слова: порода, тип, популяція, продуктивність, екстер'єр.

Kalinka A.K., Lesyk O.B., Vdovichenko Yu.V., Stadnytska O.I., Korkh I.V. Growth, development, cultivation and productivity new populations of the Bukovina zonal type of meat komologo simmental livestock in the footland zone of the Carpathian region of Bukovina

The proposed article highlights the growth, development, breeding and productivity of a new population of the Bukovina zonal type of meat komologo simmental cattle for breeding and rearing in basic farms of the public sector of various forms of ownership, which is well acclimatized to different climatic zones of the Carpathians. For this, the basis for the breeding of a new type of Simmental cattle is based on the classical method of absorption crossing of the Bukovina local Simmental with Boogai – breeders of the meat komologo simmental of American, Canadian, Austrian and German selection for breeding in the Carpathian zone. According to the results of multi-year selection studies, it was found that the ratio of height measurements at the withers, back and sacrum at birth to measurements at 18 months of age, respectively, is: chest depth – 65,2%, width at the withers – 34,7, in hip joints – 47,6. According to the results of studies, which indicate that measurements of the sexes of the body have a significant relationship with the live weight of heifers at an early age, which are related to the meat qualities of the cattle and had a high relationship between the measurements of the half girth of the rump, the oblique length of the rump, width at the hip joints, width at the withers, girth of the chest behind the shoulder blades, width and depth of the chest and live weight. It was established that when creating productive herds of the new Bukovina zonal type of meat komologo simmental cattle, the formation of the age structure of the live mass of animals was of great importance, as one of the most important factors of high meat productivity for the Carpathian zone. In the new typical ruminant Simmental, in which it was possible to combine the inheritance from the mother breeds, milkiness, with high growth energy in all physiological periods of development, expressiveness of meat forms, excellent taste qualities of meat of American, Canadian, Austrian and German selection, what a good acclimatization to the zone Carpathians.

Key words: Breed, type, population, performance, exterior.

Постановка проблеми. Вперше представлено в реаліях війни, що на основі багаторічних селекційних матеріалів та господарської практики й теоретичних узагальнень селекційних процесів, щодо розведення та продуктивності створеної нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби з впровадженням регіональної галузі м'ясного скотарства, яка започаткована вперше діючим та ведучим в Україні племінним заводом ДПДГ «Чернівецьке», що є актуальним в Карпатському регіоні Буковини [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Оскільки новоствореному сименталу жуйних – це є нова створювана популяція м'ясної худоби, яка виведена буковинськими науковцями селекціонерами, що зумовлено новою потребою м'ясної худоби, що є основною ціллю в зоні Українських Карпат [6–7, 9–10]. В цьому випадку де початковим та головним селекційним етапом для створення нової генерації м'ясного комолого сименталу жуйних де було завезення продуктивних м'ясних бугаїв-плідників симентальської м'ясної худоби зарубіжного походження та перетворення в новий тип сименталів для регіону Карпат.

Тому задумано власною розробленою схемою в якій передбачали на майбутнє з одержання продуктивних чистопородних тварин з питомою вагою спадковістю м'ясників до 75–80 відсотків для одержання спочатку напівкровних, потім тричверть кровних за батьківською м'ясною породою з розведенням останніх «в собі» і широким відтворенням нового зонального типу сименталів худоби для господарств зони Карпат [2–5].

Постановка завдання. Тому метою нашої запропонованої статті – ріст, розвиток, вирощування та м'ясна продуктивність бугайців створеної нової популяції буковинського зонального типу симентальської м'ясної комолого сименталу

худоби для базових та дочірніх господарств зони Карпат. Для цього при написання статті, послужили дані статистичної звітності, нормативні матеріали, дані власних наукових досліджень, літературні джерела, річні звіти зоотехніків – селекціонерів та племінний облік, який добре присутній та налагоджений в базових досліджуваних господарств з розведення нової популяції сименталу жуйних в Чернівецькій області. Так при визначенні оцінки екстер'єру, яку проводили окомірно та за промірами основних статей тіла з використанням прийнятих методів: зоотехнічні (визначення живої маси, промірів, індексів будови тіла, м'ясної продуктивності), економічні (витрати кормів, собівартість, виручка від реалізації, прибуток, рівень рентабельності), біометричні з визначенням середніх величин, їхні похибки та ступеня вірогідності.

З проведення багаторічної селекційної роботи в якій використано популяційний метод розведення м'ясної худоби за лініями, частоти прояву ознаки, її середні значення, типу успадкування, генетичної зумовленості, зміни структури популяції під дією відбору та умов середовища, що дозволяє реалізувати цінні господарські ознаки бугаїв – плідників м'ясного напрямку продуктивності різної селекції, що і використовується в даний час в м'ясних стадах нової генерації в даному підконтрольному регіоні України.

Тому в селекції було використанні два створені продуктивні генотипів з розведення за продуктивними лініями, що сприяє консолідації та систематики нового створюваного м'ясного типу худоби з метою регулювання спорідненості між жуйними, що здійснюється шляхом ротації ротацій ліній з прогнозуванням на майбутнє результатів селекції для зони Карпат. При проведенні тривалих селекційних досліджень з визначення генотипових параметрів за такими селекційними відборами, як мінливість, спадковість, повторюваність, кореляція, селекційний диференціал та ефект селекції, які необхідні для характеристики нової популяції м'ясних жуйних за кількісними ознаками, успішного проведення селекційно-племінної запланованої роботи з розведення м'ясної худоби, яка не розводиться в інших регіонах України [11].

Виклад основного матеріалу дослідження. В дослідженнях виявлено, що ефективність селекції з виведення нової популяції зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби за однією або декількома господарсько-корисними ознаками залежало від таких головних селекційно-генетичних параметрів, як мінливість, спадковість, повторюваність та кореляція між основними прийнятими важливими селекційними ознаками.

Для використаної методики де було включено розроблені регіональними науковцями основні селекційні принципи розведення: формування помісних нащадків, щоб задовольняли наші вимоги та відповідали комплексному показнику; закладка не менше семи споріднених груп (ліній) на початкових етапах створення зонального типу м'ясної худоби; розвиток продуктивних ліній за різними частками спадковості вихідного типу м'ясного комолого сименталу жуйних, яку передбачено одержати при створенні ліній в зональному типі в цілому; комплексна оцінка генотипових нових особливостей типу тварин з урахуванням господарсько корисних, якісних морфологічних (масть та комолість) та проведення заключної консолідації.

Отже розроблена найбільш приємна та науково-обґрунтована власна методика виведення унікального вперше в Україні створюваного нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу жуйних, яка побудована на обґрунтуванні вибору вихідного нового м'ясного типу тварин.



Так розроблені вже власні цільові стандарти для створених двох продуктивних генотипів нової популяції м'ясних стад жуйних за основними господарське корисними ознаками м'ясних комолих сименталів худоби, які визначені з такими урахуваннями нових прийнятих вимог на селекційне досягнення в тваринництві.

Це дало в сьогоднішні економічно виправдані, що є створений вперше продуктивний з високою енергією росту в усіх періодах вирощування нова популяція буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу жуйних, якому немає аналогів в зоні Карпат та в Україні.

При подальшій селекційній роботі із новим зональним типом м'ясного комолого сименталу жуйних з різними створеними генотипами в якій орієнтувалися на цільовий розроблений стандарт (табл. 1).

Таблиця 1

Цільовий стандарт зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби

Показник	Місяці	Жива маса	
		Створені генотипи	
		(СКан.25/32С Ав.1/16 СНім.1/8 САМ.1/32)	СКан.3/4С Ав.1/16 СНім.1/8 САМ.1/16
Жива маса корів, кг	-	500-600	550-650
Телят при народженні, кг	-	31-33	32-35
Бугайців у віці, міс	8 міс.	265-2754	280-300
	12 міс.	380-400	400-420
	15 міс.	450-500	500-550
	18 міс.	550-600	600-650
Телиць у віці, міс.	8 міс.	230-250	250-280
	12 міс.	330-35-	350-380
	18 міс.	385-400	400-450
	18 міс.		480-530
Показники м'ясної продуктивності:			
добові прирости, в період підсису	г	900-950	900-1000
після відлучення		950-з1000	1000-1200
маса туші,	кг	900-950	950-1000
забійний вихід,	%	340-350	350-370
Витрати кормів на 1 кг приросту, к. од.	кг	59-60	60-62
		6,8-7,6	6,5-7,1

При цьому особливу увагу нами було звергнуто на переваги та недоліки нового створеного симентальського зонального типу нової генерації тварин з його поєднанням з місцевою худобою та високою здатністю до акліматизації в лісостеповій, передгірській та гірській зонах Чернівецької області.

Це дало достатньою кількості помісних м'ясних телиць, яких отримано в результаті поглинального схрещування місцевої худоби з плідниками м'ясного комолого сименталу американської, канадської селекції, австрійсько та німецької селекції, що виявлено в створенні нових жуйних для зони Карпат.

В селекційній багаторічній роботі було головне вибір батьківських форм для використання в поглинальному схрещуванні при створенні на основі місцевої худоби нового типу м'ясної худоби з вираховуванням високої спеціалізації вітчизняних сименталів в м'ясному напрямку продуктивності, а також їх хороші акліматизаційні властивості в зоні їх розведення.

Отже ведучими регіональними селекціонерами та виробничниками, які вирішували важливе завдання з об'єднання в новому типі симентальської м'ясної худоби кращі, якісні ознаки вихідної породи жуйних, які мали насамперед, високу енергію росту в усі фізіологічні періоди розвитку, велику живу масу, невибагливість і витривалість, міцність, здатність добре нагулювати, схильність до нарощування масивної мускулатури, високий забійний вихід, повно м'ясність і не жирність туш в зоні Карпат (8).

В зв'язку з цим де головним завданням досліджень з розведення нового типу м'ясного комолого сименталу жуйних в яких було взято легкість отелення, добрі материнські якості, плідність, довговічність, міцність конституції, спокійний норов, витривалість, добре використання грубих та культурних з пристосованістю до умов різних зон Карпат.

Цікавим в наших проведених селекційних дослідженнях є те, що створений тип конституції, яка зберігається в ряді всіх поколінь та зовнішні форми м'ясної худоби, що мають значний зв'язок з продуктивністю та оцінкою та підбором м'ясної худоби за особливостями їх тіла, що є давний дуже прийом для племінної роботи в регіональному м'ясному скотарстві Буковини.

Оскільки зв'язок екстер'єру та продуктивністю, що достатньо виражений в корів – первісток за першу генерацію нащадків і було проведено глибоке вивчення екстер'єру нової популяції м'ясного сименталу худоби в зоні Карпат.

Тому на майбутнє з основних селекційних промірів з обстежень поголів'я корів м'ясного комолого сименталу худоби на перспективу, що задовільно добре розвинену мускулатуру та кістяк, гармонійну будову тіла без істотних недоліків екстер'єру, що відповідають першого та вище комплексного класу.

В селекційній нашій роботі проведено обстеження м'ясних симентальських телиць різних генотипів худоби за загальною власною схемою проведення робіт, які мають більшу ширину в клубках, кульшових зчленуваннях, а також косу довжину заду та тулуба стрічкою, ніж корови місцевого буковинського сименталу комбінованого напрямку продуктивності (табл. 2).

Дослідженнями встановлено, що за селекційними показниками основних промірів нового типу сименталу, ріст різних статей тіла в процесі постнатального онтогенезу, які теж відрізняються не рівномірністю, а саме най інтенсивніше ростуть у висоту.

За результатами проведених досліджень виявлено, що відношення показників промірів висоти в холці, у спині та крижах при народженні до промірів у 18-міс. віку, відповідно становить: глибина грудей – 65,2%, ширина в маклоках – 34,7, у кульшових зчленуваннях – 47,6.

Таблиця 2

Проміри ремонтних симентальських м'ясних комолих телиць (n=8)

Вік телиць, міс.	Висота в				Ширина			Коса довжина			обхват	
	холці	спині	крижах	глибина грудей	грудей за лопатками	в клубках	культових зчленуваннях	тулуба (палкою)	тулуба (стрічкою)	заду	грудей за лопатками	п'ясті
Генотип (СКан.25/32Сав.1/16СНім.1/8 САМ.1/32)												
1	72,4	74,7	76,7	28,8	19,9	18,6	23,5	69,2	72,7	21,3	80,8	13,7
3	85,2	86,5	88,4	36,4	21,8	22,5	26,0	76,9	91,4	26,3	94,0	14,5
9	100,9	101,1	99,2	46,3	28,5	32,3	32,6	103,2	122,4	35,1	124,1	15,6
12	103,9	106,5	110,2	45,2	35,7	35,4	34,5	108,6	119,7	37,3	134,2	16,5
15	124,3	118,4	122,8	54,1	35,6	44,5	41,5	135,3	151,2	46,9	155,2	18,3
18	129,4	130,5	135,2	65,2	39,4	34,7	47,6	162,0	186,3	53,7	121,6	19,3
Генотип СКан.3/4Сав.1/16СНім 1/8 САМ.1/16												
1	74,4	76,7	78,7	30,8	21,9	20,6	25,5	71,2	74,7	23,3	82,8	15,7
3	87,2	86,8	94,4	38,4	23,8	24,5	28,0	78,9	93,4	28,3	96,0	16,5
9	102,9	103,1	101,2	48,3	30,5	34	34,6	105,2	124,4	37,1	126,1	17,6
12	105,9	108,5	112,2	47,2	37,7	37	36,5	110,6	121,7	39,3	136,2	18,5
15	126,3	120,4	124,8	56,1	37,6	46,5	43,5	137,3	153,2	48,9	157,2	20,3
18	131,4	132,5	137,2	67,2	41,4	36,7	49,6	164,0	188,3	55,7	123,6	21,3

Таким чином встановлено значні зв'язки розмірів статей тіла з живою масою жуйних у двох створених генотипах в племінних заводах з розведення нової популяції комолих сименталів в зоні Карпат.

Доведено, що між зовнішніми формами телиць, їх екстер'єром та м'ясною продуктивністю існує взаємозв'язок де було проведено оцінку екстер'єру та м'ясних форм м'ясного молодняка, яка супроводжувалася визначенням промірів статей тіла.

Отже великою мірою, щодо основних селекційно – планових промірів тіла статей екстер'єру дорослих корів м'ясної симентальської худоби за віком в діючому м'ясному племінному стаді ДП ДГ «Чернівецьке» (табл. 3).

В проведених дослідженнях визначено, що форми будови тіла молодняка, особливо широтні показники та масть, як правило, успадковуються від батьків бугаїв -плідників в яких чітко виражені ознаки батьківської породи худоби, а при порівнянні з ровесниками материнської породи помісі мали краще розвинені груди, спину, попереk та задню третину тулуба та мали широкій та глибший тулуб, ніж ровесники в минулому симентальської худоби на Буковині.

Таблиця 3

Основні проміри статей екстер'єру корів різних генотипів по лактаціях (см)

Проміри	Лактації					
	Перша лактація (n=27)		Друга лактація (n=34)		Третя і старша лактація (n=99)	
	Створені генотипи					
	СКан.25/32САв.1/16 СНім1/8 САМ.1/32	СКан.3/ 4САв.1/16СНім.1/8 САМ.1/16	СКан.25/32САв.1/16 СНім.1/8 САМ.1/32	СКан.3/4САв.1/16 СНім.1/8 САМ.1/16	СКан.25/32САв.1/1 СНім.1/8 САМ.1/32	СКан.3/ 4САв.1/16СНім.1/8 САМ.1/16
Висота в холці	128,0	131,2,	132,2	133,0	134,1	135,7
Висота в спині	128,0	130,5	131,8	132,7	133,5	136,8
Висота в крижах	133,6	135,6	137,0	138,6	138,7	140,3
Ширина грудей	37,5	38,8	40,5	44,7	49,2	51,5
Глибина грудей	65,6	66,7	68,7	68,5	69,5	71,5
Довжина тулуба	152,5	152,6	159,0	161,5	163,3	166,3
Коса довжина тулуба стрічкою	173,3	175,3	181,2	182,5	184,2	186,2
Обхват грудей	175,5	176,6	183,5	187,5	190,5	191,5
Обхват п'ястка	19,6	19,3	19,7	20,5	20,5	21,0
Коса довжина заду	51,4	52,2	54,9	55,0	56,0	58,2
Ширина заду у суглобах	45,7	46,7	51,0	53,0	54,0	56,8

Так за результатами досліджень, які вказують, що проміри статей тіла мають значний зв'язок з живою масою теличок у ранньому віці, що пов'язані з м'ясними якостями худоби та мали високий зв'язок між промірами напів обхвату заду, косої довжини заду, ширини в тазостегнових зчленуваннях, ширини в маклоках, обхвату грудей за лопатками, ширини та глибини грудей та живою масою. З відси видно, що при селекційному аналізі селекційних показників промірів статей тіла, який свідчить про те, що телиці нової генерції тварин, які отримані від поглинального схрещування корів нового типу симентальської породи з бугаями американської та австрійської селекції мали більш широкий та глибокий тулуб порівняно з ровесниками материнської породи м'ясної худоби.

Оскільки при створенні продуктивних м'ясних стад нового буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби де важливого значення приділяли формуванню вікової структури живої маси тваринами, як одному з важливіших факторів високої м'ясної продуктивності для зони Карпат. Тому оптимальною живою масою в корів-первісток нового типу сименталу худоби повинні мати: 455–480 кг (I розтел), 525–535 кг (II розтел) та 565–575 кг (III розтел), що й було доведено в базових та дочірніх діючих м'ясних стадах.

Проведено нами аналіз з параметрів продуктивності різних створених генотипів комолого сименталу худоби при вирощуванні ремонтних телиць, які незначно

відхилялися від оптимальних показників, що потребує поступових змін живої маси ремонтних телиць згідно інтенсивних технологій вирощування в парувальний період на рівні 420–450 кг (табл. 4).

Таблиця 4

Параметри росту і розвитку ремонтних м'ясних телиць

Показники	Періоди вирощування				
	6 міс.	7 міс.	12 міс	15 міс.	18 міс.
Створені нові генотипи					
(СКан.25/32САв.1/16СНім.1/8 САМ.1/32					
Жива маса, кг	215	230	320	335	415
Добовий приріст, г	1000	950	889	745	770
СКан.3/4САв.1/16СНім. 1/8 САМ.1/16					
Жива маса, кг	220	235	330	350	425
Добовий приріст, г	1050	980	950	850	800

Для успішного розвитку нового м'ясного сименталу худоби для якого необхідно племінні тварини, як активна частина популяції, які розміщуються в базових дочірніх господарствах, що вдало поєднують успадкованість від материнських порід молочність, з високою енергією росту в усі фізіологічні періоди розвитку, вираженістю м'ясних форм, відмінними смаковими якостями м'яса американської, канадської, австрійської та німецької селекції яка добра акліматизація до зони Карпат. Отже бугаї – плідники нового типу м'ясного комолого сименталу худоби нової генерації, які характеризуються міцним типом конституції, мають дуже привабливий зовнішній вигляд, у них майже пропорційне розвинені всі частини тіла, висока продуктивність і відтворювальна здатність. За типом нервової системи тварини, які відносяться до флегматичного м'ясних жуйних.

Таким чином сучасна власна племінна база буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби представлена 1 – племінним заводом та 9 дочірніми господарствами з поголів'ям 1550 голів в тому числі 635 корів, від усієї чисельності поголів'я 82 відсотка, які розводять на Буковині. Провідну роль у виведенні та удосконаленні нової м'ясної худоби відіграють такі господарства: ДПДГ «Чернівецьке» (160 корів), ПП «М'ясо Буковини» (35 корів), ФГ «Пережиряну (15 корів), ФГ «Іванківці» (135 корів), СВК «Зоря» (35 корів) та ФГ «Котилеве» (35 корів) Чернівецької області.



В сьогоднішні при розв'язання м'ясної проблеми в умовах економічної реформи та переходу до ринкових відносин, що потребує не лише вдосконалення системи виробництва дешевої яловичини в молочному скотарстві, а й розвитку регіональної нової галузі – спеціалізованого м'ясного скотарства в зоні Карпат.

Тому основною метою регіональної нової створення дешевої галузі в області є розвиток м'ясного скотарства з розведення буковинської популяції м'ясних комолих сименталів зонального типу худоби, яка буде основним джерелом виробництва дешевої яловичини в зоні Карпат.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі на майбутнє завдання:

1. Консолідувати стадо з розведення м'ясного комолого сименталу худоби нової популяції в діючому племінному заводі ДПДГ «Чернівецьке»;

а). збільшити в племінному господарстві до 200 корів продуктивного племінного стада м'ясних комолих сименталів шляхом поглинального схрещування кращих генотипів різних ліній та селекції.

2. Довести до 10 базових дочірніх господарств в Чернівецькій області з розведення нового типу комолого сименталу худоби.

3. Створення вперше м'ясного скотарства з розведення м'ясних комолих сименталів буковинського зонального типу худоби в гірській зоні Чернівецької області за прогресивною новою технологією м'ясного скотарства.

Для підтримання найбільш нового створюваного буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, для якої потрібна власна селекційно-племінна база, яка на перспективу, що вимагає розробки нових методів консолідації та розвитку якісних ознак, які характерних для зони Карпат.

Оскільки для завершеного удосконалення продуктивної створеної м'ясної худоби в напрямі підвищення конституційної міцності, м'ясної продуктивності в поєднанні з високими відтворювальними властивостями, технологічністю, стійкістю до захворювань в умовах ринку, що є ціллю для регіону Карпат. Так для базових та дочірніх господарств в яких необхідно застосувати чистопорідне розведення за лініями в напрямі підвищення м'ясної продуктивності, енергії росту молодняка та оплати корму, збільшення живої маси телят при народженні та відлученні, покращення відтворювальної здатності та ведення селекції на виражену природну комолість худоби.

З цією метою більш широко використовувати родоначальників бугаїв Фореста 0899, Івора 1001 – лінії Ахіллеса 369, Мікрона 3981 та Майора 1351 – лінії Абрикотта 58311, Аполон 1843, Маскіт 1822, Світязь 1865, Антрацит 1868, Екстер'єр 4865, Кабан 1856 – лінії Сигнала 120, Хмурий 9967 – лінії Зелотта 016040491 та інші, що забезпечувало отримання добових приростів 900–950 г при затратах корму за весь цикл вирощування 7,1–7,5 к. од. в умовах різних кліматичних зонах регіону Карпат. На кінцевому етапі створення нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби в напрямку продуктивності в якій будуть проводитися цінні господарсько – корисні ознаки тварин бажаного типу, які консолідується на основі лінійного розведення та пристосованості для різних зон Карпат.

Так в цей виробничий період буде відбувається перехід від схрещування до класичного розведення «в собі»; завершується доведення кількості тварин до необхідної кількості для селекційного досягнення в тваринництві. У період розведення помісей «в собі» племінна робота, яка буде спрямована на отримання та розмноження худоби з високими показниками м'ясної продуктивності, які стійко передають свої корисні ознаки нащадкам.

Тому основними селекційними важливими ознаками на даному етапі роботи в дочірніх основних базових діючих господарствах Буковини, за якими слід проводити добір тварин є: природня комолість, маса новонароджених телят і пов'язана з цим легкість отелень, молочність корів і збереження нащадків та інтенсивності росту. Так при збільшенні поголів'я м'ясного комолого сименталу худоби в базових діючих та дочірніх господарствах, яке буде систематично удосконалюватися якісні показники, що відповідають вимогам розробленого нового стандарту, який розрахований на перспективу та на розведення даних тварин в зоні Карпат.

В зв'язку з цим ефективність селекції на майбутнє буде залежати від того, наскільки обрані нові тварини нової популяції вплинуть на удосконалення наступних поколінь де поряд із штучним доббором, у зональному типові симентальських м'ясних стадах в яких має місце й природний, який спрямований на збереження створеного виду та мають перевагу ті тварини, які краще виживають в умовах регіону Карпат.

Досліджено, що новий тип м'ясної худоби, як правило, міцної конституції з високою репродуктивною здатністю, за сукупністю продуктивних ознак наближених до популяційної середньої та є стійкими до змін середовища і в таких умовах перевагу в яких мають нащадки з середньою продуктивністю для розведення в зоні Карпат. Для того, щоб цілеспрямовано вести на високому селекційному селекційно – племінну роботу по дальшому якісному поліпшенню худоби, науковці та спеціалісти тваринники базових племінних господарств, які ведуть правильно роз приділення м'ясних стад на групи та в першу чергу створювання за рахунок кращої частини поголів'я племінної групи жуйних в даному регіоні Карпат.

На заключному етапі створення сименталу нової генерації в якого буде проводитися цінні господарсько – корисні ознаки тварин бажаної конституції, які консолідується на основі лінійного розведення з переходом від схрещування до розведення «в собі» та завершується доведення кількості тварин до необхідної для апробації буковинського зонального комолого типу симентальської м'ясної худоби пристосованого для умов різних передгірської зон Карпат. У період розведення помісей з м'ясним комолим сименталом худоби нової генерації «в собі» племінна робота буде спрямована на отримання та розведення м'ясних жуйних з високими показниками м'ясної продуктивності.

Отже ефективність проведеної селекційної роботи з новим зональним типом сименталом худоби, який залежить від того, наскільки вибрані тварини, які вплинуть на удосконалення наступних поколінь. При цьому поряд із штучним доббором, у стадах має місце й природний, який спрямований на збереження даного виду. Тут мають перевагу ті жуйні, які краще виживають в умовах навколишнього середовища та, як правило, міцної конституції з високою репродуктивною здатністю та добре адаптувалися до зони Карпат.

Тому селекція в м'ясних стадах комолих сименталів жуйних, яка буде направлена на підвищення м'ясної продуктивності, створення тварин з високою енергією росту (добові прирости до 1200–1500 г) з перевищеним коефіцієнтом використання кормів особливо грубих, соковитих і природніх та культурних пасовищних зони Карпат.

Так успішна реалізація селекційної розробленої регіональної програми, яка дасть змогу отримати якісно нових тварин, що перевершать аналогів усіх вихідних порід в Західному регіоні України, а за деякими (плодючість, коефіцієнт м'ясності), які будуть відповідати світовим стандартам.



Таким чином наведені в статті результати селекційно – племінної роботи, які надалі дадуть змогу проводити ефективний підбір в м'ясних симентальських стадах, спрямований на консолідацію та формуванню бажаних господарсько-корисних ознак сименталу худоби для розведення в зоні Карпат.

Висновки. Дослідженнями вперше встановлено, що створений новий продуктивний зональний тип м'ясного комолого сименталу худоби, якого отримано від плідників симентальської м'ясної породи худоби різної селекції, які мають чіткі ознаки батьківської породи, які при порівнянні з ровесниками материнської породи краще розвинені груди, спина, попереk та задня частина тулуба при розведенні в зоні Карпати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Господарсько-біологічні особливості худоби м'ясного сименталу нової популяції в Карпатському регіоні України. Під ред. Калинка А. К. *Науковий бюлетень*. ТОВ «Нілан- ЛТД», 2018. 176 с.

2. Kalinka Andriy, Lesyk Oksana. FEEDING OF CATTLE OF DIFFERENT GENOTYPES OF THE NEW POPULATION OF THE BUKOVINA ZONAL TYPE OF MEAT KOMOLOGO SIMMENTAL CATTLE AT AN AVERAGE LEVEL OF FEEDING IN THE CONDITIONS OF THE FOOTHILLS OF THE BUKOVINA REGION. The scientific paradigm in the context of technological development and social change : Scientific monograph. Part 2. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2023. С. 100–118.

3. Kalynka A.K., Prylipko T. M., Korkh I.V. DEVELOP RECIPES FOR RATIONS FOR SUCKLING YOUNG OF MEAT COMOLA SIMMENTAL IN THE STALL PERIOD OF CULTIVATION IN THE WESTERN CARPATHIANS. MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES. *Modern engineering and innovative technologies»* (Німеччина, Copernicus, GScholar), Issue №21 Part 1. June 2022. С. 37–44.

4. Kalynka A. K., Lesyk O. B., Tomasz L.V., Prylipko T. M. GROWING AND PRODUCTIVITY OF FEEDING BULLS OF DIFFERENT BREEDS AND THEIR BRIDGE AT THE AVERAGE LEVEL OF FEEDING IN THE CONDITIONS OF THE REGION OF SUFFERING. *Modern engineering and innovative technologies»* (Німеччина, Copernicus, GScholar), Issue №21. Part 1. June 2022. С. 69–77.

5. Kalynka A.K. Prylipko T. M. Kazmiruk L.V., Shpak L.V. BREEDING OF A NEW TYPE OF SIMMENTAL BEEF CATTLE IN THE CARPATHIAN REGION OF UKRAINE. *Modern engineering and innovative technologies»* (Німеччина, Copernicus, GScholar) Issue №13. Part 3. May 2022. С. 43–65.

6. Калинка А.К., Лесик О.Б. Нова популяція м'ясних сименталів у різних кліматичних зонах Українських Карпат. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон. 2021. Вип. № 117. С. 201–211.

7. Калинка А.К. Формування селекційних стад нової популяції буковинського зонального типу м'ясного сименталу худоби в умовах Карпатського регіону України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки* Херсон. 2021. Вип. № 117. С. 211–222.

8. Криворучко Ю.І. М'ясна продуктивність телиць різних генотипів створюваної української симентальської м'ясної породи. *Тваринництво України*. 2002. № 6. С. 23–24.

9. Новини науки: до 20-річчя галузі м'ясного скотарства на Буковині : зб. наук. праць «ЛОГОС» з матеріалами наук. – практ. конф., 16 грудня, 2019 р. під наук. ред. А.К. Калинки. Чернівці : ГО «Європейська наукова платформа», 2019. 226 с.

10. Новини науки: до 20-річчя розведення нової популяції м'ясного сименталу на Буковині. Зб. наук. праць «ЛОГОС» за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф. (10 серпня, 2019 р. м. Чернівці). Під ред. А.К. Калинки. Чернівці. ГО «Європейська наукова платформа». 2019. 110 с.

11. Шкурин Г.Т. Економічна ефективність вирощування комолих і рогатих бичків симентальської м'ясної породи. *Тваринництво України*. 1998. № 7. С. 28–29.

УДК 631.422:631.582.

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.45>

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРМОВИХ КУЛЬТУР ЗА ВИРОЩУВАННЯ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ

Карбівська У.М. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Чумбей В.В. – к.с.-г.н.,
завідувач кафедри агрономії,
Івано-Франківський фаховий коледж

Львівського національного університету природокористування

Олексюк Ю.В. – аспірант кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

У багаторічних бобових і злакових трав підвищені вимоги до елементів живлення у зв'язку з тривалим вегетаційним періодом і кількарізовим використанням травостоїв. У сучасному лугівництві неможливо повністю відмовитися від внесення мінеральних добрив навіть на бобово-злакових травостоях, оскільки внаслідок цього спостерігатиметься різкий спад урожайності, а через кілька років – виродження травостою. Тому наше дослідження спрямоване на особливості вирощування кормових культур Прикарпаття, враховує умови ґрунту та клімату регіону з метою визначення оптимальних методів вирощування травосумішки та включає різні методи, які дозволяють визначити вплив факторів на врожайність агрофітоценозу.

Мета роботи – виявити особливості формування кормової продуктивності травосумішки сінокісного типу за вирощування на дерново-підзолистому ґрунті. Для сівби використовували сумішку конюшина лучна (10 кг/га) та тимофіївка лучна (18 кг/га).

Визначено, що висота конюшини лучної складала 61 см, тоді як тимофіївка лучна досягла 43 см. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ призвело до збільшення лінійного росту конюшини та тимофіївки на 4 і 3 см відповідно. Найвищі рослини спостерігалися на варіанті з внесенням добрива БЛЕК ДЖЕК КС, де висота конюшини становила 77 см, а тимофіївки – 49 см. Кількість пагонів бобових компонентів у бобово-злаковому травостой коливалась від 557 до 614 штук на метр квадратний.

Щільність травостою змінювалась в залежності від внесених добрив та складу травосумішок, коливаючись від 90,3 до 96,0 %. Відсоткове співвідношення між конюшиною лучною та тимофіївкою лучною коливалося від 45,7 до 49,3 %.

У середньому врожайність сухої маси агроценозу становила від 6,5 до 8,0 т/га сухої маси. Найвищий врожай (8,0 т/га) був зафіксований на варіанті з внесенням препарату БЛЕК ДЖЕК КС + $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Ключові слова: травосумішка, конюшина лучна, тимофіївка лучна, удобрення, ботаничний склад, продуктивність.

Karbiwska U.M., Chumbei V.V., Oleksiuk Yu.V. The impact of fertilization on the productivity of forage crops grown on sod-podzolic soil

Perennial legumes and grasses have increased nutrient requirements due to their long growing season and multiple harvests. In modern grassland management, it is impossible to completely eliminate the application of mineral fertilizers even on legume-grass stands, as this would result in a sharp decline in yield and, after a few years, the degeneration of the grass stand. Therefore, our research focuses on the peculiarities of cultivating forage crops in the Precarpathian region, considering the soil and climate conditions of the region to determine the optimal methods for cultivating grass mixtures. It includes various methods to assess the impact of factors on the yield of agro-ecosystems.

To identify the characteristics of forming forage productivity of hay-type grass mixtures when grown on sod-podzolic soil. The sowing mixture consisted of red clover (10 kg/ha) and meadow fescue (18 kg/ha).

The height of red clover was 61 cm, while meadow fescue reached 43 cm. The application of mineral fertilizers at a rate of N30P30K30 led to an increase in the linear growth of clover and fescue by 4 and 3 cm, respectively. The tallest plants were observed in the variant with the application of BLACK JACK KS fertilizer, where clover height was 77 cm, and fescue height was 49 cm. The number of legume shoots in the legume-grass stand ranged from 557 to 614 per square meter.

The density of the grass stand varied depending on the fertilizers applied and the composition of the grass mixtures, ranging from 90,3 to 96.0%. The percentage ratio between red clover and meadow fescue ranged from 45,7 to 49.3%.

On average, the dry mass yield of the agro-ecosystem ranged from 6,5 to 8,50 t/ha. The highest yield (8,0 t/ha) was recorded in the variant with the application of BLACK JACK KS +

N₃₀P₃₀K₃₀
Key words: grass mixture, red clover, meadow fescue, fertilization, botanical composition, productivity.

Постановка проблеми. Прикарпаття, як зона з достатнім зволоженням і хвилястим рельєфом, є сприятливим для розвитку тваринництва на основі лучного кормовиробництва. Для досягнення високої продуктивності травостоїв важливо правильно підбирати їхні види, дотримуватися термінів використання і забезпечувати належний догляд [6, 9].

Багаторічні бобові та злакові трави мають високі вимоги до поживних речовин через довгий період вегетації та багаторазове використання травостою. У сучасному луківництві неможливо повністю відмовитися від мінеральних добрив навіть на бобово-злакових травостоях, оскільки це призведе до різкого зниження врожайності та виродження травостою через кілька років. Забезпечення тварин дешевими та повноцінними трав'яними кормами наразі залежить від застосування мінеральних добрив [1, 2, 5, 14, 15, 17].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Добрива відіграють ключову роль у підвищенні врожайності лугових трав на сіножатах і пасовищах, а також у збільшенні ефективності витрат на меліоративні та інші заходи. Їх можна успішно застосовувати на різних типах лугових угідь, включаючи достатньо вологі території, такі як заплавні та низинні луки, а також на нормальних суходолах і зрощуваних ділянках лукопасовищних угідь. Ці регіони характеризуються наявністю цінних лугових трав з групи злакових мезофітів [12].

Використання добрив має вирішальне значення для збільшення продуктивності лучного кормовиробництва. При належному добривному захисті трави можуть ефективніше використовувати зовнішні умови середовища, такі як температура, освітлення, вологість тощо. З іншого боку, удобрені лучні травостої, за однакових екологічних умов, накопичують більше органічної речовини, що призводить до більшого врожаю порівняно з тими, які не були піддані додатковому внесенню добрив [13].

Для визначення оптимальних доз добрив у сіножатах і пасовищах застосовують різні методи, включаючи балансово-розрахунковий, економіко-математичний, хімічну діагностику на основі аналізу рослин, а також методи, що базуються на рекомендаціях науково-дослідних установ [11]. Дефіцит окремих елементів мінерального живлення рослин по-різному впливає на розвиток травостою. Наприклад, недостатня кількість калію призводить до зникнення цінних видів трав, тоді як поширюються види, які можуть засвоювати калій із важкодоступних форм. Нестача фосфору в ґрунті збільшує обсяг кореневої біомаси та зменшує масу надземної частини рослин. Крім того, фосфор сприяє більш активному росту трав та розвитку їхньої кореневої системи, а також підвищує

стійкість рослин до посухи [7, 8]. Ефективність внесення добрив залежить від наявності дефіцитних елементів у ґрунті. На суходільних луках з дерново-підзолистими ґрунтами ефективність фосфорно-калійних добрив може бути нижчою [4].

Таким чином, використання добрив є необхідним елементом для створення та утримання високопродуктивних культурних та природних лучних травостоїв, зокрема конюшино-тимофіївкового. Без внесення добрив неможливе підвищення продуктивності травостою при їх частому використанні на початкових етапах росту.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Дослідження проводилися протягом 2022–2023 років на дослідному полігоні Ботанічного саду Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Ґрунти дослідної ділянки належать до дерново-підзолистого поверхне-оглеєного типу і характеризуються як важкоглинисті з крупнопилуватою структурою. Ґрунт має глибокий гумусовий горизонт (45 см) та такі показники: кислотність (рН – 4,7), вміст гумусу (%) – 2,75, а також забезпеченість ґрунту (мг/кг): азотом – 79,0, фосфором – 46,0, калієм – 99,0.

Характер клімату визначається як помірно-континентальний. Згідно з даними Івано-Франківської метеостанції, середня багаторічна сума температур коливається в межах 2200–2500 °С. Виявлено, що протягом 2023 року спостерігався високий рівень теплового режиму та вологості. Важливо зазначити, що протягом усіх місяців, що розглядалися, температура та вологість перевищували звичайні показники. Особливо високі температури зафіксовані у липні, серпні та вересні. Середня температура протягом вегетаційного періоду склала 17,8 °С порівняно з середньорічною температурою в 16,5 °С, що на +1,3 °С вище від звичайного рівня. Аналізуючи опади протягом вегетаційного періоду 2023 року, можна зауважити, що у весняно-літній період їх кількість перевищувала середньо багаторічну норму.

Дослідженнями вивчалися шість варіантів удобрення, за контроль взято варіант без добрив (обробка водою), $N_{30}P_{30}K_{30}$, БЛЕК ДЖЕК КС, Інтермаг Титан, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан (табл. 1).

Таблиця 1

Схема дослідю

Конюшина лучна, 10 + тимофіївка лучна, 8	Контроль (без добрив, обробка водою) $N_{30}P_{30}K_{30}$ БЛЕК ДЖЕК КС Інтермаг Титан $N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан
--	--

Площа посівних ділянок склала 10 м², в той час як облікові ділянки мали площу 8 м². Дослід проводився в трьохкратній повтornості з чотирма різними варіантами. Весною мінеральні добрива (аміачна селітра, гранульований суперфосфат та калій магнію) вносили поверхнево. У першій декаді травня ділянки були засіяні конюшиною лучною та тимофіївкою лучною. Урожайність облікових ділянок визначали за методикою Інституту кормів НААН за допомогою поділяночно-вагового методу [3]. Вміст абсолютної сухої речовини визначали шляхом висушування рослинних зразків у термостаті при

температурі 100–105 °С (відповідно до ДСТУ ISO 6497:2005). Видовий і ботанічний склад, структуру врожаю і щільність травостою визначали методом відбору проби зеленої маси з ділянок кожного варіанта розміром 0,25 м² із першого та третього повторення, розділеного на три ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, різнотрав'я (відповідно до ДСТУ 6017:2008).

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Один із ключових біометричних показників, який в певній мірі визначає врожайність сіножатей є висота травостою, яка впливає на встановлення фази укісної стиглості і відображається на загальній врожайності травосумішки. Встановлено, що висота як тимофіївки лучної так і конюшини лучної залежала від рівня удобрення. Під час першого укусу та на травостоях без внесення добрив висота конюшини лучної становила 61 см, тоді як тимофіївка лучна мала висоту 43 см. Використання мінеральних добрив за нормою N₃₀P₃₀K₃₀ призвело до збільшення лінійного росту конюшини та тимофіївки на 4 і 3 см відповідно. Найвищі рослини були на варіанті з внесенням добрива N₃₀P₃₀K₃₀ + БЛЕК ДЖЕК КС, де висота конюшини склала 77 см, а тимофіївки – 49 см відповідно.

Один з ключових показників стану рослинного покриву на кормовому угідді, пов'язаний із активністю утворення пагонів, – це його густина. [10]. Цей аспект передусім залежить від стану складових травостою, їхньої конкурентоспроможності та здатності до поглинання поживних речовин з ґрунту. Інтенсивність утворення пагонів впливає на розвиток кореневої системи, спроможність споживання поживних речовин з ґрунту та формування вегетативної маси [16].

Кількість пагонів конюшини лучної в бобово-злаковому травостої на різних агрофонах коливалась від 557 до 614 на м². Сумарна кількість пагонів тимофіївки лучної, незалежно від добрив у конюшино-тимофіївковому травостої, становила від 721 до 769 на м². Внесення мінеральних добрив призвело до незначного збільшення кількості пагонів конюшини лучної на 8 %. Формування агроценозів багаторічних трав визначається їхнім ботанічним складом, щільністю травостою та змінами, які вони пройшли під час укусів та використання протягом років.

Згідно з результатами досліджень, на конюшино-тимофіївковому агрофітоценозі виявлено, що частка конюшини лучної коливалась від 42,0 до 45,5 %, тимофіївки лучної – від 46,9 до 49,3 %, а кількість різнотрав'я становила 7,8–8,7 % відповідно (рис. 1).

Під впливом внесення мінеральних добрив питома вага конюшини лучної у травостої зросла до 45,5 % на варіанті з внесенням добрива БЛЕК ДЖЕК КС за рахунок зменшення частки тимофіївки лучної. Для досягнення високої покривності травостоїв важливим є додаткове внесення мінерального азоту на тлі використання фосфорних і калійних добрив. Азотні добрива сприяють швидкому з'явленню нових листків, збільшенню їх поверхні для асиміляції та тривалішому життєвому циклу рослин. Збільшення листової поверхні призводить до максимального накопичення сухої маси врожаю та значного покращення характеристик кормової зеленої маси та сіна.

Вихід сухої речовини сумішки змінювався залежно від рівня удобрення. Збір сухої маси сіяного травостою коливався залежно від рівня удобрення в середньому за два роки у межах 6,5 до 8,0 т/га сухої маси.

За результатами досліджень встановлено, що найвищий врожай був на варіанті, де застосовувалося добриво БЛЕК ДЖЕК КС + N₃₀P₃₀K₃₀, досягаючи 8,0 т/га сухої маси (рис. 2).

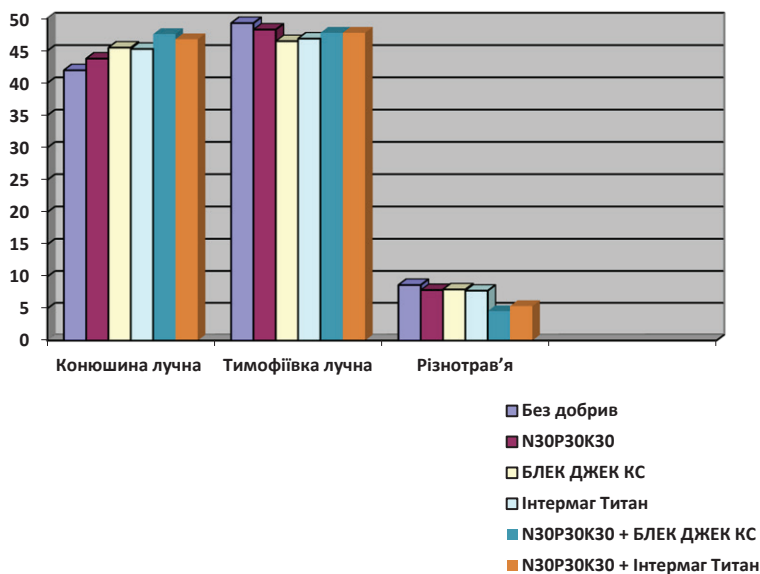


Рис. 1. Ботанічний склад травосумішки, %

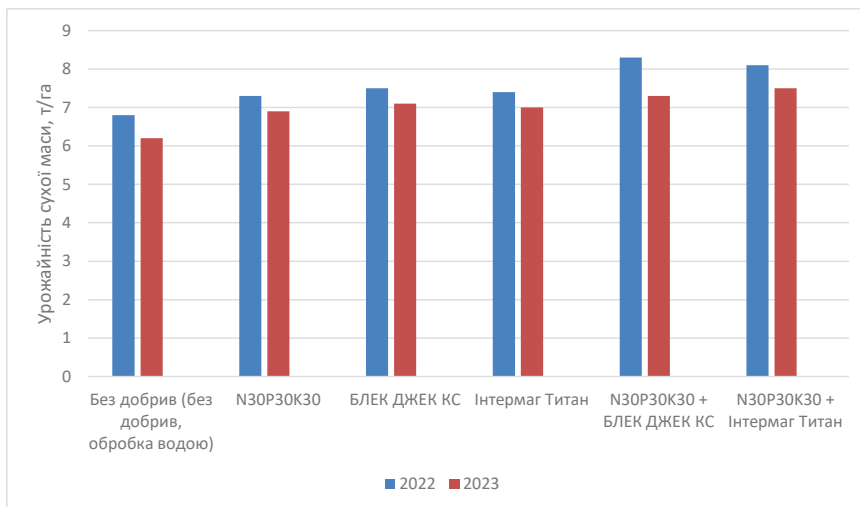


Рис. 2. Урожайність травосумішки в залежності від удобрення, т/га сухої маси

На контролі урожайність травосумішки в 2022 році становила 6,8 т/га сухої маси, за внесення мінерального добрива в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ вона зросла на 0,5 т/га сухої маси, в 2023 році вона була трохи нижчою і становила від 6,2 до 7,7 т/га сухої маси.

Висновки. Визначено, що внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ призвело до збільшення лінійного росту конюшини та тимофіївки на 4 і 3 см відповідно. Найвищі рослини спостерігалися на варіанті з внесенням добрива

$N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС, де висота конюшини становила 77 см, а тимофіївки – 49 см. Кількість пагонів бобового компоненту у травосумішці коливалась від 557 до 614 штук на m^2 . Процент висіву культур був високим і змінювався залежно від внесених добрив, коливаючись від 90,3 до 96,0 %. Відсоткове співвідношення між конюшиною та тимофіївкою коливалося від 45,7 до 49,3 %.

У середньому врожайність сухої маси агроценозу становила від 6,5 до 8,0 т/га. Найвищий врожай (8,0 т/га) був зафіксований на варіанті з внесенням препарату $N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Huyghe C., De Vlieghe A., Golinski P. European grasslands overview: Temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. V. 19. P. 29–40.
2. Weggler K., Thumm U., Elsaesser M. Development of Legumes After Reseeding in Permanent Grassland, as Affected by Nitrogen Fertilizer Applications. *Agriculture*. 2019. V. 9. Is. 10. 207. URL: <https://www.mdpi.com/2077-0472/9/10/207> (last accessed: 20.09.2021)
3. Бабич А.О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 87 с.
4. Бегей С.С., Карасевич Н.В. Агротехнічні заходи з підвищення сталості агросистем Передкарпаття. *Вісник аграрної науки*. 2023, №3 (840). С 71–76.
5. Давидюк М.Ф., Белаш В.А., Кочик Г.М. Створення високопродуктивних сінокосів за ресурсоощадливою технологією. *Корми і кормовиробництво*. 2001. Вип. 47. С. 207–210.
6. Демидась Г. І., Демцюра Ю. В. Формування щільності сіяних агрофітоценозів залежно від видового складу багаторічних трав та рівня їх удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. С. 45–47.
7. Демидась Г.І., Пророченко С.С. Ботанічний склад та особливості формування люцерно-злакового травостою залежно від удобрення в умовах Правобережного Лісостепу. *Миронівський вісник*. 2018. № 7. С. 123–134.
8. Демидась Г.І., Пророченко С.С., Свистунова І.В. Поживна цінність та енергоємність корму люцерно-злакових травосумішок залежно від технологічних факторів вирощування. *Рослинництво та ґрунтознавство*, 2019. № 1. С. 13–21.
9. Карасевич В.В. Вплив удобрення на продуктивність конюшино-тимофіївкової сумішки в умовах Передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Вип. 74 (1). 2023. С. 50–62.
10. Карасевич Н.В. Формування сіяного фітоценозу залежно від компонентного складу травосумішей. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71/1. С. 96–109.
11. Ковтун К.П., Ящук Т.С., Дутка Г.П., Сенік І.І., Ящук Т.В. Динаміка ботанічного складу різностигаючих фітоценозів залежно від удобрення та режимів використання. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2009. Т. 11, №3(42), ч. 2. С. 261–265.
12. Кургак В.Г., Карбівська У.М. Особливості формування бобово-злакових агрофітоценозів на дерново-підзолистих ґрунтах Прикарпаття України. *Корми і кормовиробництво*. 2020. № 89. С. 121–133. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-12
13. Кургак В.Г., Малиновська І.М., Карбівська У.М. Особливості формування продуктивності різновидових бобово-злакових лучних агрофітоценозів в умовах Прикарпаття. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»*. Київ : Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. Вип. 1(98). С. 151–171.
14. Марцінко Т.І. Вплив удобрення на продуктивність та ботаніко-господарський склад сіяних лучних агроценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (1). С. 135–145.

15. Марцінко Т.І. Формування сіяних лучних фітоценозів Передкарпаття залежно від удобрення. Вісник аграрної науки. 2023. №3 (840). С. 35–38.
 16. Молдован В.Г., Молдован Ж.А. Технологія вирощування багаторічних травосумішок на еродованих ґрунтах західного Лісостепу. *Землеробство*. 2011. Вип. 83. С. 35–40.
 17. Ярмолюк М.Т. та ін. Агроєкобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів. Львів, 2013. 304 с.
-

УДК 636.4.087.09:616.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.46>

ВПЛИВ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ «LIPTOTRAN L» НА ПОВЕДІНКУ І СТУПІНЬ ПОШКОДЖЕННЯ ШКІРИ У СВИНЕЙ

Коробань М.П. – аспірантка кафедри технологій у птахівництві, свинарстві та вівчарстві,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Лихач В.Я. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри технологій у птахівництві, свинарстві та вівчарстві,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кормові добавки рослинного походження знайшли широке застосування у галузі свинарства з метою їх нутрицевтичної, пробіотичної, імуномодуючої дії на організм, що узгоджується з принципами благополуччя у тваринництві. Разом з тим, фітогенні інгредієнти таких кормових добавок зменшують тривожний емоційний стан тварин під час технологічних стресів, суттєво знижують агресивну та шкідливу соціальну поведінку свиней в групах і, як наслідок, позитивно впливають на стан туш після забою.

У статті представлено результати впливу рідкої кормової добавки «LIPTOTRAN L» на поведінку свиней різних вагових кондицій і пошкоджень шкіри як у живих тварин, так і в тушах. Експериментальні дослідження проведено впродовж 2023 року в умовах СВК «Агрофірма «Міг-Сервіс-Агро» Миколаївської області. Для науково-господарського дослідження використано 120 голів молодняку свиней поєднання ♀ (ВБ × Л) × ♂ Maxter, котрі відгодювалися до живої маси 100 кг і 120 кг. Правила поводження з тваринами в експериментах відповідали європейському законодавству про захист тварин та їх комфорт, які утримуються на фермах.

На підставі результатів досліджень встановлено, що використання кормової добавки «Liptotran L» при досягненні живої маси 100 кг збільшує на 66,9 хв ($p < 0,001$) відпочинок свиней, на 79,2 хв ($p < 0,001$) знижує їх рухливість й скорочує час, що тварини витрачають на бійки, сутички, зіткнення напади і укуси на 101,9 хв ($p < 0,001$). При досягненні 120 кг живої маси випадки агресивної та шкідливої соціальної поведінки знизилися з 24,3 до 12,5 та з 13,6 до 8,6, відповідно у тварин II дослідної групи. За результатами прижиттєвого обстеження пошкоджень шкіри теж прослідковується позитивний вплив рослинної добавки «Liptotran L», оскільки пошкодження шкіри за градаціями «3» і «2», що наносять значний економічний збиток переробній галузі, у свиней за досягнення живої маси 100 кг – не виявлено, а 120 кг – кількість тварин, котрі мали пошкодження шкіри «2» градації знизилася від 33,0% до 6,7%, «3» градації не зафіксовано, на відміну від аналогів контрольної групи. Очевидно, що пошкодження, котрі стають видимими для експерта найкраще можна візуалізувати після забою тварин на тушах, а їх оцінка відображає випадки небажаної внутрішньогрупової агресії між живими тваринами. Встановлено, що за передзабійної маси 100 кг туш тварин з пошкодженнями шкіри градації «3» і «2» не виявлено, а за 120 кг – 3,4% туш віднесені до «2» градації при оцінці стану шкіри за використання досліджуваної кормової добавки.

Ключові слова: свині, технологія, кормова добавка, відгодівельний молодняк, поведінка, шкіра, туша, кондиція.

Koroban M.P., Lykhach V.Ya. Influence of the food additive “LIPTOTRAN L” on the behaviour and degree of damage skin in pigs

Feed additives of plant origin have been widely used in the pig industry for their nutraceutical, probiotic, immunomodulatory effects on the body, which is consistent with the principles of animal welfare. At the same time, the phytogetic ingredients of such feed additives reduce the anxious emotional state of animals during technological stress, significantly reduce aggressive and harmful social behavior of pigs in groups and, as a result, have a positive effect on the condition of carcasses after slaughter.

The article presents the results of the influence of the liquid feed additive «LIPTOTRAN L» on the behaviour of pigs of different weight conditions and skin damage both in live animals and in carcasses. Experimental studies were conducted during 2023 in the conditions of the agricultural enterprise «Agrofirm «Mig-Service-Agro» Mykolaiv region. For the experiment, 120 heads of young pigs of the combination ♀ (BW × L) × ♂ Maxter were used, who were fed to a live weight of 100 kg and 120 kg. The rules for handling animals in the experiments complied with European legislation on the protection of animals and their comfort kept on farms.

Based on the results of the research, it was found that the use of the feed additive «LIPTOTRAN L» when reaching a live weight of 100 kg increases by 66.9 minutes ($p < 0.001$) the rest of pigs, reduces their activity by 79.2 minutes ($p < 0.001$) and reduces the time spent by animals on fights, clashes, attacks and bites by 101.9 minutes ($p < 0.001$). Upon reaching 120 kg of live weight, the incidence of aggressive and harmful social behaviour decreased from 24.3 to 12.5 and from 13.6 to 8.6, respectively, in animals of the second experimental group. According to the results of the damage skin, the positive effect of the herbal supplement «LIPTOTRAN L» can also be traced, since skin lesions of grades «3» and «2», which cause significant economic damage to the processing industry, were not detected in pigs when they reached a live weight of 100 kg, and 120 kg – the number of animals with skin damages of grade «2» decreased from 33.0% to 6.7%, grade «3» was not recorded, unlike the analogues of the control group. Obviously, the damage that becomes visible to the expert can best be visualized after slaughtering animals on carcasses, and their assessment reflects cases of undesirable intragroup aggression between living animals. It was found that at a pre-slaughter weight of 100 kg, no carcasses with skin lesions of grades «3» and «2» were found, and at 120 kg – 3.4% of carcasses were classified as «2» when assessing the condition of the skin using the studied feed additive.

Key words: pigs, technology, feed additive, fattening young animals, behavior, skin, carcass, condition.

Постановка проблеми. Світова ком'юніті у зацікавленості принципам благополуччя і гуманного поводження з тваринами викликала потребу в удосконаленні технологічних стратегій у свинарстві на всіх етапах його виробництва [5, 6, 10, 23]. Важливим ресурсом для досягнення даної мети є використання фітоекстрактів і активних рослинних інгредієнтів, котрі можуть застосовуватися у вигляді варіативних кормових добавок на різних стадіях виробничого циклу, а також під час передзабійних маніпуляцій [26] для зниження випадків небажаної поведінки між тваринами, відволікаючи їх і, таким чином, запобігаючи високому рівню стресу [27–28]. У зв'язку з цим, такого виду екстракти були запропоновані, як кормові інгредієнти або добавки до води через їхню нутрицевтичну, пробіотичну та імуномодулюючу дію на якість кінцевого продукту [19].

У свиней достатньо чітко виражена соціальна і дослідницька поведінка, що дозволяє задовольняти їх біологічні потреби [22]. У випадку, коли тварини не здатні проявляти зазначені види природної поведінки, тоді свині схильні агресивно реагувати на інших ровесників групи у вигляді бійок, сутичок, зіткнень, що призводить до уражень шкіри, травм, зниження якості забійної продукції тощо. На думку *Barton Gade P.* [7] агресія призводить до підвищеної частоти неприйнятних рівнів пошкоджень шкіри, оскільки під час бійки свині, як правило, націлені на голову, шию і вуха. Проте *Geverink N. A., Engel B., Lambooij E., Wiegant V. M.* [20] вважають, що зазвичай пошкодження шкіри в задній частині спостерігається менше, ніж пошкодження шкіри в передній та середній частинах туші. Як стверджує *Faucitano L.* [18], типовими поведінковими реакціями свиней перед забоем є агресивність або втеча, що є результатом вираження складної соціальної взаємодії між тваринами. Такий зв'язок ускладнює поводження зі свинями та спричиняє наявність плям, збільшення кількості розривів на шкірі, особливо на плечах, попереку та окостях, що є серйозною економічною проблемою для переробної промисловості, оскільки це погіршує зовнішній

вигляд туші, знижує її оцінку на 6%. Крім того, необхідність видаляти зіпсовані тканини знижує швидкість процесу обвалювання туш і призводить до додаткових витрат через збільшення кількості персоналу. За умови присутності на м'ясній сировині гематом чи пошкоджень таке м'ясо може бути використане для виробництва продуктів з меншою вартістю та нижчою маржою прибутку. Наприклад, у Франції шпик і шинка з синцями можуть бути знецінені на $\frac{1}{3}$ і $\frac{1}{2}$ ціни, відповідно [12], тоді як в Італії шинка з синцями вибраковується з лінії виробництва високоякісної пармської шинки [17]. Згідно повідомлень цього ж автора [17] лише синці призводять до втрати вартості однієї туші на 0,08 американських доларів, що становить понад 48 млн американських доларів щорічних втрат від обвалювання.

Аналіз доступного літературного пошуку свідчить, що в Україні, на жаль, у зв'язку з воєнними діями внаслідок вторгнення країни-агресорки, наявність пошкоджень забійної сировини достатньо часто переробні підприємства розглядають як другорядну проблему, котру можливо вирішити шляхом видалення пошкодженої частини. Однак, варто враховувати пов'язаний з цим вплив на показники якості м'яса, які залежать, як наслідок, від низки факторів: годівля, передзабійне утримання свиней, вік, порода, вагова кондиція тощо.

Підсумовуючи викладений матеріал зазначаємо, що для отримання якісної м'ясної сировини виникає необхідність розглянути можливість застосування стрескоректуючих рослинних кормових добавок на водній основі задля зниження агресивної та шкідливої соціальної поведінки свиней на відгодівлі і, як наслідок, зменшення кількості неприйнятних рівнів пошкоджень шкіри туш.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження з використання стрескоректуючих кормових добавок для свиней здебільшого стосуються змішаних екстрактів рослин (наприклад, розмарину, шавлії, лаванди, валеріани, пасифлори, меліси лікарської), які вводять перорально до чи під час певних стресових подій. Так, *Peeters E., Driessen B., Steegmans R., Henot D., Geers R.* [25] встановили, що комерційний рослинний продукт, що містив валеріану лікарську та пасифлору інкарнату, який вводили в питну воду перед транспортуванням, чинив заспокійливу дію на свиней. У свою чергу, *Casal N., Manteca X., Escribano D., Cerón J.J., Fàbrega E.* [11] додавши цей самий фітоестрогенний продукт до корму свиням помітили їх збільшення маси тіла та зниження рівня кортизолу, що переконливо свідчить про зниження стресового навантаження на піддослідних тварин. Аналогічним чином, *Pastorelli G., Faustini M., Luzi F., Redaelli V., Turin L.* [24] годували свиней порошковим екстрактом *Passiflora incarnata* і припустили, що заспокійливий й протитривожний ефект цього рослинного екстракту призводить до поліпшення самопочуття тварин, зменшуються пошкодження шкіри, стабілізується поведінка і температура тіла.

У проведених дослідженнях *Bradshaw R.H., Marchant J.N., Meredith M.J., Broom D.M.* [9] виявлено, що лавандова солома надавалася свиням у якості підстилкового матеріалу під час транспортування, у результаті чого свині були активнішими, але виявляли менші ознаки агресивних маніпуляцій, порівняно з підстилкою з пшеничної соломи. На підставі проведеного експерименту *Direksin K., Nopwinyoowong S., Seesupa S.* [16] припустили, що запах лаванди протягом 4 годин після транспортування не був ефективним для запобігання агресивній поведінці, але, ймовірно, давав змогу більш ранньому встановленню ієрархії, що дозволило свиням раніше адаптуватися до нового середовища, порівняно з контрольною групою. Група вчених [15] протестували використання аромату лаванди у якості

збагачення навколишнього середовища під час транспортування. Їхні результати показали, що свині виявляли підвищену зацікавленість дотягнутися і дослідити пакетики з лавандою, які звисали з боків причепа, а тому більше часу витрачали на такі поведінкові акти, як стояння і сидіння, що призвело до однакового рівня уражень на тілі. Отже, про користь ароматерапії екстрактом лаванди під час транспортування не повідомлялося.

Мета досліджень – аналіз впливу рідкої кормової добавки «*LIPTOTRAN L*» на поведінку свиней різних вагових кондицій і пошкоджень шкіри як у живих тварин, так і в тушах.

Матеріал та методика дослідження. Експериментальні дослідження проведено впродовж 2023 року в умовах СВК «Агрофірма «Миг-Сервіс-Агро» Миколаївської області. Для науково-господарського досліду використано 120 голів молодняка свиней поєднання ♀ (ВБ × Л) × ♂ Maxter, котрі відгодовувалися до живої маси 100 кг і 120 кг. Параметри мікроклімату під час утримання свиней на відгодівлі відповідали ВНТП-АПК – 02.05 «Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)» [2]. Умови годівлі, напування, утримання, догляду, профілактики та лікування відповідали європейському законодавству щодо захисту тварин та їх комфорту (Директива Ради 2008/120/ЄС «Про встановлення мінімальних стандартів захисту свиней» від 18 грудня 2008 р. [13]), (Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/63/ЄС «Про захист тварин, що використовуються в наукових цілях» від 22 вересня 2010 р. [14]) та Наказу Мінекономіки України «Про затвердження Вимог щодо забезпечення добробуту сільськогосподарських тварин під час їх утримання» від 18 лютого 2021 р. [4]. Поводження з свинями на відгодівлі в експерименті повністю відповідало вимогам біоетичних стандартів належного поводження з тваринами, схваленого Біоетичною комісією Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Для проведення експерименту згідно загальноприйнятих методик [3] свиней розділено на 2 групи: I – контрольна група без використання рідкої кормової добавки «*LIPTOTRAN L*», II – дослідна група використовували рідку кормову добавку «*LIPTOTRAN L*» (*Lipidos Toledo S.A., Liptosa*, Іспанія, постачальник ТОВ «Компанія «Агротрейдхім», Україна (реєстраційне посвідчення АА-08631-04-19 від 06.08.2019 р.) вводили до системи водопостачання за допомогою медікатору «*Dozatron*» у дозі 1 л на 1000 л питної води у період відгодівлі і передзабійної голодної витримки.

Склад 1 кг рідкої кормової добавки «*LIPTOTRAN L*» містить наступні активні компоненти (%): магнію хлорид – 1,00; натрію хлорид – 0,50; пропіленгліколь – 1,50; кислота пропіонова – 1,60; амонію пропіонат – 0,32; ароматизатори (ешольція каліфорнійська, валеріана і меліса лікарська) – 5,0; допоміжна речовина (вода) – до 100% [21].

Протягом експерименту проведено хронометраж поведінкових актів свиней піддослідних груп на відгодівлі до живої маси 100 кг і 120 кг шляхом відеоспостереження за допомогою відеореєстраторів «*Boblov KJ21*» (із роздільною здатністю 1280×720 (HD), 1920×1080 (Full HD)), об'єктивом з кутом огляду 170° та форматом запису за датчиком руху й нічним підсвічуванням [3].

Візуальні та відеоспостереження за тваринами проводили з 7⁰⁰ год ранку до 7⁰⁰ год ранку наступної доби протягом трьох суміжних діб із визначенням тривалості (у хвиликах) поведінкових актів – відпочинок, приймання корму та води, рух, агресивні дії (бійки, сучки, зіткнення, укуси). Під час візуального

спостереження кількості бійок, сутичок та зіткнень між особинами протягом усього періоду їх відгодівлі до різних вагових кондицій розрахований індекс агресивності за формулою:

$$IA = \Delta T / T \times 100\%$$

де, IA – індекс агресивності, %; ΔT – час досліджуваного показника поведінки; T – загальний час спостережень.

Протягом експерименту свиней, призначених на забій маркували аерозольним олівцем на спині, щоб забезпечити подальшу ідентифікацію на бійні. Свиней не годували за 12 годин до завантаження, проте давали воду без обмежень згідно умов досліду. Перед оцінкою ураження шкіри, тварин обмивали в загонах прибуття для очищення і поліпшення теплового комфорту. Після оцінки ураження шкіри тварин кожної групи поміщали до передзабійного приміщення. Забійні операції проводилися відповідно до загальноприйнятих правил, з урахуванням технологічних процесів і вимог щодо забезпечення благополуччя тварин. Далі свині були доставлені в зону оглушення за допомогою пластикових дошок і піддавалися електричному оглушенню.

Пошкодження шкіри на живих свинях оцінювали в чотирьох ділянках тіла: голова і вуха, передня, середня та задня частини. Оцінка шкіри на тушах проводили в трьох точках окремо: передня, середня та задня чверті. Обстеження стану шкіри живих тварин і туш здійснювалося за чотирибальною шкалою згідно методики *Barton-Gade P., Blaabjerg L., Christensen L.* [8], де: 0 – відсутні або присутні незначні поверхневі пошкодження; 1 – присутні деякі поверхневі пошкодження, чітко виражені або існують три короткі (2–3 см) і глибокі; 2 – чітко виражені глибокі чи довгі пошкодження (> 3 см), включаючи багато поверхневих пошкоджень або кругові ділянки; 3 – присутні значні глибокі пошкодження.

Експериментальні дані оброблені методом варіаційної статистики із використанням комп'ютерної техніки та пакетів прикладного програмного забезпечення *MS Excel 2000* та *Statistica V.5.5.* [1].

Виклад основного матеріалу дослідження. Велике значення для благополуччя свиней з метою мінімізації технологічного стресу має застосування рідких форм рослинних кормових добавок, що гармонізують їх адекватну відповідь на дію стрес фактора, формуючи стресостійкість, стабілізують їх внутрішньогрупову ієрархію та суттєво знижують агресивну поведінку. Проведений аналіз впливу водорозчинної кормової добавки «*LIPTOTRAN L*» на поведінку свиней у період відгодівлі до живої маси 100 кг і 120 кг свідчить, що візуалізовано зміну основних поведінкових актів тварин контрольної та дослідної групи.

Варто відзначити, що тварини II дослідної групи, які разом з водою приймали рослинну кормову добавку «*LIPTOTRAN L*» при досягненні живої маси 100 кг характеризувалися на 66,9 хв вірогідно більшою тривалістю періоду відпочинку ($p < 0,001$) у порівнянні із аналогами контрольної групи, меншою на 79,2 хв ($p < 0,001$) рухливістю і, відповідно, меншою агресивністю на 101,9 хв ($p < 0,001$), що супроводжувалося зменшенням тривалості бійок, сутичок, зіткнень, нападів та укусів (рис. 1).

Встановлено, що у свиней II дослідної групи при відгодівлі до живої маси 100 кг на 22,6 разів знизилася випадки внутрішньогрупової агресії (кількість бійок, сутичок, зіткнень) ($p < 0,001$), а випадків шкідливої соціальної поведінки у вигляді укусів – зменшилося на 9,9 разів ($p < 0,001$), відповідно, рівень агресивності знизився на 7,2%, порівняно з ровесниками I контрольної групи.

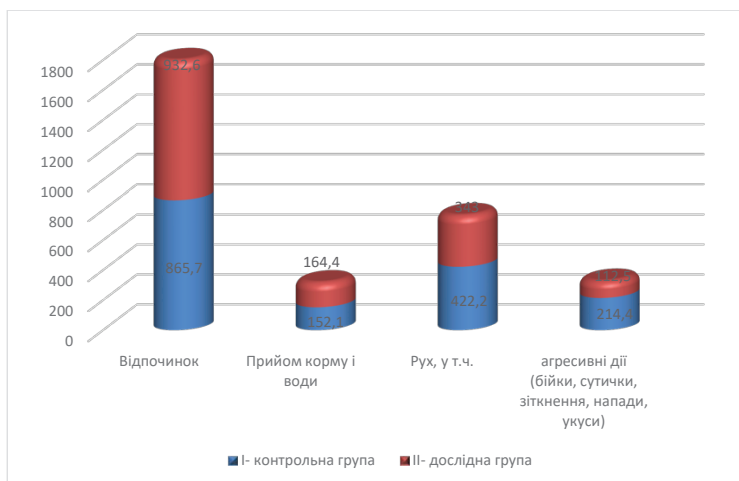


Рис. 1. Вплив водорозчинної кормової добавки «LIPTOTRAN L» на тривалість поведінкових актів (хв) свиней при відгодівлі до живої маси 100 кг

Джерело: авторські розрахунки.

При досягненні піддослідних тварин 120 кг живої ваги, показники поведінки суттєво відрізнялися від попередніх етологічних актів (рис. 2). У результаті експерименту зафіксовано збільшення періоду відпочинку, що є притаманним для свиней як за віком, так і за живою масою. Зазначаємо, що найбільше часу припадало на вказаний поведінковий акт (відпочинку) тваринами II дослідної групи – 1084,4 хв, що на 99,5 хв вірогідно ($p < 0,001$) більше за свиней I контрольної групи.

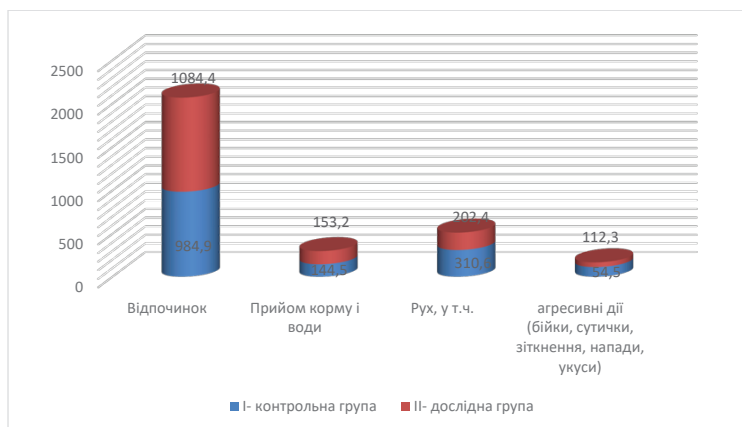


Рис. 2. Вплив водорозчинної кормової добавки «LIPTOTRAN L» на тривалість поведінкових актів (хв) свиней при відгодівлі до живої маси 120 кг

Джерело: авторські розрахунки.

Відносно агресивної поведінки, зазначаємо, що у порівнянні з попереднім ваговим періодом бійки, сутички, зіткнення й напади мають місце,

проте лише у якості оборонного характеру. Найменший час було зафіксовано у тварин II дослідної групи – $54,5 \pm 2,65$ хв. У тварин I контрольної групи протягом відгодівлі до живої маси 120 кг було зареєстровано 24,3 випадки ($p < 0,001$) бійок, сутичок, зіткнень, нападів, тоді як серед свиней, що мали можливість споживати рослинну добавку «LIPTOTRAN L» зареєстровано 12,5 випадків. Кількість укусів візуалізовано у цю вагову кондицію для свиней I контрольної групи – 13,6 разів ($p < 0,001$), проти 8,6 разів для свиней II дослідної групи. Відповідно індекс агресивності зафіксовано у тварин I контрольної групи – 7,7%, а за рахунок уведення добавки «LIPTOTRAN L» – зменшився до 3,8% у тварин II дослідної групи.

У результаті обстеження стану шкіри та її оцінки варто зазначити, що на живій тварині іноді складно візуалізувати і виявити невеликі пошкодження шкіри, особливо у випадку її забруднення. На рис. 3 зображено обстеження стану шкіри живих свиней внаслідок агресивної і шкідливої соціальної поведінки при передзабійній масі 100 кг.

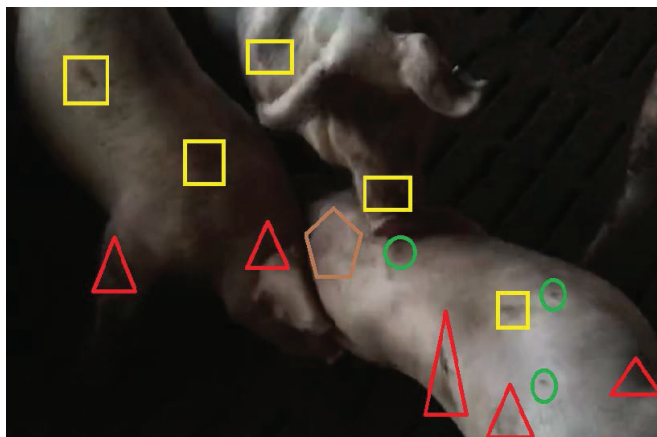


Рис. 3. Обстеження стану шкіри живих свиней при передзабійній масі 100 кг

Примітки: ○ 0 – відсутні або присутні незначні поверхневі пошкодження;
 □ 1 – присутні деякі поверхневі пошкодження, чітко виражені або існують три короткі (2–3 см) і глибокі;
 △ 2 – чітко виражені глибокі чи довгі пошкодження (> 3 см), включаючи багато поверхневих пошкоджень або кругові ділянки;
 ⬠ 3 – присутні значні глибокі пошкодження.

Джерело: авторські фото і розрахунки.

Оцінка пошкоджень шкіри живих свиней при передзабійній масі 100 кг свідчить, що до градації «0» за пошкодженнями шкіри віднесено відгодівельних свиней I контрольної групи – 36,6%, а II дослідної групи – 80%. На частку пошкодження шкіри за градацією «1» до I контрольної групи віднесено 36,6% оцінених тварин, а II дослідної групи – 20%. Градація «2» і «3» оцінки пошкодження шкіри не виявлені у II дослідній групі, чого не можна сказати за аналогів I контрольної де їх відсоткове значення складало 20,0% і 6,8%, відповідно.

На рис. 4 зображено обстеження стану шкіри живих свиней внаслідок агресивної і шкідливої соціальної поведінки при передзабійній масі 120 кг.

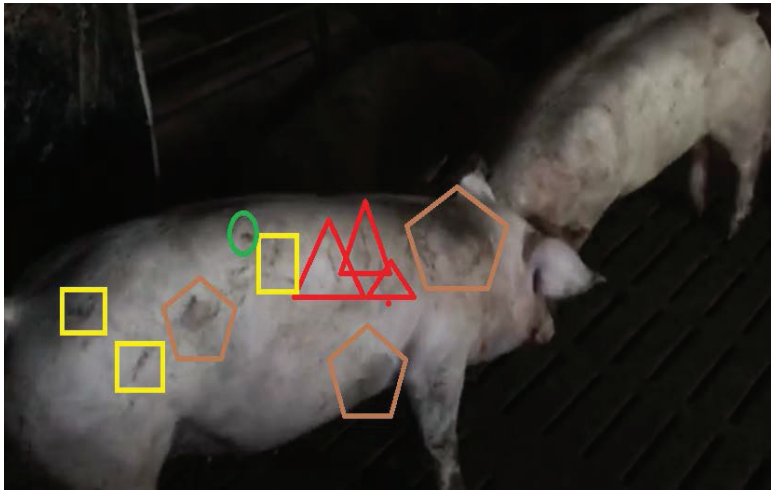


Рис. 4. Обстеження стану шкіри живих свиней при передзабійній масі 120 кг

Примітки: ○ 0 – відсутні або присутні незначні поверхневі пошкодження;
 □ 1 – присутні деякі поверхневі пошкодження, чітко виражені або існують три короткі (2–3 см) і глибокі; △ 2 – чітко виражені глибокі чи довгі пошкодження (> 3 см), включаючи багато поверхневих пошкоджень або кругові ділянки;
 ⬠ 3 – присутні значні глибокі пошкодження.

Джерело: авторські фото і розрахунки.

Зазначасмо, що бійки, зіткнення, сутички, напади, укуси відбуваються в основному при змішуванні свиней, сумісному вирощуванні різних соціальних класів тварин для встановлення ієрархічного положення в групі, або на бійні і відображаються у збільшенні кількості пошкоджень шкіри під час завантаження та розвантаження на переробному підприємстві. Проте, за умови використання стректоректуючої добавки, у нашому випадку водорозчинної кормової добавки на основі рослинних екстрактів, можна суттєво знизити рівень агресивної та шкідливої соціальної поведінки свиней і, як наслідок, уникнути небажаної внутрішньогрупової ієрархії. На підставі проведеної оцінки пошкоджень шкіри живих свиней при передзабійній масі 120 кг встановлено, що до градації «0» за пошкодженнями шкіри віднесено відгодівельних свиней I контрольної групи – 20,0%, а II дослідної групи – 53,3%. На частку пошкодження шкіри за градацією «1» до I контрольної групи віднесено 33,0% оцінених тварин, а II дослідної групи – 40%. Градація «2» зафіксована у тварин I контрольної групи – 33,0%, II дослідної – 6,7%. На жаль, мусимо констатувати, що, очевидно, при некоректних технологічних операцій при завантаженні і розвантаженні свиней на бійню, а також тривожним емоційним станом тварин I контрольної групи зафіксовано збільшення значних глибоких пошкоджень шкіри – 14,0%, що відповідає «3» градації оцінці пошкодження шкіри.

Пошкодження, які можна побачити на живій тварині можна виявити і на туші. Крім того, пошкодження, оцінені на туші залишаються видимими на наступний день після забою, навіть якщо найдрібніші можуть бути не такими чіткими, як свіжі пошкодження. У зв'язку з цим, пошкодження не зникають на шкірі у процесі забою, охолодження, а оцінка туші відображає випадки небажаної внутрішньогрупової агресії живих свиней.

На підставі проведеної оцінки пошкодження шкіри на тушах забитих свиней при передзабійній масі 100 кг виявлено, що при такій ваговій кондиції у тварин I контрольної групи: 3,3% – віднесено до «3» градації із значними глибокими пошкодженнями шкіри; 50,0%, відповідно оцінки, віднесено до «2» градації, де на шкірі чітко виражені глибокі чи довгі пошкодження (> 3 см), включаючи багато поверхневих пошкоджень або кругові ділянки; 46,7% – належать до градації «1» й на шкірі присутні деякі поверхневі пошкодження, чітко виражені або існують три короткі (2–3 см) і глибокі (рис. 5). Стосовно тварин, котрі споживали разом з водою кормову добавку «LIPTOTRAN L» (II дослідна група), то крім градацій «0» і «1», до яких потрапило, відповідно, 73,3% і 26,7% забитих туш, решта не виявлено.

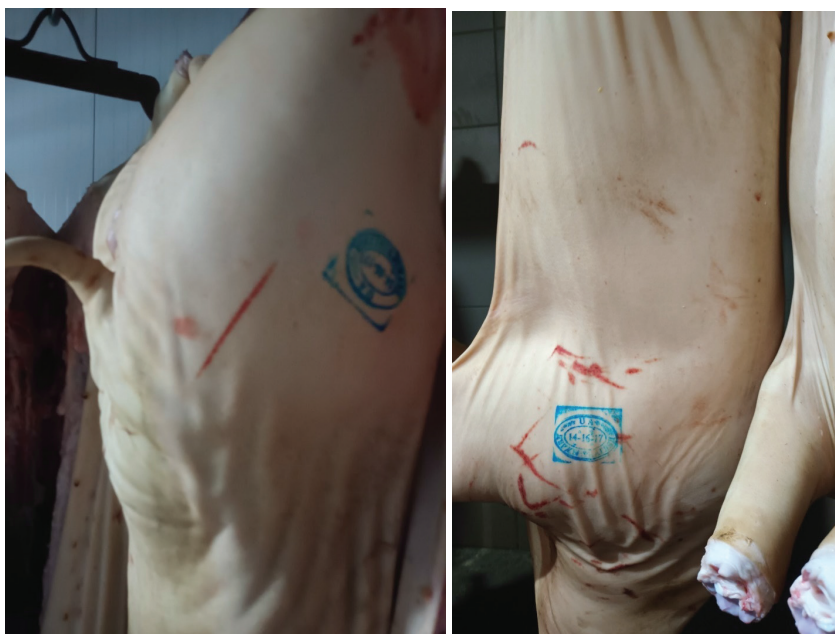


Рис. 5. Обстеження стану шкіри туш свиней при передзабійній масі 100 кг
Джерело: фото авторів.

У свою чергу, оцінка пошкоджень шкіри на тушах забитих свиней за передзабійної маси 120 кг (рис. 6) переконливо засвідчила, що у тварин більш тяжких вагових кондицій спостерігається наступний розподіл згідно градацій: до «3» градації віднесено 20,0% туш, отриманих від свиней I контрольної групи, що характеризувалися значними глибокими пошкодженнями шкіри; до «2» градації – 50,0% туш, отриманих від I групи і 3,4% – II дослідної групи; до «1» градації – 30,0% туш I групи і 33,3% туш II групи; зрештою, до «0» градації віднесені 63,3% туш, отриманих виключно від II дослідної групи.

Висновки і перспективи подальших досліджень. На підставі отриманих результатів досліджень встановлено, що рідка кормова добавка «LIPTOTRAN L», запобігає, в певній мірі, прояву технологічних стресів, мінімізує тривожний емоційний стан свиней, суттєво знижуючи їх рівень агресивності та прояв шкідливої



Рис. 6. Обстеження стану шкіри туш свиней при передзабійній масі 120 кг

соціальної поведінки на відгодівлі за різних вагових кондицій, а за рахунок інноваційного складу фітоестрогенів стимулює їх внутрішні резерви організму та гармонізує стан шкіри як живих, так і забитих свиней. Проте, наш експеримент виявив той факт, що передзабійні операції очевидно впливають на кількість пошкоджень шкіри свиней, причому обробка є основною причиною серйозних пошкоджень у тварин. Крім того, час перебування тварин у приміщенні перед забоєм впливає на поведінкові реакції і, зокрема, на кількість травм, збільшуючи їх кількість із градаціями «3» і «2» у різних частинах тіла. У подальшій перспективі плануємо розширити дослідження стосовно впливу кормової добавки «LIPTOTRAN L» на якісні показники м'ясної сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник / С. С. Крамаренко, С. І. Луговий, А. В. Лихач, О. С. Крамаренко. Миколаїв: МНАУ, 2019. 211 с.
2. Відомчі норми технологічного проектування Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК – 02.05. К. : Мінагрополітики України, 2005. 98 с. URL : https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svynarski-pidpryyemstva-VNTP-APK-02.05.pdf
3. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І. І. Ібатуліна і О. М. Жукорського : посібник. К., 2017. 328 с.
4. Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 224 від 08.02.2021 «Про затвердження вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання». Зареєстрований від 18.02.2021 Міністерством Юстиції України № 206/35828.
5. Підвищення продуктивності свиней за використання сучасного генофонду та інноваційних технологічних рішень : монографія / В. Я. Лихач,

- Р. В. Фаустов, П. О. Шебанін, А. В. Лихач, Л. Г. Ленков. Миколаїв : Ліон, 2022. 275 с., 75 табл., 32 рис. <http://dglb.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/9332>
6. Технологія виробництва продукції свинарства : навчальний посібник. М. Повод, О. Бондарська, В. Лихач, С. Жишка, В. Нечмілов та ін.; за ред. М. Г. Повода. К. : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 360 с.
 7. Barton Gade P. Effect of rearing system and mixing at loading on transport and lairage behaviour and meat quality: comparison of outdoor and conventionally raised pigs. *Animal*, 2008. Vol. 2. (6). P. 902-911. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002000>
 8. Barton-Gade P., Blaabjerg L., Christensen L. New lairage system for slaughter pigs – effect on behaviour and quality characteristics. *Proceedings 38th International Congress of Meat Science and Technology*, 2010. P. 161-164.
 9. Bradshaw R.H., Marchant J.N., Meredith M.J., Broom D.M. Effects of lavender straw on stress and travel sickness in pigs. *Journal of alternative and complementary medicine*, 1998. Vol. 4. P. 271-275. <https://doi.org/10.1089/acm.1998.4.3-271>
 10. Brandt P., Rousing T., Herskin M.S., Olsen E.V., Aaslyng M.D. Development of an index for the assessment of welfare of finishing pigs from farm to slaughter based on expert opinion. *Livestock Science*, 2017. Vol. 198. P. 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.07.007>
 11. Casal N., Manteca X., Escribano D., Cerón J.J., Fàbrega E. Effect of environmental enrichment and herbal compound supplementation on physiological stress Indicators (chromogranin A, cortisol and tumour necrosis factor- α) in growing pigs. *Animal*, 2017. Vol. 11. P. 1228-1236. <https://doi.org/10.1017/s1751731116002561>
 12. Chevillon P., Le Jossec P. Limiter les défauts sur couennes. *Techni-Porc*, 1996. 19(1). 96 p.
 13. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). *Official Journal of the European Union*. L 47. 18.2.2009. P. 5-13.
 14. Council Directive 2010/63/EC of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. *Official Journal of the European Union*. L 276/33. 22.09.2010. P. 15-47.
 15. Crone C., Caldara F.R., Martins R., de Oliveira G.F., Marcon A.V., Garcia R.G., dos Santos L.S., Almeida Paz I.C.L., Lippi I.C.D.C., Burbarelli M.F.d.C. Environmental enrichment for pig welfare during transport. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 2021. Vol. 26. P. 393-403. <https://doi.org/10.1080/10888705.2021.1983725>
 16. Direksin K., Nopwinyoowong S., Seesupa S. Influence of lavender essential oil inhalation on aggressive behavior of weaned pigs. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 2017. Vol. 10. P. 47-56. <https://doi.org/10.3390%2Fani13182967>
 17. Faucitano L. Handling of pigs prior to slaughter: economical impact of good practices. *Pig industry*, 2010. https://en.engormix.com/pig-industry/swine-pre-slaughter-management/handling-pigs-prior-slaughter_a34697/
 18. Faucitano L. Causes of skin damage to pig carcasses. *Canadian Journal of Animal Science*, 2001. Vol. 81(1). P. 39-45. <https://doi.org/10.4141/A00-031>
 19. Franz C., Baser K., Windisch W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding – a european perspective. A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 2010. Vol. 25. P. 327-340. <https://doi.org/10.1002/ffj.1967>
 20. Geverink N. A., Engel B., Lambooij E., Wiegant V. M. Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. *Applied Animal Behaviour Science*, 1996. Vol. 50(1). P. 1-13. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(96\)01069-6](https://doi.org/10.1016/0168-1591(96)01069-6)
 21. Liptotran L – product information. URL: <https://liptosa.com/en/product/liptotran-l/>
 22. Mkwanzazi M.V., Ncobela C.N., Kanengoni A.T., Chimonyo M. Effects of environmental enrichment on behaviour, physiology and performance of pigs. A review.

Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2019. Vol. 32. P. 1-13. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0138>

23. Nannoni E., Martelli G., Scozzoli M., Belperio S., Buonaiuto G., Vannetti N.I., Truzzi E., Rossi E., Benvenuti S., Sardi L. Effects of lavender essential oil Inhalation on the welfare and meat quality of fattening heavy pigs intended for parma ham production. *Animals*, 2023. Vol. 13. P. 2967. <https://doi.org/10.3390/ani13182967>

24. Pastorelli G., Faustini M., Luzi F., Redaelli V., Turin L. Passiflora incarnata powder extract in postweaning piglets feeding slightly improves wellbeing and immune parameters. *Livestock Science*, 2020. Vol. 235. P. 104000. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104000>

25. Peeters E., Driessen B., Steegmans R., Henot D., Geers R. Effect of supplemental tryptophan, vitamin E, and a herbal product on responses by pigs to vibration. *Journal of Animal Science*, 2004. Vol. 82. P. 2410-2420. <https://doi.org/10.2527/2004.8282410x>

26. Sardi L., Gastaldo A., Borciani M., Bertolini A., Musi V., Martelli G., Cavallini D., Rubini G., Nannoni E. Identification of possible pre-slaughter indicators to predict stress and meat quality: a study on heavy pigs. *Animals*, 2020. Vol. 10(6). P. 945. <https://doi.org/10.3390/ani10060945>

27. Sobral V.S., Silveira R.M.F., Guesine G.D., Arno A., de Azevedo K.A.M., Lobos C.M.V., da Silva I.J.O. Implications of lairage and environmental enrichment on behavioral responses and skin lesions in finishing pigs in a slaughterhouse. *Animals*, 2024. Vol. 14(11). P. 1591. <https://doi.org/10.3390/ani14111591>

28. Van De Weerd H.A., Docking C.M., Day J.E.L., Edwards S.A. The development of harmful social behaviour in pigs with intact tails and different enrichment backgrounds in two housing systems. *Animal Science*, 2005. Vol. 80. P. 289-298. <http://dx.doi.org/10.1079/ASC40450289>

УДК 664.7

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.47>

ОЦІНЮВАННЯ КРУПИ З ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Костецька К.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри харчових технологій,

Уманський національний університет садівництва

Герасимчук О.П. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри харчових технологій,

Уманський національний університет садівництва

Соловей В.О. – студент I курсу магістратури

інженерно-технологічного факультету,

Уманський національний університет садівництва

Проведені дослідження з визначення якості круп із зерна зразків пшениці м'якої різних сортів, що вирощені в умовах Правобережного Лісостепу України, підтвердили їхні стандартні показники якості. Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. на виробничих полях фермерських господарств «Пролісок +» і «Боднюк», що в Гайсинському районі Вінницької області та на базі кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва. Крупи виготовляли за допомогою лабораторної круп'яної установки УШЗ-1. Вивчали технологічні властивості круп із зерна пшениці м'якої озимої сортів української селекції: Дарунок Поділля (контроль) і Аліот, а також європейських сортів: Скаген, Нордіка, Авеню (відповідно німецького, чеського і французького походження). Найбільше доброякісного ядра визначено в зерні сортів Авеню і Скаген. Більш засміченою була крупа з зерна пшениці сортів Аліот і Скаген, де визначено кількість смітцевої домішки (0,24–0,28 %) лише дещо менше допустимої норми для круп з м'якої пшениці шліфованої. Відповідність вмісту домішок, рівня вологості встановленим нормам якості круп, свідчить про ретельне очищення й сушіння зерна пшениці. Дефектів круп не визначено. Крупи з зерна пшениці сортів, що вивчали, з типовим для круп з м'якої пшениці шліфованої №2 смаком і приємним запахом, відмінної якості. Каша, зварена з круп із м'якої пшениці шліфованих №2 сортів Дарунок Поділля, Аліот, Авеню і Скаген, оцінено на відмінну оцінку (93–97 балів), а сорту Нордіка – на добре (85 балів). Це дозволяє використовувати зерно пшениці сортів Дарунок Поділля, Аліот, Нордіка, Скаген і Авеню для виготовлення круп з м'якої пшениці шліфованої № 1 і 2. Найбільш цінним для круп'яних цілей визначено зерно французького сорту пшениці Авеню, що є більш високо склоподібним (57,3 %).

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, стандарт, якість, крупа, каша.

Kostetska K.V., Herasymchuk O.P., Solovei V.O. Evaluation of grain from soft winter wheat

The conducted studies on determining the quality of grains from the grain of soft wheat samples of different varieties, grown in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine, confirmed their standard quality indicators. The research was conducted during 2021–2023 on the production fields of the «Prolisok +» and «Bodniuk» farms located in the Haysyn district of the Vinnytsia region and on the basis of the Department of Food Technologies of the Uman National University of Horticulture. Cereals were produced using the USHZ-1 laboratory cereal plant. We studied the technological properties of cereals from soft winter wheat of Ukrainian selection varieties: Darunok Podillya (control) and Aliot, as well as European varieties: Skagen, Nordica, Avenue (of German, Czech and French origin, respectively). The largest number of benign kernels was determined in the grain of the Avenue and Skagen varieties. Groats from wheat grains of the Aliot and Skagen varieties were more clogged, where the amount of waste admixture (0.24–0.28 %) was determined to be only slightly less than the permissible norm for groats from soft ground wheat. The compliance of the content of impurities and the level of moisture with the established norms of the quality of groats indicates the thorough cleaning and drying of the wheat grain. Croup defects are not identified. Cereals from wheat grains of the studied varieties, with a taste and pleasant smell typical of cereals from soft wheat polished No. 2, of excellent

quality. Porridge cooked from soft wheat groats of polished No. 2 varieties of Darunok Podillia, Aliot, Avenue and Skagen was rated as excellent (93–97 %), and Nordika variety as good (85 %). This allows the use of wheat grain of the Darunok Podillia, Aliot, Nordica, Skagen and Avenue varieties for the production of grits from soft wheat polished No. 1 and 2. The grain of the French variety Avenue, which is more highly vitreous (57.3 %).

Key words: soft winter wheat, variety, standard, quality, groats, porridge.

Постановка проблеми. Крупи є одними з найвагоміших продуктів перероблення зерна та займають важливе місце у харчуванні населення України. Щорічне виготовлення круп відповідає замовленням харчової, концентратної промисловості та торгівлі. Фізіологічна норма споживання круп населенням країни складає біля 14–15 кг на рік на одну людину. Це продукти повсякденного попиту, які широко використовуються у мережі громадського харчування та харчоконцентратному виробництві, у побуті, для приготування перших, других, а також третіх страв [1, 2].

Загальний обсяг виготовлення круп дає можливість задовольнити замовлення торгових організацій, підприємств харчової промисловості, а також створити запаси. Основним завданням круп'яної промисловості є удосконалення підвищення якості готової продукції, асортименту, зменшення собівартості виробництва, раціональне використання сировини [3].

Залежно від технології виготовлення з зерна пшениці м'якої отримують крупи шліфованої №1 і №2, а також манні [4]. Вивчення якості круп, оцінювання їхніх технологічних показників дає можливість обґрунтовано встановити рекомендації щодо використання зерна пшениці м'якої озимої з врахуванням особливостей конкретного сорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця м'яка (*Triticum aestivum L.*), включаючи її озиму форму є найважливішою культурою у світі [5, 6].

Розрізняють наступні технологічні властивості зерна круп'яних культур: загальний стан, споживчі та круп'яні властивості, кулінарна якість крупи. Показники загального стану, що призначені для перероблення зерна визначають якість за загальними ознаками його придатності для виготовлення крупи. До цих показників відносять: колір і запах, характерні для нормального здорового зерна; вміст сміттєвих домішок (не більше 0,3 %); вологість (не більше 14,0 %). Для зерна пшениці встановлені і мінімально допустимі норми за вмістом доброякісного ядра як показника стандартної якості, що становить не менше 99,2 % [7, 8].

Споживчі властивості крупів у цілому та їх хімічний склад зокрема визначаються насамперед зерновою культурою, з якої вони виготовлені [3].

Постановка завдання. Метою досліджень є оцінка якості круп з зразків пшениці м'якої озимої українських і європейських сортів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Виклад основного матеріалу досліджень. Зерно пшениці було вирощене на виробничих полях фермерських господарств «Пролісок +» і «Боднюк», що в Гайсинському районі Вінницької області. Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. на кафедрі харчових технологій Уманського національного університету садівництва. Крупи виготовляли за допомогою лабораторної круп'яної установки УШЗ-1.

Досліджували технологічні властивості круп з зерна пшениці м'якої озимої сортів української селекції: Дарунок Поділля (контроль) і Аліот, а також європейських сортів: Скаген, Нордіка, Авеню (відповідно німецького, чеського і французького походження).

Для визначення якості круп використовували стандартні методи: відбір проб [ДСТУ ISO 13690; ДСТУ 3355]; визначення кольору і запаху [ГОСТ 10967; ГОСТ 10847]; засміченість і зараженість [ГОСТ 30483 і ДСТУ 13586.6]; вологість [ДСТУ 4117; ДСТУ 29144]; склоподібність [ГОСТ 10987]; оцінку якості та кулінарних властивостей крупи [ДСТУ 7699:2015] та за П. В. Данильчука, Л. Р. Торжинської.

Результати дослідження. Отримана крупа характеризувалася частинками подрібненого зерна пшениці, що частково звільнене від плодкових і насінневих оболонок, зародка. Крупики круглої форми, які зашлифовані. Вихід отриманої крупи становила 56–60 %. За оцінкою круп із зерна пшениці сортів, що досліджували (прикладом була крупа із м'якої пшениці шліфована №2 – прохід сита Ø2,5 м, схід із дротяної сітки №063; ступінь вирівняності круп – не менше 80 %; а вихід 55 %) у порівнянні з стандартом було встановлено відповідність органолептичних показників нормам якості для крупи шліфованої №2 за усіма якісними показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Органолептична характеристика крупи з зерна пшениці

Показник	Норми якості для крупи із м'якої пшениці шліфованої №2 (ТУУ 42.22.002-94)	Сорт зерна				
		Дарунок Поділля (контроль)	Аліот	Нордіка	Авеню	Скаген
Колір	Кремовий, кремовий із сірим або білим відтінком	відповідає вимогам				
Запах	Властивий пшеничним крупам, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	відповідає вимогам				
Смак	Властивий пшеничним крупам, без стороннього присмаку, не кислий, не гіркий	відповідає вимогам				

Так, колір визначено як кремовий, кремовий із сірим чи білим відтінком; запах був властивий пшеничним крупам, не затхлий, не пліснявий, без сторонніх запахів; смак – властивий пшеничним крупам, не кислий, не гіркий, без стороннього присмаку.

Встановлено, що вологість крупи з зерна пшениці сортів, що вивчали знаходилася в межах 13,7–13,9 %, що менше межі допуску на 0,1–0,3 % (рис. 1).

Більш засміченою (рис. 2) було визначено крупу з зерна пшениці озимої сорту Аліот і Скаген, де, вміст смітцевої домішки становив 0,24–0,28 %, що близько до допустимої норми для крупи з м'якої пшениці шліфованої.

В свою чергу, в крупах, що аналізували було виявлено мінімальну кількість мінеральної домішки.

У крупі з зерна сорту Авеню виявлено 2,8 % оброблених зерен жита та ячменю, що не перевищує норми якості.

В зразках крупи, що вивчали не було визначено і металомангнітної домішки (рис. 3).

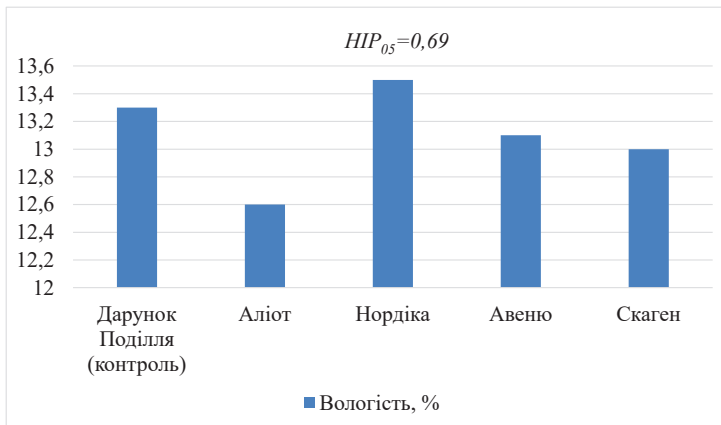


Рис. 1. Вологість крупи пшеничної

Примітка: норми якості для крупи з м'якої пшениці шліфованої №2 (ТУУ 42.22.002-94) за вологістю – не більше 14,0 %.

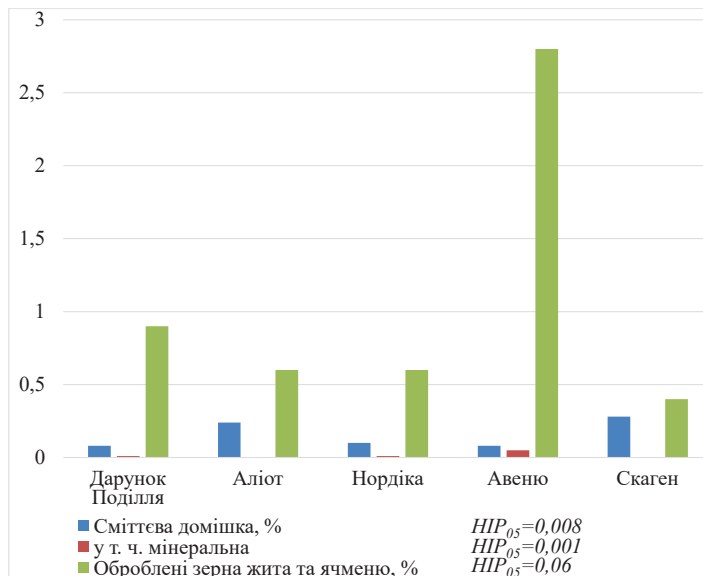


Рис. 2. Засміченість крупи пшеничної

Примітка: норми якості для крупи з м'якої пшениці шліфованої №2 (ТУУ 42.22.002-94) за засміченістю, не більше, %: смітцевої домішки – 0,3, у т. ч. мінеральної – 0,05; оброблених зерен жита та ячменю – 3,0.

Відповідність умісту домішок, рівня вологості встановленим нормам якості круп свідчить про ретельне очищення й сушіння зерна пшениці.

Дефектів круп: висока засміченість, зменшений вміст зерна з доброякісним ядром, ушкодження шкідниками (кліщами, метеликами, жуками), мишоподібними гризунами (мишами, пацюками) – не визначено.

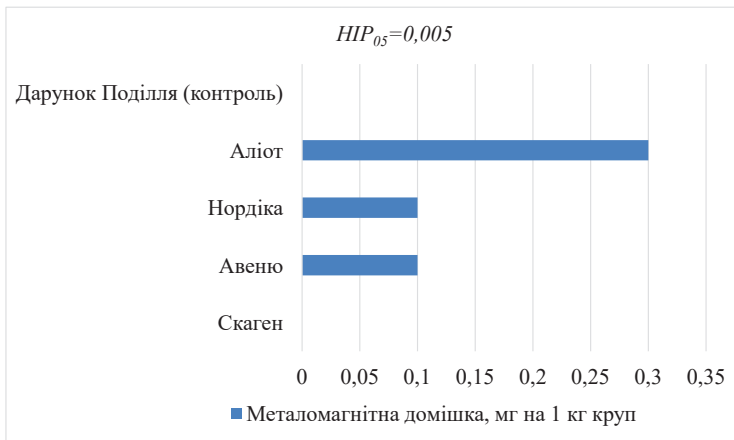


Рис. 3. Вміст металоманітної домішки в крупі пшеничній

Примітка: норми якості для круп з м'якої пшениці шліфованої №2 (ТУУ 42.22.002-94): металоманітної домішки – не більше 3,0 мг на 1 кг круп.

Під час оцінювання кулінарних властивостей круп (табл. 2, рис. 4) визначали час варіння, консистенцію, колір, смак, запах каші та коефіцієнт розварювання.

Залежно від сортових особливостей сировини коефіцієнт розварюваності становить для круп пшеничної – до 5,0. Визначені кулінарні властивості круп з зерна пшениці наведено на рис. 4.

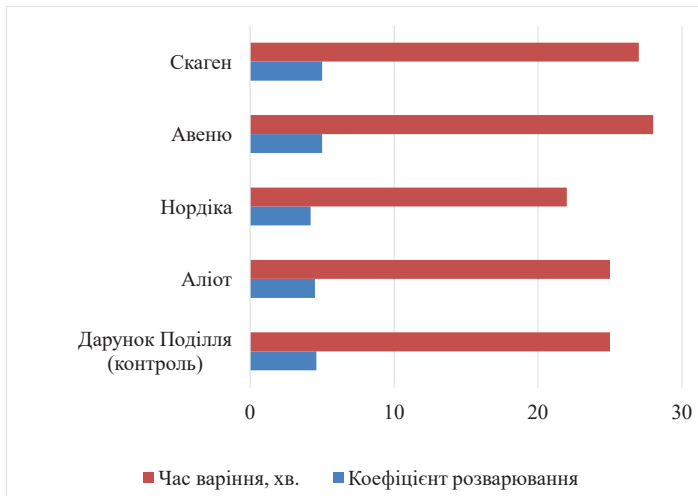


Рис. 4. Кулінарні властивості круп із м'якої пшениці шліфованих №2

У наших зразках даний показник становив, у середньому, 4,66. Час варіння круп – 22–28 хв.

Таблиця 2

**Органолептична характеристика каші з круп
із м'якої пшениці шліфованих №2**

Показник	Дарунок Поділля (контроль)	Аліот	Нордка	Авеню	Скаген
Смак	Типовий, слабо виражений (відчувається жорсткість)				
Запах	Типовий, яскраво виражений				
Консистенція	Типова, з наявністю однорідних крупинок				
Колір	Типовий, однотонний				

Крупи з зерна пшениці сортів, що досліджували мали типовий для крупи з м'якої пшениці шліфованої №2, смак і приємний запах, відмінної якості.

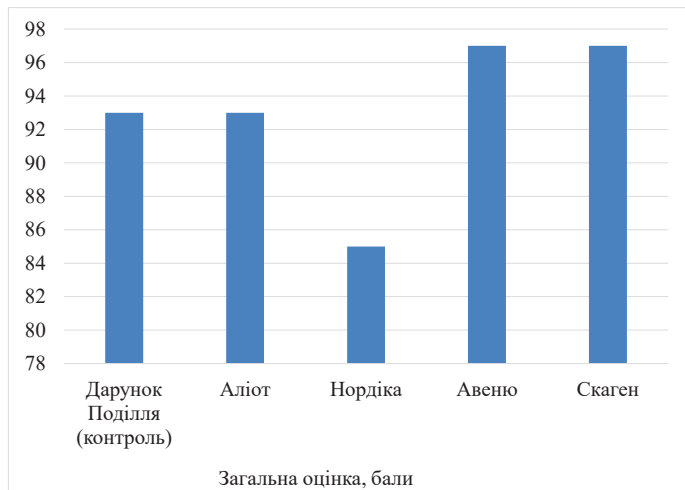


Рис. 5. Органолептична оцінка каші з круп із м'якої пшениці шліфованих №2

За коефіцієнтом значущості та обрахунків загальна оцінка кулінарних властивостей круп з зерна пшениці становила 85–97 балів. Таким чином каші, зварені з круп із м'якої пшениці шліфованих №2 сортів Дарунок Поділля, Аліот, Авеню і Скаген, оцінено на відмінну оцінку (93–97 балів), а сорту Нордка – на добре (85 балів). Це дозволяє використовувати зерно пшениці сортів Дарунок Поділля, Аліот, Нордка, Скаген і Авеню для виготовлення крупи з м'якої пшениці шліфованої №1 і 2.

Висновки і пропозиції. Крупи з зерна пшениці сортів, що вивчали, з типовим для крупи з м'якої пшениці шліфованої №2 смаком і приємним запахом, відмінної якості. Каші, зварені з круп із м'якої пшениці шліфованих №2 сортів Дарунок Поділля, Аліот, Авеню і Скаген, оцінено на відмінну оцінку (93–97 балів), а сорту Нордка – на добре (85 балів). Найбільш цінним для круп'яних цілей визначено зерно французького сорту пшениці Авеню, що є більш високо склоподібним (57,3 %).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Скалецька Л. Ф. Вплив товарної якості на борошномельні та хлібопекарські якості зерна пшениці. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. Вип. 149. С. 190–200.
2. Осокіна Н. М., Костецька К. В., Герасимчук О. П. Порівняльна оцінка круп'яних властивостей зерна озимої пшениці та ярих тритикале і ячменю. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2012. № 77. С. 127–134.
3. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Технологічна оцінка зерна сортів ячменю, пшениці та тритикале для круп'яного виробництва. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2016. № 88. С. 111–125.
4. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. К.: МінАПКУ, Київський інститут хлібопродуктів, 1998. 167 с.
5. Осокіна Н.М., Костецька К. В., Герасимчук О. П. Physical and mechanical properties and quality indicators of grain of cereal cultures. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2023. №103 (Частина 1). С. 292–307. DOI: <http://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-103-1-292-3077>
6. Кернасюк Ю. В. Ринок круп'яних культур у 2020 році: аналітика та прогнози. *Агробізнес сьогодні*. 2020. Режим доступу – <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/17395-rynok-krupianykh-kulturu-2020-rotsi-analytika-ta-prohnozy.html>
7. Ahmed R. et al. Comparative study on the physicochemical and rheological parameters of soft wheat flour obtained from three countries. *Am. J. Food Sci. Nutr. Res.* 2015. Vol. 2, No. 3. P. 89–93.
8. Graybosch R.A. et al. Functional properties of waxy wheat flours: Genotypic and environmental effects. *J. Cereal Sci.* 2003. Vol. 38, No. 1. P. 69–76.

УДК 636.32:636.084:636.05(477.43/44)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.48>

ОСОБЛИВОСТІ ГОДІВЛІ ОВЕЦЬ ПОРОДИ ЛАКОН В УМОВАХ ПОДІЛЛЯ

Кудрик Н.А. – к.с.-г.н., с.н.с.,

в.о. директора,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова»

імені М.Ф. Іванова

Цвігун А.Т. – д.с.-г.н., професор,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова»

імені М.Ф. Іванова

Понько Л.П. – к.с.-г.н.,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Несвятитаска В.Ю. – керівник, виконуючий обов'язки ветеринарного лікаря,

ВКФ «Пілігрим»

Яковчук В.С. – к.с.-г.н., с.н.с.,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова»

імені М.Ф. Іванова

Тимофійшин І.І. – к.с.-г.н., с.н.с.,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова»

імені М.Ф. Іванова

Стаття присвячена вивченню особливостей годівлі вівцематок овець породи лакон в умовах Поділля. Овець цієї породи розводять у ВКФ «Пілігрим» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. У роботі були використані матеріали виробничого та зоотехнічного обліку вівцеферми. Дослідження проводили у 2023–2024 роках. Для вивчення рівня годівлі вівцематок були використані графічний, аналітичний та порівняльний методи дослідження.

В умовах ВКФ «Пілігрим» основну масу поголів'я тварин становлять вівцематки – 68,7% та молодняк – 26,6%. Відсоток баранів-плідників та баранчиків складає 4,7%.

Встановлено, що на вівцефермі у зимово-стійловий період вівцематкам дають в основному сінаж люцерни (вранці), сіно люцерни (ввечері) – уволю, комбікорм – 600 г для продуктивних тварин і 300 г – для ялових. В осінній період для вівцематок використовують такі корми, як сіно лугове та солома ячмінна (уволю) і до 100 г комбікорму для запуску тварин. У літній період вівцематок випасають на пасовищі із відмінним травостоєм (%): вівсяниця очеретяна (5), вівсяниця лугова (5), фестулоліум (5), райграс пасовищний (20), тимофіївка (15), пажитниця багаторічна (10), вівсяниця червона (15), грястиця збірна (10), конюшина біла (5), райграс гібридний (5), стоколос безостий (5). Окрім пасовища, тваринам згодують комбікорм власного виробництва, до складу якого входять такі компоненти (%): ячмінь – 32, пшениця – 16, кукурудза – 16, горох – 16, овес – 16, премікс для овець та кіз – 4. Крім цього, у склад комбікорму додають мінеральні добавки – сірку та трикальційфосфат (згідно інструкції). Такий склад комбікорму та наведена вище система годівлі забезпечує маток усіма поживними речовинами, які необхідні для виробництва молока високої якості та одержання різноманітних сортів сиру (бринза, пекоріно, манчего та інші).

Система годівлі вівцематок породи лакон у зимово-стійловий та пасовищний періоди у господарстві забезпечує надій молока у період лактації у середньому 1,5–3 кг на голову за добу, що дає можливість одержувати різноманітні високоякісні сорти сиру та вихід ягнят на 100 вівцематок 150 голів.

Ключові слова: вівчарство, порода, лакон, годівля, вівцематки, молоко, сир.

Kudryk N.A., Tsvihun A.T., Ponko L.P., Nesviatypaska V.Yu., Yakovchuk V.S., Tymofishyn I.I. The peculiarities of feeding Lacaune sheep under the Podillia conditions

The article is devoted to the study of the Lacaune sheep ewe's peculiarities feeding under the Podillia conditions. Sheep of this breed are bred on the VKF «Pilihrym» Kamianets-Podilskyi district, Khmelnytska region. Materials from production and zootechnical records of the sheep farm were used in the work. The research was conducted in 2023–2024. Graphical, analytical and comparative research methods were used to study the ewes feeding level.

In the conditions of VKF «Pilihrym» the bulk of the animal population is made up of ewes – 68.7% and sheep youngsters – 26.6%. The percentage of siring rams and ram lambs is 4.7%.

It has been established that on the sheep farm during the winter-stalling period, ewes are given mainly silage of alfalfa (in the morning), alfalfa hay (in the evening) – ad libitum, compound feed – 600 g for productive animals and 300 g – for barren ones. In the autumn period, such feed as meadow hay and barley straw (to their heart's content) and up to 100 g of compound feed for animals, which are gradually stopped being milked, are used for feeding ewes. In the summer, ewes graze on pastures with an excellent grass stand (%): reed fescue (5), meadow fescue (5), festulolium (5), meadow ryegrass (20), timothy (15), perennial fenugreek (10), red fescue (15), mixed orchard grass – *Dactylis glomerata* (10), white clover (5), hybrid ryegrass (5), Smooth Brome grass – *Bromus racemosus* (5). In addition to pasture feed the animals are fed by the compound feed of the own production, which includes the following components (%): barley – 32, wheat – 16, corn – 16, peas – 16, oats – 16, premix for sheep and goats – 4. In addition, mineral additives – sulfur and tricalcium phosphate (according to the instructions) are added to the compound feed. This composition of compound feed and the above-mentioned feeding system provide ewes with all the nutrients necessary for the production of high-quality milk and the production of various types of cheese (brynza – sheep cheese, pecorino, Manchego, and others).

On this farm the feeding system of Lacaune ewes during the winter-stall and pasture periods provides a milk supply an average of 1.5–3 kg per an animal a day during the lactation period, which makes it possible to obtain cheese various high-quality varieties, and the young animals yield is per 100 ewes 150 lambs.

Key words: sheep breeding, breed, Lacaune, feeding, ewes, milk, cheese.

Постановка проблеми. Вівчарство – важлива галузь тваринництва, яка дає цінну продукцію для легкої промисловості – вовну, овчини, смушки, овечі шкури, а також високоякісні продукти харчування – баранину, молоко тощо [1, с. 3; 2, с. 4; 3, с. 101]. Продукція вівчарства має цілющі властивості і, на думку багатьох фахівців, є універсальними ліками від старіння.

Виробництво продукції вівчарства відноситься до економічно-вигідних галузей тваринництва. По-перше – висока адаптаційна здатність овець забезпечує незначні витрати на їх утримання. По-друге – для ведення вівчарства потрібно менше фінансових вкладень на будівництво приміщень порівняно з іншими галузями тваринництва, адже більшу частину року вівці випасаються на пасовищах, при цьому є можливість використання малопродатних земель. По-третє – велика кількість видів продукції вівчарства забезпечує високу загальну ефективність використання поживних речовин корму (вовна – 5–6%, баранина – 15–20% та молоко – 25–30%) [4].

Економічні показники галузі вівчарства залежать від природно-кліматичних умов, способу утримання та організації технологічних процесів, які забезпечують високу продуктивність праці, отримання максимальної кількості високоякісної продукції при одночасному зниженні її собівартості. Без правильної організації годівлі та утримання досягти високої продуктивності овець неможливо, так як найдосконаліші методи селекційно-плеємної роботи без повноцінної годівлі не дадуть бажаних результатів [4].

Потреба у поживних речовинах залежить від живої маси овець, їх віку та статі, виду продукції, рівня продуктивності, фізіологічного стану, пори року та системи утримання. У нормах годівлі передбачають витрати поживних речовин та

енергії на кожен вид продукції або специфіку фізіологічного стану тварин та на підтримання життя овець. Раціони складають з урахуванням забезпечення тварин необхідною кількістю поживних речовин, вмісту сухої речовини та окремих компонентів корму, які визначають високий рівень перетравності та ефективності їх використання. Враховують також зону розведення, виробничі та економічні умови конкретного господарства [5, с. 145-147; 6; 7, с. 83-99].

Завдяки державній підтримці, з 2021 року в усіх категоріях господарств Хмельницької області почало розвиватися промислове вівчарство. Сьогодні майже у кожній області України є успішні молочні вівцеферми. Проте їхня кількість обмежена, адже продукція вівчарства має специфічні якості [8; 9].

Молочний напрям виробництва має багато проблем, пов'язаних із невеликою кількістю споживання молока овець та продуктів його переробки. Проте, на думку фахівців, вівчарство – це одна із перспективних галузей, про що свідчать зростаючі обсяги продажу продукції вівчарства на зовнішні ринки [10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Міцне здоров'я та висока молочна продуктивність зазвичай є результатом правильних підходів щодо годівлі дійних вівцематок. Тенденції досліджень закордонних науковців у молочному вівчарстві зосереджені на таких напрямках: використання місцевих як природних, так і культурних пасовищ [11, с.175-177; 12, с. 209-210; 13, с. 95; 14, с. 277-281]; оцінка ефекту різного співвідношення кормів у раціонах [15, с. 4579; 16, с. 671-672; 17, с. 275-284]; використання біологічно активних речовин у годівлі дійних вівцематок [18, с. 18-24; 19, с. 276; 20, с. 35-37]. Наступним важливим напрямом досліджень є вивчення впливу годівлі на благополуччя (добробут) та здоров'я вівцематок [21, с. 83-84; 22, с. 126; 23, с. 218]. Відомо, що системи органічного виробництва в основному базуються на природних процесах, використанні місцевих кормових засобів і збереженні біорізноманіття в усіх формах. Тому у дослідників триває пошук нових способів годівлі, в умовах технології органічного виробництва, які передбачають виробництво молока з мінімізованим вмістом шкідливих речовин, що задовольняє екологічним вимогам [24, с. 303-304; 25, с. 270-275; 26, с. 143-146]. Новим напрямом, який активно розвивається, є використання побічних продуктів (зазвичай вторинного походження) у годівлі молочних вівцематок. Ці побічні продукти часто багаті різними сполуками, що мають високу біологічну цінність. Наприклад, використання відходів з переробки оливок у раціоні молочних вівцематок викликає збільшення в молоці поліненасичених жирних кислот [27, с. 11-12; 28, с. 96-98; 29, с. 196-197]. Включення м'якоті граната в раціон овець знижує концентрацію насичених жирних кислот [30, с. 283]. Одним із побічних продуктів, який привертає увагу, є виноградні вичавки, отримані від переробки винограду у виноробній промисловості, особливо у розвинутому секторі Європи, де Італія та Франція є основними виробниками. Ці відходи багаті дубильними речовинами, фенольними сполуками, яким приписують антиоксидантну дію та протизапальні функції і їх споживання асоціюється з меншим ризиком хронічних захворювань серцево-судинної системи. Введення виноградних вичавок у раціон молочних жуйних показало декілька переваг, які пов'язані з профілем жирних кислот молока та сирів [31, с. 2-10; 32, с. 168; 33, с. 613-618]. У багатьох частинах світу зростає інтерес до використання цитрусових субпродуктів. Основними цитрусовими, які згодують, є свіжа м'якоть, силос цитрусових, цитрусове борошно, цитрусова патока, цитрусова шкірка та інше. Використання цитрусових субпродуктів у раціонах жуйних замінює частину зернових кормів та сприяє підвищенню молочної продуктивності у тварин [34, с. 53-55; 35, с. 22-30].

На превеликий жаль, в Україні відсутні дослідження щодо годівлі овець молочного напрямку продуктивності. Є поодинокі напрацювання по годівлі лактуючих вівцематок різного напрямку продуктивності вітчизняної селекції таких науковців як: Г.М. Седіло, С.О. Вовк, В.В. Каплінський, В.В. Гавриляк, М.М. Хомик [36, с. 194-195]; Т.О. Черномиз, О.Б. Лесик, М.В. Похивка, М.М. Коленчук [37, с. 84]; М.М. Свістула, Н.М. Деменська, Д.В. Єфремов, С.В. Горб [38, с. 78-79]; Агій В.М., Дурдинець Т.М., Грига Н.П., Гуленко М.П. [39, с. 105].

Слід відмітити, що особливості годівлі вівцематок молочної породи, зокрема лакон, в умовах Поділля вивчається вперше.

Постановка завдання. Метою нашої роботи було проаналізувати особливості годівлі вівцематок породи лакон в умовах господарства впродовж року.

Методи дослідження. Дослідження проводилися в умовах виробничо-комерційної фірми «Пілігрим» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області, де утримується стадо спеціалізованої молочної породи – лакон.

Для вивчення рівня годівлі вівцематок були використані графічний, аналітичний та порівняльний методи дослідження. Було проаналізовано матеріали виробничого та зоотехнічного обліку вівцеферми, дослідження проводили у 2023–2024 роках [40, с. 66-98].

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів. До молочного напрямку продуктивності овець належить порода лакон. Це найкраща молочна порода овець Франції. Жива маса баранів-плідників – 80–100 кг, вівцематок – 55–70 кг. Тварини характеризуються високою скороспілістю (до 60 % ярк можна парувати у 7–10-місячному віці). Особливістю цих овець є те, що відлучення ягнят проводять у 4–5-тижневому віці, після чого вівцематок починають доїти, середній надій товарного молока за 150 днів лактації складає 155–160 л [41].

Краще стадо овець породи лакон в Україні знаходиться у Хмельницькій області (ВКФ «Пілігрим»). Ферма розташована в межах знаменитого екологічного заповідника «Подільські товтри». У господарстві використовують стійлово-пасовищний спосіб утримання овець. Тварини перебувають у вільному випасі на чистих пасовищах заповідника понад 210 днів на рік.

На території фермерського господарства побудовано сучасний молокозавод з виробництва овечих сирів і переробки молочної продукції з власної сировини. На виробництві використовується автоматизоване безконтактне доїння овець за допомогою високоякісного імпортного обладнання. Отже, на виході отримують 100 % натурального продукту із природним терміном зберігання і відмінними смаковими якостями.

Обсяг виробництва продукції вівчарства та якісне покращення стада залежать від його структури. Структура стада – це відсоткове співвідношення у ній статей та вікових груп тварин. Вона залежить від інтенсивності ведення галузі вівчарства. Необхідно контролювати групу вівцематок у стаді, адже від цього залежить виробництво молока, можливості ремонту і якісного поліпшення стада. Якщо у структурі стада мала кількість маток, то буде отримано та вирощено недостатню кількість молодняка.

При інтенсивному веденні вівчарства маток у структурі стада має бути до 70 %, інколи більше. Оптимальною структурою стада вважається та, яка дозволяє виробляти максимальну кількість продукції при найменших затратах (рис. 1).

Згідно рис. 1, в умовах ВКФ «Пілігрим», основну масу поголів'я тварин становлять вівцематки – 68,7 % та молодняк – 26,6 %. Відсоток баранів-плідників та баранчиків складає – 4,7 %.

Потрібно зазначити, що структура стада у господарстві не є сталою і постійно знаходиться у динаміці. Вона змінюється за сезонами року та залежить від ряду чинників, зокрема таких як: кількість вівцематок, реалізація племінного молодняку та ін.

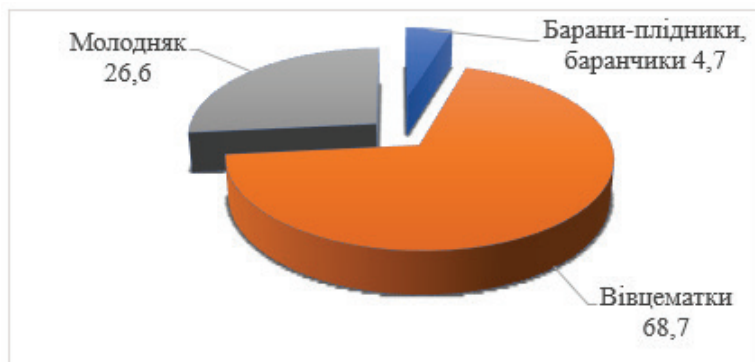


Рис. 1. Структура поголів'я овець у господарстві, %

Вівцематки – найважливіша група тварин у господарстві, вона виробляє основну масу продукції і забезпечує економічну стабільність всього виробничого процесу. Тому повноцінна годівля маток протягом року має важливе значення. Упродовж річного виробничого циклу потреба маток у поживних речовинах, макро- та мікроелементах залежить від їх живої маси, фізіологічного стану та рівня продуктивності [42]. Збалансована годівля маток впродовж усього виробничого періоду – обов'язкова умова отримання життєздатного молодняку та запорука успішного ведення галузі вівчарства [7, с. 83; 43, с. 98].

Як повідомляють Marina Deysine та H     Persillon [44], при годівлі овець необхідно задовольнити шість основних потреб тварин:

1. Для кращого перетравлення кормів у раціоні овець має бути клітковина. Щоб уникнути ацидозу, при годівлі слід давати не більше 300 г концентратів за один прийом.

2. Чиста вода має бути в необмеженій кількості.

3. Для найкращої оптимізації травлення в рубці важливо забезпечити джерела енергії та азоту, які розкладаються з однаковою швидкістю. Рівень азоту в раціонах жуйних тварин є ключовим моментом для контролю, оскільки азот безпосередньо пов'язаний з рівнем продуктивності овець. Проте продукти, багаті азотом, часто є найдорожчими.

4. При годівлі овець досить «повільними» джерелами енергії, такими як целюлоза з фуражної чи зернової кукурудзи та швидкими джерелами азоту (макуха), спочатку необхідно забезпечити джерелом енергії (сіно, кукурудза), а потім джерелом азоту (молода трава, макуха).

5. Мінерали (P, Ca, Mg) – необхідні вівцематкам особливо в такі періоди: кінець кінності, початок окоту та лактації (20–25 г на одну вівцю в день). Раціон, який містить приблизно 500 г люцерни, забезпечить потреби тварин в мінералах.

6. Вітаміни, які, на відміну від мінералів, не накопичуються.

При дефіциті одного із цих чинників, продуктивність овець зменшується. Таким чином, відповідний і збалансований раціон дозволить отримати максимальну продуктивність, зберігаючи при цьому здоров'я стада.

Важливим періодом у годівлі вівцематок є підготовка і проведення парування. Він має на меті забезпечення відповідних кондицій вівцематок, яких осіменяють. Оптимальною є середня вгодованість, при якій матки масово приходять в охоту та мають високу запліднюваність (80–85 %). Якщо матка має нижче середньої вгодованості відсоток запліднення становить 60–65 %. Не бажаним є також ожиріння маток, оскільки у них спостерігається порушення відтворювальної здатності [42; 43, с. 100].

З підвищенням фізіологічного навантаження вівцематок у зв'язку із процесами відтворення зростають і норми годівлі. Так, для холостих маток (жива маса 50–60 кг) потреба на добу становить 1–1,2 к. од. і 90–100 г перетравного протеїну. Це мінімальні потреби маток протягом виробничого циклу, а максимальні припадають на перший період лактації – відповідно 1,9–2,4 к. од. та 200–240 г перетравного протеїну [6].

Згідно з даними французьких фахівців [45], посилену годівлю молочних овець слід починати в останню третину кінності, а не після окоту, оскільки у цей період рубець вівцематки стискається маткою, і вона не може ковтати велику кількість корму, яка потрібна їй для задоволення потреб в поживних речовинах. Це призводить до суперечливої ситуації, оскільки, з одного боку, потреби високі (ріст та розвиток плоду), а з іншого боку, здатність до споживання корму зменшується. Для вирішення цієї проблеми, вівцематці потрібно дати добавку на основі якісного корму, яка не є важкою та сприяє швидкому перетравленню. Така технологія годівлі дає змогу мати здорових ягнят при народженні, задовільну продукцію молозива, що дає молодяку антитіла, необхідні для їхнього пасивного імунітету. Відповідно знижується рівень перинатальної смертності, забезпечується продукування молока, яке буде збільшуватися і на піку лактації. Загалом, раціон завжди повинен бути збалансованим за енергетичним і білковим вмістом.

В умовах ВКФ «Пілігрим» перша половина кінності вівцематок припадає на осінні місяці. У цей період маток випасають на пасовищі, крім цього дають лугове сіно, ячмінну солому – уволю, комбікорму – 100 г. Сінаж починають давати, коли випаде сніг (табл. 1).

Друга половина кінності маток – важливий фізіологічний період. Недостатня годівля на цьому етапі негативно впливає на розвиток плаценти, а в подальшому на величину, розвиток та життєздатність майбутніх нащадків.

Підтримка середньої вгодованості та авансова годівля вівцематок, яка спрямована на подальший ріст їх продуктивності – основне завдання цього періоду [43].

Друга половина кінності маток припадає на зимовий період. За даними вітчизняних науковців [5, с. 146] у цей період питому масу сіна у раціонах потрібно збільшувати, а соломи – зменшувати. Вони вважають, що рівень грубих кормів у структурі раціону має становити 20–30 %, соковитих 45–55 % та концентратів 20–30 %. На одну вівцематку на добу потрібно згодувати 1,2–1,5 кг сіна, у тому числі 0,8–1 кг бобового, 3–4 кг силосу, 0,5–1 кг кормових буряків, 0,3–0,5 кг – концентрованих кормів. Вранці вівцематкам краще згодувати сіно, в обід – силос і концентровані корми, а увечері – солому.

У ВКФ «Пілігрим» у зимовий період вівцематкам дають сінаж люцерни (вранці), сіно люцерни (ввечері) – уволю, комбікорм – 600 г для продуктивних тварин і 300 г – для ялових (табл. 1).

Потреба лактуючих маток у поживних речовинах залежить від періоду лактації, породи, живої маси і кількості приплоду. Усі поживні речовини корму витрачаються на продукування молока, підтримання життєвих процесів та вгодованості матки.

Концентрація енергії та поживних речовин в 1 кг сухого залишку раціону лактуючих маток повинна складати: 0,7–0,9 к. од., 80–100 г перетравного протеїну, 7–9 г кухонної солі, 5–6 г кальцію, 3–4 г фосфору, 2,5–3,5 г сірки, 10–15 мг каротину та 400–500 МО вітаміну D [5, с. 146].

Кращими кормами у цей період є якісне сіно – 1–1,5 кг, солома 0,3–0,5 кг, концентровані корми – 0,3–0,5 кг. Приблизна структура раціону першого періоду лактації (%): грубі корми – 30–35; соковиті – 40–45; концентровані – 20–30 [6].

Таблиця 1

Годівля вівцематок

Показник	Даванка
Зима	
Сіно люцерни (вечері)	уволю
Сінаж люцерни (вранці)	уволю
Комбікорм, г	600 (продуктивні тварини)
	300 (ялові)
Весна	
Сіно люцерни (вечері)	уволю
Сінаж люцерни (вранці)	уволю
Пасовище (різнотрав'я)	з квітня-травня
Комбікорм, г	600 (продуктивні тварини)
	300 (ялові)
Літо	
Пасовище (різнотрав'я)	уволю
Комбікорм, г	600 (продуктивні тварини)
	300 (ялові)
Осінь	
Пасовище (різнотрав'я)	уволю
Комбікорм, г	До 100 (у період запуску)
Сіно лугове	уволю
Солома ячмінна	уволю
Сінаж (починають давати, коли випаде сніг або pojawiaються тривалі морози)	уволю

На вівцефермі у перші 6–8 тижнів лактації маток припадають на період стійлового утримання (початок весни). У цей період вівцематкам вранці дають сінаж люцерни, ввечері – сіно люцерни (уволю) та комбікорм – 300 г. З квітня – травня маток виганяють на пасовище.

На пасовищах травосуміші мають ряд переваг перед одновидовими посівами лугових трав: краще використовують вологу та поживні речовини; більш стійкі до несприятливих умов; забезпечують отримання збалансованого за поживними речовинами корму; більшість травосумішей продуктивніші, ніж одновидові посіви. Так, дослідження Інституту землеробства та Інституту кормів УААН доводять, що урожайність сіна травосумішей на 14,4–25 % вища, у порівнянні з одновидовими посівами [46].

У господарстві сіють суміш травостою, яка наведена у таблиці 2.

Таблиця 2

Структура травостою

Показник	Кількість, %
Вівсяниця очеретяна	5
Вівсяниця лугова	5
Фестулоліум	5
Райграс пасовищний	20
Тимофіївка	15
Пажитниця багаторічна	10
Вівсяниця червона	15
Грястиця збірна	10
Конюшина біла	5
Райграс гібридний	5
Стоколос безостий	5
Всього	100

На думку Седіло Г. та ін. [42] при наявності пасовищ із відмінним травостоєм підгодівля концкормами практично не потрібна, під час стійлового періоду основним кормом може бути якісне лугове сіно та невелика кількість концентратів – 150–200 г.

У ВКФ «Пілігрим» друга половина лактації вівцематок співпадає з періодом пасовищного утримання. Влітку тварин випасають на пасовищах – зранку до спеки, ввечері – до 21.00 год. Окрім трави тваринам згодують комбікорм, для продуктивних маток – 600 г, ялових – 300 г. Ввечері додатково дають зелену масу (овес+лугова трава). Увесь рік вівцематки мають вільний доступ до свіжої та чистої води.

Успіх утримання овець на 70 % залежить від якості годівлі. Сучасним методом годівлі є використання повнораціонних комбікормів. Переваги такої годівлі овець: міцний імунітет; високий відсоток запліднення та вихід молодняка; покращення органолептичних показників кінцевої продукції (молока та м'яса); збільшення кількості надою.

У ВКФ «Пілігрим» вівцематкам згодують комбікорм власного виробництва, склад якого наведений на рис. 2.

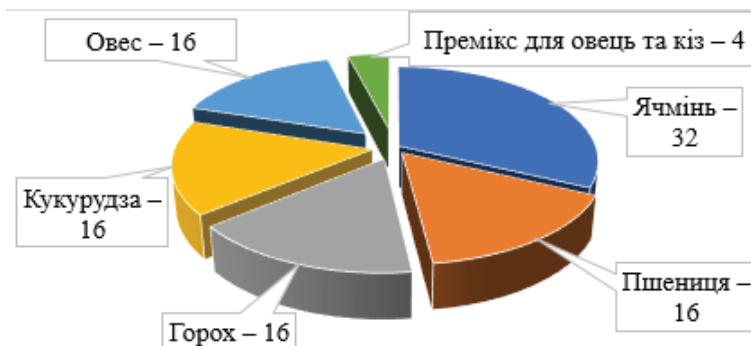


Рис. 2. Склад комбікорму, %

Як видно з рис. 2, у даному господарстві до складу комбікорму входять такі компоненти (%): ячмінь – 32, пшениця – 16, кукурудза – 16, горох – 16, овес – 16, премікс для овець та кіз – 4. Крім цього, у склад комбікорму додають мінеральні добавки – сірку та трикальційфосфат (згідно з інструкцією). Такий склад комбікорму та наведена вище система годівлі забезпечує маток усіма поживними речовинами, які необхідні для виробництва молока високої якості та одержання різноманітних сортів сиру (бринза, пекоріно, манчего та інші). У 2023 році у господарстві у період лактації надій молока на вівцематку у середньому складав 1,5–3 кг на голову за добу. Слід зазначити, що при такій годівлі у вівцематок відносно добрі відтворювальні якості, так за дослідний період вихід приплоду на 100 вівцематок склав 150 голів.

Висновки та пропозиції. Вищенаведена система годівлі вівцематок породи лакон у зимово-стійловий та пасовищний періоди у господарстві забезпечує надій молока у період лактації у середньому 1,5–3,0 кг на голову за добу, що дає можливість одержувати різноманітні високоякісні сорти сиру та вихід ягнят на 100 вівцематок 150 голів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вівчарство України : монографія / Вдовиченко Ю.В., Жукорський О.М., Іовенко В.М. та ін. ; за ред. В.М. Іовенка. 2-ге вид. Київ : Аграрна наука. 2016. 644 с.
2. Довідник з вівчарства. Вдовиченко Ю.В., Вороненко В.І., Іовенко В.М., Жарук П.Г., Польська П.І. та ін. Нова Каховка «ПІЕЛ», 2017. 166 с.
3. Славкова О.П., Ковальова О.М. Перспективи розвитку вівчарства. Глобальні та національні проблеми економіки. Випуск 19. 2017. С. 101–106. URL:<http://global-national.in.ua/archive/19-2017/22.pdf> (дата звернення: 15.05.2024).
4. Організація вівчарства. 2011. URL: <http://feb.tsatu.edu.ua/ebook/mn/ov/page15.html> (дата звернення 14.05.2024).
5. Бомко В.С., Бабенко С.П., Москалик О.Ю. Годівля сільськогосподарських тварин : підручник. К., 2010. 278 с.
6. Годівля та утримання овець. 2005. URL : <https://buklib.net/books/34221/> (дата звернення 14.05.2024).
7. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за ред. Ібатуліна І.І., Жукорського О.М. 2016. 300 с.
8. Вівчарство може стати одним із напрямів тваринництва, який найпростіше запустити на деокупованих територіях. 2023. URL : <https://agroportal.ua/publishing/intervyu/vivcharstvo-mozhe-stati-odnim-iz-napryamiv-tvarinnictva-yakiy-nauprostishe-zapustiti-na-deokupovanih-teritoriyah> (дата звернення: 10.05.2024).
9. Вільна ніша: чому вівчарство та козівництво залишаються в межах ремісничого виробництва. 2024. URL: <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/vilna-nisha-chomu-vivcharstvo-ta-kozivnictvo-zalishayutsya-v-mezhah-remisnichogo-virobnictva> (дата звернення: 10.05.2024).
10. Скоріше живе, ніж мертво: як українське вівчарство здійснило експортний прорив. 2021. URL : <https://agroportal.ua/publishing/analitika/skoree-zhiv-chem-mertv-kak-ukrainskoe-ovtsevodstvo-osushchestvilo-eksportnyi-proryv> (дата звернення: 15.05.2024).
11. Soják L., Blasko J., Kubinec R., Górová R., Addová G., Ostrovský I., Margetín, M. Variation among individuals, breeds, parities and milk fatty acid profile and milk yield of ewes grazed on pasture. *Small Rumin. Res.* 2013. №109. 173–181.
12. Bonanno A., Di Grigoli A., Vergetto D., Tornambè G., Di Miceli G., Giambalvo D., Grazing sulla and/or ryegrass forage for 8 or 24h daily. *Grassland Sci. Eur.* 2007. №12. 208–211.

13. Molle G., Decandia M., Cabiddu A., Landau S.Y., Cannas A. An update on the nutrition of dairy sheep grazing Mediterranean pastures. *Small Ruminant Research* 2008. №77. 93–112.
 14. Avondo M., Bordonaro S., Marletta D., Guastella A.M., D'Urso G. A simple model to predict the herbage intake of grazing dairy ewes in semi-extensive Mediterranean systems. *Livestock Production Science*. 2002. № 73. 275–283.
 15. Gomez-Cortes P., De la Fuente M.A., Toral P.G., Frutos P., Juarez M., Hervas G. Effects of different forage:concentrate ratios in dairy ewe diets supplemented with sunflower oil on animal performance and milk fatty acid profile. *J. Dairy Sci.* 2011. № 94. 4578–4588.
 16. Antongiovanni M., Mele M., Buccioni A., Petacchi F., Serra A., Melis M. P., Cordeddu L., Banni S., Secchiari P. Effect of forage/concentrate ratio and oil supplementation on C18:1 and CLA isomers in milk fat from Sarda ewes. *J. Anim. Feed Sci.* 2004. №13. 669–672.
 17. Mele M., Buccioni A., Petacchi F., Serra A., Banni S., Antongiovanni M., Secchiari P. Effect of forage/concentrate ratio and soybean oil supplementation on milk yield, and composition from Sarda ewes. *Anim. Res.* 2006. №55. 273–285.
 18. Jaguzeski A.M., Perin G., Bottari N.B., Wagner R., Fagundes M.B., Schetinger M.R.C., Morsch V.M., Stein C.S., Moresco R.N., Barreta D.A., Danieli B., Defiltro R.C., Schogor A.L.B., Da Silva A.S., Addition of curcumin to the diet of dairy sheep improves health, performance and milk quality. *Animal Feed Science and Technology*. 2018. P. 45.
 19. Ben Salem H., Nefzaoui A. Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. *Small Ruminant Research*. 2003. № 49. 275–288.
 20. Al-Haboby A.H., Salman A.D., Abdul Kareem T.A. Influence of protein supplementation on reproductive traits of Awassi sheep grazing cereal stubble. *Small Ruminant Research*. 1999. Vol. 34. Issue 1. 33-40.
 21. Sevi A., Casamassima D., Pulina G., Pazzona A. Factors of welfare reduction in dairy sheep and Goats. *Italian Journal of Animal Science*. 2009. № 8. 81-101.
 22. Cannas A., Feeding of lactating ewes. In: G. Pulina (ed.) *Dairy Sheep Feeding and Nutrition*. Avenue Media, Bologna, Italy. 2002. 123-166.
 23. Goddard P., Waterhouse T., Dwyer C., Stott A. The perception of the welfare of sheep in extensive systems. *Small Ruminant Res.* 2006. № 62. 215-225.
 24. Athanasiadou S., Gray D., Younie D., Tzamaloukas O., Jackson F., Kyriazakis I. The use of chicory for parasite control in organic ewes and their lambs. *Parasitology*. 2006. № 134. 299–307.
 25. Hernandez J. C. A., Ortega O. A. C., Schilling S. R., Campos S. A., Perez A. H. R., Ronquillo M. G. *Organic Dairy Sheep Production Management. Organic Farming – A Promising Way of Food Production*. 2015. 261-283.
 26. Pirisi A., Piredda G., Sitzia M., Fois N. Organic and conventional systems: composition and cheese-making aptitude of Sarda ewes' milk. In: Kyriazakis I., Zervas G. ed. *Organic Meat and Milk from Ruminants*. Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 2002. 143–146.
 27. Cappucci A., Alves S.P., Bessa R. J., Buccioni A., Mannelli F., Pauselli M., Viti C., Pastorelli R., Roscini V., Serra A. et al. Effect of increasing amounts of olive crude phenolic concentrate in the diet of dairy ewes on rumen liquor and milk fatty acid composition. *J. Dairy Sci.* 2018. № 6. (101). 1-14.
 28. Vargas-Bello-Pérez E., Vera R.R., Aguilar C., Lira R., Pena I., Fernández J. Feeding olive cake to ewes improves fatty acid profile of milk and cheese *Animal Feed Science and Technology*. 2013. № 184. 94–99.
 29. Alburquerque J.A., Gonzalez J., García D., Cegarra J. Agrochemical characterisation of alperujo, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresour. Technol.* 2004. № 91. 195–200.
-

30. Valenti B., Luciano G., Morbidini L., Rossetti U., Codini M., Avondo M., Priolo A., Bella M., Natalello A., Pauselli M. Dietary pomegranate pulp: Effect on ewe milk quality during late lactation. *J. Animals*. 2019. № 9. 283.
31. Bennato F., Ianni A., Florio M., Grotta L., Pomilio F., Saletti M.A., Martino G. Nutritional Properties of Milk from Dairy Ewes Fed with a Diet Containing Grape Pomace. *J. Foods*. 2022. № 11. 1–13.
32. Ianni A., Martino G., Dietary grape pomace supplementation in dairy cows: Effect on nutritional quality of milk and its derived dairy products. *J. Foods* 2020. № 9. 168.
33. Marventano S., Kolacz P., Castellano S., Galvano F., Buscemi S., Mistretta A., Grosso G. A review of recent evidence in human studies of n-3 and n-6 PUFA intake on cardiovascular disease, cancer, and depressive disorders: Does the ratio really matter? *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2015. № 66. 611–622.
34. Scerra V., Caparra P., Foti F., Lanza M., Priolo A. Citrus pulp and wheat straw silage as an ingredient in lamb diets: effects on growth and carcass and meat quality. *Small Ruminant Res.* 2001. № 40. 51–56.
35. Morand-Fehr P., Fedele V., Decandia M., Le Frileux Y. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 2007. Vol. 68. Issues 1–2. 20–34.
36. Седіло Г.М., Вовк С.О., Каплінський В.В., Гавриляк В.В., Хомик М.М. Хімічний склад і якість молока вівцематок залежно від ботанічного складу пасовищних трав. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2015. Том 17. № 1. (61). Частина 3. С. 192–196.
37. Черномиз Т.О., Лесик О.Б., Похивка М.В., Коленчук М.М. Виробництво овечого молока. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2013. Випуск 6. С. 83–89.
38. Свістула М.М., Деменська Н.М., Єфремов Д.В., Горб С.В. Вплив згодовування білково-мінеральних добавок із натуральної кормової сировини на рівень продуктивності лактуючих вівцематок та розвиток їх потомства. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2013. Випуск 6. С. 76–82.
39. Агій В.М., Дурдинець Т.М., Грига Н.П., Гуленко М.П. Нормування годівлі лактуючих вівцематок за дефіцитними мінеральними елементами. *Вісник дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 3. С. 104–106.
40. *Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І. І. Ібатуліна і О. М. Жукорського : посібник*. К., 2017. 328 с.
41. Лакон. Kurkul : веб-сайт. 2022. URL : <https://kurkul.com/porody/524-lakon> (дата звернення 02.05.2024).
42. Седіло Г., Вовк С., Петришин М. Сучасні тенденції у технології годівлі вівцематок. 2022. URL : <https://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/item/24672-suchasni-tendentsii-u-tekhnologii-hodivli-vivtsematok>. (дата звернення 14.05.2024).
43. *Науково-практичні основи нормованої годівлі овець та кормовиробництва : монографія / за ред. В.М. Іовенка*. Херсон : Олді+, 2022. 300 с.
44. Deysine M., Persillon H. Maîtriser l'alimentation de son troupeau de brebis laitières. 2022. URL : <https://ehlgbai.org/maitriser-lalimentation-de-son-troupeau-de-brebis-laitieres-ehlg-pays-basque-pyrenees-atlantiques-64/> (дата звернення 20.05.2024).
45. *Lactation in Farm Animals – Biology, Physiological Basis, Nutritional Requirements, and Modelization*. 2019. URL : <https://www.intechopen.com/chapters/66511> (дата звернення 02.05.2024).
46. Зінченко О. І. *Травосуміші*. 2005. URL : <https://buklib.net/books/34688/> (дата звернення 24.05.2024).
-

УДК 636.32/38:637.62(477.43)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.49>

ВОВНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ДЕЯКІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОВНИ МОЛОДНЯКУ ОВЕЦЬ АСКАНІЙСЬКОЇ М'ЯСО-ВОВНОВОЇ ПОРОДИ З КРОСБРЕДНОЮ ВОВНОЮ

Кудрик Н.А. – к.с.-г.н., с.н.с.,

в. о. директора,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова»

імені М.Ф. Іванова

Цвігун А.Т. – д.с.-г.н., професор,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова»

імені М.Ф. Іванова

Яковчук В.С. – к.с.-г.н., с.н.с.,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова»

імені М.Ф. Іванова

Тимофійшин І.І. – к.с.-г.н., с.н.с.,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова»

імені М.Ф. Іванова

Стаття присвячена вивченню вовнової продуктивності та деяких фізико-механічних властивостей вовни молодняку овець асканійської м'ясо-вовнової породи (АМВ) з кросбредною вовною. Дану породу овець розводять у господарстві Хмельницької області – СВК «Лабунський» Шепетівського району.

Метою роботи було визначення особливостей показників вовнової продуктивності молодняку овець асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною.

Встановлено, що настриг митної вовни у піддослідних тварин 16-місячного віку склав 4,0 кг, а настриг митної вовни – 2,6 кг, що більше на 4,0 % у порівнянні зі стандартом породи. Вихід митної вовни при цьому становив 64,7 %.

Природна довжина вовни у ярк асканійської м'ясо-вовнової породи становила 15,4 см, що більше на 28,4 % у порівнянні зі стандартом породи, а справжня довжина вовни – 19,4 см, що вказує на її відносно добру звитість, де сила звитості складала 26 %. Товщина вовни у ярк асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною – 30,5 мкм, що за класом тонини відповідає 50–48 якості, при відносно високому ступені мінливості (10,6 %), що пов'язано більш за все з індивідуальними особливостями, умовами годівлі, селекційно-генетичною роботою тощо. Вовна у піддослідних ярк була міцною і складала 9,6 км розривної довжини.

Зона вимитості у штапелі руна ярк становила 11,7 %. Це говорить про те, що жиропіт вовни у піддослідних тварин відносно стійкий до впливу атмосферних опадів та впливу сонячних променів. Зона забруднення у ярк АМВ породи з кросбредною вовною складала 18,2 %. Отже, жиропіт у ярк асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною характеризувався відносно добрими властивостями.

Загалом, ярки асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною за основними показниками вовнової продуктивності відповідали стандарту породи і сьогодні є надзвичайно важливим збереження даної породи, як цінного національного селекційного генотипу для подальшого її розведення на Хмельниччині.

Ключові слова: ярки, настриг вовни, вихід вовни, жиропіт, тонина, довжина вовни, міцність вовни.

Kudryk N.A., Tsvihun A.T., Yakovchuk V.S., Tymofishyn I.I. Wool productivity and some wool physical-mechanical properties the young sheep of Ascanian Meat-and-Wool breed, which have crossbred wool

The article is devoted to the study of wool productivity and some wool physical and mechanical properties the young sheep of Ascanian Meat-and-Wool breed (AMW), which have

crossbred wool. This sheep breed is bred in the Khmelnytsk region on the SVC «Labunskyi" farm of Shepetivskyi district.

The aim of the work was to determine of the wool productivity indicators peculiarities the young sheep of Ascanian Meat-and-Wool breed, which have crossbred wool.

It was established that the unwashed wool clip in 16-month-old of experimental animals was 4.0 kg, and the washed wool clip was 2.6 kg, which is 4.0% more than the breed standard. The yield of washed wool was 64.7%.

The Ascanian Meat-and-Wool breed wool natural length was 15.4 cm, which is 28.4% more than the breed standard, and the true wool length is 19.4 cm, that indicates its relatively good curl, where the tortuosity strength was 26%. The wool thickness of the ewe-lambs Ascanian Meat-and-Wool breed, which have crossbred wool, is 30.5 microns, which corresponds to 50-48 quality according to the wool fineness class, with a relatively high degree of variability (10.6%), that is mostly related to individual characteristics, feeding conditions, selection and genetic work, etc. The experimental ewe-lamb's wool was strong and had a break length of 9.6 km.

The washed zone of fleece plait in the ewe-lambs was 11.7%. This suggests that the wool grease of experimental animals is relatively resistant to the effects of precipitation and sunlight. The zone of wool pollution in the AMW breed ewe-lambs, which have crossbred wool, was 18.2%. So, the wool grease of the Ascanian Meat-and-Wool breed ewe-lambs, which have crossbred wool, was characterized by relatively good properties.

In general, the Ascanian Meat-and-Wool breed ewe-lambs, which have crossbred wool, in terms of the main wool indicators productivity met the breed standard, and today it is extremely important to preserve this breed as a valuable national breeding gene pool for its further breeding in Khmelnytsk region.

Key words: *ewe-lambs, wool clip, wool output, wool grease, wool fineness, length of wool, strength of wool.*

Постановка проблеми. На Хмельниччині ряд господарств розводять овець вузькоспеціалізованих порід, зокрема молочного (лакони), м'ясного (дорпер), грубововнового шубного (романівська) напрямів, а також таку цінну породу овець, як асканійська м'ясо-вовнова з кросбредною вовною [1, с. 288; 2, с. 280; 3, с. 204].

Асканійська м'ясо-вовнова порода з кросбредною вовною характеризується відмінними якостями м'ясної та вовнової продуктивності, зокрема від них одержують таку цінну вовну, як кросбредна [4, с. 40; 5, с. 194]. Ця порода виведена в Українському науково-дослідному інституті тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова «Асканія-Нова» (сучасний Інститут тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства) у 1959–2000 роках. Порода створена шляхом ступінчатої синтетичної селекції на базі використання світового і вітчизняного генотипу методом складного відтворювального схрещування. Порода апробована 2000 року та затверджена у 2007 році [5, с. 195; 6, с. 141; 7, с. 143–144].

Асканійська м'ясо-вовнова порода з кросбредною вовною за сприятливих умов годівлі та утримання, реалізує генетичний потенціал продуктивності на високому рівні. Так, показники середньої живої маси баранів-плідників становлять 126 кг (мах. 161 кг), вівцематок – 77 кг (мах. 122 кг) при їх плодючості 150 % (мах. – четверо ягнят) та виробництві м'яса в живій масі на вівцематку 80 кг (мах. 160 кг за умов вирощування трійневих ягнят до 9-місячного віку); настриг кросбредної вовни у чистому волокні в баранів-плідників 8,1 кг (мах. 11,1 кг), вівцематок – 5,0 кг (мах. 8,0 кг) і довжини вовни – 14 см (мах. 22 см) та виходу чистого волокна 69 % (мах. 79 %). Висока скороспілість асканійських м'ясо-вовнових ягнят забезпечує формування середньої живої маси їх у 100-денному віці – 32 кг при середньодобовому прирості 280 г, у 9-місячному віці – 54–61 кг (мах. 87 кг). Середня маса тушок ягнят у 4-місячному віці становить 18 кг, у 9-місячному – 27 кг при забійному виході 48 % та високих смакових якостях м'яса [8, с. 95–96].

Асканійська м'ясо-вовнова порода через високу м'ясну, вовнову, молочну та хутрову продуктивність успішно вирішує складну проблему щодо формування конкурентоспроможності вівчарської галузі без витрат на імпорт тварин закордонної селекції і тому може з успіхом розводитися у західних регіонах України, зокрема на Хмельниччині. Тому вивчення її продуктивних ознак, зокрема кількісних та якісних показників вовни у овець асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченням вовнової продуктивності у овець асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною, зокрема вівцематок, баранів-плідників та молодняку овець, протягом останнього десятиліття займалися вчені селекціонери практично на території всієї України. Так, на Херсонщині, де була виведена порода в Інституті тваринництва степових районів дослідженнями вовни займалася Польська П.І. (автор породи), Шаламай Л.П., Заруба К.В., Корбич Н.М. та ін. [4, с. 38; 6, с. 141–142; 9, с. 145–146; 10, с. 63; 11; 12, с. 37; 13, с. 218]. Вивченням вовнової продуктивності буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною в умовах Буковини присвячені наукові роботи Чорномиз Т.О., Лесик О.Б. та ін. [14, с. 82–83; 15, с. 62; 16, с. 166]. На Одещині селекційно-генетичні параметри овець, зокрема вовну, у тварин асканійської м'ясо-вовнової породи (одеський тип) досліджували Чепур В.К., Чігірьов В.О. та ін. [17, с. 92; 18, с. 70]. У центральному регіоні України вивченням вовнової продуктивності дніпропетровського типу асканійської м'ясо-вовнової породи займався Микитюк В.В. та ін. [19, с. 138; 20, с. 159]. Дослідженнями вовноутворення у овець АМВ породи та хімічного складу вовни, зокрема вмісту сірки, цистину, тирозину, триптофану займалися Стапай П.В., Параняк Н.П., Гавриляк В.В., Кочетов С.В. [21, с. 240].

Постановка завдання. Метою наших досліджень було вивчення кількісних та якісних показників вовнової продуктивності молодняку овець асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною.

Методи дослідження. Експериментальна частина роботи проведена на базі СВК «Лабунський» Шепетівського району Хмельницької області у 2023–2024 роках. Вихідним матеріалом слугували чистопородні барани-плідники та вівцематки асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною (вівцематки четвертого-п'ятого покоління від схрещування маток північнокавказької м'ясо-вовнової з баранами асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною), яких розводять у зазначеному господарстві. Для проведення досліду було сформовано одновікову групу ярок (10 голів). Всі тварини знаходились в однакових умовах годівлі і утримання. Вовнову продуктивність ярок порівнювали зі стандартом породи (мінімальні вимоги до молодняку і дорослих овець 1 класу при бонітуванні за основними селекційними ознаками, які зумовлюють показники їх продуктивності та комплексну оцінку [22]).

Настриг вовни у ярок враховували індивідуально під час весняної стрижки (16 місяців). Вихід і настриг митої вовни визначали за методикою Г.А. Куца та інших.

Зразки вовни для лабораторних досліджень брали перед стрижкою за допомогою спеціальних вилок. Природну довжину вовни визначали методом її виміру за допомогою лінійки без порушення завитків з точністю до 0,1 см. Справжню довжину вимірювали методом розправлення вовнових волокон від завитків з точністю до 0,1 см. Тонину вовни визначали під мікроскопом МБИ. Вимірювання

тонини вовни проводили в середній зоні штапелю при діленні окуляр-мікрометру 3,3 мікрона.

Міцність вовни на розривні властивості визначали динамометром ДШ-3М і виражали в кілометрах розривної довжини. Зону вимитості жиропоту визначали за допомогою лінійки з точністю до 0,1 см.

Біометричну обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням статистичних функцій [23, с. 292–310].

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

На Хмельниччині асканійську м'ясо-вовнову породу овець розводять у СВК «Лабунський» Шепетівського району. Станом на 01.01.2024 року овець цієї породи нараховувалось 117 голів, зокрема, 50 вівцематок, 33 ярки старше року [24].

Вовна – це волосяний покрив тварин, який використовують для виготовлення тканин, трикотажу, килимів та валяльних виробів. Вовнова продуктивність овець характеризується, як кількісними, так і якісними показниками, зокрема, настриги немитої і митої вовни, природна та справжня довжини вовни, тонина, міцність, звитість вовни та інші.

Настриг вовни обумовлений генетичними (порода, напрям продуктивності, стать, індивідуальні особливості) та паратиповими факторами (рівень годівлі, умови утримання, напрям племінної роботи). Настриг вовни у ярк подана у таблиці 1. Встановлено, що настриг немитої вовни у піддослідних тварин склав 4,0 кг. Зазначимо високий ступінь мінливості (10,9 %) за настригами немитої вовни у піддослідних тварин, що свідчить про їх високий генетичний потенціал, який проявляється в оптимальних умовах годівлі і утримання.

Для визначення настригів митої вовни, нами лабораторним шляхом визначено вихід митої вовни у піддослідних ярк, який склав 64,7 %.

Таблиця 1

Настриг вовни у піддослідних ярк, М ± m

Порода	Настриг вовни, кг				Вихід вовни, %
	немитої	CV, %	чистої	CV, %	
Асканійська м'ясо-вовнова порода з кросбредною вовною	4,0 ± 0,1	10,9	2,6 ± 0,1	10,8	64,7 ± 0,4
Стандарт породи	-	-	2,5	-	-

Експериментальні дані таблиці 1 свідчать, що настриг митої вовни у ярк склав 2,6 кг, що більше на 4 % у порівнянні зі стандартом породи.

Це пояснюється тим, що для асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною властиве чітке успадкування продуктивних ознак, як при чистопородному розведенні, так і при схрещуванні з іншими породами.

Довжина вовни – одна із головних показників, які визначають її виробниче призначення. Вона залежить, головним чином, від породних, індивідуальних особливостей, від умов годівлі і утримання, статі і віку. Довжина вовни впливає на настриг. Як правило, коефіцієнт кореляції між довжиною і настригом вовни завжди позитивний.

Розрізняють природну і справжню довжини вовни. Природна і справжня довжини вовни у піддослідних ярк приведена у таблиці 2.

Таблиця 2

Природна та справжня довжини вовни, см

Порода	Довжина вовни				Сила звитості, %
	природна		справжня		
	M ± m	CV, %	M ± m	CV, %	
Асканійська м'ясо-вовнова порода з кросбредною вовною	15,4 ± 0,3	6,0	19,4 ± 0,2	3,7	26,0
Стандарт породи	12,0	-	-	-	-

Природна довжина вовни у ярок асканійської м'ясо-вовнової породи становила 15,4 см, що більше на 28,4 % у порівнянні зі стандартом породи. Справжня довжина вовни – 19,4 см, що вказує на її відносно добру звитість, де сила звитості склала 26 %.

Тонина вовни – це поперечний перетин вовнинки (в мікрометрах). Від тонини залежать метраж і якість пряжі, тому при оцінці вовни визначенню її тонини надають великого значення. У виробничих умовах під час бонітування овець, класування й сортування вовни, тонину вовни визначають окомірно.

Високу цінність має вовна, волокна якої практично однакової тонини за всією її довжиною. Вирівняність вовнових волокон за тониною залежить від умов годівлі і утримання протягом усього року. При недостатній годівлі вовна тоншає і на ній утворюється «голодна» тонина, що дуже знижує її прядильні властивості. Тонина та міцність вовни у піддослідних ярок представлена у таблиці 3.

Таблиця 3

Тонина та міцність вовни у піддослідних ярок

Порода	Товщина вовни, мкм		Клас тонини	Міцність вовни, км роз. довж.
	M ± m	CV, %		
Асканійська м'ясо-вовнова порода з кросбредною вовною	30,5 ± 1,10	10,6	50 – 48	9,6
Стандарт породи	-	-	58 – 46	-

Товщина вовни (таблиця 3) у ярок асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною склала 30,5 мкм, що за класом тонини відповідає 50-48 якості. Варто зауважити й про відносно високий ступінь мінливості за тониною вовни у піддослідних ярок (10,6 %), що очевидно зв'язано з їх індивідуальними особливостями, умовами годівлі, селекційно-генетичною роботою тощо. Вовна у піддослідних тварин була відносно міцною і склала 9,6 км розривної довжини.

Жиропіт є складною хімічною сполукою, секретами жирових і потових залоз, він змащує і склеює вовнинки і таким чином захищає вовну в рунах від забруднення та шкідливого впливу зовнішнього середовища. Кількість жиропоту у вовні має бути оптимальною. Проте надмір його є так само не бажаним, як і нестача. Нестача жиропоту призводить до сухості вовни і зниження її якості, а надмірна кількість – до зайвих витрат корму на його вироблення і зменшення виходу митого волокна у вовні. Наявність жиропоту у вовні і його якість визначається за ступенем забруднення вовни та її вимиванням опадами. Жиропіт вважається задовільним, якщо зона забруднення і вимивання вовни в штапелі становить 1/3 його довжини. Добрим вважається жиропіт, якщо зона забруднення становить менше 1/3 довжини волокна, а поганим – якщо ця зона більша 1/3 довжини волокна.

Нами було вивчено співвідношення зон жиропоту у штапелі вовни у піддослідних ярок (таблиця 4).

Таблиця 4

Співвідношення зон у штапелі руна у піддослідних ярок

Порода	Одиниці виміру	Довжина вовни	Зона		
			вимитого жиропоту	забруднення	вільна від забруднення
Асканійська м'ясо-вовнова порода з кросбредною вовною	см	15,4 ± 0,2	1,8 ± 0,2	2,8 ± 0,2	10,8
	%	100	11,7	18,2	70,1

З таблиці 4 видно, що зона вимитості у штапелі руна ярок становить 11,7 %. Це говорить про те, що жиропіт вовни у піддослідних тварин відносно більш стійкий до впливу атмосферних опадів та впливу сонячних променів.

Важливим показником якості жиропоту і його впливу на збереження вовнинок є показник зони забруднення у штапелі вовни. Так, зона забруднення вовни у ярок асканійської м'ясо-вовнової породи склала 18,2 %. Це вказує на те, що жиропіт ярок асканійської м'ясо-вовнової породи характеризується задовільними властивостями, містить у собі певну кількість насичених жирних кислот, що призводить до задовільної стійкості до шкідливих випаровувань при утриманні в кошарах, механічних засмічень тощо. У нижній частині штапеля руна розміщується вільна від забруднень зона, у піддослідних ярок вона склала 70,1 % від загальної довжини вовни. Отже, жиропіт у ярок асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною характеризується відносно добрими властивостями.

Висновки та пропозиції. В цілому, ярки асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною за основними показниками вовнової продуктивності відповідають стандарту породи і сьогодні є надзвичайно важливим збереження даної породи як цінного національного селекційного капіталу з вівчарства для подальшого її розведення на Хмельниччині.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Тимофійшин І. І., Димчук А. В. Настриги та фізико-механічні властивості вовни помісних ярок північнокавказької м'ясо-вовної породи овець. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. Вип. 236. С. 286–294.
2. Тимофійшин І. І. Порівняльна оцінка вовнової продуктивності ярок північнокавказької та асканійської м'ясо-вовнових порід овець на Поділлі. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції: збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф. Ч. 1. (20-22 березня 2018 р., м. Кам'янець-Подільський). Тернопіль. 2018. с. 280–282.
3. Диндин М. Л. Перспективи розвитку вівчарства у сільськогосподарських підприємствах західних областей України. Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Вип. 23. С. 202–206.
4. Польська П. Асканійська м'ясо-вовнова порода овець з кросбредною вовною. Тваринництво України. 2012. № 8. С. 38–42.
5. Польська П. І. Створення і використання м'ясо-молочно-вовнового вівчарства в Україні. Науковий вісник "Асканія-Нова". 2009. Вип. 2. С. 194–205.
6. Польська П. І. Створення і використання в Україні племінної бази м'ясо-вовнового вівчарства світового рівня. Вівчарство. 2005. Вип. 31–32. С. 141–142.
7. Вівчарство України / За ред. В. М. Іовенко. 2-ге вид., допов. і перероб. Київ: Аграрна наука, 2017. 488 с.

8. Польська П. І. Виведення асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною в історичному аспекті. Науковий вісник "Асканія-Нова". 2017. Вип. 10. С. 85–101.

9. Польська П. І., Туринський В. М., Калашук Г. П., Шаламай Л. П. Перша вітчизняна асканійська м'ясо-вовнова порода овець. Розведення і генетика тварин. 2002. Вип. 36. С. 145–146.

10. Польська П.І., Калашук Г.П., Чічаєва О.П., Калашук В.В. Відтворювальна здатність і продуктивність інтенсивних типів овець асканійської м'ясо-вовнової породи із кросбредною вовною за різних кормових умов. Вівчарство та козівництво. 2019. Вип. 4. С. 63–89.

11. Жарук П. Г. Асканійська м'ясо-вовнова порода овець. Велика українська енциклопедія 2021. URL: [https://vue.gov.ua/Асканійська м'ясо-вовнова порода овець](https://vue.gov.ua/Асканійська_м'ясо-вовнова_порода_овець) (дата звернення: 22.05.2024).

12. Новікова В.М., Корбич Н.М. Настриг вовни та показники продуктивності овець асканійської м'ясо-вовнової породи. Науково-інформаційний вісник. 2018. Вип. 11. С. 36–38.

13. Бондаренко О. Ю. Корбич Н.М., Заруба К.В. Показники продуктивності вівцематок асканійської м'ясо-вовнової породи з урахуванням настригу митої вовни. Науково-інформаційний вісник. 2020. Вип. 13. С. 216–219.

14. Лесик О.Б., Похивка М.В., Маковійчук С.Д. Показники продуктивності овець буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною в умовах Буковини. Розведення і генетика тварин. 2023. Вип. 66. С. 79–85.

15. Лесик О.Б., Похивка М.В. Ефективність розведення овець буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною. Науковий вісник «Асканія-Нова», 2017. № 10. С. 56–64.

16. Черномиз Т.О., Лесик О.Б., Похивка М.В. Удосконалення буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною. Науковий вісник «Асканія-Нова». 2010. Вип 3. С. 165–170.

17. Чігір'єв В., Бєсягіна С., Мажилівська К., Тихонов Д. Оцінка основних селекційно-генетичних ознак продуктивності овець одеського типу асканійської м'ясо-вовнової породи різних етологічних типів. Аграрний вісник Причорномор'я. 2020. Вип. 96. С. 89–95.

18. Чігір'єв В.О., Чепур В.К. Оцінка основних селекційних ознак продуктивності овець одеського внутрішньопородного типу асканійської м'ясо-вовнової породи. Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції. Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи. Кам'янець-Подільський, 2017. С. 68–71.

19. Микитюк В.В., Северов О.В., Солоха І.М. Науково-методичні засади створення дніпропетровського типу асканійської м'ясо-вовнової породи. Науковий вісник «Асканія-Нова». 2012. Вип. 5. С. 134–141.

20. Микитюк В.В. Створення кросбредного вівчарства на Дніпропетровщині. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2013. Вип. 2. С. 157–160.

21. Польська П. І. , Калашук Г. П., Атановська-Маслюк О. Й., Глебова Н. П., Параняк Н. П., Стапай П. В., Макар І. А., Гавриляк В. В., Кочетов С. В. Продуктивність і фізико-хімічні властивості вовни інтенсивних типів овець асканійської м'ясо-вовнової породи в екстремальних умовах. Науковий вісник "Асканія-Нова". 2008. Вип. 1. С. 231–240.

22. Інструкція з бонітування овець. Інструкція з ведення племінного обліку у вівчарстві та козівництві. К. 2003. 156 с.

23. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського. К.: Аграр. Наука. 2017. С. 328.

24. Звіт про виробництво продукції тваринництва, кількість сільськогосподарських тварин в СВК «Лабунський» Шепетівського району Хмельницької області (станом на 01. 01. 2024 року).

УДК 636.32/082

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.50>

ВІДТВОРЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ТА МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПЛАНОВИХ ПОРІД ТА РІЗНИХ БУКОВИНСЬКИХ ТИПІВ ВІВЦЕМАТОК В УМОВАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ БУКОВИНИ

Лесик О.Б. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

Калинка А.К. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

В статті представлені результати багаторічних селекційних досліджень відтворювальної здатності та молочної продуктивності планових порід вівцематок та буковинських типів асканійської м'ясо-вовнової та асканійської каракульської, української гірськокарпатської порід в умовах регіону Буковини. Досліджень доведено про високу відтворювальну здатність вівцематок: заплідненість у вівцематок буковинських типів асканійської м'ясо-вовнової становить – 93,3%, асканійської каракульської – 96,8 та української гірськокарпатської – 96,7%, плодючість, відповідно, 135,1; 135,3; 128,3%. Вихід ягнят на 100 вівцематок становить 124–131 голів. Питома вага вівцематок, які підлягають доїнню становить 95,0–91,6% від загальної кількості. Дослідженнями встановлено, що від однієї вівцематки буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи отримано 96,0 кг молока, буковинського типу асканійської каракульської 110,6 кг, української гірськокарпатської – 71,9 кг. Встановлено живу масу в вівцематок в асканійської м'ясо-вовнової в середньому по стаду, що складає 58,5 кг, асканійської каракульської – 53,3 кг, української гірськокарпатської – 48,8 кг. Дослідженнями встановлено, що вівцематки буковинських типів асканійської м'ясо-вовнової та асканійської каракульської виробляють по 1,64–2,10 кг, гірськокарпатської по 1,47 кг товарного молока на 1кг живої маси дійної вівцематки. Визначена економічна ефективність розведення вівцематок різних генотипів з виробленої продукції вівчарства (вовна, м'ясо, молоко, смушки) за рік від вівцематки м'ясо-вовнової породи на суму – 3163,1 грн., асканійської каракульської – 3471,8 грн., української гірськокарпатської – 2454,8 грн. Ведення селекції на підвищення генетичного потенціалу відтворювальної здатності та молочної продуктивності вівцематок, сприятиме інтенсифікації галузі вівчарства в умовах Буковини.

Ключові слова: порода, тип, продуктивність, вівцематки, лактація, молоко, бринза.

Lesik O.B., Kalinka A.K. Reproductive capacity and milk productivity of planned breeds and different Bukovina types of ewes in the conditions of the Carpathian region of Bukovina

The article presents the results of multi-year selection studies of the reproductive capacity and milk productivity of planned breeds of ewes and Bukovina types of Askanian meat-wool and Askanian Karakul, Ukrainian Mountain Carpathian breeds in the conditions of the Bukovina region. Research has proven the high reproductive capacity of ewes: the fertility of ewes of the Bukovina types of Askanian meat-wool is 93.3%, Askanian Karakul ewes – 96.8 and Ukrainian Mountain Carpathian ewes – 96.7%, fertility, respectively, 135.1; 135.3; 128.3%. The yield of lambs per 100 ewes is 124–131 heads. The specific weight of ewes to be milked is 95.0–91.6% of the total number. Research has established that 96.0 kg of milk was

obtained from one ewe of the Bukovina type of the Askanian meat-wool breed, 110,6 kg of the Bukovina type of Askanian Karakul, and 71,9 kg of the Ukrainian Mountain Carpathian. The live weight of ewes in the Askania meat-wool sheep was established, which is 58.5 kg on average for the herd, of the Askania Karakul sheep – 53,3 kg, and of the Ukrainian Mountain Carpathian sheep – 48.8 kg. Research has proven that ewes of the Bukovina type are Askanian meat-wool and Askania Karakul cows produce 1,64–2,10 kg each, and Horn carpathian cows produce 1,47 kg of marketable milk per 1 kg of live weight of a dairy ewe. The economic efficiency of breeding ewes of different genotypes from sheep breeding products (wool, meat, milk, strips) per year from a ewe of the meat-wool breed was determined in the amount of UAH 3,163.1, Askania Karakul sheep – UAH 3,471,8. Ukrainian Mountain Carpathian – UAH 2,454,8. Breeding to increase the genetic potential of reproductive capacity and milk productivity of ewes will contribute to the intensification of the sheep breeding industry in the conditions of Bukovina.

Key words: breed, type, productivity, ewes, lactation, milk, cheese.

Постановка проблеми. В умовах реалій війни де вітчизняне вівчарство України характеризується кризовим становищем: зменшилося поголів'я тварин, знизилася показники продуктивності та відтворювальної здатності та регіональна галузь залишається, ще збитковою в умовах регіону Буковини [1].

В зв'язку з цим в Чернівецькій області де вівчарство завжди було однією з важливих та основних і традиційних галузей тваринництва де за останні роки економічні та соціальні умови призвели до того, що регіональна галузь вівчарства зазнала значних втрат, різко скоротилась чисельність поголів'я овець в діючих господарствах суспільного сектору різних форм власності та відповідно зменшилися обсяги виробництва регіональної продукції вівчарства.

Оскільки з цим не один рік вже ведеться цілеспрямоване вирощування ремонтного племінного молодняка, що є одним з основних технологічних прийомів покращення продуктивних якостей тварин, збільшення виробництва основних видів продукції та зниження її собівартості, що сприятиме більш ефективному використанню генетичного потенціалу продуктивності планових порід овець в Чернівецькій області.

В даний час на Буковині розводять декілька апробованих створених типів та порід овець, а саме буковинський тип асканійської м'ясо-вовнової з кросбредною вовною, буковинський тип асканійської каракульської, та українську гірськокарпатську породи, які мають загальні та індивідуальні особливості при їх розведенні в різних природно-кліматичних зонах Буковини.

Отже за останні роки, у зв'язку з відсутністю українського ринку збуту м'яса, смушків, вовни та їх низькими реалізаційними цінами галузь вівчарства зазнає значних збитків в регіоні Буковина. Значно зменшилося поголів'я овець де виникла необхідність відродження цієї регіональної галузі та її подальшого розвитку з урахуванням потреб та вимог регіонального ринку.

Для відновлення регіональної галузі вівчарства та формуванню її конкурентоспроможності сприяє наявність цінних вітчизняних генетичних ресурсів, що є важливим прийом ефективності розведення овець з підвищеними показниками відтворювальної здатності, молочної та м'ясної продуктивності в умовах Західного регіону України.

Як виявилось, що за результатами наших проведених досліджень, якими встановлено, що молочність маток – важливий фактор, що забезпечує ріст та розвиток ягнят в перші 1,5–2 місяці їх життя де регіональними науковцям та селекціонерам господарств де необхідно особливу увагу приділяти добору та підбору тварин за їхню власною молочністю. Вітчизняними вченими доведено, що великий вплив на

молочну продуктивність вівцематок має: порода, годівля та утримання, вік, період лактації, кількість вигодованих ягнят з вирощування в даній зоні Карпат [2].

Отже при веденні багаторічної селекційної роботи де виявлено, що в галузі вівчарства області беруться до уваги усі важливі виробничі та селекційні фактори, які впливають на формування цього напрямку продуктивності [3].

В цьому випадку дуже відіграє молочна продуктивність – селекційна ознака, яка сприяє реалізації генетичного потенціалу спадково обумовленої скоростигло-сті росту ягнят – визначальної селекційної ознаки для овець різних напрямів продуктивності [4].

Таким чином молочна продуктивність вівцематок обумовлена кількістю відтворених ними ягнят, терміну продуктивного використання вівцематок, живої маси та значною мірою, що залежить від рівня годівлі. З джерел вітчизняної та зоотехнічної науки доведено, що молочність достовірно корелює з живою масою ягнят [5].

З вітчизняних досліджень виявлено, що овече молоко – цінний харчовий продукт, який містить усі необхідні складники, які є незамінним джерелом енергій в перші години та дні життя, що сприяє виробленню імунітету до багатьох захворювань. Це в цьому періоді є споживання достатньої кількості молозива підвищує життєздатність ягнят та забезпечує їх високу збереженість.

Тому рівень молочної продуктивності овець з використанням основних селекційних факторів, що сприяє збереженню ягнят, оскільки в перші дні після народження молоко – єдине джерело енергії, а саме рівень годівлі в підсисний період, що має високий домінуючий вплив на підвищення скоростигло-сті та міцності тварин, збільшення м'ясної та вовнової продуктивності.

Таким чином розвиток ягнят у період підсису, який тісно пов'язаний зі спадковістю та значною мірою залежить від молочної продуктивності їх матерів, що науково доведено, що підвищення молочної маток є не тільки бажаною, але й необхідною ознакою, за якою, на рівні з іншими господарсько-корисними ознаками, потрібно оцінювати та відбирати тварин при веденні роботи [6].

Постановка завдання. Мета нашої статті – вивчити відтворювальну здатність та молочну продуктивність планових порід та різних буковинських типів вівцематок в умовах Карпатського регіону Буковини

Для цього науково-дослідну роботу проводили в умовах діючих базових племінних господарств Чернівецької області на поголів'ї вівцематок буковинських типів асканійської м'ясо-вовнової, асканійської каракульської та української гірськокарпатської порід де молочність вівцематок за перший місяць лактації визначали за приростами живої маси ягнятка. При визначенні показників молочної продуктивності вівцематок, які оцінено за даними племінного обліку та наукових досліджень з урахуванням віку тварин, типу та окоту, яку визначали при виробництві товарного молока, методом контрольного доїння щомісячно (з травня по серпень), та в період після відлучення ягнят у 2–2,5-місячному віці. Показники продуктивності (міцність конституції, вгодованість, живу масу, вовнову продуктивність) визначено при індивідуальному бонітуванні тварин згідно розробленої Інструкції з бонітування [3]. Біометричну обробку результатів досліджень проведено методами варіаційної статистики з використанням комп'ютерної техніки.

Виклад основного матеріалу досліджень. За результатами проведених наукових селекційних досліджень встановлено, що вівцематкам різних типів і порід, яким характерна висока заплідненість і відтворювальна здатність (табл. 1).

Таблиця 1

Відтворювальна здатність вівцематок різних типів

Показник	Базові господарства		
	Тип		порода
	Господарство		
	ФГ «Дана»	ФГ «Вівчарик»	ПП «Гуз»
	Буковинський асканійської м'ясо-вовнової	Буковинський асканійської каракульської	Українська гірськокарпатська)
Вівцематок, гол	165	501	300
з них об'ягнилося, гол	154	485	290
Заплідненість, %	93,3	96,8	96,7
Одержано ягнят, гол.	208	656	372
Плодючість, %	135,1	135,3	128,3
Вихід ягнят на 100 маток, гол.	126	131	124

За результатами проведених досліджень де слід відмітити, що в базових господарствах в яких достатньо висока є відтворювальна здатність вівцематок: заплідненість у буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової становить – 93,3%, асканійської каракульської – 96,8, української гірськокарпатської – 96,7%, плодючість, відповідно, 131,5; 135,3; 128,3% з виходом ягнят на 100 вівцематок становить 124–131 голів та з питомою вагою вівцематок, які підлягають доїнню, що становить 95,0–91,6% від загальної кількості тварин.

Таким чином нами досліджено, що вівцематки, які принесли одне ягнятко, які забезпечують приріст живої маси приплоду за I місяць: буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової – 8,1–8,3 кг, каракульської – 7,8–8,1 кг, гірськокарпатської – 4,9–5,7 кг, а вівцематки, які народили двійнят, відповідно 6,6–6,9 кг; 6,9–7,2 кг; 5,2–5,5 кг.

Отже виявлено в дослідженнях і найбільш високі показники молочності в перший місяць лактації в вівцематок буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи (1,35–1,38 кг), які народили по одному ягнятку молочність у середньому становила – 41 кг, з двійнятами – 67,5 кг, або на 26,5 кг вище, у каракульських відповідно 37,8 кг, з двійнятами 70,5 кг, або на 32,7 кг більше, у гірськокарпатських – 26,5 кг, з двійнятами 53,5 кг, або на 27,1 кг більше.

Визначено нами і тривалість доїння вівцематок буковинського типу асканійської м'ясо – вовнової – 128, каракульської – 158, гірськокарпатської – 124 днів, що від однієї дійної вівцематки де відповідно становить – 96 кг, при середньодобовому надої 0,750 кг (бринзи – 24,0 кг), каракульської – 110,6 кг, та при добовому надої 0,700 кг (бринзи – 27,7 кг) та гірськокарпатської відповідно 71,9 кг, 0,580 кг (бринзи 18,0 кг).

Вивчено в різних буковинських типів овець та гірськокарпатської породи виробництво товарного молока, що переробляється на бринзу та урду в базових господарствах Буковини (табл. 2).

Встановлено, що від однієї вівцематки буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи овець в яких отримано 96,0 кг молока, буковинського типу асканійської каракульської 110,6 кг, української гірськокарпатської – 71,9 кг в умовах власних прийнятих раціонах годівлі маток в зоні Буковини.

За результатами проведених дослідженнях в яких визначено живу масу в вівцематок, яка у асканійської м'ясо-вовнової в середньому по стаду складає 58,5 кг,

Таблиця 2

Виробництво товарного молока по господарствах

Показник	Од. виміру	Порода, тип		
		БТА МВП	БТА КП	УГП
		Господарство		
		ФГ «Дана»	ФГ «Вівчарик»	ПП «Гуз»
Всього, вівцематок	гол.	165	501	300
Кількість обсягнулося вівцематок		154	485	280
Кількість дійних вівцематок	гол.	148	470	285
%	%	96,1	96,8	95,0
Тривалість доїння	днів	128	158	124
Тривалість лактації	днів	188	180	168
Надано молока в господарствах	т	14,2	52,6	20,5
Середньодобовий надій від однієї вівцематки	кг	0,750	0,700	0,580
Надій молока від однієї дійної вівцематки	кг	96,0	110,6	71,9
Середня жива маса маток	кг	58,5	53,3	48,8
Вироблено бринзи на одну вівцематку	кг	24,0	27,7	18,0
Вироблено молока на 1кг живої маси дійної матки	кг	1,64	2,40	1,47

Примітка: БТ АМВП – буковинський тип асканійської м'ясо вовнової породи, БТ АКП – буковинський тип асканійської каракульської породи, УГП – українська гірськокарпатська порода

асканійської каракульської – 53,3 кг, української гірськокарпатської – 48,8 кг. Вівцематки буковинських типів асканійської м'ясо-вовнової та асканійської каракульської виробляють по 1,64–2,10 кг, гірськокарпатської по 1,47 кг товарного молока на 1кг живої маси дійної вівцематки.

Дослідженнями встановлено, що вівцематки української гірськокарпатської породи, які покращені плідниками буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи, що володіють вищими показниками молочної продуктивності в порівнянні з місцевими апробованими.

Економічна ефективність з розведення різних вівцематок порід (табл. 3).

Таблиця 3

Економічна ефективність розведення вівцематок різних генотипів

Показник	Од. вим.	Порода, тип, господарства		
		БТАМВП ФГ «Дана»	БТАКП ФГ «Вівчарик»	УГП ФГ «Горлиця»
1	2	3	4	5
Вироблено на одну вівцематку: вовни (немітої)	кг	4,6	3,2	2,9
молока (бринзи)	кг	24,0	27,7	18,0
м'яса в живій масі	кг	18,7	10,3	12,1
смушків	шт.	-	1	-

Продовження таблиці 3

Вартість одиниці продукції: вовни	грн.	20,0	16,0	16,0
молока (бринзи)	грн.	110,0	110,0	110,0
м'яса в живій масі	грн.	28,0	28,0	28,0
Продовження таблиці				
1	2	3	4	5
смушків	грн.	-	60,0	-
Реалізаційна вартість: вовни	грн.	92,0	51,2	46,4
молока (бринзи)	грн.	2640,0	3047,0	1980,0
м'яса в живій масі	грн.	431,1	313,5	428,4
смушків	грн.	-	60,0	-
Загальна вартість	грн.	3163,1	3471,8	2454,8
Вироблено продукції на 1 кг живої маси	грн.	54,6	65,1	52,5

Примітка: БТ АМВП – буковинський тип асканійської м'ясо вовнової породи, БТ АКП – буковинський тип асканійської каракульської породи, УГП – українська гірськокарпатська порода

Так вироблено продукції вівчарства (вовна, м'ясо, молоко, смушки) за рік від вівцематки м'ясо-вовнової породи на суму – 3163,1 грн., асканійської каракульської – 3471,8 грн., української гірськокарпатської – 2455 грн. Вартість одного кілограма бринзи на сьогоднішній день – 110,0 грн., м'яса в живій вазі – 28,0 грн., вовни від 16 до 20 грн. в цінах 2020 року.

Висновки та пропозиції. Дослідженнями, що при веденні селекції на розвиток молочної продуктивності, що сприятиме інтенсифікації регіональної галузі вівчарства, що дасть високоякісних продуктах харчування. Визначено, що при отриманні товарного молока де використовують овець комбінованого напряму продуктивності: буковинські типи асканійської м'ясо-вовнової з крос-середною вовною, та асканійської каракульської, українську гірськокарпатську породи. За результатами досліджень встановлено, що вихід товарного молока за період доїння від однієї вівцематки буковинських типів становить – 96–110,6 кг при жирності молока 8–9,8%, в українських гірськокарпатських – 71,9 кг. Встановлено, що від лактуючих маток буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової і гірськокарпатської порід після відлучення ягнят у віці 2 місяці від яких можна отримувати товарне молоко протягом 128–124 днів, від буковинського типу асканійської каракульської – 158 днів в умовах Карпатського регіону Буковини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Беседін О.В. Молочна продуктивність вівцематок таврійського типу. Вівчарство: Між. темат. наук. зб Н. Каховка: „Пиел” 2006. Вип. 33. С. 10–12.
2. Програма селекції асканійської тонкорунної породи овець України на 2003–2010 роки. К. 2003. 39 с.
3. Інструкція з бонітування овець. (Микитюк Д. М., Литовченко А. М., Білоус О. В. та ін.); державний науково-виробничий концерн «Селекція. К.: П.П. «Бланк-Сервіс». 2003. 154 с.
4. Лесик О. Б. Томаш Л.В., Похивка М.В., Меленко К. М. Ріст молодняка та смушкові якості шкурки ягнят буковинського типу асканійської каракульської породи овець. *Таврійський вісник*. Серія: Сільськогосподарські науки. № 129. 2023. С. 163–168.

5. Могильницька С. В. Селекційна оцінка молочної продуктивності овець різних типів асканійської каракульської породи: автореф. дис. на здобуття наук. Ступеня канд. с.-г. наук. С. В. Могильницька. Миколаїв. 2013. 20 с.
 6. Могилевська С.В. Фактори впливу на рівень молочної продуктивності вівцематок асканійської каракульської породи. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Н. Каховка: «Пиел». 2017. Вип.10. С. 75–84.
-

УДК 636.27(477).034:502.211

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.51>

РІВЕНЬ РОЗВИТКУ СЕЛЕКЦІЙНИХ ОЗНАК ТВАРИН ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ ЗА ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИМИ ЗОНАМИ УКРАЇНИ

Почукалін А.Є. – к.с.-г.н.,

с.н.с. лабораторії селекції червоних порід,

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця

Національної академії аграрних наук України

Вдовиченко Ю.В. – д.с.-г.н.,

член-кореспондент Національної академії аграрних наук України,

г.н.с.,

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця

Національної академії аграрних наук України

Відомим є факт розповсюдження голштинської породи великої рогатої худоби у світі. Не виняток і Україна, де селекційну роботу з удосконалення господарськи корисних ознак цієї породи проводять в усіх регіонах України. Тому постало питання, а як транскордонна порода реалізує високий генетичний потенціал молочної продуктивності у різних природно-кліматичних зонах. Для цього використовувались матеріали з результатів комплексної оцінки за племінними та продуктивними якостями у кількості 66 господарств (59225 голів, у тому числі 31748 корів) 18 областей. До зони Степу віднесені 19 стад восьми областей, до зони Лісостепу 30 господарств п'яти областей та до зони Полісся 17 стад п'яти областей України.

Серед досліджуваних популяцій голштинської породи найчисельніша сконцентрована у зоні Лісостепу (50% загального поголів'я), далі у Степу (28%) та найменша у зоні Полісся (22%). Відмічено широку варіабельність розміру стад, яка становить 41 гол. ... 5142 гол. залежно від природно-кліматичних зон. Найбільші (понад 1000 корів) господарства розміщені у Київській, Полтавській, Сумській, Черкаській та Миколаївській областях.

Аналізом встановлено, що реалізація молочної продуктивності корів досліджуваних зон є досить високою, підтвердженням чого є середній надій, залежно від зон, 8914 кг (Степ) ... 9558 кг (Лісостеп), масова частка жиру в молоці – 3,78% ... 3,83%, білка – 3,21% ... 3,28%. Щодо живої маси в усіх випадках не відмічено суттєвих переваг. Крім того, відібрані тварини у селекційне ядро перевершують середні значення популяції за надоем, стабільними за якісними компонентами молока та, незначними або від'ємними за живою масою. За показником інтенсивності вироцуння відмічено кращі показники живої маси у ремонтних телиць Степу до 12 міс. (353,3 кг), хоча вже у 18 міс. переважають телиці Лісостепу з відповідним значенням 447,7 кг.

За результатами матеріалів оцінки генеалогічної структури, а саме елементів розведення за лініями, нами встановлено чітку закономірність інтенсивного використання трьох поширених ліній, а відповідно й високу частку маточного поголів'я, яку відноситься до них. Так, лінія Старбака 352790 займає від 9,3% маточного поголів'я (зона Полісся) до 15,5% (зона Степу), лінія Чіфа 1427381 від 26,1% у зоні Полісся до 38,3% у зоні Лісостепу, а лінія Елевейшна 1491007 від 29,2% у зоні Полісся до 41,7% зони Степу. Частка ліній Белла 1667366, Валіанта 1650414, Маршала 2290977 та Бесна 5694028588 залежно від зони займає від 2,0 до 5,7%.

Ключові слова: жива маса, середньодобовий приріст, бугаї, лінії, голштинська порода, молочна продуктивність, поголів'я, природно-кліматичні зони.

Pochukalin A. Ye., Vdovychenko Yu. V. Level of development of breeding characteristics of animals of the Holstein breed by nature and climate zones of Ukraine

It is well known that the Holstein breed of cattle is widespread in the world. Ukraine is no exception, where selection work on improving economically useful traits of this breed is carried

out in all regions of Ukraine. Therefore, the question arose, how the cross-border breed realizes its high genetic potential of milk productivity in different natural and climatic zones. For this, materials from the results of a comprehensive assessment of breeding and productive qualities in the number of 66 farms (59225 heads, including 31748 cows) of 18 regions were used. 19 herds from eight regions are assigned to the Steppe zone, 30 farms from five regions to the Forest-Steppe zone, and 17 herds from five regions of Ukraine to the Polissya zone.

Among the studied populations of the Holstein breed, the most numerous is concentrated in the Forest-Steppe zone (50% of the total population), further in the Steppe (28%) and the smallest in the Polissya zone (22%). A wide variability in the size of herds was noted, which is from 41 heads to 5142 heads depending on the natural and climatic zones. The largest (over 1000 cows) farms are located in Kyiv, Poltava, Sumy, Cherkasy and Mykolaiv regions.

The analysis established that the realization of the milk productivity of the cows of the studied zones is quite high, which is confirmed by the average milk yield, depending on the zones, 8914 kg (Steppe) ... 9558 kg (Forest Steppe), the mass fraction of fat in milk is 3.78% ... 3, 83%, protein – 3.21% ... 3.28%. As for live weight, no significant advantages were noted in all cases. In addition, animals from the selection nucleus exceed the average values of the population in terms of milk yield, they are stable in quality components of milk, and have a slight or negative difference in live weight. According to the indicator of the intensity of raising young animals, the best indicators of live weight were noted in breeding heifers up to 12 months of age grown in the Steppe zone (353 kg), although already at 18 months the heifers of the Forest Steppe prevail with the corresponding value of 448 kg.

According to the results of the evaluation of the materials of the genealogical structure, namely the elements of breeding by lines, we established a clear regularity of the intensive use of three common lines, and accordingly, a high share of the female's livestock attributed to them. Thus, the Starbuck 352790 line occupies from 9.3% of the breeding stock (Polissya zone) to 15.5% (Steppe zone), the Chief line 1427381 from 26.1% in the Polissya zone to 38.3% in the Forest Steppe zone, and Elevation line 1491007 from 29.2% in the Polissya zone to 41.7% in the Steppe zone. The share of Bell 1667366, Valiant 1650414, Marshall 2290977 and Besna 5694028588 lines is from 2.0 to 5.7% depending on the zone.

Key words: live weight, average daily gain, bulls, lines, Holstein breed, milk productivity, livestock, natural and climatic zones.

Постановка проблеми. Інтенсивність використання спеціалізованих порід вимагає від них крім високого генетичного потенціалу молочної продуктивності, цінної властивості, а саме – пластичності. Вона дозволяє отримати (враховуючи сучасні технології утримання та годівлі) високі показники продуктивності у різних природно-кліматичних зонах. Дана проблематика висвітлена у працях багатьох вчених на поголів'ї української чорно-рябої молочної породи [1, 15, 19, 20].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Щодо транскордонних порід які завезли в Україну і проводять з ними селекційну роботу в більшості випадків їм притаманна локальність, а їх розміщення сконцентроване у декількох господарствах. Виняток становить голштинська порода великої рогатої худоби, де спостерігається одночасно позитивна динаміка збільшення поголів'я з 18499 голів з надоєм 6587 кг у 2002 році до 100217 голів та 9390 кг у 2020 році [12, 13]. На перспективності використання голштинської породи у контексті порівняння селекційних ознак з іншими молочними породами акцентували увагу ряд вчених [3, 6].

Крім того, постає питання аналізу та оцінки великих масивів племінних тварин молочних порід. Таких наукових результатів потребує і голштинська порода, оскільки у переважній більшості дослідження проводяться на одному чи декількох стадах. Стан рівня молочної продуктивності, відтворення, екстер'єрних особливостей та ефективності господарського використання корів проведений на масивах голштинської породи Київської, Полтавської та Сумської областей, які умовно можна віднести до Лісостепу [5, 14, 16–18], Степу [2, 4, 7, 8, 10, 11] та

Полісся [9] України. Тому наразі вирішення деяких елементів запланованої проблематики вбачається актуальним.

Постановка завдання. Встановлення розміру популяції та рівня розвитку селекційних ознак (молочна продуктивність, жива маса), генеалогії тварин голштинської породи різних природно-кліматичних зон України.

Виклад основного матеріалу дослідження Для реалізації поставленої мети використовувались дані комплексної оцінки за племінними та продуктивними якостями за допомогою аналізуючого методу, узагальнення, елементів математичної статистики. Основними селекційними ознаками були взяті молочна продуктивність та жива маса за останню закінчену лактацію, інтенсивність вирощування телиць, крім того, приналежність тварин до ліній, а також розмір досліджуваних популяцій. Методикою передбачалось оцінити популяції голштинської породи природних зон України. Тому у дослідження включені 19 племінних господарств восьми областей, які віднесені до Степу, 30 господарств п'яти областей до Лісостепу та 17 стад п'яти областей до Полісся. Загалом вибірка складає 66 суб'єктів, які проводять селекційну роботу з удосконалення господарські корисних ознак тварин голштинської породи. За допомогою системи управління молочним скотарством «ОРСЕК» визначали приналежність бугаїв до ліній.

Дослідженнями встановлено, що голштинська порода молочної худоби має широкий ареал, де племінні тварини розміщені у 18 областях України з поголів'ям 59225 голів, у тому числі 31748 корів. За природними зонами, найчисельніша популяція сконцентрована у Лісостепу (50% загальної чисельності тварин породи) 29935 голів, у тому числі 169956 корів, далі йде Степ (28%) – 16735 гол., у тому числі 8733 корови та Полісся (22%) – 12555 гол., у тому числі 6059 корів. Також встановлено широкі межі розміру стад у зонах. Так, у зоні Лісостепу вони варіюються від 41 гол. до 5142 гол., а зон Степу та Полісся відповідно 60 гол. ... 1680 гол. та 55 гол. ... 3736 гол. Понад 1000 корів мають господарства Київської, Полтавської, Сумської, Черкаської та Миколаївської областей.

Аналіз молочної продуктивності корів голштинської породи за кліматичними зонами засвідчив міжгрупові відмінності, де високі значення надою отримані в господарствах Лісостепу, за вмістом жиру і білка в молоці у корів зони Степу (рис. 1). Найбільша різниця надою між коровами Лісостепу та іншими зонами спостерігається у первісток і становить відповідно +712,8 кг (Полісся), +995,4 кг (Степ). Повновікові корови в усіх випадках мали високі значення надою, а їх загальне середнє становило 9645,4 кг. За живою масою корів між зонами не відмічено суттєвої різниці.

Таблиця 1

Молочна продуктивність та жива маса корів за лактаціями та призначенням

Молочна продуктивність та жива маса корів	Природно-кліматична зона:		
	Лісостеп	Полісся	Степ
У середньому			
Кількість врахованих корів, гол.	12012	4875	6175
Надій, кг	9558,5	9121,6	8913,8
Масова частка жиру, %	3,83	3,78	3,83
Масова частка білка, %	3,24	3,21	3,28
Жива маса, кг	590,3	598,9	589,0

Продовження таблиці 1

Первістки			
Кількість врахованих корів, гол.	5038	1625	2379
Надій, кг	9270,1	8557,3	8274,7
Масова частка жиру, %	3,83	3,76	3,80
Масова частка білка, %	3,22	3,20	3,26
Жива маса, кг	560,2	547,3	552,3
Повновікові корови			
Кількість врахованих корів, гол.	3743	1797	2023
Надій, кг	9838,8	9624,8	9306,0
Масова частка жиру, %	3,85	3,77	3,84
Масова частка білка, %	3,27	3,23	3,28
Жива маса, кг	624,3	637,6	631,1
У середньому за селекційним ядром			
Кількість врахованих корів, гол.	6400	2660	3019
Надій, кг	9859,3	9628,9	9649,8
Масова частка жиру, %	3,84	3,80	3,87
Масова частка білка, %	3,26	3,24	3,27
Жива маса, кг	594,0	590,7	594,8
Первістки			
Кількість врахованих корів, гол.	2321	1027	1117
Надій, кг	9441,7	9126,9	9185,9
Масова частка жиру, %	3,83	3,77	3,83
Масова частка білка, %	3,24	3,21	3,28
Жива маса, кг	557,4	546,3	562,3
Повновікові корови			
Кількість врахованих корів, гол.	2006	747	1012
Надій, кг	10296,3	9755,1	9695,7
Масова частка жиру, %	3,85	3,80	3,91
Масова частка білка, %	3,27	3,27	3,27
Жива маса, кг	635,5	629,1	623,2

За призначенням (селекційне ядро) відібрано тварин які переважають середні значення популяцій на 300,9 кг у зоні Лісостепу, на 507,3 кг у зоні Полісся, на 736 кг у зоні Степу. Не суттєвою, а в окремих випадках від'ємною є різниця між досліджуваними популяціями і селекційним ядром. Так, встановлено, що між середнім значенням і відібраною частиною зон Лісостепу, Полісся та Степу різниця становить відповідно 3,7 кг, -8,2 кг та 5,8 кг, у первісток відповідно -2,8 кг, -1,1 кг, 9,9 кг, а повновікових відповідно 11,2 кг, -8,5 кг та -8,0 кг.

З огляду на високі показники середнього надою корів природних зон доцільним вбачається навести максимальні значення у господарств досліджуваних популяцій. Так, у зоні Лісостепу отримано надій понад 10 т у п'яти господарствах Київської, Сумської та Черкаської областей, трьох господарствах Полісся (Волинська та Тернопільська області) та господарстві Миколаївської області (зона Степу). Крім того, високі показники надою (порівняно зі східною частиною України) отримано у господарстві ТОВ АФ «Світанок» Донецької області. Молочна продуктивність та жива маса корів у середньому по стаду становить 8871 кг – 3,81% – 3,24% – 576 кг. Надій корів за друг та третю лактації перевищує 10 т.

Майбутня реалізація генетичного потенціалу молочної продуктивності тісно пов'язана з якісним вирощуванням ремонтних телиць у віковій періоді. Дослідженнями встановлено, що за живою самою у 6 міс. та 12 міс. переважають телиці

зони Степу, у подальшому (18 міс.) за телицями господарств Лісостепу (табл. 2). Загалом відмічена різниця у середньодобових приростах, як у вікових періодах, так і між природними зонами, а їх значення варіюються від 577,6 г до 790,5 г.

Таблиця 2

Оцінка племінних телиць природних зон України за інтенсивністю росту

Природно-кліматична зона	Селекційна ознака	Вік телиць:		
		6 міс.	12 міс.	18 міс.
Лісостеп	Жива маса, кг	186,4	321,2	447,7
	Середньодобовий приріст, г	668,1		–
		–	626,6	
		703,7		
Полісся	Жива маса, кг	185,7	330,8	439,8
	Середньодобовий приріст, г	790,5		–
		–	650,6	
		715,8		
Степ	Жива маса, кг	194,9	353,3	414,9
	Середньодобовий приріст, г	771,7		–
		–	577,6	
		674,7		

Щодо інтенсивного рівня вирощування телиць у окремих господарств природно-кліматичних зон України, то слід відмітити, СТОВ «Агроко» Черкаської області (Лісостеп), де жива маса у віці 6 міс., 12 міс. та 18 міс. становить 205 кг, 375 кг та 550 кг за середньодобового приросту у 946 г. Відповідно ПОСП «Русь» Волинської (Полісся) та ТОВ АФ «Світанок» Донецької (Степ) областей мають наступні значення у вище зазначені періоди: 213 кг, 374 кг, 535 кг – 883 г та 177 кг, 370 кг, 503 кг – 894 г.

Не менш важливою складовою частиною селекційної роботи з удосконалення продуктивних ознак є визначення і становлення генеалогічної структури. Дослідженнями встановлено широку розгалуженість за лініями. Крім того, господарства зон Лісостепу та Полісся мають бугаїв з невизначеною лінією та невисоку маточного поголів'я зі швіцькою та джерсейською породами.

Популяція голштинської породи Лісостепу представлена наступними лініями: Чіфа 1427381 (використано 271 бугая маточне поголів'я яких складає 12126 гол. (38%), у тому числі 5608 корів, з амплітудою надою 5446 кг ... 11128 кг), Елевейшна 1491007 (211 бугаїв; 11284 гол. (36%), 4515 корів, 5216 кг ... 12361 кг), Старбака 352790 (102 бугаї, 3241 гол. (10,2%), 2742 корови 5555 кг ... 11672 кг), Маршала 2290977 (33 бугаї та 4,2% маточного поголів'я), Бесна 5694028588 (15 бугаїв та 2,0%), Белла 1667366 (27 бугаїв та 2,5%), Валіанта 1650414 (12 бугаїв та 1,4%), Астронавта 1458744 (2 бугаї та 0,9%), Кавалера 1620273 (3 бугаї та 0,8%), Каділлака 2046246 (3 бугаї та 0,2%), Хановера 1629391 (2 бугаї та 0,2%).

Популяція голштинської худоби Лісостепу представлена лініями Елевейшна 1491007 (125 бугаїв; 2905 гол. (29,2%), 978 корів, 3998 кг ... 9420 кг), Чіфа 1427381 (134 бугаї; 2595 гол. (26,1%), 1191 корова, 4662 кг ... 10172 кг), Старбака 352790 (43 бугаї, 927 гол. (9,3%), 5166 кг ... 8556 кг), Белла 1667366 (13 бугаїв та 3,6%), Валіанта 1650414 (13 бугаїв та 2,9%), Бесна 5694028588 (3 бугаїв та 1,1%), Маршала 2290977 (14 бугаїв та 1% маточного поголів'я), Кавалера 1620273 (4 бугаї та 0,8%), Хановера 1629391 (1 бугай та 0,2%), Рігела 1352882 (2 бугаї та 0,2%), Астронавта 1458744 (2 бугаї та 0,1%), Каділлака 2046246 (1 бугай та 0,1%).

Популяція голштинської худоби Степу представлена лініями Елевейшна 1491007 (138 бугаїв; 6666 гол. (41,7%), 2714 корів, 3770 кг ... 10964 кг), Чіфа 1427381 (145 бугаїв; 4871 гол. (30,4%), 2466 корів, 4183 кг ... 11014 кг), Старбака 352790 (80 бугаїв, 2481 гол. (15,5%), 1701 корова 3930 кг ... 10913 кг), Бесна 5694028588 (20 бугаїв та 5,7%), Белла 1667366 (15 бугаїв та 2,3%), Валанта 1650414 (13 бугаїв та 1,7%), Маршала 2290977 (17 бугаві та 1,6% маточного поголів'я), Кавалера 1620273 (3 бугаї та 0,2%), Айвенго (2 бугаї та 0,1%).

Висновки. Дослідженнями встановлено міжгрупову мінливість за основними селекційними ознаками голштинської породи природно-кліматичних зон України. Так, у зоні Лісостепу сконцентрована найбільша популяція, яка займає 50% загальної чисельності тварин. Крім того, у вище зазначеній зоні корови мають найвищий надій (9558 кг) порівняно з іншими. Зона Степу займає друге місце за чисельністю (28%), однак займає останнє місце за рівнем надою (8914 кг). Інтенсивність росту телиць від 6 міс. до 18 міс. у досліджуваних зонах варіюється від 577,6 г до 790,5 г. з високими показниками до 12 міс. у телиць зони Степу та у 18 міс. телиць зони Лісостепу. Оцінка генеалогії природно-кліматичних зон України засвідчила широке використання ліній Елевейшна 1491007, Чіфа 1427381 та Старбака 352790.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Войтенко С. Л., Сидоренко О. В. Вплив природно-кліматичної зони на продуктивність худоби української чорно-рябої молочної породи. *Збірник наукових праць „Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва”*. 2020. № 2(158). С. 58–65. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2020-158-2-58-65>
2. Гиль М. І., Шебанін П. О. Порівняльний аналіз відтворювальної функції самиць різних порід худоби молочного напрямку продуктивності. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 4(76). Т. 2. Ч. 2. С. 24–33.
3. Гладій^{М.}, Полупан^{Ю.}, Резникова^{Н.}, Прийма^{С.} Генетичні ресурси молочного і м'ясного скотарства в Україні. *Тваринництво України*. 2018. №9-10. С. 14–20.
4. Каратєєва О. І., Безбабна А. В. Ефективність тривалість господарського використання корів голштинської породи. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2014. Вип. 202. С. 175–178.
5. Карпенко Б. М. Вплив оцінки лінійних ознак, які характеризують стан кінцівок, на тривалість життя корів української чорно-рябої молочної та голштинської порід. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. Вип. 3 (46) С. 52–60. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.3.8>
6. Мельник Ю. Оцінка бугайців молочних та молочно-м'ясних порід України. *Тваринництво України*. 2007. № 12. С. 13–17.
7. Милостивий Р. В., Високос М. П. Адаптивна здатність приплоду голштинської худоби залежно від походження корів-матерів та способу утримання в умовах Придніпров'я. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Тваринництво*. 2016. Вип. 5 (29). С. 69–72.
8. Милостивий Р. В., Козир В. С. Продуктивне довголіття голштинської худоби різного екогенезу в умовах степу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 195–209.
9. Пелехатий М. С., Піддубна Л. М., Кочук-Ященко О. А., Кучер Д. М. Порівняльна характеристика продуктивності корів-первісток сучасних молочних порід в умовах одного господарства. *Біологія тварин*. 2017. Т. 19 № 3. С. 69–76.
10. Підпала Т. В., Зайцев Є. М. Оцінка молочної продуктивності корів голштинської породи різних генетико-екологічних поколінь. *Вісник Сумського*

національного аграрного університету. Серія Тваринництво. 2017. Вип. 5/1 (31). С. 134–138.

11. Підпала Т. В., Маташнюк Ю. С. Високопродуктивні корови голштинської породи в умовах інтенсивної технології. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 2 (102). С. 82–88 DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-11

12. Почукалін А. Є., Прийма С. В., Мартинюк І. С., Ризун О. В. «Дрейф» племінних статусів в активній частині популяції скотарства та його наслідки при проведенні державних атестацій. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2015. Вип. 8. С. 87–96.

13. Почукалін А. Є., Прийма С. В., Ризун О. В. Тенденції в активній частині популяції молочної худоби: стан та динаміка. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2021. Вип. 14. С. 324–333. DOI: <https://doi.org/10.33694/2617-0787-2021-14-324-333>

14. Прийма С. В., Полупан Ю. П., Даниленко В. П. Ефективність господарського використання корів різних країн та стад селекції. *Розведення і генетика тварин*. 2021. Вип. 62. С. 72–86. DOI:<https://doi.org/10.31073/abg.62.11>

15. Федорович В. В., Федорович Є. І., Шпить І. В., Мазур Н. П. Молочна продуктивність корів за різних варіантів підбору батьківських пар. *Розведення і генетика тварин*. 2023. Вип. 65. С. 142–152. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.65.12>

16. Хмельничий Л. М., Карпенко Б. М. Екстер'єрний тип корів-первісток голштинської породи оцінених за методикою лінійної класифікації. *Розведення і генетика тварин*. 2020. Вип. 60. С. 78–84. DOI:<https://doi.org/10.31073/abg.60.10>

17. Хмельничий Л. М., Карпенко Б. М. Тривалість життя корів молочної худоби залежно від оцінки лінійних ознак вимені. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. Вип. 2 (45). С. 16–28. DOI:<https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.2.3>

18. Шпетний М. Б., Заболотна В. К., Гришин С. Ю. Молочна продуктивність та відтворна здатність корів залежно від генетичних та паратипових чинників. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. Вип. 4 (47). С. 33–42. DOI:<https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.4.6>

19. Шпить І. В., Федорович Є. І. Вплив середовищних чинників на прояв ознак молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи у різних зонах їх розведення. *Науковий вісник ЛНАВМ імені С.З. Гжицького*. 2022. Т. 24. № 96. С. 106–112. DOI:[10.32718/nvlvet-a9614](https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9614)

20. Шпить І. В., Федорович Є. І., Кузів М. І., Федорович В. В., Кузів Н. М. Прояв ознак молочної продуктивності корів залежно від продуктивності їх матерів та матерів батьків. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Тваринництво*. 2023. Вип. 1 (52). С. 82–88. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2023.1.12>

УДК 619: 614.31: 637

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.52>

ВИВЧЕННЯ БІОХІМІЧНИХ ТА МОРФОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ЗДОРОВИХ ТА ХВОРИХ НА КЕТОЗ КОРІВ

Приліпко Т.М. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри харчових технологій виробництва
й стандартизації харчової продукції,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Коваль Т.В. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри хімії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

У статті наведено наукові дані щодо зміни морфологічних та біохімічних показників крові у корів хворих на кетоз. Встановлено, що у корів, хворих на кетоз, знижувалася кількість еритроцитів та лейкоцитів. У корів, хворих на кетоз, посилювався кетогенез, що спричиняло нагромадження надлишку кетонів у тілі в організмі. При кетозі кількість глікогену в крові корів зменшується майже в два рази з 30,8 мг% до 15,8 мг% або з 36,6 мг% до 23,6 мг%. Паралельно з цими змінами значно зростає концентрація молочної і піровиноградної кислот в кілька разів, а також оксиглутарату. Рівень лимонної кислоти в крові хворих корів знижувався в наших дослідженнях на 30-60%, а також янтарної кислоти майже в два рази; зростає рівень холестерину, летких жирних кислот. Дослідження ЛЖК проводились у хворих на кетоз корів, після їх одужання, і для контролю у здорових. Було показано, що рівень ЛЖК в крові хворих корів зростав в 14 разів в порівнянні з рівнем, який спостерігався після одужання, і в 8,5 рази в порівнянні з контролем. Вміст загальних ЛЖК в рубці хворих корів нижче на 30%, ніж у здорових за рахунок пропіонової та оцтової кислот. Одночасно відмічено зростання масляної кислоти в два рази. Встановлена кількісна залежність між вмістом кетонів у крові і масляної кислоти у вмістимому рубці, а також між вмістом пропіонової кислоти в рубці і цукром крові у хворих на кетоз корів і після їх клінічного одужання. Показано також, що вміст ліпідів в крові у корів, які захворіли на ацетонемію, більш високий, ніж у здорових. Резервна лужність спостерігається в межах, які вказують на ацидотичний зсув: 36,7-42,8 об.% CO₂ проти 50,2-54 об.% CO₂ у здорових тварин. Досить суттєві зміни в білковому складі крові. У хворих на кетоз корів із збільшеною та хворобливою при пальпації печінкою встановлений в сироватці крові високий вміст білка, а при так званій білковій аутоінтоксикації через три тижні після початку дослідження загальний білок знижувався на 27%. Спостерігаються також зміни в мінеральному складі крові хворих на кетоз корів. Проходить зниження вмісту Кальцію на 2-4 мг%, неорганічного фосфору на 1-2 мг%, Калію на 2-4 мг%, значні відхилення встановлені також у вмісті хлоридів.

Ключові слова: корови, кетоз, кров, загальний білок, рубець, аутоінтоксикація, кислота

Prylipko T.M., Koval T.V. Study of biochemical and morphological parameters of blood of high-yielding healthy and ketosis-affected cows

The article provides scientific data on changes in the morphological and biochemical parameters of blood in cows suffering from ketosis. It was established that the number of erythrocytes and leukocytes decreased in cows suffering from ketosis. In cows suffering from ketosis, ketogenesis increased, which caused the accumulation of excess ketone bodies in the body. With ketosis, the amount of glycogen in the blood of cows decreases almost twice from 30.8 mg% to 15.8 mg% or from 36.6 mg% to 23.6 mg%. In parallel with these changes, the concentration of lactic and pyruvic acids increases significantly, as well as oxoglutarate. The level of citric acid in the blood of sick cows decreased in our studies by 30-60%, as well as succinic acid almost twice; the level of cholesterol and volatile fatty acids increases. Studies of

LHK were carried out in cows with ketosis, after their recovery, and for control in healthy ones. It was shown that the level of LFA in the blood of sick cows increased 14 times compared to the level observed after recovery, and 8.5 times compared to the control. The content of total fatty acids in the rumen of sick cows is 30% lower than that of healthy cows due to propionic and acetic acids. At the same time, a two-fold increase in butyric acid was noted. A quantitative relationship was established between the content of ketone bodies in the blood and butyric acid in the contained rumen, as well as between the content of propionic acid in the rumen and blood sugar in cows with ketosis and after their clinical recovery. It has also been shown that the blood lipid content of cows with acetonemia is higher than that of healthy cows. Reserve alkalinity is observed within the limits that indicate an acidotic shift: 36.7-42.8 vol.% CO₂ vs. 50.2-54 vol.% CO₂ in healthy animals. Quite significant changes in the protein composition of the blood. In cows suffering from ketosis with an enlarged and painful liver on palpation, a high protein content was found in the blood serum, and in the case of so-called protein autointoxication, three weeks after the start of the experiment, the total protein decreased by 27%. Changes in the mineral composition of the blood of cows suffering from ketosis are also observed. There is a decrease in the content of calcium by 2-4 mg%, inorganic phosphorus by 1-2 mg%, potassium by 2-4 mg%, significant deviations are also established in the content of chlorides.

Key words: cows, ketosis, blood, total protein, rumen, autointoxication, acid

Постановка проблеми. Проблема порушень обміну речовин у великої рогатої худоби, особливо у високопродуктивних молочних корів, залишається до цього часу досить актуальною у країнах, які займаються інтенсивним молочним скотарством. За останні роки продуктивні можливості молочних корів значно зросли за рахунок систематичного цілеспрямованого розведення і покращення годівлі та утримання. Разом з тим, у корів з високою молочною продуктивністю серед різноманітних порушень обміну речовин проблема кетозів стоїть чи не найпершому місці.

Велике значення цій проблемі приділяють в багатьох країнах особливо у зв'язку з комплектуванням високопродуктивних елітних стад, навколо промислових центрів. Відповідно, мова йде фактично про шляхи подальшого розвитку молочного скотарства і про забезпечення населення молоком та молочними продуктами. Актуальність даної теми зумовлена тим, що кетоз призводить до зниження молочної продуктивності, яловості тварин, передчасного вибуття кращих корів із стада. Кінцевим наслідком такого порушення фізіологічних процесів травлення у корів є зниження рентабельності і конкурентоспроможності молочного скотарства [1, с. 105; 5, с. 95].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед основних причин, що викликають захворювання на кетоз, виділяють такі: надмірна кількість білків у раціоні і недостатня вуглеводів; згодовування цвілих кормів, переважно макухи або силосу; гормональні порушення; зниження рівня глюкози в крові; дефіцит моціону; кондиція тіла корів перед отеленням: корови з кондицією, яка більша або рівна чотири бали, мають вищий рівень кетонових тіл, порівнюючи з коровами нормальної вгодованості або худими [6, с. 7].

Досить поширеною причиною кетозу є недостатність Кальцію в організмі. Ця патологія може призводити до зниження споживання сухої речовини й ацидозу, кетозу, зниження надоїв, парезів і затримки плаценти, зміщення сичуга, зниження тонуусу матки та гладкої мускулатури передшлунків, ендометритів, репродуктивних проблем [7, с. 108].

Кетонові або ацетонові тіла – це ацетон, ацетооцтова кислота і бета-оксимаєляна кислота. Кетонові тіла завжди присутні в крові жуйних тварин і є нормальними проміжними продуктами вуглеводно-ліпідного обміну. Для утворення кетонових тіл в організмі існує кілька можливостей. Основні поживні речовини

корму – білки, вуглеводи, жири розщеплюються в організмі, проходячи через різні проміжні стадії до активної форми ацетату – ацетилкоензиму А, який в циклі трикарбонових кислот (циклі Кребса) розщеплюється до вуглекислого газу та води. Першим етапом перетворення ацетил-КоА в циклі Кребса є його конденсація із щавлевооцтовою кислотою (оксалоацетатом) і утворення лимонної кислоти. Щавлевооцтова кислота утворюється головним чином при розщепленні вуглеводів і в незначній кількості з аспарагінової кислоти шляхом трансамінування [10].

У жуйних тварин джерелом щавлевооцтової кислоти служить також пропіонова кислота, яка утворюється в значних кількостях в рубці при бродінні вуглеводів. Відносно великі кількості оцтової та масляної кислот, які адсорбуються з рубця, можуть негативно впливати на засвоєння глюкози.

В рубцевому епітелії корів проходить перетворення масляної кислоти і вона з'являється в крові у вигляді бета-оксимасляної кислоти. Пропіонова кислота, вступаючи в реакцію з коферментом А, утворює пропіоніл-коензим А, який потім перетворюється в сукциніл-коензим А. Останній може включатися в цикл Кребса, де перетворюється до щавлево-оцтової кислоти з виділенням енергії. Пропіонова кислота має антикетогенну властивість, так як, утворюючись в рубці, вона транспортується в печінку та використовується в ній для утворення глікогену [10, с. 150].

Важливим джерелом утворення кетонових тіл є шлях синтезу, при якому вихідним продуктом є ацетилкоензим А, що утворюється в процесі бета-окиснення вищих жирних кислот. Крім того, при станах, коли в організмі проходить посилений розпад білків, утворення кетонових тіл в печінці проходить з кетогенних амінокислот, як, наприклад, тирозину, лейцину, ізолейцину, фенілаланіну. Встановлено також, що в утворенні кетонових тіл у жуйних приймає участь епітелій стінки рубця.

Концентрація кетонових тіл у дорослої великої рогатої худоби вища в тканині печінки, нирок, легень, селезінки, серцевого і скелетних м'язів, ніж в слизовій оболонці всіх відділів травного тракту, тоді як у плоду суттєвих відмінностей в їх вмісті не спостерігається. Концентрація кетонових тіл в тканині печінки, нирок, легень, селезінки, серцевого і скелетних м'язів однакова, а в слизовій оболонці всіх відділів травного каналу – більш висока у плоду, ніж у дорослих тварин [2, с. 84].

Основним місцем утворення кетонових тіл є печінка. Таким чином, кетонові тіла, які утворюються в організмі жуйних тварин, поступаючи в кров, окиснюються через ацетилкоензим А в циклі Кребса в різних органах і тканинах (м'язи, легені, нирки) і використовуються ними як джерело енергії.

В нормі вміст кетонових тіл невеликий. Це зумовлюється великою здатністю організму окиснювати ацетооцтову кислоту, а також в молочній залозі бета-оксимасляну кислоту; окиснена частина ацетооцтової кислоти може ресинтезуватися (наприклад, в лактуючій молочній залозі) у вищі жирні кислоти при участі НАД-Ф·Н² [4, с. 8224].

У клінічно хворих тварин спостерігаються зміни морфологічного складу крові. Зменшується кількість лейкоцитів, еритроцитів та гемоглобіну. В дослідженнях [3] встановлено у хворих на кетоз корів зростання кількості еозинофілів на 15-40% і лімфоцитів на 60-80%, в той час, як кількість нейтрофілів була низькою. Також було встановлено, що хворі корови за кількістю еозинофілів можуть бути розділені на дві групи: одна з відносно низьким, друга з високим рівнем еозинофілів. У хворих корів спостерігався високий відсоток малих лімфоцитів, низький рівень сегментоядерних нейтрофілів, а також виявлені значні кількості незрілих нейтрофілів. Коли

ж еозинофіли знаходили в нормальних кількостях, рівень лейкоцитів був відносно нормальним. Було також показано [3, с. 86], що при різко зниженій функції гіпофізу має місце значне зростання кількості нейтрофілів при зниженому рівні еозинофілів та лімфоцитів, що, на думку автора, вказує на зростаючу функцію кори наднирників. Такі ж зміни спостерігали інші дослідники [1, с. 105; 2, с. 90].

При біохімічному дослідженні крові найбільш характерними є кетонемія та гіпоглікемія. Загальна кількість кетонових тіл в крові хворих корів досягає 25,0-157,5 мг% [9, с. 96]. Кількісно змінюється фракційний склад: ацетон, ацетооцтова і бета-оксималяна кислоти. Зростання в крові кетонових тіл проходить в основному за рахунок ацетону та ацетооцтової кислоти. Якщо у здорових корів співвідношення ацетооцтової і бета-оксималяної кислот рівне 12:8,7 або 1:11 [10, с. 151], то у хворих – 1-2,4 або 1:4,0 відповідно. Одночасно в крові проходить зниження концентрації глюкози на 35-37%.

Результати досліджень. У зв'язку з певним симптомокомплексом, характерним для кетозу, найбільш повно характеризують важкість захворювання. Важкість і швидкість розвитку клінічної картини тісно пов'язані із значним підвищенням фракцій ацетону і ацетооцтової кислоти, що мають токсичну дію, а також летких жирних кислот і ступенем гіпоглікемії (таблиця 1).

Таблиця 1

Показники ліпідного обміну та ліпопротеїдів у крові здорових та хворих на кетоз корів

Показники обміну	Одиниці вимірювання	Групи корів та кількість тварин в групі		
		Здорові (26 корів)	Гостра форма кетозу (14 корів)	Субклінічна форма кетозу (22 корови)
Кетонові тіла загальні	мг%	6,80	57,45	17,25
		4,50-8,75	22,0-149,0	11,25-22,50
Ацетон і ацетооцтова кислота	мг%	1,60	16,0	5,30
		0,80-2,10	6,20-12,60	3,60-6,00
β-оксималяна кислота	мг%	4,52	37,75	11,30
		3,25-6,25	14,0-102,25	6,75-15,25
Холестерин загальний	мг%	123,0	177,9	135,6
		74,0-160,0	52,0-325,0	64,0-172,0
Ліпоїдний фосфор	мг%	6,80	6,54	6,60
		6,20-7,40	4,60-7,20	5,20-7,40
Леткі жирні кислоти (ЛЖК)	мг%	2,40	5,79	3,10
		1,40-3,20	4,20-8,60	2,40-4,00
α-ліпопротеїди	%	25,9	12,3	23,25
		22,0-32,0	0,00-28,00	19,0-32,0
β-ліпопротеїди	%	74,10	87,70	76,75
		68,0-78,0	72,0-100,0	68,0-81,0
Коефіцієнт відношення β/α ліпопротеїди	%	2,85	7,20	3,30
		2,12-3,54	0,00-7,50	2,10-4,26

Примітка: чисельник – середній показник по групі; знаменник – коливання від мінімуму до максимуму.

Тривалий гіпоглікемічний синдром при кетозі може мати для корів далекосяжні наслідки. Так, [11, с. 146] вивчав взаємозв'язок між частотою запліднюваності

і рівнем цукру в крові. В досліджах на коровах автор викликав гіпоглікемію шляхом введення в організм інсуліну і спостерігав тривалість естрального циклу. Було встановлено, що із зростанням рівня цукру в крові зростає відсоток запліднюваності. У корів, які отримували 400 одиниць інсуліну, тривалість естрального циклу збільшувалась на 17-20 днів. При злучці корів зразу або упродовж двох днів після введення інсуліну, а також при введенні інсуліну упродовж 3-4 днів після злучки результати запліднюваності знижувались.

При кетозі кількість глікогену в крові корів зменшується майже в два рази з 30,8 мг% до 15,8 мг% або з 36,6 мг% до 23,6 мг%. Паралельно з цими змінами значно зростає концентрація молочної і піровиноградної кислот в кілька разів, а також оксиглутарату. Рівень лимонної кислоти в крові хворих корів знижувався в наших дослідженнях на 30-60%, а також янтарної кислоти майже в два рази; зростає рівень холестерину, легких жирних кислот.

Дослідження ЛЖК проводились у хворих на кетоз корів, після їх одужання, і для контролю у здорових. Було показано, що рівень ЛЖК в крові хворих корів зростав в 14 разів в порівнянні з рівнем, який спостерігався після одужання, і в 8,5 рази в порівнянні з контролем. Вміст загальних ЛЖК в рубці хворих корів нижче на 30%, ніж у здорових за рахунок пропіонової та оцтової кислот. Одночасно відмічено зростання масляної кислоти в два рази. Встановлена кількісна залежність між вмістом кетонових тіл в крові і масляної кислоти у вмістимому рубця, а також між вмістом пропіонової кислоти в рубці і цукром крові у хворих на кетоз корів і після їх клінічного одужання. Показано також, що вміст ліпідів в крові у корів, які захворіли на ацетонемію, більш високий, ніж у здорових. Такі ж зміни можуть спостерігатися у корів, які отримують низький за калорійністю раціон. Ці зміни вказують на глибокі функціональні і морфологічні порушення у вуглеводно-ліпідному обміні в організмі хворих на кетоз корів і на зв'язок їх із структурними змінами в тканині печінки, що знаходить підтвердження при дослідженні матеріалу біопсій печінки, а також при дослідженні печінки та інших органів після забою хворих тварин. Резервна лужність спостерігається в межах, які вказують на ацидотичний зсув: 36,7-42,8 об.% CO₂ проти 50,2-54 об.% CO₂ у здорових тварин.

Досить суттєві зміни в білковому складі крові. У хворих на кетоз корів із збільшеною та хворобливою при пальпації печінкою встановлений в сироватці крові високий вміст білка, а при так званій білковій аутоінтоксикації через три тижні після початку дослідження загальний білок знижувався на 27%. Описані зміни у співвідношенні білкових фракцій за рахунок зменшення альбумінів і зростання гама-глобулінів. Поряд із зниженням альбумінів, підвищенням глобулінів і тенденцією до зростання альфа-глобулінів, в сироватці хворих корів встановлені зміни глікопротеїдних комплексів, а також ферментів – лужної фосфатази, ліпази, каталази, протеази. Знайдено, що у хворих корів знижується кількість альфа-ліпопротеїдів і зростають бета-ліпопротеїди, різко зменшується концентрація залишкового азоту сироватки крові в основному за рахунок азоту сечовини.

Спостерігаються також зміни в мінеральному складі крові хворих на кетоз корів. Проходить зниження вмісту Кальцію на 2-4 мг%, неорганічного фосфору на 1-2 мг%, Калію на 2-4 мг%, значні відхилення встановлені також у вмісті хлоридів.

Висновок. Таким чином встановлено, що у тварин хворих на кетоз змінюється морфологічний та біохімічний склад крові, зокрема знижується кількість еритроцитів, лейкоцитів та гемоглобіну. З біохімічних змін крові найбільш характерними є кетонемія та гіпоглікемія. Збільшення кетонових тіл в організмі хворих тварин відбувається внаслідок посилення кетогенезу. Перспективи подальших

досліджень полягають у розробці та впровадженню нових ефективних схем лікування кетозу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Loor, J. J., Everts, R. E., Bionaz, M., Dann, H. M., Morin, D. E., Oliveira, R., ... & Lewin, H. A. Nutrition-induced ketosis alters metabolic and signaling gene networks in liver of periparturient dairy cows. *Physiological genomics*, 2007. № 32(1). P. 105-116.
2. Brunner, N., Groeger, S., Canelas Raposo, J., Bruckmaier, R. M., & Gross, J. J. Prevalence of subclinical ketosis and production diseases in dairy cows in Central and South America, Africa, Asia, Australia, New Zealand, and Eastern Europe. *Translational animal science*. 2019. № 3(1). С. 84-92.
3. Prylipko T.M. The influence of maternal nutrition on the duration of intrauterine development of calves. *Modern engineering and innovative technologies. International periodic scientific journal* (online). June 2023. Part 1. Karlsruhe, Germany. 2023. P. 86-89.
4. Rodriguez-Jimenez, S., Haerr, K. J., Trevisi, E., Loor, J. J., Cardoso, F. C., & Osorio, J. S. Prepartal standing behavior as a parameter for early detection of postpartal subclinical ketosis associated with inflammation and liver function biomarkers in peripartal dairy cows. *Journal of dairy science*, 2018. № 101(9), P. 8224-8235.
5. Вудмаска, І. В., Сачко, С. Р., Петрук, А. П., Пахолків, Н. І., Гудима, В. Ю., Скорохід, А. В. Корекція біохімічних показників крові корів у перед-і післяотельний періоди шишками хмелю та вітаміном Е. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З Гжицького*, 2019. № 21 (95).
6. Кременчук, І., Трач, В. Морфологічні та біохімічні показники крові корів за кетозу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2021. № (99).
7. Левченко В.І. Клінічна діагностика внутрішніх хвороб тварин. Біла Церква, 2004. 608 с.
8. Левченко, В. І. Кетоз високопродуктивних корів: етіологія, діагностика і лікування. *Здоров'я тварин і ліки*, 2009. № (2). С. 14-15.
9. Охріменко А.М. Діагностика та лікування корів за кетозу. *Наукові пошуки молоді у XXI столітті. Актуальні проблеми ветеринарної медицини: міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів*. БНАУ, 18 листопада 2021 р. Біла Церква, 2021. С. 96-98.
10. Плікус Я.М. Клініко-гематологічний статус корів за кетозу. *Актуальні проблеми ветеринарної медицини: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів*. БНАУ, 21 листопада 2019 р. Біла Церква. 2019. С. 150-152.
11. Сачук, Р. М. Біохімічні показники крові корів у різні фізіологічні періоди та їх зв'язок з розвитком акушерської патології. *Ветеринарна біотехнологія*, 2020. № (36). С. 146-154.

УДК 636.5.087.7:637.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.53>

ПОТЕНЦІАЛ ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОСТУ, ЗАБОЮ ТА ЯКОСТІ М'ЯСА КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

Разанова О.П. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки продукції тваринництва,
Вінницький національний аграрний університет

Овсієнко М.А. – регіональний менеджер зі збуту,

Товариство з обмеженою відповідальністю «Цехаве Корм ЛТД»

Впровадження новітніх технологій у вирощуванні бройлерів підвищує ефективність виробництва, знижує витрати та забезпечує високі стандарти якості й безпеки виробленої продукції. Використання біологічно активних добавок сприяє розвитку бройлерного птахівництва, підвищуючи його конкурентоспроможність. Мета дослідження полягала у з'ясуванні впливу введення вітамінно-мінерального комплексу Біотан 3Z на інтенсивність формування м'ясної продуктивності курчат-бройлерів, показники забою та якість м'яса птиці. Дослідження проводилося на курчатах-бройлерах кросу Кобб-500. Дослід тривав 42 доби. Птицю утримували у триярусних клітках, в яких були поїлка для води та підвісна годівниця. Курчатам забезпечували вільний доступ до води і корму. Під час вирощування курчат-бройлерів використовували трифазну програму годівлі, залежно від віку птиці: початкова фаза тривала з 1 до 15 день, фаза росту – з 16 по 35 день та завершальна фаза – з 36 до 42 день. Птиця контрольної групи споживала комбікорм основного раціону, збалансованого за поживними речовинами, другої дослідної – додатково вводили вітамінно-мінеральний концентрат Біотан 3Z, із розрахунку 0,5 г на голову на добу. Курчата-бройлери, яка отримували у раціоні вітамінно-мінеральний комплекс, мали кращі показники росту протягом усього періоду, на 8,5%, нижчий на 7,6% коефіцієнт конверсії корму. Показники забою у птиці за згодовування їм вітамінно-мінерального комплексу також були децю кращими. Від цих бройлерів отримано вищий забійний вихід, м'ясо-кістковий індекс, вихід грудних м'язів і кращу обмускуленість тушок. Використання вітамінно-мінерального комплексу дозволило отримати м'ясо з кращими поживними властивостями. У грудних і стегнових м'язах виявлено вищий вміст сухої речовини, протеїну та золи. У грудних м'язах дослідної групи більше було цинку на 9,5%, стегнових – кальцію на 7,7%, магнію – на 4,2%, фосфору – на 2,9%, міді – на 3,2%.

Ключові слова: курчата-бройлери, добавка, годівля, жива маса, забійний вихід, м'ясо, хімічний склад, мінеральні елементи.

Razanova O.P., Ovsienko M.A. Potential of vitamin and mineral complex for improving growth indicators, slaughter indicators and meat quality of broiler chickens

The introduction of the latest technologies in the breeding of broilers increases the efficiency of production, reduces costs and ensures high standards of quality and safety of manufactured products. The use of biologically active additives contributes to the development of broiler poultry farming, increasing its competitiveness. The purpose of the study was to find out the effect of the introduction of the vitamin-mineral complex Biotan 3Z on the intensity of the formation of meat productivity of broiler chickens, slaughter indicators and the quality of poultry meat. The research was conducted on broiler chickens of the Cobb-500 cross. The experiment lasted 42 days. The bird was kept in three-tiered cages with a water trough and a hanging feeder. Chickens were provided with free access to water and feed. When growing broiler chickens, a three-phase feeding program was used, depending on the age of the bird: the initial phase lasted from 1 to 15 days, the growth phase – from 16 to 35 days, and the final phase – from 36 to 42 days. Poultry of the control group consumed combined feed of the main diet, balanced in terms of nutrients, of the second experimental group – vitamin and mineral concentrate Biotan 3Z was additionally administered at the rate of 0.5 g per head per day. Broiler chickens, which

received vitamin-mineral complex in the diet, had better growth indicators during the entire period, by 8.5%, lower feed conversion ratio by 7.6%. Slaughter rates in poultry fed vitamin-mineral complex were also somewhat better. From these broilers, a higher slaughter yield, meat-bone index, yield of pectoral muscles and better muscularity of carcasses were obtained. The use of a vitamin-mineral complex made it possible to obtain meat with better nutritional properties. A higher content of dry matter, protein and ash was found in pectoral and thigh muscles. In the pectoral muscles of the experimental group, there was more zinc by 9.5%, femoral muscles by 7.7%, magnesium by 4.2%, phosphorus by 2.9%, copper by 3.2%.

Key words: broiler chickens, additive, feed, live mass, slaughter yield, meat, chemical composition, mineral elements.

Постановка проблеми. Бройлерне птахівництво є важливою частиною сучасного аграрного сектору, розвиток якого може сприяти поліпшенню якості життя у сільській місцевості, створюючи нові робочі місця. Вирощування бройлерів є галуззю тваринництва, що розвивається найшвидше, а м'ясо бройлерів займає друге місце за обсягом споживання м'яса у світі.

М'ясо забезпечує організм людини необхідними білками, жирами, вітамінами та мінералами. Його споживання сприяє підтримці здоров'я, розвитку м'язової маси та нормальному функціонуванню організму. У зв'язку з високими потребами в білках і попитом людей, м'ясо птиці набуває популярності завдяки високій поживній цінності за вмістом білків та інших біологічно активних сполук [11]. У цьому контексті м'ясо бройлерів відіграє особливу роль, оскільки воно не тільки легко доступне, але й має високу харчову цінність [24].

У 2023 році середнє споживання м'яса (птиця, яловичина, свинина) на одну особу становило 54,7 кг, тоді як у 2022 році ця цифра була трохи меншою – 54,1 кг. У 2023 році харчові вподобання українців зазнали помітних змін, які відобразилися в їх виборі м'яса. Українці стали більше споживати м'яса птиці та яловичини, тоді як популярність свинини трохи знизилася. Якщо порівняти з попереднім роком, то у 2023 року рівень споживання м'яса птиці зріс з 26,2 кг до 27 кг на одну особу. Таке підвищення свідчить про зростання популярності м'яса птиці, що, можливо, пояснюється його доступністю та корисними властивостями. Що стосується яловичини, то тут також відбулося збільшення споживання: з 7 кг у 2022 році до 7,4 кг у 2023 році. Натомість споживання свинини дещо зменшилося з 20,3 кг свинини до 19,8 кг, що пов'язано зі зростанням цін на свинину [9].

Таке збільшення є результатом збільшення попиту на більш доступні білкові продукти [29]. Оскільки попит на м'ясо продовжує зростати, тому посилюється робота з підвищення продуктивності птиці. З метою зменшення коефіцієнта конверсії корму, інтенсивнішого росту та збільшення виходу м'яса на підприємствах вирощують бройлерів, які за короткий період вирощування досягають високих показників продуктивності.

Українське бройлерне птахівництво є також важливим експортним продуктом. Оскільки у 2023 році українці віддавали перевагу м'ясу птиці та яловичині, зменшуючи споживання свинини, то це вплинуло на збільшення виробництва м'яса в країні та зменшення його імпорту. Українська м'ясна галузь продемонструвала стійкість і здатність до зростання, що є позитивним сигналом для економіки та споживачів.

Зміни в споживанні відобразилися на виробництві м'яса птиці, яке у 2023 році склало близько 1,29 млн тонн, що на 32 тис. тонн більше, ніж у попередньому році. Зростання власного виробництва м'яса дозволило зменшити імпорт (17 тис. тонн) до позначки 61 тис. тонн м'яса птиці. Імпорт яловичини також зменшився на

2 тис. тонн менше, свинини – на 33 тис. тонн. Загалом імпорт всіх трьох видів м'яса у 2023 році склав 108 тис. тонн, що на 52 тис. тонн менше, ніж у попередньому році. Ці дані свідчать про позитивні зміни в економіці країни та її здатність забезпечувати власні потреби у м'ясі за рахунок внутрішнього виробництва [9].

В Асоціації «Союз птахівників України» повідомляють, що експорт продукції птахівництва до ЄС у 2023 році виріс на 23% у порівнянні з попереднім роком – до 171 тис. т. Таке зростання стало можливим завдяки зусиллям українських підприємств у галузі птахівництва. Суттєвий ріст підкреслює покращення якості продукції українських птахівників та зростання їх конкурентоспроможності на європейському ринку. Зросла кількість українських підприємств, що отримали дозвіл на експорт, та почали постачати свою продукцію до ЄС. Найбільшим постачальником м'яса птиці сьогодні є МХП. Також серед експортерів є підприємства «Агро-Овен», «УЛАР», «Птахокомбінат «Дніпровський» та «УПГ-Інвест» [9]. Зростання експорту до ЄС позитивно вплинуло на галузь птахівництва в Україні. Воно стимулювало розвиток виробничих потужностей, покращення технологій виробництва та підвищення стандартів якості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впровадження нових технологій у вирощуванні бройлерів дозволяє підвищувати ефективність виробництва, знижувати витрати і забезпечувати високі стандарти якості та безпеки. Використання біологічно активних добавок, автоматизація процесів, генетичні дослідження – все це сприяє розвитку галузі та забезпечує її конкурентоспроможність на українському та світовому ринках. Завдяки застосуванню сучасних технологій годівлі, включаючи білково-вітамінно-мінеральні комплекси, підприємства можуть забезпечити швидке нарощування м'язової маси, покращити здоров'я птиці та підвищити якість м'яса, задовольняючи високі вимоги споживачів до поживної цінності продукту [26, 25]. Дослідження Yaremchuk et al. [30] та Farionik et al. [18] підкреслюють, що додавання мінеральних преміксів сприяє оптимізації годівлі, що, в свою чергу, веде до більш швидкого росту і підвищення біологічної повноцінності м'яса. Це особливо актуально в умовах інтенсивного птахівництва, де метою є досягнення максимальних результатів у короткі терміни.

У птахівництві були проведені численні дослідження для зменшення використання антибіотиків, зосереджуючись на напрямках з використання натуральних цеолітів, як харчових добавок у раціонах птиці. Цеоліти, завдяки своїм унікальним властивостям, сприяють покращенню засвоєння поживних речовин, підвищують ефективність перетравлення корму, знижують токсичне навантаження на організм та підтримують здоров'я кишкового тракту. Використання кормової добавки з морських гідробіонтів при відгодівлі курчат-бройлерів бройлерів кросу Росс-308 за пропонованою методикою сприяє підвищенню сортності тушок та забійних виходів, не погіршуючи якість м'яса і не знижуючи його біологічну цінність [5].

Використання у раціоні бройлерів, як основного джерела протеїну, борошна комах із личинок *Tenebrio molitor* за повної заміни соєвого шроту впливає на продуктивність росту, засвоюваність поживних речовин, а також на м'ясність та якість тушки [16]. Таке коригування раціону позначилося і на травній системі птиці. Дещо довша довжина кишківника, зокрема, клубової та сліпої кишок бройлерів, яких годували борошном із личинок комах. Крім того, вага сліпої кишки також була більшою.

Останніми роками птахівництво значно розвинулося завдяки впровадженню інноваційних технологій та використанню біологічно активних добавок. Ці добавки відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності бройлерів. До

групи біологічно активних добавок включають пробіотики, пребіотики, ензими, вітаміни, мінерали та інші компоненти [19]. Додавання до раціону білково-вітамінно-мінеральних добавок корму сприяє ефективнішому перетравленню корму, що особливо важливо для бройлерів, які швидко ростуть і потребують високого рівня енергії для підтримки швидкого росту. Використання біологічно активних добавок може значно підвищити продуктивність бройлерів, сприяючи підвищенню приросту живої маси, покращенню конверсії корму та збереженості птиці [17, 19].

Інтенсифікація виробництва бройлерів, що спрямована на збільшення продуктивності та зниження витрат, часто негативно впливає на якість м'яса і характеристики туші, знижуючи смакові якості та поживну цінність м'яса, а також погіршуючи зовнішній вигляд туші. Біологічно активні добавки не лише підвищують продуктивність бройлерів, але й покращують якість м'яса, що підкреслює важливість пошуку балансу між продуктивністю і якістю продукції, зокрема через впровадження новітніх технологій годівлі, таких як використання білково-вітамінно-мінеральних комплексів, які допомагають забезпечити здоров'я птиці і високу якість м'яса. Птиця, що отримувала такі добавки, мала вищий вміст білка, менший вміст жиру у м'ясі.

Використання комплексних кормових добавок різного походження сприяє підвищенню живої маси курчат-бройлерів [7, 28]. Заміна неорганічних мікроелементів сумішшю органічних малих пептидних хелатних мікроелементів покращує продуктивність, біохімічні параметри, антиоксидантну здатність, відкладення мінералів у печінці, серці та гомілкових кістках, а також може знизити вміст мінеральних речовин у посліді бройлерів [20]. Введення до раціону мінеральної фульвокислоти позитивно впливає на продуктивність бройлерів, забійну продуктивність, біохімічний індекс крові, антиоксидантну та імунну функцію і кишкову мікрофлору курчат-бройлерів [23]. Уведення залізо-гліцинової хелатної добавки підвищує ефективність відгодівлі курчат, забійний вихід, відкладення мінералів у печінці та сприяє істотним змінам рівня біохімічних та гематологічних показників крові [22]. Додавання в стандартний раціон лимонної кислоти ефективно для підвищення росту, покращення характеристики тушки, макромінеральної засвоюваності та мінеральної щільності кісткової тканини і міцності кісток курчат-бройлерів [21].

Підвищення якості м'яса бройлерів сприяє стимулюванню його споживання та збільшенню економічної вигоди від розведення птиці. Багато факторів впливають на якість м'яса бройлерів, серед яких додавання низьких доз мінеральних елементів має ключовий вплив на збереження та покращення якості м'яса. Мікроелементи є незамінними поживними речовинами для птиці, які необхідні для сприяння продуктивності росту та регуляції розвитку кісток, апетиту та оперення [8, 14]. Основні поживні речовини, такі як цинк, мідь, залізо та марганець, відіграють ключову роль в ефективному рості курчат-бройлерів. Ці мінерали не лише сприяють оптимальному росту і розвитку курчат, але й покращують смакові властивості та поживну цінність м'яса [17]. Використання збалансованих мінеральних добавок у раціоні бройлерів допомагає забезпечити високі стандарти якості м'яса, що в свою чергу підвищує його привабливість для споживачів та рентабельність виробництва. Раціони з високим вмістом кальцію та низьким фосфору позначилися на значному зменшенні довжини, ширини та міцності на розрив великогомілкової кістки у птиці [12].

Амінокислоти є одними з основних факторів, що регулюють обмін речовин. Вони є компонентами тканинних білків, і надходження в недостатній кількості призводить до зниження синтезу білка. Тому забезпечення раціону птиці різними

амінокислотами є необхідною умовою для підтримки оптимальних темпів росту. Кількісний склад амінокислот, особливо лізину, на кінцевому етапі вирощування бройлерів має значний вплив на їх ріст, склад туші та якість м'яса [15].

Органічні мікроелементи, отримані шляхом хелатування з амінокислотами, білками та іншими органічними речовинами, все частіше замінюють неорганічні мікроелементи, тому що вони мають вищу біологічну доступність та ефективність [19]. Збагачення раціонів птиці мінеральними добавками з хелатними мікроелементами вплинуло на підвищення інтенсивності росту курчат-бройлерів та покращення якості м'яса за рахунок більшого вмісту сухої речовини, білка та золи у грудних і стегнових м'язах [28].

Використання у годівлі птиці біологічно активних добавок з мінеральним комплексом підвищує біологічну цінність м'яса курчат-бройлерів [1]. Кормові добавки покращують засвоєння корму та стимулюють синтез амінокислот, що призводить до підвищеного вмісту амінокислот у грудних і стегнових м'язах [4].

Головко Н.П., Забарна І.В. [2] у дослідженнях із введення до раціону цитрату наномолібдену і кормової добавки «Пробікс» виявили, що маса внутрішніх органів курчат збільшується, проте їх співвідношення до забійного виходу має протилежну закономірність. Застосування колоїдного розчину наночастинок срібла сприяє збільшенню живої маси курчат-бройлерів, збереженню поголів'я, оптимізує санітарно-гігієнічні показники приміщень для утримання птиці і, відповідно, підвищується рівень рентабельності виробництва м'яса птиці на птахофабриці [6].

Постановка завдання. Мета дослідження полягала в тому, щоб з'ясувати вплив введення вітамінно-мінерального комплексу Біотан 3Z на інтенсивність формування м'ясної продуктивності курчат-бройлерів, показники забою та якість м'яса птиці.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися у віварію Вінницького національного аграрного університету на курчатах-бройлерах кросу Кобб-500. Методом груп-аналогів були сформовані дві групи одноденних курчат, по 25 голів у кожній. Дослід тривав 42 доби. У ході досліджень дотримувалися стандартів з утримання та догляду за курчатами-бройлерами. Під час 42-денного дослідження птицю утримували у закритому і вентилятованому приміщенні віварію та забезпечували безперервним освітленням. Птицю утримували у триярусних клітках, в яких були поїлка для води та підвісна годівниця. Птиці був забезпечений вільний доступ до води і корму. Протягом усього дослідного періоду контролювали тепловий та світловий режим у віварію. Температуру у приміщенні підтримували на рівні 32–35°C протягом перших 3 днів, а потім поступово знижували на 3°C щотижня, поки вона не досягла 24°C, де вона підтримувалася до кінця дослідного періоду вирощування.

Під час вирощування курчат-бройлерів використовували трифазну програму годівлі, залежно від віку птиці: початкова фаза тривала з 1 до 15 день, фаза росту – з 16 по 35 день та завершальна фаза – з 36 до 42 день. У годівлі птиці використовували комбікорм ТМ «Калинка» ТОВ Трау Нутришин, що відповідав віковим потребам у поживних речовинах для вирощування бройлерів, забезпечуючи збалансоване харчування на кожному етапі їхнього розвитку. Комбікорми не містили антибіотиків і стимуляторів росту, що свідчить про спрямованість на вирощування здорової птиці та виробництво екологічно чистої продукції. До складу комбікормів входили: кукурудза, пшениця, соєва макуха та шрот, шрот соняшниковий, білкова добавка, вітамінно-мінеральний премікс, ензими, амінокислоти, сіль, бетаїн, вапнякове борошно, бікарбонат натрію, інгібітор плісняви, кокцидіостатик, мідь

сірчанооксида. На початку досліду бройлерам протягом перших 15 діб згодовували стартовий комбікорм Стартер ПК5-1. Цей комбікорм забезпечує курчатам необхідні поживні речовини для оптимального початку їхнього розвитку. З 16 до 35 доби досліду раціон бройлерів змінювали на ростовий комбікорм Гровер. Цей етап є критичним для активного росту, тому такий комбікорм має високий вміст енергії та поживних речовин, забезпечуючи інтенсивний розвиток м'язів і швидкий набір живої ваги. З 36 доби і до кінця досліду (до 42 доби) бройлери отримували фінішний комбікорм Фінішер, який сприяє остаточному формуванню м'язової маси та забезпечує хорошу якість м'яса. Птицю годували досхочу сухими повнораціонними кормами, збалансованими за поживними речовинами.

Птиця контрольної групи споживала комбікорм основного раціону, збалансованого за поживними речовинами, другої дослідної – додатково вводили вітамінно-мінеральний концентрат Біотан 3Z, із розрахунку 0,5 г на голову на добу. Концентрат преміксу містить макро- та мікроелементи, вітаміни, ендо- та екзогенні амінокислоти, що необхідні для ефективного росту організму. Вітамінно-мінеральний концентрат Біотан 3Z містить 238 г кальцію, 85,0 г фосфору, 17,33 г магнію, 0,8 г заліза, 0,20 г міді, 0,05 г кобальту, 2,40 г цинку, 0,95 г марганцю, 0,34 мг цистину, 0,45 мг триптофану, 2,05 мг серину, 2,09 мг гліцину, 2,94 мг аланіну, 1,20 мг гістидину, 1,8 мг фенілаланіну, 0,93 мг проліну, 2,12 мг треоніну, 2,68 мг аргініну, 3,74 мг лізину, 0,90 мг метіоніну, 2,30 мг ізолейцину, 3,35 мг лейцину, 2,48 мг валіну, 1,44 мг тирозину, 4,38 г кислоти аспарагінової, 6,74 г кислоти глютамінової, 0,04 мг вітаміну А, 0,63 мг вітаміну Е, 0,70 мг вітаміну В₁, 3,48 мг вітаміну В₂, 1,40 мг вітаміну В₆, 0,004 мг вітаміну В₁₂, 47,16 мг вітаміну РР.

Контроль росту птиці проводили шляхом зважування. Оплату приросту кормом бройлерами проводили за кількістю спожитого корму.

На 42 день в обох групах відібрали по 4 голови бройлерів для проведення забою і відбору зразків. Контрольний забій курчат-бройлерів проводили відповідно до ДСТУ 3136-95 «Птиця сільськогосподарська для забою». За результатами забою птиці визначали живу масу непатраної, патраної, напівпатраної, вагу грудних м'язів, стегон і гомілки, вагу внутрішніх органів, розраховувався відсоток виходу туші, відсоток м'язів грудей, гомілки та стегна. Вага різних частин туші і внутрішніх органів вимірювалася за допомогою цифрової ваги.

Виклад основного матеріалу дослідження. Поширеним методом оцінки продуктивності росту курчат-бройлерів є використання параметрів росту. Результати проведеного дослідження показали, що група курчат-бройлерів, яка отримувала у раціоні вітамінно-мінеральний комплекс, мала кращі показники росту протягом усього періоду (табл. 1).

Таблиця 1

Інтенсивність росту та м'ясна продуктивність курчат-бройлерів за введення до раціону вітамінно-мінерального концентрату Біотан 3Z

Вік птиці, днів	Група	
	контрольна (ОР – основний раціон)	дослідна (ОР + 0,5 г Біотану 3Z на добу)
Жива маса на початку досліду, г	40,2±0,3	40,1±0,2
Жива маса на кінець досліду, г	2357,2±9,4	2554,6±8,3
Абсолютний приріст живої маси, г	2317,0±14,6	2514,4±9,5
Середньодобовий приріст, г	55,4±0,8	59,9±0,3

Продовження таблиці 1

Конверсія корму на 1 кг приросту, кг	1,98	1,83
Забійний вихід, %	69,3	70,9
Маса істивних частин, г	1312,6±11,8	1564,2±10,4
%	61,1	62,9
Маса м'язів, г	870,1±13,7	1066,7±21,4
%	40,5	42,9
у т.ч. грудні м'язи, г	276,7±9,3	348,8±8,6
%	31,8	32,7
М'ясо-кістковий індекс	3,0	3,3

Середньодобове споживання корму курчатами було подібним в обох групах, проте коефіцієнт конверсії корму був нижчим у птиці, яку годували добавкою. Це свідчить про ефективніше використання корму, що в свою чергу вплинуло на отримання кращих показників росту і продуктивності.

Проведені дослідження з використанням вітамінно-мінерального концентрату Біотан 3Z у годівлі курчат-бройлерів показали позитивний вплив на їхню живу масу. Використання добавки забезпечило покращення збалансованості раціону, що сприяло ефективнішому засвоєнню поживних речовин, підвищенню темпів росту та збільшенню живої маси бройлерів. Завдяки додатковому вмісту вітамінів, амінокислот та мінерального комплексу забезпечило оптимальні умови для розвитку птиці.

Абсолютний приріст живої маси у курчат дослідної групи за 42 доби вирощування більший на 197,4 г, або на 8,5%, порівняно з птицею, яка споживала корми основного раціону. Це відповідно позначилося на підвищенні добового приросту (на 8,1%) і зниженні витрат кормів на одиницю приросту на 7,6%.

Показники забою у курчат-бройлерів за згодовування їм вітамінно-мінерального комплексу також були дещо кращими. Отримано вищий забійний вихід на 2,3 п.п., м'ясо-кістковий індекс – на 10,0%. Вихід істивних частин у групі курчат дослідної групи більший на 2,9 п.п. Збільшення зазначеного показника сприяло вищій вихід грудних м'язів на 2,8 п.п. і краща обмускуленість тушок, що призвело до підвищеного загального виходу м'язів на 5,9%.

Введення вітамінно-мінерального комплексу позначилося також і на масі внутрішніх органів бройлерів (табл. 2).

У дослідній групі отримано вищі показники за масою печінки на 21,5%, м'язового шлунка – на 20,9%, легень – на 6,2%. Виявлено незначні зниження у масі серця, залозистого шлунка та нирок. Уведення до раціону птиці добавки Біотан 3Z не мало негативного впливу на організм птиці, про що свідчить зменшення селезінки на 9,4% порівняно з бройлерами, яким згодовували основний раціон.

Таблиця 2

Маса внутрішніх органів у курчат-бройлерів за введення до раціону вітамінно-мінерального концентрату Біотан 3Z

Показник	Група птиці	
	1-контрольна (ОР – основний раціон)	2-дослідна (Біотан 3Z)
Печінка	57,3 ± 3,3	69,6 ± 2,4
Серце	14,7 ± 0,12	14,5 ± 0,53

Продовження таблиці 2

М'язовий шлунок	26,8 ± 0,59	32,4 ± 0,53
Селезінка	2,24 ± 0,153	2,03 ± 0,052
Залозистий шлунок	17,8 ± 0,25	17,0 ± 0,19
Легені	12,8 ± 0,22	13,6 ± 0,25
Нирки	14,9 ± 0,25	14,8 ± 0,34

Однією з головних тенденцій у розвитку птахівництва є не лише постійне збільшення м'ясної продуктивності, але й одночасне поліпшення якісних характеристик м'яса. Якість м'ясних продуктів визначається морфологічним складом туш, їх фізико-хімічними властивостями та біологічною повноцінністю.

Використання збалансованих кормів дозволяє виробляти м'ясо з відмінними поживними та смаковими властивостями, що є важливим для задоволення потреб споживачів та збереження їх здоров'я. Тому якість та безпечність м'яса бройлерів значною мірою залежить від хімічного складу комбікормів, якими їх годують під час вирощування [13]. Біологічна повноцінність м'яса визначається вмістом основних поживних речовин, таких як білки, жири та мінерали.

У подальших дослідженнях визначали хімічний склад грудних і стегнових м'язів, за результатами яких виявлено відмінності між групами за введення до основного раціону курчат-бройлерів вітамінно-мінерального комплексу Біотан 3Z. Сухої речовини у грудних м'язах курчат-бройлерів дослідної групи більше на 1,2 п.п., протеїну – на 5,6 п.п., золи – на 12,4% і на 2,9 п.п. менше жиру порівняно з контролем (табл. 3).

Таблиця 3

Хімічний та мінеральний склад грудних м'язів курчат-бройлерів за введення до раціону вітамінно-мінерального комплексу Біотан 3Z

Показник	Група птиці	
	1-контрольна (ОР – основний раціон)	2-дослідна (Біотан 3Z)
Суха речовина, %	25,80 ± 0,14	26,12 ± 0,071
Протеїн, %	20,50 ± 0,38	21,64 ± 0,32
Жир, %	2,35 ± 0,021	2,28 ± 0,022
Зола, %	1,21 ± 0,013	1,36 ± 0,018
Фосфор, г/кг	7,85 ± 0,024	7,91 ± 0,011
Кальцій, г/кг	0,14 ± 0,011	0,15 ± 0,008
Магній, г/кг	0,93 ± 0,016	0,96 ± 0,024
Ферум, мг/кг	64,68 ± 0,21	64,69 ± 0,35
Цинк, мг/кг	40,40 ± 0,43	41,91 ± 0,37
Купрум, мг/кг	11,47 ± 0,18	11,41 ± 0,29
Манган, мг/кг	3,52 ± 0,026	2,93 ± 0,024

Вміст основних мінеральних елементів у грудних м'язах також був різний у дослідних групах. Проте відхилення у дослідній групі були не значними за вмістом кальцію, фосфору, магнію та міді. У грудних м'язах дослідної групи більше було цинку на 9,5% і менше марганцю на 16,7%.

Аналогічна тенденція збереглася і за хімічним та мінеральним складом стегнових м'язів. Перевага у хімічному складі стегнових м'язів була у дослідній групі, де більшою була частка сухої речовини, протеїну (на 2,3 п.п.) та золи (на 4,6 п.п.) і на 7,8 п.п. менший вміст жиру (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив введення до раціону курчат-бройлерів вітамінно-мінерального комплексу Біотан 3Z на хімічний і мінеральний склад стегнових м'язів

Показник	Група птиці	
	1-контрольна (ОР – основний раціон)	2-дослідна (Біотан 3Z)
Суха речовина, %	25,25 ± 0,24	25,74 ± 0,37
Протеїн, %	17,77 ± 0,38	18,18 ± 0,22
Жир, %	5,73 ± 0,12	5,28 ± 0,18
Зола, %	1,09 ± 0,017	1,14 ± 0,019
Фосфор, г/кг	6,17 ± 0,032	6,35 ± 0,026
Кальцій, г/кг	0,39 ± 0,028	0,42 ± 0,017
Магній, г/кг	0,94 ± 0,029	0,98 ± 0,021
Ферум, мг/кг	48,55 ± 0,236	48,98 ± 0,362
Цинк, мг/кг	93,36 ± 0,278	93,24 ± 0,95
Купрум, мг/кг	6,53 ± 0,202	6,74 ± 0,09
Манган, мг/кг	5,20 ± 0,114	5,18 ± 0,062

Збільшення зольності стегнових м'язів відбулося за рахунок підвищення вмісту деяких мінеральних елементів, серед яких більше було кальцію на 7,7%, магнію – на 4,2%, фосфору – на 2,9%, міді – на 3,2%.

Висновки. Використання вітамінно-мінерального концентрату Біотан 3Z у годівлі курчат-бройлерів підвищувало інтенсивність росту птиці на 8,5% з нижчою оплатою корму на одиницю приросту. Тушки курчат-бройлерів мали вищий вихід грудних м'язів, м'ясо-кістковий індекс і кращу обмускуленість. Отримати м'ясо з вищим вмістом сухої речовини, протеїну та золи. У грудних м'язах дослідної групи більше було цинку на 9,5%, стегнових – кальцію на 7,7%, магнію – на 4,2%, фосфору – на 2,9%, міді – на 3,2%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бомко Л.Г. Вплив ферменту целюлази на хімічний склад та біологічну цінність м'язів курчат-бройлерів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2014. № 1. С. 24-27.
2. Головка Н.П., Забарна І.В. Забійні показники курчат-бройлерів для збагачення раціону цитратом наномолібдену та комплексною харчовою добавкою «Пробікс». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З. Гжицького*. 2016. № 2(67). С. 44-48. DOI:10.15421/nvlvet6710
3. Килимнюк О.І., Лаптеєв О.О. Використання адсорбентів на основі кремнійорганічних сполук в годівлі курчат-бройлерів. *Корми і кормовиробництво*. 2021. Вип. 92. С. 149-159. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202192-14
4. Кириченко В.Н. Кількісний і якісний амінокислотний склад м'яса курчат-бройлерів для збагачення раціону наномікроелементною кормовою добавкою «Мікростимулін». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З. Гжицького*. 2016. Вип. 18. № 3 (71). С. 30-36. DOI:10.15421/nvlvet7107
5. Ковбасенко В.М., Карайван Н.І. Якісна оцінка м'яса курчат бройлерів, вирощених з використанням кормової добавки з морських гідробіонтів. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2009. № 47. С. 1-7.
6. Кучерук М.Д., Засекін Д.А., Димко Р.О. Порівняльний аналіз застосування з профілактичною метою антибіотика та колоїдного розчину наночастинок срібла

курчат-бройлерам. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології*. 2022. Т. 20. № 2. С. 591-606.

7. Пітера В.О., Отченашко В.В. Жива маса і прирости курчат-бройлерів за використання у комбікормах дріжджового екстракту (*Saccharomyces cerevisiae*). *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 206-214. DOI: 10.32851/2226-0099.2023.129.26

8. Редька А.І., Бомко В.С., Сломчинський М.М., Чернявський О.О. Забійні показники курчат-бройлерів за згодовування комбікормів з сульфатом і змішанолігандним комплексом цинку. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2019. № 1. С. 50-56. DOI: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-50-56

9. Українці збільшили споживання курятини та яловичини на 1,2 кг. <https://skilky-skilky.info/zamist-svynunu-ukraintsi-zbilshyly-spozhyvannia-kuriatyny-tai-ialovychyny-na-1-2-kg/> (дата звернення 25.06.2024)

10. Abdelrahman M.M., Al-Baadani H.H., Qaid M.M., Al-Garadi M.A., Suliman G.M., Alobre M.M., Al-Mufarrej S.I. Using Natural Zeolite as a Feed Additive in Broilers' Diets for Enhancing Growth Performance, Carcass Characteristics, and Meat Quality Traits. *Life (Basel)*. 2023. Vol. 13 (7). № 1548. DOI: 10.3390/life13071548.

11. Ahmad S., Yousaf M.S., Tahir S.K., Rashid M.A., Majeed K.A., Naseem M., Raza M., Hayat Z., Khalid A., Zaneb H., Rehman H. Effects of co-supplementation of β -Galacto-oligosaccharides and methionine on breast meat quality, meat oxidative stability, and selected meat quality genes in broilers. *Pakistan Veterinary Journal*. 2023. Vol. 43. P. 428-434. DOI: 10.29261/pakvetj/2023.043

12. Akter M., Graham H., Iji P.A. Response of broiler chickens to different levels of calcium, non-phytate phosphorus and phytase. *British Poultry Science*. 2016. Vol. 57 (6). P. 799-809. doi: 10.1080/00071668.2016.1216943

13. Avila-Ramos F., Pro-Martínez A., Sosa-Montes E., Cuca-García J. M., Becerril Pérez C., Figueroa-Velasco J. L., RuizFeria C. A., Hernández-Cázares A. S., Narciso-Gaytán C. Dietary supplementation and meat-added antioxidants effect on the lipid oxidative stability of refrigerated and frozen cooked chicken meat. *Processing, Products and Food Safety*. 2013. Vol. 92. P. 243-249. DOI: 10.3382/ps.2012-02409

14. Bao Y.M., Choct M., Iji P.A., Bruerton K. Trace mineral interactions in broiler chicken diets. *British Poultry Science*. 2010. Vol. 51. P. 109-117. DOI: 10.1080/00071660903571904

15. Belloir P., Lessire M., Lambert W., Corrent E., Berri C., Tesseraud S. Changes in body composition and meat quality in response to dietary amino acid provision in finishing broilers. *Animal*. 2019. Vol. 13 (5). P. 1094-1102. DOI: 10.1017/S1751731118002306

16. Bovera F., Loponte R., Marono S., Piccolo G., Parisi G., Iaconi V., Gasco L., Nizza A. Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. *Journal of Animal Science*. 2016. Vol. 94, Iss. 2. P. 639-647. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9201>

17. Dong J., Qiu H., Gao S., Hou L., Liu H., Zhu L., Chen F. A combination of selenium and *Bacillus subtilis* improves the quality and flavor of meat and slaughter performance of broilers. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023. Vol. 10. 1259760. DOI: 10.3389/fvets.2023.1259760.

18. Farionik T.V., Yaremchuk O.S., Razanova O.P., Ohorodnichuk G.M., Holubenko T.L., Glavatchuk V.A. Effects of mineral supplementation on qualitative beef parameters. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Vol. 14. Iss. 1. P. 64-69. DOI: <https://doi.org/10.15421/022310>

19. Ghasemi H.A., Hajkhodadadi I., Hafizi M., Taherpour K., Nazaran M.H. Effect of advanced chelate technology based trace minerals on growth performance, mineral digestibility, tibia characteristics, and antioxidant status in broiler chickens. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2020. Vol. 17. № 94-12. DOI: 10.1186/s12986-020-00520-5

20. Han X., Kong J., Zheng C., Yan X., Qiu T., Chen Z., Zhang H. The effects of a mixture of small peptide chelating minerals and inorganic minerals on the production

performance and tissue deposition of broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024. Vol. 11. № 1380911. DOI: 10.3389/fvets.2024.1380911. eCollection 2024.

21. Islam K.M., Schaeublin H., Wenk C., Wanner M., Liesegang A. Effect of dietary citric acid on the performance and mineral metabolism of broiler. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl)*. 2012. Vol. 96 (5). № 808-17. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2011.01225.x.

22. Kwiecień M., Samolińska W., Bujanowicz-Haraś B. Effects of iron-glycine chelate on growth, carcass characteristic, liver mineral concentrations and haematological and biochemical blood parameters in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl)*. 2015. Vol. 99 (6). № 1184-96. DOI: 10.1111/jpn.12322.

23. Liu L., Yang N., Chen Y., Xu Z., Zhang Q., Miao X., Zhao Y., Hu G., Liu L., Song Z., Li X. Effects of fulvic acid on broiler performance, blood biochemistry, and intestinal microflora. *Poultry Science*. 2024. Vol. 103(2). № 103273. DOI: 10.1016/j.psj.2023.103273.

24. Lv G., Yang C., Wang X., Yang Z., Yang W., Zhou J., Mo W., Liu F., Liu M., Jiang S. Effects of different trace elements and levels on nutrients and energy utilization, antioxidant capacity, and mineral deposition of broiler chickens. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. № 1369. DOI: 10.3390/agriculture13071369

25. Owens C.M. Identifying quality defects in poultry processing. *Watt Poult USA*. 2014. P. 42-50.

26. Petracci M., Cavani C. Muscle growth and poultry meat quality issues. *Nutrients*. 2012. Vol. 4. P. 1-12. DOI: 10.3390/nu4010001

27. Razanova O., Ohorodnichuk H., Farionik T., Skoromna O., Glavatchuk V. Effect of additives with chelated forms of trace minerals on growth performance of broiler chickens, feed nutrient digestibility, and carcass characteristics. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26. Iss. 10. P. 68–77. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor10.2023.68>.

28. Razanova O.P., Ohorodnichuk G.M., Holubenko T.L., Skoromna O.I., Novgorodska N.V., Solomon A.M., Ovsienko S.M. Meat productivity and quality of meat and liver of broiler chickens after consuming diet with mineral supplements containing chelates of cuprum, iron, zinc, and manganese. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15. Iss. 1. P. 159-165. DOI:10.15421/022423.

29. Valceschini E. Poultry meat trends and consumer attitudes. *12th European Poultry Conference*, Verona, Italy, 10-14 September, 2006. P. 1-10.

30. Yaremchuk O.S., Razanova O.P., Skoromna O.I., Chudak R.A., Holubenko T.L., Kravchenko O.O. Post-slaughter indicators of meat productivity and chemical composition of the muscular tissues of bulls receiving corrective diet with proteinvitamin premix. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2022. Vol. 13(3). P. 219-224. DOI: 10.15421/022228.

УДК 636.084/085:636.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.54>

ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ БУГАЙЦІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ В РАЦІОНІ

Саєчук І.М. – д.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач відділу тваринництва,

Інститут сільського господарства Полісся

Національної академії аграрних наук України

Ковальова С.П. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувачка лабораторії агрохімічних досліджень,

екологічної безпеки земель та якості продукції,

Інститут сільського господарства Полісся

Національної академії аграрних наук України

У світової науки є достатньо даних, що свідчать про існування потенційних і реальних біологічних ризиків під час комерційного використання трансгенних кормів. В експериментальних дослідженнях на лабораторних та сільськогосподарських тваринах було виявлено негативний вплив генетично модифікованих кормів на морфофункціональний стан їх органів і систем організму, репродуктивну функцію, імунний статус, біохімічні показники крові та сечі.

Метою даної роботи було проведення аналізу морфологічних і біохімічних показників крові бугайців за використання в їх раціонах різних високобілкових кормів – люпину вузьколистого та генетично модифікованої екструдованої повножирової сої. Експериментальні дослідження проведені на території фізіологічного двору Інституту в умовах III зони радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Для цього сформовано 2 групи молодяку ВРХ по 7 голів у кожній: I група (контрольна) – годувували зерносуміш №1 з люпином вузьколистим (безалкалоїдним); II група (дослідна) – отримувала зерносуміш №2 з генетично модифікованою соєю.

Морфологічні дослідження крові проведені з використанням гематологічного аналізатора Abacus Vet 5, а біохімічні – напівавтоматичного б/х аналізатора Chert 7, реактиви DАС.

За результатами гематологічних досліджень встановлено, що основні показники крові у бугайців обох піддослідних груп знаходились в межах фізіологічної норми, за виключенням перевищення верхньої межі норми глюкози, АЛТ і АСТ та менше нижньої межі норми гемоглобіну, гематокриту, тромбоцитів та їх середнього об'єму і загального білку. Водночас за використання для годівлі молодяку ВРХ зерносуміші, до складу якої входило 30 % (за масою) генетично модифікованої сої, в крові тварин спостерігається вірогідне зменшення лейкоцитів, еозинофілів, моноцитів, амілази, АЛТ, Са і К за одночасного збільшення Р.

Ключові слова: бугайці, зерносуміш, генетично модифікована соя, кров, гематологічні показники.

Savchuk I.M., Kovalyova S.P. Hematological indicators of young bulls fed with genetically modified soybeans

The global scientific community has amassed sufficient data indicating the potential and real biological risks associated with the commercial use of transgenic feeds. Experimental studies on laboratory and agricultural animals have demonstrated the negative impact of genetically modified feeds on the morphofunctional state of their organs and systems, reproductive function, immune status, as well as biochemical parameters of blood and urine.

This article aimed to analyse the morphological and biochemical parameters of the blood of young bulls when different high-protein feeds—narrow-leaved lupine and genetically modified extruded full-fat soybeans – were included in their diets. The experimental studies were conducted at the physiological yard of the Institute within the third zone of radioactive contamination

resulting from the Chernobyl nuclear disaster. Two groups of young cattle, each consisting of 7 representatives, were formed for the experiment: the first group (control) was fed grain mix №1 with narrow-leaved lupine (non-alkaloid); the second group (experimental) received grain mix №2 with genetically modified soybeans.

Morphological studies of the blood were conducted using the Abacus Vet 5 haematology analyzer, while biochemical studies were performed using the Cherm 7 semi-automatic biochemical analyzer with DAC reagents.

The results of the haematological studies showed that the main blood indicators in young bulls of both experimental groups were within the physiological norm, except for an excess of the upper limit of glucose, ALT, and AST, and a decrease below the lower limit of haemoglobin, haematocrit, platelets, their average volume, and total protein. Meanwhile, when 30% (by weight) of genetically modified soybeans were included in the grain mix fed to young cattle, a significant reduction in leukocytes, eosinophils, monocytes, amylase, ALT, Ca, and K was observed in the blood of the animals, along with an increase in phosphorus.

Key words: young bulls, grain mix, genetically modified soybeans, blood, haematological indicators.

Постановка проблеми. Широкого розповсюдження у сільському господарстві набула неперевершена високотехнологічна білкова культура соя, завдяки використанню якої вирішується питання забезпечення тварин якісним рослинним білком. Відомо, що за складом незамінних амінокислот останній не поступається білку тваринного походження, і навіть за певними критеріями має переваги: амінокислоти сої легше виділяються і засвоюються в організмі [1, 2]. Для підвищення її урожайності та технологічності, застосовуючи методи генної інженерії, було створено сою, яка набула нові властивості. Водночас, питання безпечності застосування генетично-модифікованої сої у якості корму для сільськогосподарських тварин і птиці залишається відкритим [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У світовій практиці зберігається стійка тенденція до збільшення площ вирощування генно-модифікованих (ГМ) рослин, які за останні 25 років збільшилися з 1,7 до 190,4 млн. га [5]. Найбільш основні сільськогосподарські культури, які є генетично модифікованими – це соєві боби, кукурудза, бавовна та ріпак. При цьому в Україні близько 80 % нелегально вирощується гліфосат-резистентна генетично модифікована соя лінії 40-3-2 [6].

За даними американських вчених [7-9], які упродовж 90 діб вивчали вплив ГМ-сої DAS-44406-6 на щурів, толерантної до 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-Д), гліфосату та глюфосинатних гербіцидів, не виявили жодних вірогідно підтверджених побічних ефектів, пов'язаних із споживанням раціону, що містив 15 % та 30 % соєвої складової за масою. Водночас, за повідомленням Мандигри М.С. зі співавторами [10], довгострокове надходження (упродовж 90 діб) на відміну від короткострокового (упродовж 21-45 діб) до організму лабораторних мишей сої лінії топ 89788, призводить до негативних результатів: виявлено патолого-анатомічні зміни в печінці та шлунково-кишковому тракті. За біохімічними маркерами встановлено важке порушення функціонального стану печінки, що проявилось підвищенням активності аланінамінотрансферази на всіх строках дослідження, збільшенням концентрації α -глобулінів, на 21 добу досліду помірне зростання β -глобулінів, а також вірогідне підвищення вмісту загального білка на 90 добу. А за повідомленням С.Г. Зінов'єва [11], введення 10 % генетично модифікованої сої в раціон молодняка свиней здійснює вірогідний вплив на підвищення активності аспарат- і аланінамінотрансфераз і концентрацію неорганічного фосфору у крові 8-міс. свиней, що свідчить про деякий негативний вплив ГМ-сої як на стан їх печінки, так і міокарда.

Протилежні результати отримані у дослідженнях зарубіжних авторів. Так, на підставі огляду літературних джерел вчені [12, 13] дійшли висновку, що немає чітких доказів того, що корми, які складаються з ГМ-культур першого покоління, мають негативний вплив на здоров'я жуйних тварин, свиней та птиці. Зокрема аналізували: стан тіла, масу органів, біохімічні показники сироватки крові, гематологічні, гістопатологічні показники, імунну відповідь або мікробіоту шлунково-кишкового тракту. Під час експерименту не спостерігали явних негативних клінічних симптомів у тварин, які споживали ГМ-корми.

За даними Н.М. Омельченко [14], тривале споживання кормів раціону з умістом трансгенної сої здійснює певний негативний вплив на життєздатність експериментальних тварин. Це проявляється зменшенням кількості новонароджених телят і збереженого приплоду у віці 1 міс., зростанням числа мертвнонароджених телят, підвищенням активності АлАТ та лужної фосфатази сироватки крові.

Виходячи з аналізу літературних джерел стає ймовірним, що остаточної відповіді про безпечність харчових ГМ рослин для організму тварин світовим науковим співтовариством ще не отримано [15]. За понад 20 років комерційного використання генетично модифікованих продуктів було проведено досить значну кількість експериментів, в основному, на лабораторних тваринах [16, 17]. Окрім того, експерименти різняться за трансгенними компонентами та вмістом їх у кормах, складом раціону, тривалістю спостережень, видом, віком, статтю й віддаленим впливом на організм тварин тощо. Тому, значне поширення й використання у раціонах трансгенної продукції та відсутність єдиної думки про безпечність ГМ-продуктів, зумовлюють необхідність тривалих досліджень для встановлення віддалених наслідків впливу ГМ-сої на організм тварин і, відповідно, людини.

Мета досліджень: провести порівняльний аналіз впливу зерноsumішей, до складу яких входили різні високобілкові корми – люпин вузьколистий та генетично модифікована соя, на морфологічні і біохімічні показники крові бугайців.

Постановка завдання. Експериментальні дослідження на молодняку великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи проводили на території фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН. Для проведення досліді сформовано 2 групи бугайців за методом збалансованих груп згідно з методичними положеннями Ібагуліна І.І. і Жукорського О.М. [18]. Згідно зі схемою досліді, молодняк ВРХ І (контрольної) групи отримував господарський раціон, який складався із силосу різнотравного, сіна злакового, солі кухонної та зерноsumіші №1 (дерть пшенична – 40 % за масою, тритикале – 30, дерть люпинова – 30 % за масою). Різниця в годівлі піддослідних тварин в основний період досліді полягала в тому, що молодняк І (контрольної) групи отримував корми раціону як і в порівняльний період експерименту. Водночас бугайцям ІІ (дослідної) групи 40 % дерті пшеничної (за масою) в складі раціону замінювали на 40 % дерті кукурудзи, а також 30 % дерті люпинової – на таку ж саму кількість генетично модифікованої екструдованої сої.

Кров для досліді відбирали із яремної вени від 4 тварин із кожної групи вранці до ранкової годівлі. В крові визначали: еритроцити та гемоглобін, лейкоцити, гематокрит, загальний білок, еозинофіли, базофіли, лімфоцити, моноцити, тромбоцити, тромбокрит, Са, Р, К, АЛТ, АСТ, глюкозу, холестерин, креатинін, сечовину, амілазу, білібурін. Морфологічні досліді крові проведені з використанням гематологічного аналізатора Abacus Vet 5, а біохімічні – напівавтоматичного б/х аналізатора Chem 7, реактиви DAC.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одержані в ході експерименту дані свідчать, що за згодовування молодняку ВРХ зерноsumішей різного складу спостерігається деякі зміни морфологічних показників крові (табл. 1). Так, в умовах хронічного надходження ^{137}Cs в організм бугайців як дослідної, так і контрольної груп відмічено цілком достатній рівень еритроцитів у крові, які становили 6,43-6,51 Т/л за фізіологічної норми 5,0-7,5 Т/л.

Кількість гемоглобіну в крові є показником інтенсивності окисно-відновних процесів [19]. Водночас згодовування тваринам дослідної групи у складі зерноsumіші ГМ-сої (30 % за масою) зумовило зниження концентрації гемоглобіну в їх крові відносно контролю на 2,7 %, лейкоцитів – на 22,8 % ($P>0,95$). Слід відзначити, що кількість гемоглобіну у крові бугайців обох груп виявилася меншою нижньої межі фізіологічної норми на 0,5-3,2 %, тоді як кількість лейкоцитів у молодняку I групи була більшою за верхню межу фізіологічної норми на 14,9 %.

Таблиця 1

Морфологічні показники крові бугайців (n=4; $M \pm m$)

Показники	Норма	Групи	
		I – контрольна	II – дослідна
Еритроцити, Т/л	5,0-7,5	6,43 ± 0,03	6,51 ± 0,42
Гемоглобін, г/л	95-125	94,5 ± 1,71	92,0 ± 4,07
Гематокрит, %	35-45	32,6 ± 0,73	32,3 ± 0,36
Лейкоцити, Г/л	6-12	13,8 ± 0,88	10,6 ± 0,46*
Еозинофіли, кл/л		0,31 ± 0,04	0,17 ± 0,02*
Базофіли, кл/л		0,095 ± 0,031	0,062 ± 0,005
Лімфоцити, кл/л	4,0-10,0	8,74 ± 0,93	7,30 ± 0,50
Моноцити, кл/л		1,33 ± 0,14	0,73 ± 0,19*
Тромбоцити, Т/л	300-700	227,7 ± 26,0	250,7 ± 41,1
Середній об'єм тромбоцитів, фл.	7,5-11,0	5,42 ± 0,15	5,72 ± 0,10
Тромбокрит, %	0,1-0,4	0,125 ± 0,015	0,117 ± 0,039

Примітка: * $P>0,95$.

Величина гематокриту в піддослідних тварин знаходилася практично на одному рівні і її середнє значення коливалося в межах 32,3-32,6 %, що дещо менше за фізіологічну норму.

Необхідно зазначити, що співвідношення формених елементів лейкоцитів крові у бугайців II групи відносно ровесників I групи було значно меншим: еозинофілів – на 45,2 % ($P>0,95$), базофілів – на 34,7 % ($P<0,95$). У крові тварин II (дослідної) групи порівняно з I групою встановлено також менший вміст лімфоцитів на 16,5 % та зменшення кількості моноцитів на 45,1 % за статистично значущої міжгрупової різниці ($P>0,95$).

Тромбоцити беруть участь у згортанні крові та виконують захисні реакції. У нормі для молодняку ВРХ число тромбоцитів знаходиться в межах 300-700 Т/л, у бугайців як контрольної, так і дослідної груп цей показник виявився меншим фізіологічної норми на 16,4-24,1 %. За використання у складі зерноsumіші ГМ-сої кількість тромбоцитів у крові тварин II групи відносно ровесників I групи збільшується на 10,1 % при $P<0,95$. Середнє значення об'єму виміряних тромбоцитів контрольної групи становить 5,42 фл., дослідної – 5,72 фл., що значно менше нижньої межі фізіологічної норми. У бугайців II групи цей показник збільшився на 5,5 % порівняно з контролем ($P<0,95$).

Тромбоцит як параметр клінічного аналізу крові відображає частку периферичної крові, яку займають кров'яні пластинки – тромбоцити. У нормі для ВРХ тромбоцит становить від 0,1 до 0,4 %. У тварин I (контрольної) групи тромбоцит становив 0,125 %, у II (дослідної) – 0,117 %, тобто зменшився на 0,008 % абс. порівняно з контролем.

У процесі проведення експерименту нами було визначено біохімічний склад крові (табл. 2). Показники загального білку в сироватці крові свідчать про цілком достатній рівень протеїнового живлення молодняку великої рогатої худоби на відгодівлі обох піддослідних груп. Водночас необхідно відзначити, що у бугайців II (дослідної) групи білковий обмін протікав менш інтенсивно, що відобразилось на зменшенні рівня загального білку в сироватці крові відносно контролю на 7,2 % ($P < 0,95$).

Рівень холестерину у сироватці крові бугайців є важливим показником синтетичної функції печінки. За результатами досліджень встановлено, що вміст холестерину в крові молодняку ВРХ як контрольної, так і дослідної груп не перевищував встановлені норми і коливався в розрізі піддослідних груп в межах 3,97-4,17 ммоль/л. Цей показник у тварин II групи на 4,8 % менше, ніж у ровесників I групи.

Концентрація сечовини залежить від інтенсивності її синтезу та виведення, тому визначення вмісту сечовини є важливим тестом для оцінки як функції печінки, де вона синтезується, так і нирок, через які вона виводиться. Рівень вмісту сечовини в сироватці крові бугайців II групи перевищував контроль на 5,2 % ($P < 0,95$) і склав 3,64 ммоль/л.

Таблиця 2

Біохімічні показники крові бугайців (n=4; M ± m)

Показники	Норма	Групи	
		I – контрольна	II – дослідна
Загальний білок, г/л	70,0-85,0	62,73 ± 4,99	58,20 ± 1,44
Холестерин, ммоль/л	2,3-4,5	4,17 ± 0,27	3,97 ± 0,34
Сечовина, ммоль/л	3,5-6,0	3,46 ± 0,22	3,64 ± 0,16
Амілаза, од/л		1569 ± 122	870 ± 38**
Глюкоза, ммоль/л	2,5-3,5	4,01 ± 0,66	5,27 ± 0,51
Креатинін, мкмоль/л	80,0-130,0	128,1 ± 13,67	124,3 ± 4,59
Білірубін, мкмоль/л	1,71-10,3	8,23 ± 0,48	8,53 ± 0,45
АЛТ, од/л	10-30	81,6 ± 1,72	73,8 ± 0,51*
АСТ, од/л	10-50	95,0 ± 5,28	95,9 ± 2,06
Са, ммоль/л	2,4-3,2	3,54 ± 0,18	2,96 ± 0,04*
Р, ммоль/л	1,5-2,2	1,69 ± 0,12	2,10 ± 0,02*
К, ммоль/л	4,0-5,1	5,61 ± 0,32	3,77 ± 0,10**

Примітка: * $P > 0,95$; ** $P > 0,99$.

Амілаза – фермент, який приймає активну участь в процесі травлення, вона розщеплює вуглеводи, сприяючи їх всмоктуванню в кров. У сироватці крові тварин II групи відмічено вірогідне зниження вмісту амілази відносно ровесників I групи на 44,6 % ($P > 0,99$).

В організмі тварин рівень глюкози – джерела енергії для забезпечення метаболічних процесів в організмі тварин – між молодняком ВРХ обох груп дещо різнився і становив 4,01-5,27 ммоль/л, що значно більше фізіологічної норми. Варто зазначити, що збільшення рівня глюкози у крові бугайців дослідної групи

відносно контролю на 31,4 % можна пояснити ураженнями печінки внаслідок негативної дії ГМ-сої, що призводить до порушення процесів глікогенолізу та глюконеогенезу.

Як і сечовина, креатинін – показник роботи нирок, бере участь в енергетичному обміні тканин. У наших дослідженнях вміст креатиніна знаходився в межах фізіологічної норми (124,3-128,1 мкмоль/л) і був меншим у сироватці крові тварин дослідної групи на 3,1 %, ніж у контролі без статистично значущої міжгрупової різниці ($P < 0,95$).

Білірубін є одним із кінцевих продуктів пігментного обміну. Як проміжний продукт витрат гемоглобіну, цей показник збільшився в сироватці крові бугайців II групи відносно ровесників I групи на 3,6 % та знаходився в межах фізіологічної норми.

Важливим показником функціонального стану печінки та інтенсивності перебігу процесів обміну речовин у тканинах є ферментативна активність плазми крові. Відомо, що аланін- та аспартатамінотрансфераза каталізують процеси переамінування амінокислот. Як видно з результатів досліджень плазми крові, інтенсивність процесів переамінування аланіну та аспарагінової кислоти в печінці молодняку ВРХ як дослідної групи, так і їх контрольних аналогів перебувала за межами фізіологічних коливань для цього виду тварин. Так, показники АЛТ і АСТ виявилися більшими за фізіологічну норму в 2,46-2,72 рази та 1,90-1,92 рази відповідно. Підвищена ферментативна активність АЛТ та АСТ у сироватці крові може бути проявом запальних процесів в організмі тварин, захворювання серця та печінки, травм скелетних м'язів, гепатиту тощо [20].

Оскільки мінеральні речовини надходять в організм з кормом і добавками, то дані щодо їхнього вмісту в крові свідчать про збалансованість раціонів тварин обох піддослідних груп за цими речовинами. Водночас встановлена суттєва різниця в кількості Са і Р у сироватці крові молодняку великої рогатої худоби. Так, за використання для годівлі бугайців II (дослідної) групи зерноsumіші №2 з ГМ-соєю відносно ровесників I (контрольної) групи спостерігається зменшення концентрації Са в сироватці крові на 16,4 % ($P > 0,95$) та збільшення Р на 24,3 % ($P > 0,95$). Як наслідок, у крові тварин дослідної групи відносно контролю спостерігається зниження кальцій-фосфорного співвідношення на 32,5 % (1,41 проти 2,09 відповідно), тоді як оптимальним є 1,51-2,08:1 (рисунки 1).

Референтні значення калію в сироватці крові молодняку ВРХ знаходяться на рівні 4,0-5,1 ммоль/л. За результатами досліджень встановлена статистично значуща міжгрупова різниця за вмістом у сироватці крові бугайців макроелементу К, рівень якого виявився меншим у тварин II групи на 32,8 %, ніж у I групі ($P > 0,99$). Зменшення концентрації К в сироватці крові бугайців спостерігається за його дефіциту в кормах, втраті через шлунково-кишковий тракт або посиленій екскреції нирками.

Висновки. Виходячи з отриманих результатів гематологічних досліджень, можна констатувати, що основні показники крові у бугайців обох піддослідних груп знаходились в межах фізіологічної норми, за виключенням перевищення верхньої межі норми глюкози, АЛТ і АСТ та менше нижньої межі норми гемоглобіну, гематокриту, тромбоцитів та їх середнього об'єму і загального білку. Водночас за використання для годівлі молодняку великої рогатої худоби зерноsumіші №2, до складу якої входила генетично модифікована соя, в крові тварин спостерігається вірогідне зменшення лейкоцитів, еозинофілів, моноцитів, амілази, АЛТ, Са і К за одночасного збільшення Р.

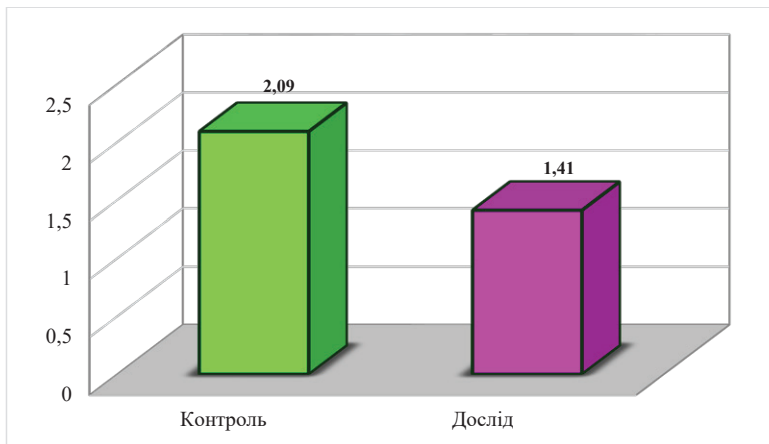


Рис. 1. Кальцій-фосфорне співвідношення в сироватці крові бугайців

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чорнолата Л.П., Килимнюк О.І., Германюк О.А. Порівняння поживної цінності продуктів переробки сої та використання їх у годівлі свиней. *Вісник аграрної науки*. 2015. №2. С. 32-36.
2. Скарєднов Д.Ю. Використання продукту поглибленої гідротермічної обробки сої при відгодівлі свиней на м'ясо: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів». Біла Церква, 2017. 20 с.
3. Кулик Я.М., Кулик М.Ф., Хіміч О.В., Обертюх Ю.В., Власенко В.В. Згодювання поросятм генетично модифікованої сої впродовж трьох поколінь викликає відсутність статевого потягу в кнурів. *Аграрна наука та харчові технології*. 2015. № 1(90). С. 25-36.
4. Carman J.A., Vlieger H.R., Ver Steeg L.J., Sneller V.E., Robinson G.W. A long-term toxology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *Journal of Organic Systems*. 2013. Vol. 8. No.1. P. 38-54. <https://hdl.handle.net/2440/85460>.
5. ISAAA Brief 55-2019: Executive Summary (2020). Biotech Crops Drive Socio-Economic Development and Sustainable Environment in the New Frontier. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publication/briefs/55/executivesumm/default.asp>.
6. Кушнір Г.В. Аналіз результатів досліджень рослинної сировини та кормів для тварин за 2016 рік на наявність генетично модифікованих рослин. *Науково-технічний бюлетень державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2017. Вип.18. №1. С. 86-90.
7. Papineni S., Passage J.K., Ekmay R.D., Thomas J. Evaluation of 30% DAS-44406-6 soybean meal in a subchronic rat toxicity study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2018. Vol. 94. P. 57-69. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.01.005>.
8. Papineni S., Murray J., Ricardo E., Dunville C., Sura R., Thomas J. Evaluation of the safety of a genetically modified DAS-44406-6 soybean meal and hulls in a 90-day dietary toxicity study in rats. *Food and Chemical Toxicology*. 2017. Vol. 109. p.1. P. 245-252. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.08.048>.
9. Herman R.A., Ekmay R.D., Schafer B.W., Brandon P.S., Fast J., Papineni S., Shan G., Juberg D.R. Food and feed safety of DAS-44406-6 herbicide-tolerant soy-

bean. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2018. Vol. 94. P. 70-74. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.01.016>.

10. Мандигра М.С., Долецький С.П., Куцан О.Т., Шевцова Г.М., Романько М.Є., Оробченко О.Л., Герілович І.О. Вивчення впливу генно-модифікованої сої лінії мон 89788 на організм лабораторних тварин. *Вісник аграрної науки*. 2018. №9. С. 32-38. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201809-05>.

11. Зінов'єв С.Г. Деякі біохімічні показники крові свиней при використанні ГМ-сої в їх раціонах. *Біологія тварин*. 2014. Т.16. №1. С. 76-82.

12. Clazien J. de Vos, Swanenburg M. Health effect of feeding genetically modified (GM) crops to livestock animals: A review. *Food and Chemical Toxicology*. 2018. Vol. 117. P. 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.08.031>.

13. Swiatkiewicz S., Swiatkiewicz M., Arczewcka-Wlosek A., Jozefiak D. Genetically modified feeds and their effect on the metabolic parameters of food-producing animals: a rewire of recent studies. *Animal Feed Science and Technology*. 2014. Vol. 198. P.1-19. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.09.009>.

14. Омельченко Н.М. Вплив наночастинок Аргентуму на господарські та фізіолого-біохімічні показники лактуючих корів при тривалій годівлі традиційною та трансгенною соєю. *Тваринництво та технології харчових продуктів*. 2020. Т.11. №4. С. 61-69. <https://doi.org/10.31549/animal2020.04.061>.

15. Hilbeck A., Meier M., Rombke J., Jänsch S., Teichmann H., Tappeser B. Environmental risk assessment of genetically modified plants – concepts and controversies. *Environmental Sciences Europe*. 2011. 23:13. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-23-13>.

16. Eissa M.I., El-Sherbiny M.A., Ibrahim A.M., Abdelsladik A., Mohamed M.M., El-Halawany M.S. Biochemical and Histopathological studies on female and male Wistar rats fed on genetically modified soybean meals (Roundup Ready). *The Journal of Basic and Applied Zoology*. 2019. Vol. 80. No. 54. 12 p. <https://doi.org/10.1186/s41936-019-0114-2>.

17. Snell C., Bernheim A., Berge J.-B., Kuntz M., Pascal G., Paris A., Ricroch A.E. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review. *Food and Chemical Toxicology*. 2012. Vol. 50. No.3-4. P.1134-1148. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.11/048>.

18. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського. Київ : Аграр. наука, 2017. 328 с.

19. Piotr Minias. The use of haemoglobin concentrations to assess physiological condition in birds: a review. *Conservation Physiology*. 2015. Vol. 3, issue 1. P. 1-15. <https://doi.org/10.1093/conphys/cov007>.

20. Шевченко Т.С. Біохімічні показники сироватки крові молодняка великої рогатої худоби за трихурозної інвазії. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. №3. С. 66-68.

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.417 (477.42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.55>

ЗМІНА БАЛАНСУ ГУМУСУ ТА ПОЖИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ЗЕМЛЕРОБСТВІ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Дмитрієвцева Н.В. – к.с.-г.н.,

учений секретар,

Інститут сільського господарства Західного Полісся

Національної академії аграрних наук України

Колядич О.О. – завідувач лабораторії,

Рівненський регіональний центр Державна установа «Держґрунтохорона»

У статті розглянуто динаміку зміни балансу гумусу та поживних речовин у землеробстві Рівненської області. Встановлено зниження внесення органічних та мінеральних добрив. Всього під урожай сільськогосподарських культур 2022 року внесено 39,7 тис тонн діючої речовини мінеральних добрив, з них азотних – 23,0 тис т, фосфорних – 6,4 тис т, калійних – 10,3 тис т. Спостерігається значний дефіцит фосфору та калію, на відміну від азоту, їх співвідношення N:P:K виявилось далеким від оптимального 1:0,8:1 і становило 1:0,28:0,45. Обсяги використання органічних добрив по області залишаються досить низькими. Площа, удобрена органічними добривами, становить лише 7,1 % до уточненої посівної площі, а внесення на 1 га посіву складає лише 0,7 т. Надходження гумусу за рахунок органічних добрив складає 8,1 тис т, або 0,02 т/га. Усього надійшло гумусу за рахунок органічних добрив та побічної продукції в цілому по області 478,1 тис т, що становить 1,45 т/га. Позитивний баланс гумусу утворився за рахунок вирощування кукурудзи на зерно – 1,90 т/га, зернобобових – 0,29 т/га та пшениці – 0,17 т/га. Для запобігання зменшенню вмісту гумусу в ґрунті слід перейти повністю на його позитивний баланс, необхідно вносити достатню кількість органічних добрив, розширювати площі висівання культур на сидерат, наситити сівозміни багаторічними травами та бобовими культурами.

Найбільш позитивний баланс був у 1986-1990 рр., де його середнє значення NPK склало 242 кг/га. Починаючи з VII туру (1996-2000 рр.) у землеробстві області відслідковується від'ємний баланс поживних речовин. Під сільськогосподарськими культурами в 2022 році від'ємний баланс азоту, фосфору та калію спостерігався під зерновими, олійними і кормовими культурами та кукурудзою на зерно. Позитивний баланс за фосфором та калієм, утворився при вирощуванні технічних культур, та овочевих культур – за азотом та фосфором.

Ключові слова: ґрунт, баланс гумусу, баланс поживних елементів, мінеральні добрива, органічні добрива.

Dmitriyevtseva N.V., Kolyadich O.O. Change in the balance of humus and nutrients in agriculture of Rivne region

The article examines the dynamics of changes in the balance of humus and nutrients in agriculture in the Rivne region. A decrease in the application of organic and mineral fertilizers has been established. A total of 39,700 tons of active substances of mineral fertilizers were applied

to the crop harvest of 2022, of which 23,000 tons of nitrogen, 6,400 tons of phosphorus, and 10,300 tons of potash were applied. There is a significant deficiency of phosphorus and potassium, unlike nitrogen, their N:P:K ratio was far from the optimal 1:0,8:1 and was 1:0,28:0,45. The use of organic fertilizers in the region remains quite low. The area fertilized with organic fertilizers is only 7,1 % of the specified planted area, and the application per 1 ha of sowing is only 0,7 tons. The supply of humus due to organic fertilizers is 8.1 thousand tons, or 0,02 tons /ha. A total of 478,100 tons of humus received due to organic fertilizers and by-products in the region, which is 1,45 tons /ha. The positive balance of humus was formed due to the cultivation of corn for grain – 1,90 tons /ha, legumes – 0,29 tons /ha and wheat – 0,17 tons /ha. To prevent a decrease in the content of humus in the soil, it is necessary to switch completely to its positive balance, it is necessary to apply a sufficient amount of organic fertilizers, to expand the area of sowing crops for siderite, to saturate crop rotations with perennial grasses and leguminous crops. The most positive balance was in 1986-1990, when its average NPK value was 242 kg/ha. Starting with the VII round (1996-2000), the negative balance of nutrients has been monitored in the agriculture of the region. Under agricultural crops in 2022, a negative balance of nitrogen, phosphorus and potassium was observed under grain, oil and fodder crops and corn for grain. A positive balance for phosphorus and potassium was formed during the cultivation of technical crops, and vegetable crops – for nitrogen and phosphorus.

Key words: soil, humus balance, nutrient element balance, mineral fertilizers, organic fertilizers.

Постановка проблеми. Науковий досвід свідчить, що між рівнем застосування агрохімікатів і валовим збором сільськогосподарської продукції існує пряма залежність. Як відомо, внесення мінеральних та органічних добрив є основним засобом ефективного і сталого сільськогосподарського виробництва, підтримання родючості ґрунтів на оптимальному рівні. Дози та співвідношення добрив, що використовуються в господарстві, повинні повною мірою відповідати біологічним особливостям культур, враховувати вміст у ґрунті елементів живлення, повністю компенсувати їх винос урожаєм та забезпечувати до певної міри накопичення поживних речовин.

Гумусовий стан ґрунтів у сучасних умовах зводиться до необхідності впровадження у виробництво науково-обґрунтованих сівозмін, роль яких ще більше зростає, коли зменшується внесення органічних і мінеральних добрив. Насичення сівозмін багаторічними травами, особливо бобовими, вирощуванням культур у проміжних посівах на сидерат, заміна чистих парів зайнятими – все це дозволяє збільшити надходження органічних речовин (післяжнивних та кореневих решток рослин) і певною мірою впливає на баланс гумусу в ґрунті. Встановлено, що за врожайності зеленої маси конюшини 290-300 ц/га, в орному шарі залишається понад 75 ц/га кореневих і післяжнивних решток, у яких міститься 150 кг азоту, 40 кг фосфору і 80 кг калію. Така кількість мікроелементів позитивно впливає на поліпшення поживного режиму ґрунту та його структури [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Людина може сприяти наростанню гумусу в ґрунті застосуванням органічних добрив, вапнуванням кислих ґрунтів, використанням у сівозміні багаторічних трав, регулюванням співвідношення площ просапних і зернових культур та іншими прийомами. Підраховано, що для створення бездефіцитного балансу органічної речовини в ґрунті в середньому варто вносити 8-12 т/га органічних добрив щорічно [2,3]. Причому за підрахунками інших авторів треба щорічно вносити на 1 га орних земель залежно від типу ґрунтів на Поліссі від 13-14 до 17-18 т органічних добрив [4,5].

Природно, що при цьому важливо враховувати властивості ґрунтів, особливо якість органічних добрив. Відновлює і стабілізує вміст і запаси гумусу оструктуреність ґрунтів, покращує їх водно-фізичні властивості, посів багаторічних

трав. Позитивно діє приорювання поживних решток. Застосування науково-обґрунтованих норм мінеральних добрив з органічними сприятливо позначається на зростанні родючості ґрунтів, збільшенні врожайності рослин і якості врожаю [6].

Баланс поживних речовин має сприяти не тільки підвищенню врожайності та якості сільськогосподарських культур, а й прогресивному підвищенню родючості ґрунту [7].

Матеріали та методи досліджень. При проведенні розрахунків в частині надходження балансу враховувалося надходження гумусу з органічними рештками (поверхневими і кореневими) за рахунок побічної продукції та за рахунок внесення органічних добрив. Враховуючи коефіцієнти сумарного виходу поверхневих і корневих решток та побічної продукції сільськогосподарських культур залежно від урожаю основної продукції та коефіцієнти гуміфікації рослинних решток в орному шарі ґрунту, було розраховано коефіцієнти можливого накопичення гумусу.

Розрахунок балансу поживних речовин проводився в наступному порядку. Статті надходження – внесення органічних і мінеральних добрив, надходження з посівним матеріалом, атмосферними опадами, а також за рахунок біологічної фіксації азоту бобовими культурами. З іншими джерелами поживних елементів, що включають надходження з посівним матеріалом, атмосферними опадами, а також за рахунок біологічної фіксації азоту бобовими культурами надійшло 25,0 кг/га діючої речовини, що становить 16,3 % від загального надходження. Надходження азоту за рахунок фіксації азотфіксуючими бактеріями не враховувалося. Статті витрат – винос поживних елементів з урожаєм сільськогосподарських культур, винос NPK бур'янами (на посівах зернових), де враховано, що бур'яни можуть використовувати до 50 % поживних речовин від виносу озимих зернових і до 100 % ярих зернових культур, втрати поживних речовин від вимивання: азоту – 10 кг/га, калію – 5 кг. Втрати азоту за рахунок денітрифікації були прийняті в розмірі 10 % від внесених азотних добрив.

Результати досліджень. В області постійно відбувається інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, відповідно, збільшення кількості внесених мінеральних добрив, але при цьому не приділяється увага правильному співвідношенню основних поживних елементів.

У цілому в сільськогосподарських підприємствах області внесено під урожай 2022 року 214,4 тис тонн гною, що становить лише 0,7 т/га посівної площі, удобрена площа органічними добривами при цьому складає 23,3 тис га, що становить тільки 7,1 % до уточненої посівної площі. Отже, вона знову знизилася до рівня площ, удобрених органічними добривами у попередні роки. Так відсоток удобрених органікою площ складав за період 2016-2021 рр. – 11,4 %, до 7,1 % у 2022 році.

За звітною інформацією управлінь агропромислового розвитку райдержадміністрацій у 2022 році сільськогосподарськими підприємствами області було посіяно лише 1,080 тис га сидеральних культур. У зв'язку з тим, що при застосуванні сидеральних культур зелені добрива мають вузьке співвідношення C:N, що може спричинити посилену мінералізацію органічної речовини ґрунту, до зеленої маси необхідно додавати подрібнену соломку зернових культур. У складі органічної речовини соломи є всі потрібні для рослин макро- та мікроелементи. Проте і цей захід у господарствах області застосовують не в повній мірі, хоча в останні роки відмічено збільшення площ приорювання соломи. У 2022 році сільськогосподарськими підприємствами області внесено 125,27 тис т соломи на площі 47,20 тис га.

Основна частина балансу поживних речовин має підтримуватися саме надходженням мінеральних добрив, в іншому випадку ґрунтам загрожує виснаження. Так, якщо в 2006-2010 роках середньорічне внесення на гектар посівної площі становило 96 кг на гектар діючої речовини, у 2011-2015 роках – 125 кг, 2016-2020 роках – 149 кг, 2021 р. – 164 кг/га, 2022 р. – 120,6 кг/га (рис. 1).

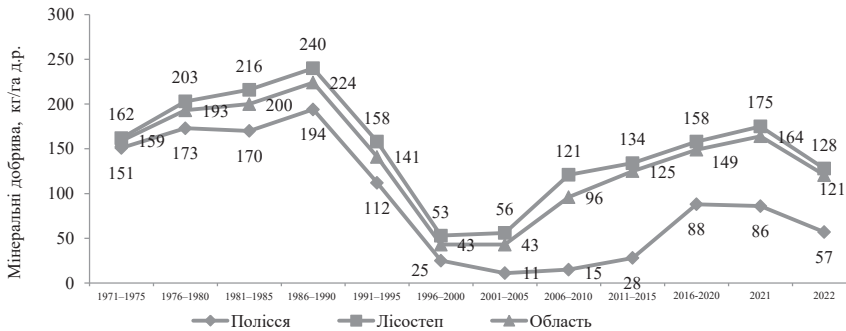


Рис. 1. Динаміка внесення мінеральних добрив у господарствах Рівненської області

Зменшення внесення мінеральних добрив в 2022 році пояснюється значним збільшенням закупівельної ціни мінеральних добрив, особливо азотних. Всього під урожай сільськогосподарських культур 2022 року внесено 39,7 тис тонн діючої речовини мінеральних добрив, з них азотних – 23,0 тис т, фосфорних – 6,4 тис т, калійних – 10,3 тис т. Проведеними нами дослідженнями встановлено значний дефіцит фосфору та калію, на відміну від азоту, їх співвідношення N:P:K виявилось далеким від оптимального 1:0,8:1 і становило 1:0,28:0,45.

На 1 га посіву сільськогосподарських культур внесення мінеральних добрив у поживних речовин у перерахунку на 100 % азоту, фосфору та калію становило 120,6 кг/га, з них: азотних – 69,8 кг/га, фосфорних – 19,6 кг/га, калійних – 31,2 кг/га. Удобрена мінеральними добривами площа сільськогосподарських культур складала 276,9 тис га, що становить 84,1 % посівної площі.

Проведеними нами розрахунками було встановлено, що за рахунок рослинних решток надходження гумусу складає 470,1 тис тонн, на 1 га – 1,43 тонн. Вихід гумусу з однієї тонни органічних добрив складає в зоні Полісся 42 кг, в Лісостеповій зоні – 54 кг. Надходження гумусу за рахунок органічних добрив складає 8,1 тис тонн, або 0,02 т/га. Усього надійшло гумусу за рахунок органічних добрив та побічної продукції в цілому по області 478,1 тис т, що становить 1,45 т/га. У статті витрат враховані втрати гумусу від мінералізації та водної ерозії. Розрахунки показали, що втрати гумусу в цілому по області в 2022 році складають 386,4 тис тонн, або 1,17 т/га, надходження – 478,1 тис т/га – 1,45 т/га. Приріст гумусу становить 91,7 тис тонн, баланс на 1 га – 0,28 т (рис. 2).

При цьому позитивний баланс гумусу утворився за рахунок вирощування кукурудзи на зерно – 1,90 т/га, зернобобових – 0,29 т/га та пшениці – 0,17 т/га. На усіх інших площах вирощування сільськогосподарських культур втрати перевищували утворення гумусу. Найменш збалансоване за гумусом виробництво технічних культур, де дефіцит становить 0,97 т/га та овочів – 0,75 т/га.

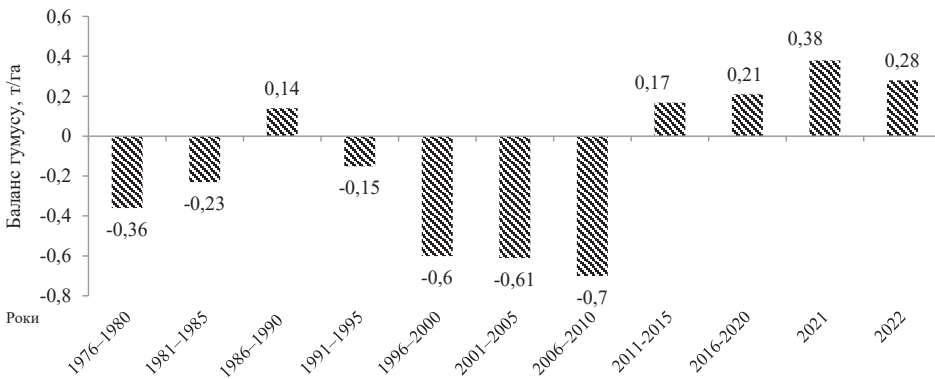


Рис. 2. Динаміка балансу гумусу в землеробстві Рівненської області

У сучасних умовах для підвищення родючості ґрунту та досягнення стабільного високого врожаю систему добрив необхідно поліпшувати, щоб ліквідувати дефіцит усіх елементів живлення, особливо азоту і калію. У загальному надходження NPK в землеробстві області у 2022 році склали 153,0 кг/га. З мінеральними добривами надійшло 120,6 кг/га, органічними – 10,0 кг/га, що становить 85,4 % від загального надходження.

Найбільш позитивний баланс був у 1986-1990 рр., де його середнє значення NPK складо 242 кг/га. Починаючи з VII туру (1996-2000 рр.) у землеробстві області відслідковується від'ємний баланс поживних речовин. Найнижче сальдо його було зафіксовано у 2011-2015 рр. з середнім показником – 144,7 кг/га (рис. 3).

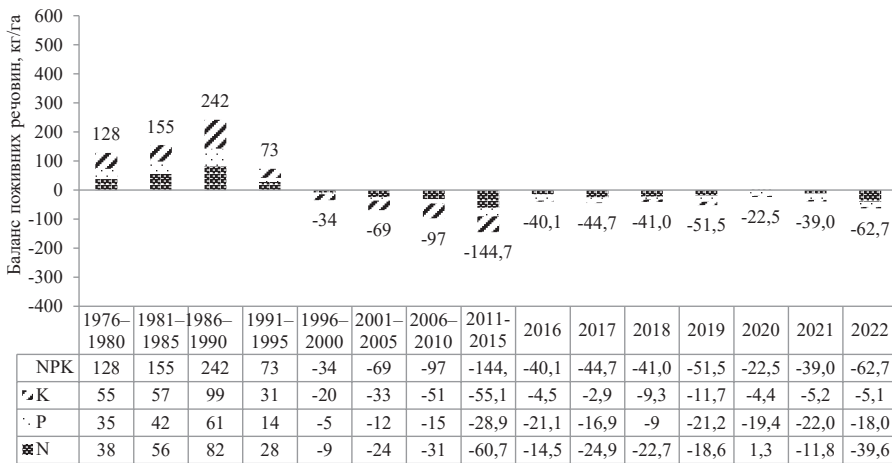


Рис. 3. Динаміка балансу поживних речовин в землеробстві Рівненської області

У 2022 році загальні втрати поживних речовин становили 215,7 кг/га, у тому числі: N – 134,1 кг/га, P – 39,6 кг/га, K – 42,0 кг/га.

У цілому по області надходження азоту складає 94,5 кг/га, витрати – 134,1 кг/га, нестача – 39,6 кг/га, інтенсивність балансу складає 70,5 %, що не відповідає межах повернення – 100 %.

Надходження фосфору складає 21,6 кг/га, витрати – 39,6 кг/га, нестача – 18,0 кг/га, інтенсивність балансу становить 54,5 %. Для покращення поживного режиму повернення фосфору має коливатися у межах 150-200 %.

Калію надійшло 36,9 кг/га, витрачено – 42,0 кг/га, нестача – 5,1 кг/га, інтенсивність балансу – 87,9 %, що не відповідає рекомендованому 110-120 %.

Під сільськогосподарськими культурами в 2022 році від’ємний баланс азоту, фосфору та калію спостерігався під зерновими, олійними і кормовими культурами та кукурудзою на зерно. Позитивний баланс за фосфором та калієм, утворився при вирощуванні технічних культур, та овочевих культур – за азотом та фосфором.

Висновки:

1. Позитивний баланс гумусу утворився за рахунок вирощування кукурудзи на зерно, зернобобових та пшениці. На усіх інших площах вирощування сільськогосподарських культур втрати перевищували утворення гумусу.

2. Щоб запобігти зменшенню вмісту гумусу в ґрунті та перейти повністю на його позитивний баланс, необхідно вносити достатню кількість органічних добрив, розширювати площі висівання культур на сидерат, наситити сівозміни багаторічними травами та бобовими культурами.

3. Від’ємний баланс азоту, фосфору та калію спостерігався під зерновими, олійними і кормовими культурами та кукурудзою на зерно. Позитивний баланс за фосфором та калієм, утворився при вирощуванні технічних культур, та овочевих культур – за азотом та фосфором.

4. Застосування мінеральних добрив повинно ґрунтуватися на науково доведених підходах з урахуванням біологічних особливостей культури, яку вирощують, планової врожайності, природної родючості ґрунтів, їхніми кліматичними умовами та факторами збереження родючості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Господаренко Г. М., Грус О. М., Прокопчук І. В. Умови збереження вмісту гумусу в ґрунті польової сівозміни. Біологічні системи. 2012. Т.4. Вип. 1. С. 31-34.

2. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорича В. А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці: Книги – ХХІ, 2004. 400 с.

3. Вишневський Ф. О., Паламарчук Р. П., Довбиш Л. Л., Залевський Р. А. Динаміка вмісту гумусу в ґрунтовому покриві орних земель Андрушівського району Житомирської. Агроекологічний журнал. 2018. № 2. С. 44-49.

4. Скрильник Є. В., Гетманенко В. А., Кутова А. М., Товстий Ю. М. Баланс гумусу в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому під впливом курячого посліду і компостів на його основі. Вісник аграрної науки. 2020. №4(805). С. 21-27.

5. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / С. А. Балюка та ін. Київ: НААНУ, 2010. 153 с.

6. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Опара М. М. Ефективні різноротаційні сівозміни у сучасному землеробстві. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2014. № 3. С. 20-32.

7. Резнік С. В., Гавва Д. В. Гумусовий стан чорноземного типового глибокого середньосуглинкового в умовах органічного й традиційного землеробства. Вісник Сумського національного аграрного університету. Випуск 3 (53). С. 65-69.

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 504.4.062.2:556.38

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.56>

ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНА МЕРЕЖА ВЕРХІВ'Я БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРИП'ЯТЬ

Боярин М.В. – к.г.н., доцент,

доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Волинський національний університет імені Лесі Українки

Боярин С.В. – магістрант кафедри лісового та садово-паркового господарства,
Волинський національний університет імені Лесі Українки

Волошин В.У. – к.т.н., доцент,

доцент кафедри геодезії та земельного кадастру,
Волинський національний університет імені Лесі Українки

У статті наведено результати досліджень щодо функціонально-просторового аналізу розподілу об'єктів ПЗФ та розрахунку індексу інсуляризованості природно-заповідного фонду у верхів'ї басейну річки Прип'ять.

Верхів'я басейну річки Прип'ять у Волинській області відзначається розрізненими природно-заповідними об'єктами, які належать до загальноєвропейської, національної та регіональної екомереж. У басейні річки знаходиться 314 об'єктів природно-заповідного фонду загальною площею 164735,7 га, проте фактична площа становить 149186,4 га, оскільки існує більше 40 об'єктів, які враховуються у загальну площу природно-заповідного фонду, але розташовані у межах інших, значно більших за площею, об'єктів ПЗФ. Також при визначенні площі земель ПЗФ у межах басейнів основних приток Прип'яті – річок Виживка, Турія, Цир, Стохід, Стир, Коростянка виявлено об'єкти, що знаходяться у межах кількох річкових басейнів. Найбільші площі займають об'єкти ПЗФ на території басейну річки Стир – 65074,16 га та басейну річки Турія 26606,38 га., найменші площі об'єктів ПЗФ у басейнах річок Виживка – 3294,81 га та Коростянка – 2525,8 га.

Представлено результати оцінки стану природно-заповідного фонду басейну річки Прип'ять, де фактична площа ПЗФ становить 149186,4 га, показник ступеня заповідності (S_p) – 10,17%, індекс інсуляризованості (I) – 0,32. Виявлено, що спільними проблемами для усіх частин басейну є: низька частка території природно-заповідного фонду винесена в натуру, з чітким окресленням меж; відсутність проектів екомережі локального рівня, а також поганий стан збереження існуючих об'єктів ПЗФ у лісових масивах. У перспективі успішне розширення площі ПЗФ басейну дасть змогу розбудувати національну та Пан'європейську екомережу, а також розширити площі водно-болотних угідь міжнародного значення.

Ключові слова: басейн річки, природно-заповідний фонд, екологічна мережа, ступінь заповідності, індекс інсуляризованості.

Boiaryn M.V., Boiaryn S.V., Voloshyn V.U. Nature reserve network of the upper reaches of the Pripet River basin

The article presents the results of research on the functional and spatial analysis of the distribution of nature reserve fund objects and the calculation of the insularity index of the nature reserve fund in the upper reaches of the Pripet River basin.

The upper part of the Pripet River basin in the Volyn region is marked by separate nature reserve objects that belong to the pan-European, national and regional eco-networks. There are 314 objects of the nature reserve fund with a total area of 164,735.7 ha in the river basin, but the actual area is 149,186.4 ha, since there are more than 40 objects that are included in the total area of the nature reserve fund, but are located within other, much larger in area, nature reserve objects. Also when determining the area of nature reserve fund lands, the basins of the main tributaries of the Pripet – the Vyzhivka, the Turia, the Tsyр, the Stokhid, the Styр, the Korostianka rivers – contain objects that lie within several river basins. The largest areas of nature reserve facilities are in the Styр River basin (65,074.16 ha) and the Turia River basin (26,606.38 ha); the smallest areas are in the Vyzhivka River (3,294.81 ha) and the Korostianka River basins (2,525.8 ha).

The results of the assessment of the state of the nature reserve fund of the Pripet River basin are presented, where the actual area of the protected land is 149,186.4 ha, the degree of protection (S) is 10.17%, and the insularity index (I) is 0.32. It was found that the common problems for all parts of the basin are a low proportion of the territories of the nature reserve fund has been set into nature, with clearly delineated boundaries; the absence of local-level eco-network projects, as well as the poor state of preservation of existing nature reserve objects in forest areas; violation of forest use conditions. In the future, the successful expansion of the area of the nature reserve fund of the basin will make it possible to develop a national and pan-European eco-network, as well as to expand the area of wetlands of international importance.

Key words: river basin, nature reserve fund, ecological network, degree of protection, insularity index.

Постановка проблеми. Значна увага науковців, на сучасному етапі розвитку суспільства, надається теорії формування та оцінці стану природно-заповідної мережі та її здатності до забезпечення біорізноманіття. Питання природоохоронної діяльності на Волині висвітлено у наукових працях В. Гринецького, В. Петліна, З. Карпюк, В. Фесюка, Т. Павловської, І. Ковальчука та ін [3; 6; 7; 9; 11]. Однак упорядкування та методи її оптимізації мережі ПЗФ вивчалися зазвичай у межах адміністративних територіальних одиниць (районів, областей, країни загалом) [18]. Сьогодні все більшої актуальності набуває басейновий підхід при оцінюванні мережі природно-заповідного фонду [14]. У зв'язку з цим Ю. Шеляг-Сосонко [16] розробив схему екомережі басейну Дніпра. Науковці також розробили схему екомережі Волинської області [6], охарактеризували сучасний стан територіального розподілу об'єктів ПЗФ басейну р. Стохід, р. Виживка, р. Західний Бут, що подано в дослідженнях І. Ковальчука, Т. Павловської, З. Карпюк, В. Фесюка, М. Боярин, І. Нетробчук та ін. [1; 7; 8; 11; 13]. У працях науковців, які застосували метод SWOT-аналізу [7; 17], виявлено сильні та слабкі сторони територіальної структури ПЗФ, а також можливості для розвитку і оптимізації стану ПЗФ Волинської області, оскільки басейн річки Прип'ять займає більше 80% від її загальної площі. У такому аспекті виникає необхідність подальшого вивчення ПЗФ у межах окремих басейнів річок Волинської області, зокрема приток річки Прип'ять.

Постановка завдання. Мета дослідження – оцінка стану мережі природно-заповідного фонду верхів'я басейну річки Прип'ять у Волинській області.

Виклад основного матеріалу дослідження. Становлення та розвиток ПЗФ на території верхів'я басейну річки Прип'ять у Волинській області у обсягах близьких до сучасних розпочався у 1970 роках та продовжує тривати. Як свідчить статистика у Волинській області існує всього 388 об'єктів ПЗФ загальною площею 234500,64 га., що становить 10,88% від загальної площі області, із них у верхів'ї басейну річки Прип'ять – 314. При цьому слід відмітити, що частина об'єктів повністю, або частково входить до складу інших – їх налічується 47: Шацький НПП (8 об'єктів площею 273,64 га – ботанічний заказник «Втенський», лісові заказники «Ростанський» та «Ялиник», іхтіологічний заказник «Соминець»,

а також ботанічні пам'ятки природи «Дуб велетень», «Сосна і дуб»), НПП «Припять-Стохід» (16 об'єктів загальною площею 4374,9 га – лісові заказники «Дольський», «Білоозерський», гідрологічні заказники «Рогізненський», «Цирський», «Великоглушанський», «Ветлівський», «Бірківський», «Припятьський», «Ямно», «Гірківський» та ботанічні пам'ятки природи «Група дубів» і «Ділянка лісу»), НПП «Цуманська пуца» (16 об'єктів загальною площею 10457,9 га – загальнозоологічні заказники «Зубр» та «Берестянський», ландшафтний заказник «Кормин», заповідні урочища «Цуманська пуца», «Божетарня і культура», «Дубово-сосновий ліс», а також ботанічні пам'ятки та парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва) [7; 8]. Окрім того, як свідчать літературні джерела [6; 7], на території області втрачено 25443 га (9,78%) заповідних територій що не увійшли до складу більших об'єктів. Так було втрачено 55 пам'яток природи місцевого значення, 21 парк пам'ятку садово-паркового мистецтва, 62 заказники місцевого значення та 8 заповідних урочищ – усі ці об'єкти відсутні у сучасному списку природоохоронних територій, але і рішення про скасування їх статусу теж немає.

Аналіз просторового розташування та функціонування об'єктів ПЗФ є основою існуючої та перспективної екомережі. Проводячи функціонально-просторовий аналіз природно-заповідної мережі верхів'я басейну річки Прип'ять у Волинській області визначено, що він не є оптимальним. Так найбільшу площу на Волині мають 3 об'єкти ПЗФ – Шацький НПП (близько 49 тис. га), НПП «Припять-Стохід» (близько 39 тис. га) та Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуца» (близько 33,5 тис. га), крім того за площею виділяється Черемський природний заповідник, який є єдиним на Волині. Серед інших об'єктів природно-заповідного фонду переважають різні типи заказників, пам'ятки природи та заповідні урочища, що відображено у таблиці 1. Розподіл природно-заповідних об'єктів за площею такий: до 10 га – 124 об'єкти, 10-25 га – 42 об'єкти, 25-50 га – 28 об'єктів, 50-100 га – 28 об'єктів, 100-250 га – 30 об'єктів, 250 – 500 га – 17 об'єктів, 500-1000 га – 18 об'єктів, 1000-2500 га – 15 об'єктів, 2500 – 5000 га – 6 об'єктів, 5000-10000 га – 4 об'єкти, 25000-50000 – 2 об'єкти [7].

Проводячи функціонально-просторовий аналіз в розрізі ландшафтних районів слід зазначити, що високий рівень заповідності мають райони Поліської низовини, та низький рівень заповідності мають райони Волинської височини [7; 9; 17]. У межах заплавлених, надзаплавлено-терасових ландшафтів розташовані майже усі гідрологічні, загальнозоологічні, орнітологічні заказники; до схилених, плакорних і вододільних ландшафтів приурочені лісові, ландшафтні і ботанічні заказники та майже всі ППСІМ.

Спостерігається також нерівномірний територіальний розподіл природно-охоронних територій у басейні верхів'я Прип'яті. Найбільші площі займають об'єкти ПЗФ на території басейну річки Стир – 65074,16 га та басейні річки Турія 26606,38 га., що відображено у таблиці 2, дещо менші площі об'єктів ПЗФ у басейні річок Стохід, Цир та Прип'яті. Найменші площі об'єктів ПЗФ у басейні річок Вижівка – 3294,81 га та Коростянка – 2525,8 га.

Особливо слід відмітити той факт, що певна кількість дрібних об'єктів природно-заповідного фонду територіально розміщена у межах більш крупних об'єктів – це насамперед стосується різного типу заказників та пам'яток природи [7] всього таких об'єктів є більше 40 від загальної кількості об'єктів ПЗФ регіону. Так наприклад на території НПП «Припять-Стохід» розташовано 16 природноохоронних об'єктів загальною площею 4374,9 га – лісові заказники «Дольський», «Білоозерський», гідрологічні заказники «Рогізненський», «Цирський»,

«Великоглушанський», «Ветлівський», «Бірківський», «Припятський», «Ямно», «Гірківський» та ботанічні пам'ятки природи «Група дубів» і «Ділянка лісу». У межах території Ківерцівського НПП «Цуманська пуща» позашовано 16 природно-охоронних об'єктів загальною площею 10457,9 га – загальнозоологічні заказники «Зубр» та «Берестянський», ландшафтний заказник «Кормин», заповідні урочища «Цуманська пуща», «Божетарня і культура», «Дубово-сосновий ліс», а також ботанічні пам'ятки та парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва [7].

Серед штучних об'єктів ПЗФ у верхів'ї басейну річки Прип'ять у Волинській області представлені не усі їх види, а лише 11 Парків пам'яток садово-паркового мистецтва, 1 ботанічний сад, 1 зоопарк, та відсутній такий вид, як дендрологічний парк. [8; 15].

Для оцінки стану мережі природно-заповідного фонду басейну верхів'я Прип'яті у межах Волинської області, визначення необхідності оптимізації екологічної мережі кожного суббасейну, необхідності розширення існуючих природоохоронних територій використано коефіцієнт індексу інсуляризованості. Визначення індексу інсуляризованості здійснювалося згідно з методикою [4; 5; 12]. Коефіцієнт Індекс інсуляризованості ПЗФ (I) є середньоарифметичним значенням суми двох показників I_m та I_n та визначається за формулою:

$$I = (S_{nc. / S_{пзф}} + N_{nc.} / N_{заг.}) / 2$$

Значення коефіцієнта інсуляризованості знаходиться в межах від 0 до 1. Відповідно до якого – чим розрахований показник перебільшує 0, тим більшою є частка *нестійких* об'єктів у структурі ПЗФ досліджуваного об'єкту. До *нестійких або інсуляризованих* природно-заповідних об'єктів відносяться території площею до 50 га, згідно з дослідженнями Ю. А. Злобіна та ін. [4], гранична площа *екологічно стабільних* природно-заповідних об'єктів в Україні становить 50 га.

Показник *ступеня заповідності території* (S_3) визначено за формулою:

$$S_3 = (S_0 / S_p) * 100$$

де, S_0 – загальна площа всіх заповідних об'єктів певного району, S_p – загальна площа окремого району [8].

Визначення коефіцієнту інсуляризованості територій басейну дозволяє здійснити оцінку ефективності ПЗФ та визначити її роль у формуванні екомережі. Коефіцієнт інсуляризованості (I) становить: басейну витoku р. Прип'ять – 0,37, басейну р. Стохід – 0,22, басейну р. Стир – 0,34, басейну р. Турія – 0,33, басейну р. Вижівка – 0,32, басейну р. Цир – 0,14, басейну р. Коростянка – 0,45 (рис. 1).

Розрахований, згідно з методикою, показник ступеня заповідності (S_3), що відображено на рис. 1, за басейнами річок значно різняться: водозбір витoku р. Прип'ять – 3,07, басейни р. Стохід – 1,76, р. Стир – 2,28, р. Турія – 2,69, р. Вижівка – 1,02, р. Цир – 23,58, р. Коростянка – 1,68. Загалом показник ступеня заповідності (S_3) басейну р. Прип'ять у Волинській області становить 10,17. Найвищі значення показника ступеня заповідності (S_3) зафіксовано у частині русла Прип'яті де розташовано гирла річок Цир, Стохід, Коростянка, адже там лише 4 відносно нестійкі об'єкти ПЗФ та розташовано НПП «Прип'ять-Стохід»;

найнижчі значення показника ступеня заповідності (S_3) відповідали басейнам річки Вижівка – де 8 об'єктів мають площу меншу 50 га, річки Коростянка – де 7 об'єктів мають площу меншу 50 га, річки Стохід, – де 23 об'єкти мають площу меншу 50 га.

Вцілому коефіцієнт інсуляризованості (I) верхів'я басейну річки Прип'ять у Волинській області становить – 0,32 (рис. 1).

Таблиця 1

Функціонально-просторовий аналіз природно-заповідної мережі басейну верхів'я Прип'яті у межах Волинської області

Площа, га	Категорії ПЗФ										Всього
	Верхів'я р. Прип'ять										
	(водозбір р. Прип'ять, басейни приток – річки Стохід, Стир, Турія, Вишівка, Цир, Коростянка)										
	ПЗ	НПП	Заказник	ПП	ЗУ	БС	ППСПМ				
0–10	–	–	23	90	4	1	6			124	
10–25	–	–	24	9	4	–	5			42	
25–50	–	–	20	3	5	–	–			28	
50–100	–	–	22	1	5	–	–			28	
100–250	–	–	29	–	1	–	–			30	
250–500	–	–	17	–	–	–	–			17	
500–1000	–	–	18	–	–	–	–			18	
1000–2500	–	–	15	–	–	–	–			15	
2500–5000	1	–	4	–	1	–	–			6	
5000–10000	–	1	2	–	1	–	–			4	
25000–50000	–	2	–	–	–	–	–			2	
Всього	1	3	174	103	21	1	11			314	

ПЗ – природний заповідник, НПП – національний природний парк, ПП – пам'ятка природи, ЗУ – заповідне урочище, БС – ботанічний сад, ППСМ – парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва

Таблиця 2

Структура ПЗФ у басейні верхів'я Прип'яті [7]

Категорія, тип територій та об'єктів ПЗФ	Водозбір 1		Водозбір 2		Басейн р. Стохід		Басейн р. Стир		Басейн р. Турія		Басейн р. Вишівка		Басейн р. Цир		Басейн р. Коростянка	
	кількість об'єктів	площа, га	кількість об'єктів	площа, га	кількість об'єктів	площа, га	кількість об'єктів	площа, га	кількість об'єктів	площа, га	кількість об'єктів	площа, га	кількість об'єктів	площа, га	кількість об'єктів	площа, га
Природний заповідник	–	–	–	–	1	2975,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Національний природний парк	1 ¹	9800,0	1 ²	16915,5	–	–	2 ³	34 675,0	1 ²	3600,0	–	–	1 ²	10 000	1 ²	2400,0
Заказник	11	4470,3	6	2280,3	43	16 729	47	18 025,08	48	22 797,7	8	3262,8	9	3793,2	5	125,2
ландшафтний	4	858,7	–	–	9	9658,1	4	2517,2	13 ⁵	3938,0	1	262,0	1 ⁵	1804,9	1	68,0
лісовий	2	44,0	2	350,1	4	427,4	8	293,2	4	1654,7	3	150,11	1	40,7	2	14,8
ботанічний	2	28,6	–	–	7	428,7	7	669,2	10	502,6	1	5,7	–	–	1	35,5
загальнозоологічний	3 ⁶	3739,0	–	–	9	3283,7	10	8459,55	5	10 291,0	2 ^{4,6}	1200,0	–	–	–	–
орнітологічний	–	–	–	–	4	1805,1	9	1470,7	–	–	–	–	–	–	–	–
гідрологічний	–	–	4	1930,2	10	1126,2	9	4615,23	15	6321,3	1	1645,0	7	1947,6	1	6,9
загальногеологічний	–	–	–	–	–	–	–	–	1	90,1	–	–	–	–	–	–
Пам'ятка природи	16	21,12	4	7,0	8	163,0	43	167,662	25	149,28	4	18,41	1	2,2	2	0,6
пралісова	–	–	–	–	3	124,0	1	29,5	–	–	–	–	–	–	–	–
ботанічна	12	20,96	4	7,0	3	32,1	37	111,722	18	88,44	4	18,41	1	2,2	2	0,6
зоологічна	–	–	–	–	1	4,0	1	7,0	3	14,6	–	–	–	–	–	–
гідрологічна	4	0,16	–	–	1	2,9	4	19,44	4	46,24	–	–	–	–	–	–
Заповідне урочище	1	52,0	–	–	2	10,5	16	12 152,32	2	48,0	–	–	–	–	–	–
Ботанічний сад	–	–	–	–	–	–	1	10,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва	1	2,0	–	–	1	12,0	6	44,1	2	11,4	1	13,6	–	–	–	–
Всього	30	14 345,42	11	19 202,8	55	19 890,4	115	65 074,162	78	26 606,38	13	3294,81	11	13 795,4	8	2525,8

Примітка. Водозбір 1 р. Прип'ять – територія біля витоків річки(між сс. Будинки і Столинські Смоляри та селищем Ратне), водозбір 2 р. Прип'ять – територія на північному сході області між руслом і північним кордоном.

Вказані зокрема і об'єкти ПЗФ, що знаходяться у межах кількох річкових басейнів: 1 – Шайський НПШ, 2 – НПШ «Прип'ять–Стохід», 3 – Ківерцівський НПШ «Думанська пуща», 4 – загальнозоологічний заказник м/з «Старовижівський», 5 – ландшафтний заказник м/з «Святобузаківський», 6 – загальнозоологічний заказник м/з «Дубечівський».



Рис. 1. Ступінь заповідності та коефіцієнт інсуляризованості верхів'я басейну річки Прип'ять

Одним з пріоритетних завдань соціально-економічного розвитку є формування регіональної екологічної мережі для відновлення цілісності структурно-функціональної організації ландшафтів річкових басейнів. Так для північної частини басейну (витік Прип'яті, північні частини басейнів річок Вижівка, Турія, Цир, Стохід, Стир) характерними є низький рівень освоєності території, високий рівень залісненості, густа гідрографічна сітка та малородючі ґрунти, що створює гарні

умови для збереження природних ландшафтів та розвитку екомережі. У південній частині басейну Прип'яті (витоки Турії, Стоходу, середня течія Стиру) характерними є низький рівень залісненості, незначна кількість гідрографічних об'єктів та родючі ґрунти, які активно використовуються у сільському господарстві, отже тут несприятливі умови для збереження природних ландшафтів та розвитку екомережі. Спільними проблемами для північної та південної частин басейну є: низька частка територій природно-заповідного фонду винесена в натуру, з чітким окресленням меж; відсутність проєктів екомережі локального рівня, а також поганий стан збереження існуючих об'єктів ПЗФ у лісових масивах, що включає також порушення умов лісочористування, утворення стихійних звалищ, недотримання природоохоронних вимог та ін. Вирішення цих проблем, хоча б частково, вимагає значних капіталовкладень, а також часових меж.

Проте, у басейні річки Прип'яті виявлено відносно високий показник ступеня заповідності – 10,17 порівняно з іншими регіонами держави [], що вселяє надію на досягнення показників, які зафіксовані у Стратегії державної екологічної політики на період до 2030 року, затвердженої ЗУ від 28.02.2019р. №2697-VIII та передбачає наявність 15% площі земель, зайнятих ПЗФ від загальної території країни.

Висновки. У басейні річки Прип'яті знаходиться 314 об'єкти ПЗФ загальною площею 164735,7 га, проте фактична площа становить 149186,4 га, оскільки існує ряд об'єктів, які враховуються у загальну площу природно-заповідного фонду, але фактично розташовані у межах інших, значно більших за площею, об'єктів ПЗФ. Показник заповідності (S_z) – 10,17%, коефіцієнт інсуляризованості (I) – 0,32. Виконана оцінка сучасного стану природно-заповідного фонду басейну Прип'яті у межах Волинської області надала можливість обґрунтувати та рекомендувати продовження досліджень з метою виявлення раритетних видів біоти та розширення мережі об'єктів ПЗФ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Боярин М. В., Нетробчук І. М. Природно-заповідна мережа басейну р. Західний Буг у межах Волинської області. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2015. № 12. С. 56-62.
2. Варивода Є.О., Садковий В. П. Управління природоохоронними територіями на засадах стратегічної екологічної оцінки: монографія. Х. НУНЦЗУ. 2017. 102 с.
3. Гриневецький В.Т. Поняття екомережі та основні напрямки її ландшафтознавчого обґрунтування в Україні. *Український географічний журнал*. 2002. № 4. С. 62-67.
4. Злобін Ю. А., Панченко С. М., Скляр В. Г. Оцінка природно-заповідного фонду Сумської області. Заповідна справа в Україні на межі тисячоліть: матеріали конференції. Канів 1999. С. 51-54.
5. Іванов Є. А., Ковальчук І. П. Методика визначення рівномірності розподілу територій та об'єктів природно-заповідного фонду регіону (на прикладі Львівської області). *Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки*. 2007. №11. С. 274-279.
6. Петлін В. М., Фесюк В. О., Карпюк З. К. Регіональна екомережа Волинської області. *Український географічний журнал*. 2021. № 2. С. 31-41. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.031>. <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/19730>
7. Карпюк З. К., Фесюк В. О. Природоохоронні мережі Волинської області: монографія. Луцьк : Терен, 2021. 212 с. <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/20249>

8. Карпюк З. К., Мельнійчук М. М. Природно-заповідна і екологічна мережі. *Природа* / ред. Ф. В. Зузук. Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2014. С. 217-237.
9. Клименко В. Г., Олійник А. В. Оцінка та аналіз ефективності природоохоронної мережі Харківської області графоаналітичним методом. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії* : зб. наук. пр. Харків, 2014. Вип. 19. С. 36-41.
10. Ковальчук І. П., Павловська Т. С., Савчук В. Д. Природно-заповідний фонд басейну р. Стохід : сучасний стан, картографічна модель, шляхи оптимізації функціонування. *Часопис картографії* : зб. наук. пр. К : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2011. Вип. 3. С. 82-91.
11. Максименко Н. В., Федяй В. А. Оцінка ефективності природно-заповідного фонду Сумської області за індексом інсуляризованості. *Фізична географія та геоморфологія*. 2021. № 1-3 (105-107). С. 30-34.
12. Павловська Т., Ковальчук І. Актуальні питання досліджень сучасного стану природно-заповідної мережі басейну р. Вижівка (Правобережжя Прип'яті). *Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Серія «Географія»*. Тернопіль : СМП «Тайп». 2013. № 2. С. 228-233.
13. Приходько М. М. Новітні основи басейнового управління природними ресурсами: монографія. Івано-Франківськ, 2006. 280 с.
14. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області у 2023 році. Луцьк [б.в], 2023. 206 с. URL: <http://eco.voladm.gov.ua>
15. Розбудова екомережі України / за ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. К.: Програма розвитку ООН. Проект «Екомережі», 1999. 127 с.
16. Сучасний екологічний стан та перспективи екологічно безпечного стійкого розвитку Волинської області / за ред. В. О. Фесюка. К.: ТОВ «Підприємство ВІ ЕН ЕЙ», 2016. 316 с.
17. Царик Л. Визначальна роль мережного підходу на сучасному етапі оптимізації природоохоронних територій. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Серія : Географія*. Тернопіль : СМП «Тайп». 2014. № 1 Вип. 36. С. 205-209.

UDC 502.51(285)-021.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.57>

HYDRO-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF POND WATER QUALITY

Vradii O.I. – Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Ecology and Environmental Protection,
Vinnytsia National Agrarian University

The quality of surface waters of Ukraine, their ecological condition and prospects for use by the country's population for industry, agriculture and everyday life are analyzed. Surface waters in modern times are constantly exposed to pollution, damage and destruction. Due to the fact that the water supply of the population of Ukraine is carried out to a greater extent at the expense of surface water. The high percentage of pollution of hydrological objects, the loss of clean fresh water, the reduction or complete disappearance or extinction of biodiversity, among which there are few and rare species, provokes the fact that the issue of the ecological state of surface water objects becomes more and more acute and acquires even greater importance. In particular, it is worth noting that ponds are one of the artificial and semi-artificial surface water bodies. Although the intensity of industrial production has decreased in recent years, a large number of hydrological objects have been contaminated as a result of Russia's full-scale military aggression.

When hydrochemical parameters were studied in the selected water samples, using the example of the Tashlyk pond in the village of Verbka, Tulchyn district, Vinnytsia region, the highest concentration was found in the third sample (an unauthorized landfill located on the shore), where the pH value was 6.5, which indicates an alkaline water environment. The concentration of ammonium nitrogen in the water was 0.5 mg/l, the nitrite indicator was 3.2 mg/l. The nitrate content was found at a concentration of 43.0 mg/l. An excess of calcium content of 347 mg/l was recorded. The content of chloride concentration was 248 mg/l. The indicator of total hardness was 3.1 mg-eq./l, and mineralization (dry residue) was 73 mg/l. The study of hydro-ecological indicators (heavy metals) showed their highest concentration also in the third sample, where the content of Pb in the sample was 0.09 mg/dm³, Cd was 0.008 mg/dm³, Zn in sample 3 was 3.7 mg/dm³, Cu was 0.8 mg/dm³, but no exceedances of maximum permissible concentrations were detected.

Key words: pond, surface water, pollution, ecological condition, concentration, hydro-ecological indicators.

Врадій О.І. Гідроекологічна оцінка якості ставкової води

Проаналізовано якість поверхневих вод України, їх екологічний стан та перспективи використання населенням країни для промисловості, сільському господарстві та побуті. Поверхневі води в сучасний час постійно піддаються забрудненню, пошкодженню та руйнуванню. Через те, що водозабезпечення населення України здійснюється в більший мірі за рахунок поверхневих вод. Високий відсоток забрудненості гідрологічних об'єктів, втрата чистої прісної води, зниження або повне зникнення чи вимирання біорізноманіття, серед яких є малочисельні та рідкісні види, провокує те, що питання стосовно проблеми екологічного стану поверхневих водних об'єктів стає все гострішим і набуває ще більшої актуальності. Зокрема варто відмітити, ставки як один із штучних та напівиштучних поверхневих водних об'єктів. Хоч за останні роки інтенсивність промислового виробництва зменшилася, велика кількість гідрологічних об'єктів піддалась забрудненню внаслідок повномасштабної військової агресії росії.

При дослідженні гідрохімічних показників у відібраних пробах води на прикладі ставка Ташлик у селі Вербка Тульчинського району Вінницької області було встановлено найбільшу їхню концентрацію у третьому зразку (на березі розташоване несанкціоноване сміттєзвалище), де показник рН становив 6,5, що вказує на лужне середовище води. Концентрація амонійного азоту у воді склала 0,5 мг/л, показник нітритів становив 3,2 мг/л. Вміст нітратів було виявлено в концентрації 43,0 мг/л. Було зафіксовано перевищення вмісту кальцію 347 мг/л. Вміст концентрації хлориду склав 248 мг/л. Показник загальної твердості склав 3,1 мг-екв./л, а мінералізації (сухого залишку) 73 мг/л. Дослідження

гідроекологічних показників (важких металів), показав найбільшу їхню концентрацію також у третьому зразку, де вміст Pb у пробі склав $0,09 \text{ мг/дм}^3$, Cd склала $0,008 \text{ мг/дм}^3$, Zn у пробі 3 склав $3,7 \text{ мг/дм}^3$, Си становив $0,8 \text{ мг/дм}^3$, але перевищень гранично допустимих концентрацій не виявлено.

Ключові слова: ставок, поверхневі води, забруднення, екологічний стан, концентрація, гідроекологічні показники.

Formulation of the problem. Pollution of water resources is one of the main problems of Ukraine. The high percentage of discharge of polluted substances into reservoirs provokes serious concern for the ecological situations of water bodies [5]. After all, this will lead to serious, sometimes irreversible consequences. The conduct of any agricultural, industrial, or food activity poses a threat to the environment. Deterioration of the state of water bodies can be associated with many factors [11].

First of all, this concerns the impact of industry and agricultural activities, as well as improper handling of water bodies, use, care, protection. To solve this kind of problem, it is necessary to agree and join efforts at all levels of government, industry, and local communities [3].

The pond is an important factor in the aquatic ecosystem. Its main role is the constant accumulation and storage of fresh water. Also, as a hydrological object, it plays a significant role in such processes as: water supply for the rural population, regulation of water flows, water storage, prevention of flooding of territories. Water from ponds is actively used in agriculture, in particular, irrigation of agricultural plots, active development of fish farming, breeding of waterfowl and animals. It is also worth noting their recreational, tourist and protected role [10].

Ponds are an important factor in the ecosystem of Ukraine. For the period of 2023, there are more than 4.940 ponds with a total area of more than 2.890 km^2 on the territory of Ukraine. With a volume of more than 3969 million m^3 of water. If compared with the number of lakes in Ukraine, there are only more than 3.000 of them [7].

Ponds occupy a rather significant place in the water supply of territories. They regulate water flow, prevent areas from flooding and store water. Pond water is actively used in agriculture, for irrigation of agricultural plots, development of fisheries, and for other aquatic animals. It plays an important role in recreation and tourism [5]. Ponds often attract tourists, lovers of fishing and other active recreation. Ponds are also an important source of income for the local population engaged in fishing or other activities closely related to ponds [11].

However, in recent years there has been a trend that ponds are getting more and more polluted. And their condition is becoming more and more unsatisfactory. A large number of reservoirs are overgrown with reeds and other vegetation, which hinders the ability of ponds to regulate water quality and water protection function. Also, a large number of water bodies are polluted by domestic and industrial wastewater. The irrational activity of enterprises and producers of agricultural products should not be ignored. Outright indifference of the local population, inefficiency of treatment facilities and outdated methods, as well as outright disregard for environmental standards [12].

Analysis of recent research and publications. Problems of the ecological state of surface waters are studied by a number of scientists [1-4], because they are now a factor in the ecological security of human existence at all levels – from local to global. It is undeniable that these issues are becoming more acute in areas that are under significant anthropogenic pressure [6]. Along with other components of environmental problems, the problems of environmental assessment of the state of

water resources are noted for their relevance today. Water quality plays a decisive role in the development of the biosphere. However, the growth of cities, the development of industry and agriculture led to the XX century to the pollution of water sources by consumer substances, mainly biogenic elements, which negatively affects the functioning of water ecosystems [5]. Water is a natural resource and an integral component of the existence of all living things on the planet. The problem of providing drinking water to mankind is currently extremely urgent, since the available water resources in many areas are insufficient to provide all consumers not only in the future, but also today. The share of water suitable for use by the population and industry is very limited. Both the quantitative and qualitative composition of water is anthropogenically affected. Indicators of the qualitative composition of water are among the determining factors in the assessment of the ecological situation. Thus, it can be argued that the most promising method of identifying zones of increased ecological danger is the assessment of the ecological state. This makes it possible to establish the maximum permissible anthropogenic pressure in order to preserve the natural balance of the environment. Assessment of the ecological status of surface water quality is the basis for establishing ecological standards of water quality for individual water bodies 196 and their parts, groups of water determination and management of ecological risk of anthropogenic load on environmental objects [7].

The purpose of the research is to carry out an ecological and hydrological assessment of the state of the Tashlyk pond within the limits of the village of Verbka, Tulchyn district, Vinnytsia region.

Research materials and methods. Hydro-ecological assessment of pond water was conducted in the spring of 2024, taking samples from the Tashlyk pond, located within the village of Verbka, which is a settlement of Horodkivska rural territorial community, Tulchyn district, Vinnytsia region. The only river Markivka flows through the village. The climate is moderately continental.

According to the research scheme, water samples were taken from the Tashlyk pond, according to generally accepted methods of water sampling. The first (control) sample was taken from the right bank, where there are no nearby homesteads or other objects that could affect the hydrological parameters of the pond water. The second sample was taken in the middle of the pond. The third sample was taken from the left bank of the reservoir, where an unauthorized landfill is located. The selected water samples were sent for research to the scientific and measuring agrochemical laboratory of the Educational and Scientific Institute of Agricultural Technologies and Environmental Sciences of the Vinnytsia National Agrarian University. The obtained indicators were compared with the standards of MPC of substances in water, and its hydrochemical and hydroecological parameters.

Presentation of the main research material. The Tashlyk Pond is one of two man-made water bodies located on the Tashlyk River, the right tributary of the main Markivka River (Dniester basin). The length of the Tashlyk River is 19 km. It is formed from a large number of nameless streams and reservoirs. The area of the water basin is 97.7 km². In some areas, it is drying out. The tributaries are: Melnykiv Yar (right). It originates in Savchyny, flows mainly to the southwest and flows into the Markivka, a left tributary of the Dniester, in the village of Verbka. The settlements along the coastal strip are Maryanivka and Leonivka. The Tashlyk pond plays an important recreational role, as it is a place of rest for the villagers. For some time it was used in fish farming (Fig. 1).



Fig. 1. Map of the location of the Tashlyk pond within the village of Verbka, Tulchyn district, Vinnytsia region

The pond plays an important role in agriculture, particularly animal husbandry, as it is a watering place for livestock. Also, the pond is a source of replenishment of underground sources of wells and pits, a habitat for rich flora and fauna, which has suffered impoverishment in the recent period.

According to the results of research in laboratory conditions, the hydrochemical indicators in the water of the Tashlyk pond within the village Verbka, Tulchyn district, Vinnytsia region was determined (Table 1).

Table 1

Hydrochemical indicators of the Tashlyk pond

Hydrochemical indicators	Sample 1	Sample 2	Sample 3	MPC
Hydrogen pH indicator	7.6	7.2	6.5	6.5-8.5
Ammonium nitrogen, mg/l	0.1	0.3	0.5	0.5
Nitrites, mg/l	2.9	3.0	3.2	3.3
Nitrates, mg/l	37.8	39.5	43.0	45.0
Calcium, mg/l	143.2	254.8	347	180
Chlorides, mg/l	98	157	248	350
Total hardness, mg-eq./l	1.9	2.7	3.1	-
Mineralization (dry residue), mg/l	61	68	73	-

In the first sample taken from the Tashlyk pond, the hydrogen pH was 7.6 with a permissible concentration of 6.5-8.5 pH. From this, it can be concluded that the reaction of the water environment is neutral. The content of ammonium nitrogen was found at a concentration of 0.1 mg/l with a limit of MPC of 0.5 mg/l, which is also within the normal range. The presence of nitrites in the pond water of the Tashlyk pond was 2.9 mg/l, with a permissible limit concentration of 3.3 mg/l. The content of nitrates was 37.8 mg/l, according to the norm of the MPC of 45.0 mg/l, which is, accordingly, less than the permissible level. No excess of calcium content in the water was detected,

which was 143.2 mg/l, with the MPC – 180 mg/l. The chloride indicator was 98 mg/l, which is less than the MPC indicator. Total hardness was 1.9 mg-eq/l, and mineralization (dry residue) was 61 mg/l.

In the second sample from the Tashlyk pond, the pH indicator was 7.2, which is 0.4 less than in the first, with a pH limit of 6.5-8.5 and is neutral. Ammonium nitrogen was 0.3 mg/l, which also does not exceed the permissible content of 0.5 mg/l, and is higher than the value of the first sample by 0.2 mg/l. The content of nitrites was 3.0 mg/l, with MPC – 3.3 mg/l, which is also not exceeded, but 0.1 mg/l more than the indicator in the first sample. The nitrate indicator was 39.5 mg/l, which, according to the MPC indicator of 45.0 mg/l, does not exceed the MPC, but is already 1.7 mg/l more than the indicator of the first sample. An excess of calcium of 254.8 mg/l was recorded, with a limit of 180 mg/l, which is 74.8 more than the permissible norm. The content of chlorides in the second sample was – 157 mg/l, which is permissible under the MPC. Total hardness was 2.7 mg-eq./l, and mineralization (dry residue) was 68 mg/l.

In the third sample of water from the Tashlyk pond the pH indicator was 6.5, with a maximum permissible limit of 6.5-8.5, but it indicates an alkaline water environment. The concentration of ammonium nitrogen in the water was 0.5 mg/l, which according to the norm of 0.5 mg/l is permissible, but at the same time it is 0.4 mg/l more than the indicator of the first sample, and 0.2 more than the second sample.

The nitrite concentration indicator was 3.2 mg/l, at the permissible level of 3.3 mg/l and is 0.1 mg/l more than the value in the first sample and 0.2 mg/l more in the second sample. The content of nitrates was detected at a concentration of 43.0 mg/l at the MPC – 45.0 mg/l is not an excess, but this indicator increased by 5.2 mg/l in the first sample and by 3.5 mg/l in the second sample. An excess of calcium content of 347 mg/l was recorded, which according to the permissible standards is 180 mg/l and is dangerous because the concentration exceeds 167 mg/l. The content of the chloride concentration was 248 mg/l, which is allowed according to the maximum permissible concentration, but it is 150 mg/l more than the content in the first sample and 91 mg/l more than the indicator in the second sample. The indicator of total hardness was 3.1 mg-eq./l, and mineralization (dry residue) was 73.

According to the results of research in laboratory conditions, the hydroecological indicators of the Tashlyk pond within the village Verbka, Tulchyn district, Vinnytsia region were also studied (Table 2).

Table 2

Hydro-ecological indicators of the Tashlyk pond

Hydro-ecological indicators (heavy metals), mg/dm ³	Sample 1	Sample 2	Sample 3	MPC
Pb	0.03	0.06	0.09	0.1
Cd	0.001	0.004	0.008	0.01
Zn	1.1	2.1	3.7	5.0
Cu	0.1	0.3	0.8	1.0

The concentration of Pb in the first sample was 0.3 times less than the MPC indicator. The Cd content was 0.001 mg/dm³, which is 0.1 times less than the permissible content. The Zn indicator was 0.22 times lower than the permissible norm. The concentration of Cu content in sample 1 was 0.1 times less than the maximum permissible concentration.

The content of Pb in the second sample was 0.6 times less than the MPC indicator. The concentration of Cd in the second sample is 0.4 times lower than the permissible

value. The presence of Zn was 0.42 times less than the permissible norm of the MPC indicator. The Cu indicator was 0.3 mg/dm³, which is 0.3 times less than the maximum permissible concentration.

The highest concentration of heavy metals was found in the third sample. The Pb indicator in the sample was 0.09 mg/dm³, which is 3.0 times and 1.5 times higher than the indicators in the first and second samples, respectively. The concentration of Cd was 0.008 mg/dm³, which is 8.0 times higher than the indicator values in the first sample, and 2.0 times higher in the second sample. The content of Zn in the third sample was 3.7 mg/dm³, which is 3.3 times more than the previous indicators, in the first sample and 1.8 times in the second sample. The Cu concentration indicator in the third sample was 0.8 mg/dm³, which is 8.0 times higher than the indicators of the first sample and 2.6 times higher, respectively.

Conclusions and suggestions. When the hydrochemical indicators were examined in the selected water samples of the Tashlyk pond of the Tulchyn district, their highest concentration was found in the third sample, where an unauthorized landfill is located on the shore of the pond. The pH indicator was 6.5, which indicates an alkaline water environment. The concentration of ammonium nitrogen in the water was 0.5 mg/l, the nitrite indicator was 3.2 mg/l. The nitrate content was found at a concentration of 43.0 mg/l. An excess of calcium content of 347 mg/l was recorded. The content of chloride concentration was 248 mg/l. The study of hydro-ecological parameters (heavy metals) showed their highest concentration also in the third sample, where the content of Pb in the sample was 0.09 mg/dm³, Cd was 0.008 mg/dm³, Zn – 3.7 mg/dm³, Cu – 0.8 mg/dm³, which does not exceed the MPC.

The main proposals for improving the pollution control of the Tashlyk pond are: to establish coastal protective strips on both banks of the pond in the average multi-year limit period within 100 m.

REFERENCES:

1. Мудрак О.В., Хаєцький Г.С., Мудрак Г.В., Серебряков В.В. Оцінка екологічного стану малих річок Східного Поділля в контексті сталого розвитку регіону. *Екологічні науки*. 2022. № 6 (45). С. 132-138.
2. Нейко І.С. Оцінка впливу лісистості на стан басейнів малих річок та якісні характеристики поверхневих вод Вінниччини. *Лісівництво та садово-паркова архітектура*. 2012. №36 (4). С. 175-183.
3. Врадій О.І. Вплив рівня мінералізації питної води на вміст в ній важких металів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 4 (31). С. 192-208. DOI:10.37128/2707-5826-2023-4-14
4. Razanov S.F., Husak O.B., Tkalich Y.I., Vradii O.I. Influence of soil moisture level on the translocation of plumbum and cadmium in the grains of winter cereals. *Agrology*. 2022. Vol. 5(4). P. 122-125. DOI: 10.32819/021119
5. Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. Київ: Ніка-Центр, 2006. 184 с.
6. Клименко О.М., Статник І.І. Методологія покращення екологічного стану річок Західного Полісся (на прикладі р. Горинь): монографія. Рівне: НУВГП, 2012. 206 с.
7. Rahaman M.M., Mizanur M., Varis O. Integrated Water resources management: evolution, prospects and future challenges. *Sustainability: Science, Practice, & Policy*. V. 1. Is. 1. 2005. P. 15-21.
8. Хаєцький Г.С. Роль туризму в охороні і збереженні натуральних і антропогенних водоемів Вінниччини. *Актуальні питання географічних, біологічних і хімічних наук: зб. наукових праць ВДПУ*. 2018. С. 11-12.

9. Хаєцький Г.С. Екологічні проблеми малих річок Поділля та заходи щодо їх вирішення. *Наукові записки ВДПУ. Серія: Географія*. 2018. Вип. 30 № 3-4. С. 106-112.
 10. Вітер Н.Г. Аналіз стану води річки Південний Буг. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6 Т. 1. С. 158-165.
 11. Грюк І.Б., Суходольська І.Л. Вміст сполук Нітрогену у воді малих річок як показник рівня антропогенного навантаження територій. *Вісник Львівського університету*. 2012. Вип. 60. С. 227-238.
 12. Гопченко Є.Д. До побудови нової нормативної бази в галузі максимального стоку на річках України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2001. Т.2. С. 219-225.
-

УДК 597.551.214:626.883

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.58>

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КОРОПА З РОСЛИНОЇДНИМИ РИБАМИ У ПОЛІКУЛЬТУРІ

Главатчук В.А. – к.с.-г.н., старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин, Вінницький національний аграрний університет

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення використання засобів інтенсифікації у рибистві для удосконалення технології вирощування полікультури коропа з рослиноїдними рибами. Об'єкт досліджень – короп, білий товстолоб та білий амур за полікультурного вирощування. Предмет досліджень – оптимальний склад полікультури риб, підвищення розвитку природної кормової бази ставів, вплив щільності та часу зариблення рибопосадкового матеріалу на кінцеву продуктивність.

Дослідження проводились на базі водних об'єктів ВСП Чернятинського фахового коледжу Вінницького національного аграрного університету.

Аквакультура гідробіонтів є перспективним напрямом сучасного сільського господарства, що має вагомий вплив на продовольчу безпеку країни. Використання полікультури рослиноїдних риб дозволяє ефективно використовувати значну частину первинної продукції, яка утворюється в водоймах, і створювати стійку екосистему з точки зору біоенергетики та економічної цінності.

Дослідження, спрямовані на оптимізацію технології вирощування товарної риби, проводились шляхом порівняльного аналізу експериментальних рибиницьких ставів з урахуванням біологічних нормативів та між собою. Для удосконалення технології вирощування риби в умовах господарства вивчався вплив таких факторів на кінцевий результат отримання продукції: гідрохімічний режим ставів, розвиток природної кормової бази, ефективність годівлі та комплексне проведення заходів інтенсифікації. У рамках експериментів досліджувалася вплив різних параметрів технології на гідрохімічний та гідробиологічний режими ставів, середнє значення індивідуальної маси риби, коефіцієнт вгодованості коропа й рослиноїдних риб, рибопродуктивність і витрати корму на одиницю приросту.

Доведено, що застосування комплексної вдосконаленої технології інтенсивного вирощування риби з використанням заходів з розвитку природної кормової бази рибогосподарських водойм, формування збалансованої полікультури та ущільнених посадок риб, за дворічного оборот з осіннім методом зариблення дозволяє суттєво підвищити інтенсивність вирощування товарної риби.

Ключові слова: короп, рослиноїдні риби, полікультура, щільність зариблення, рибопосадковий матеріал, товарна риба.

Glavatchuk V.A. Rationalization of the technology of growing carp with herbivorous fish in polyculture

The article presents the results of research on the use of intensification tools in fish farming to improve the technology of growing carp polyculture with herbivorous fish. The object of research is carp, white crucian carp and white grass carp under polyculture cultivation. The subject of research is the optimal composition of fish polyculture, increasing the development of the natural forage base of ponds, the influence of the density and time of stocking of fish stocking material on the final productivity.

The research was conducted on the basis of water facilities of the VSP of the Cherniatsy Vocational College of the Vinnytsia National Agrarian University.

Aquaculture of hydrobionts is a promising direction of modern agriculture, which has a significant impact on the country's food security. The use of herbivorous fish polyculture makes it possible to effectively use a significant part of the primary products that are formed in reservoirs and create a sustainable ecosystem from the point of view of bioenergy and economic value.

Research aimed at optimizing commercial fish farming technologies was conducted by means of a comparative analysis of experimental fish ponds taking into account biological standards and

among themselves. To improve the technology of fish farming in farm conditions, the influence of the following factors on the final result of production was studied: hydrochemical regime of ponds, development of natural fodder base, feeding efficiency and complex implementation of intensification measures. As part of the experiments, the influence of various parameters of the technology on the hydrochemical and hydrobiological regimes of ponds, the average value of the individual weight of fish, the fattening ratio of carp and herbivorous fish, fish productivity and feed consumption per unit of growth were studied.

It has been proven that the application of a complex and improved technology of intensive fish farming using measures to develop the natural feed base of fishing reservoirs, the formation of a balanced polyculture and dense plantings of fish, for a two-year turnover with the autumn stocking method, allows to significantly increase the intensity of commercial fish cultivation.

Key words: *carp, herbivorous fish, polyculture, stocking density, fish planting material, commercial fish.*

Постановка проблеми. Рибицтво в Україні є важливою галуззю, що забезпечує населення харчовими продуктами високої якості. Протягом періоду незалежності країни, галузь пройшла суттєві зміни, які були викликані науково-технічними досягненнями та корективами у системі управління виробництвом та характері економічних відносин [1, с. 215].

Протягом останніх 20 років головна увага була приділена питанням інтенсифікації рибицтва, розвитку індустріальних методів вирощування риби і реконструкції їхтіоценозів водойм. Ця стратегія передбачала переорієнтацію на управління функціонуванням водойм, зокрема на пріоритетний розвиток аквакультури як способу забезпечення рибною продукцією [9, с. 8].

Для досягнення вирощування достатньої кількості рибної сировини необхідно вирішити завдання з покращення виробництва кормів, оптимізації процесу рибозведення у ставових господарствах, забезпечення потрібною кількістю зарибку та оптимізації виробництва харчових продуктів з риби [16, с. 15].

Перспективним напрямком є вирощування риби в ставах за принципом полікультури. Важливо відзначити, що нині існують складнощі з розрахунком оптимальних щільностей посадки риб та якості рибопосадкового матеріалу, які впливають на продуктивність ставів і собівартість виробленої продукції [23, с. 66].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Світові тенденції розвитку, які спостерігаються протягом останніх десятиліть, чітко підтверджують зростання значення рибицтва та аквакультури [12, с. 87]. Вони вже не лише функціонують як додаткове джерело сталого продовольчого забезпечення населення, але також виступають важливим складовим елементом сучасних екологічно збалансованих агропродовольчих систем [4, с. 43].

Наявність різноманітних водних об'єктів та регіональних особливостей відіграють важливу роль у визначенні специфіки та стратегії розвитку внутрішнього рибицтва та аквакультури з урахуванням напрямків та об'єктів їх культивування [24, с. 52]. Така концепція має бути основою для створення сучасної технологічної інфраструктури та розроблення регіональних програм сталого розвитку галузі, що базуються на впровадженні інноваційних технологій вирощування посадкового матеріалу та комерційної культивування об'єктів аквакультури та рибицтва [5, с. 18].

Для досягнення сталого та результативного ставового рибицтва важливо враховувати всі аспекти та комплексно підходити до керування господарством [11, с. 78]. Діяльність в цій галузі має бути спрямована на підвищення продуктивності, збереження довкілля та виробництво якісної рибної продукції [21, с. 107].

В ставовому рибництві використовуються різні методи і заходи, які спрямовані на отримання певної кількості рибної продукції з кожного гектара ставу. Ці заходи включають в себе селекційну роботу, поліпшення розвитку природних кормів для риби, використання ущільнених посадок, як у моно-, так і в полікультурі, механізацію процесів рибництва, годівлю та підгодівлю риби, запобігання інвазійним та інфекційним захворюванням [19, с. 307].

Вибір конкретних заходів залежить від рівня інтенсивності виробництва та спеціалізації господарства, а також від природних, соціальних та економічних факторів.

Використання полікультури є ключовим для досягнення високої ефективності при інтенсифікації в ставовому рибництві. Лише завдяки полікультурі рослиноїдних риб можна значно підвищити рибопродуктивність ставів, здебільшого в межах 3,2-11 ц/га. Для збереження необхідного рівня середньо-сезонної біомаси кормової бази в ставах також важливо внести органічні та мінеральні добрива [8, с. 22].

Полікультура є ефективним інструментом ресурсозберігаючих технологій. Товстолоби, споживаючи сестон, використовують його для приросту маси, і таким чином відновлюють біогенні елементи, які втрачаються у процесі рибного виробництва. Крім цього, амурські риби відіграють важливу роль у компенсації втрат, що виникають у теплоенергетиці, частково використовуючи тепло у водоймах-охолоджувачах [14, с. 131].

Біологічно правильний підхід до підбору складу полікультури базується на ретельному дослідженні живленні та трофічних взаємозв'язків культивованих риб. Цей підхід спрямований на досягнення найбільш повного та раціонального використання кормових ресурсів водойм.

Відношення рослиноїдних риб у складі полікультури змінюється в залежності від зони рибництва, оскільки рослиноїдні риби є більш вимогливими до температурного режиму, порівняно з коропом [25, с. 198].

У басейнах, невеликих проточних ставках і сітчастих садках, які використовуються як основні споруди для індустріального рибництва, важливо досягти високої щільності посадки риб та рибопродуктивності, оскільки це є ключовою економічною умовою виробництва [7, с. 14]. Проте важливо враховувати, що підвищення щільності посадки має свою межу, яка обумовлена якістю водного середовища і біологічними особливостями конкретного виду риби [3, с. 185].

З використанням сучасних методів та технологій вирощування, включаючи годівлю комбікормами, можна досягти значного підвищення продуктивності вирощувальних ставів і отримувати стандартну масу цьоголіток коропа [2, с. 239].

Годівля комбікормами надає можливість точно контролювати раціон, що сприяє швидкому росту та збільшенню якості рибної продукції. Цей підхід допомагає оптимізувати вирощування риби і підвищити ефективність ставового рибництва [15, с. 30].

Використання збалансованого гранульованого комбікорму для цьоголітків є важливим аспектом для результативного вирощування риби. Мінімальний вміст сирого протеїну на рівні не менше 26% у комбікормі важливий для забезпечення необхідного росту та розвитку цьоголіток риби.

Збалансований комбікорм також повинен містити необхідні вітаміни та мінерали. Особливу увагу слід приділяти дотриманню встановленого режиму годівлі відповідно до температури води і маси риби, щоб забезпечити оптимальний приріст маси [20, с. 411].

Годівлю регулюють відповідно до встановлених норм, це дозволяє запобігти надмірним витратам кормів. Норму корму, яка вводиться в ставки, розраховують на основі факторів, таких як щільність посадки риби, температурний режим води та очікувані прирости риби на певний період часу.

Зменшення витрат на корми у вирощуванні риби суттєво впливає на собівартість продукції. Проте, при інтенсивному риборозведенні в монокультурі можуть виникати проблеми з гідрохімічним режимом водойм, і може бути необхідним здійснення додаткових витрат на його покращення. В цьому випадку, використання природної кормової бази водойм для вирощування рибопосадкового матеріалу може бути ефективним рішенням [10, с. 3].

У рибництві значний інтерес викликає характер росту риби під час пікового періоду продуктивності, оскільки він забезпечує високий вихід продукції на 1 га водної площі. Схожі показники стандартної маси і високий потенціал росту властивий коропа та рослиноїдним видам, особливо в умовах господарських ставів [17, с. 157].

Потенційну рибопродуктивність ставів визначає велика кількість факторів, проте одним із найважливіших є щільність посадки, тобто кількість риби, яка вирощується на одиниці площі. Це поняття є дуже важливим у рибництві і отримало широке використання у практиці промислового вирощування [18, с. 65].

Інтенсивний розвиток ставового рибництва, вдосконалення його методів та структури створило сприятливі умови для підвищення ефективності господарювання у галузі рибництва і значного збільшення виробництва товарної риби. Це також сприяло підвищенню економічної продуктивності рибних ферм [6, с. 125].

Вдосконалені методи комплексної інтенсифікації рибного господарства дозволили збільшити щільність посадки риби. Це підвищило рибопродуктивність водойм і сприяло збільшенню виробництва риби на одиницю площі водного об'єкта. Збільшена щільність посадки може бути результатом оптимізації умов годівлі, догляду за рибою та використання сучасних методів і технологій в рибництві [13, с. 70].

Експерименти підтверджують, що якість посадкового матеріалу має велике значення при ущільнених посадках риби. Якщо риба має низьку початкову якість або її розмір надто малий під час посадки, це може призвести до погіршення росту та рибопродуктивності. Молода риба може не мати достатнього часу на компенсацію свого росту та досягнення товарної маси, що призводить до менших приростів та вимагає більшої кількості кормів. Тому важливо використовувати якісний посадковий матеріал відповідного розміру для досягнення оптимальної рибопродуктивності при ущільнених посадках [22, с. 99].

Постановка завдання. Дослідження проводились на базі водних об'єктів ВСП Чернятинського фахового коледжу Вінницького національного аграрного університету, які розташовані в селі Чернятин по вул. Графа Львова 28 Жмеринського району Вінницької області.

Загальна площа водного дзеркала становить 113 га. Дослідні стави мали достатню крутизну берега, незначний ухил дна та стійке до розмиву ложе. Для видалення надлишку води використовуються водоспуски. У господарстві вирощують товарну рибу в полікультурі, а саме коропа, білого товстолоба та білого амура.

Метою досліджень було вивчення використання засобів інтенсифікації у рибництві для удосконалення технології вирощування полікультури коропа з рослиноїдними рибами в умовах водних об'єктів «Чернятинського фахового коледжу Вінницького національного аграрного університету».

Дослідження орієнтувалися на загальноприйняті методики в галузі рибиництва. Основна увага приділялася вивченню впливу методів годівлі та зариблення на ефективність вирощування риби в полікультурі. Вивчення результативності вирощування товарної риби в залежності від коригування технологічних параметрів вирощування проводилося безпосередньо на ставах господарства у 2022-2023 рр.

У рамках експериментів досліджувався вплив різних параметрів технології на гідрохімічний та гідробіологічний режими ставів, середнє значення індивідуальної маси риби, коефіцієнт вгодованості коропа й рослиноїдних риб, рибопродуктивність і витрати корму на одиницю приросту.

Для контролю гідрохімічного режиму ставів проводився моніторинг температури води та оточуючого середовища, рівня розчиненого кисню та значення рН води. Ці параметри мають велике значення для життєздатності гідробіонтів та їх продуктивний ріст.

Гідробіологічні зразки збирали щомісяця. Аналізу розвитку природної кормової бази здійснювався на ставах за допомогою експрес-методів.

Температуру води визначали безпосередньо в придонній частині ставів. Зразки води відбирали в найглибшій частині ставів вранці з поверхневого та придонного шарів. Вимірювання рівня кисню та рН проводили того ж дня, не використовуючи консерванти.

Для визначення середньої індивідуальної маси риб організовували контрольні лови тричі на місяць на різних ділянках водойми.

Виклад основного матеріалу дослідження. У нагульних ставах, застосовуючи різні методи зариблення, створювались максимально схожі умови для вирощування дволіток коропа та рослиноїдних риб у полікультурі. Технологічний процес, починаючи від підготовки ставів до зариблення й до вилову риби, мав загальну технологію у дослідних ставах, суттєво відрізнявся метод зариблення. Значення основних показників, що характеризують дослідні стави наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика основних показників дослідних ставів

Став	Показник			
	площа, га	дата зариблення	рибопосадковий матеріал	щільність посадки, тис. екз/га
№ 1	11	28.03.2023	однорічки	4,1
№ 2	10	04.11.2022	цьоголітки	4,6

При зарибленні у полікультурі використовували такі пропорції: 60% коропа, 20% білого товстолоба і 10% білого амура. Ця структура полікультури вважається прийнятною для лісостепової зони України завдяки досить тривалому вегетаційному періоду (6 міс.) з оптимальною температурою повітря понад 14°C, яка сприяє інтенсивному розвитку фіто- та зоопланктону, а також зообентосу. Оскільки короп живиться штучними кормами та зообентосом, білий товстолюб – фітопланктоном, а білий амур – вищою водною рослинністю, ці види полікультури не конкурують за їжу між собою.

При зарибленні восени враховувалося, що протягом періоду зимівлі, відповідно до рибоводно-біологічних нормативів, очікувалось відходження 15% цьогорічної риби.

Вода містить різноманітні речовини у розчиненому стані, які впливають на хімічний склад водойми. Фізико-хімічний склад води залежить від умов довкілля

та хімічних, біологічних і мікробіологічних процесів, що відбуваються у водному середовищі.

Взаємодія біотичних, абіотичних та антропогенних факторів суттєво впливає на гідрохімічний стан водойми. Це відбувається через введення органічних і специфічних хімічних речовин через добрива, корми та високу щільність посадки риби. Дані чинники призводять до збільшення окисненості води, зменшення водневого показника, добових коливань кисню та змін у фізичних властивостях води.

Температура води має великий вплив на гідрохімічний стан водойм, вона активує багато хімічних процесів. За високих температур процес окиснення органічних речовин відбувається швидше, це може знизити вміст кисню у воді, що в свою чергу може призвести до масового загибелі риби. У холодній воді окиснення органічних речовин відбувається повільно, що забезпечує високий рівень розчиненого кисню, але риба менш активно споживає корм.

У дослідженні гідрохімічного стану ставів велика увага зосереджувалась на рівні розчиненого кисню у воді, оскільки він залучений в усіх життєво важливих біохімічних процесів риби. Норма для вирощування короїв становить 6-8 мг/дм³, з коливаннями до 4 мг/дм³ та критичним падінням у ранкові години до 2 мг/дм³. Для підвищення рівня розчиненого кисню застосовують такі методи, як підвищення водообміну, вапнування ставів, аерацію води тощо.

Оптимальний рівень окиснюваності для ставів становить 10-15 мгО/дм³, а максимально припустимий – 30 мгО/дм³. Для зниження рівня окиснюваності у водоймі корисно періодично вносити негашене вапно.

Водневий показник має велике значення для біологічних процесів у водоймі, особливо для розвитку гідробіонтів. За концентрації органічних сполук у воді рівень рН знижується, викликаючи кислотність середовища. Це може пригнічувати розвиток мікроорганізмів та негативно впливати на рибу.

Оптимальний рівень рН для багатьох організмів становить від 7,0 до 8,5, прийнятні коливання від 6,5 до 9,5. Вода з кислим рівнем рН (менше 5) негативно впливає на дихання та обмін речовин у риби, що може призвести до неповного засвоєння ними кормів. Сильно лужна вода (рН=9) також має негативний вплив на рибу.

Моніторинг гідрохімічного режиму нагульних ставів проводився влітку. Досліджувалися основні показники якості води, такі як температура, вміст розчиненого кисню і рівень рН (таблиця 2).

Таблиця 2

Аналіз гідрохімічного моніторингу ставів

Став	Місяць	Значення показників		
		температура води, °С	вміст кисню у воді, мгО/дм ³	рН
№ 1	червень	21,5	4,6	7,3
	липень	27,8	4,3	7,1
	серпень	25,9	4,2	7,4
	середнє	25	4,4	7,3
№ 2	червень	21,5	4,5	7,2
	липень	27,8	4,2	7,0
	серпень	25,9	4,1	7,4
	середнє	25	4,3	7,2
Норма		23-29	4-6	7,0-8,5

Як видно, при спостереженні за гідрохімічним станом нагульних ставів зафіксовано майже однакові значення. Різниця в показниках температури, вмісту кисню та рівня рН між місяцями та в середньому протягом літнього періоду була невеликою.

Щоб нормалізувати рівень кисню та рН у воді, корисними можуть бути такі заходи як внесення мінеральних добрив і негашеного вапна, підвищення про-точності води, а також багаторазова годівля риби малими порціями протягом дня штучними кормами.

Таким чином, отримані результати вивчення найважливіших фізико-хімічних показників нагульних ставів повністю відповідають рибоводно-біологічним стандартам, прийнятим у прісноводному рибництві. Хімічний склад води експериментальних ставів за головними параметрами був досить сприятливим для вирощування коропа і рослиноїдних риб.

Ефективність вирощування риби у будь-яких водоймах значно залежить від того, як формується видовий склад та змінюється розвиток кормової бази. Використання рибами природних кормів як безпосередньо, так і через інші ланки трофічного ланцюга є важливим, особливо в пасовищних системах вирощування, де це є основним джерелом приросту рибної продукції.

Природна кормова база у ставах включає три основні групи кормових організмів-гідробіонтів: фіто- і зоопланктон, зообентос. Ці природні джерела живлення забезпечують риб всіма необхідними поживними речовинами для повноцінного росту й розвитку. Вони містять в собі амінокислоти, мікроелементи та інші біологічно активні сполуки, що доповнюють раціон риби.

Так, при належному розвитку природної кормової бази можна значно скоротити витрати штучних кормів та підвищити продуктивність ставів, використовуючи методи інтенсифікації, такі як полікультура та внесення добрив для стимулювання росту гідробіонтів. Найбільший вплив на розвиток природної кормової бази має внесення добрив, які збільшують кількість та біомасу кормових організмів.

Точно розрахувати кількість природної кормової бази досить складно, оскільки отримані проби з різних частин водоймища дають лише приблизні показники. Однак навіть такі показники, як чисельність та видовий склад зоопланктону, фітопланктону і зообентосу, можуть дати розуміння про природну рибопродуктивність ставів.

Враховуючи щільність посадки та склад полікультури, можна оцінити потребу риби в штучних кормах. Це допомагає зменшити витрати кормів та одночасно підвищує рибопродуктивність ставів. Для дослідження природної кормової бази експериментальних ставів були відібрані та оброблені проби, результати представлені у таблиці 3.

Зообентос – це придонні організми водойм, вони можуть мешкати на рослинності, у ґрунті, а також у скупченнях водних рослин. Зазвичай зообентос населяє верхні шари ґрунту, на глибині приблизно 10-25 см.

Придонні організми у дослідних ставах включали переважно личинки хірономід (від 70% до 96%). Важливість зообентосу для годівлі риби є суттєвою, зокрема для коропа, протягом періоду утримання у ставках. Планктонні та донні стадії личинок хірономід мають велике значення для цьоголіток, для дорослої риби – ціннішими є придонні організми.

Кількість і якість розвитку придонної фауни у ставах протягом вегетаційного періоду дає уявлення про тенденції її розвитку, а також надає можливість регулювати годівлю риби штучними кормами у періоди зниження або збільшення кількості природної їжі, допомагає виявляти забруднення водойми.

Таблиця 3

Облік стану природної кормової бази ставів

Став	Місяць	Зообентос		Зоопланктон		Фітопланктон	
		екз/м ²	г/м ²	тис. екз/м ²	г/м ³	млн. кл./дм ³	мг/дм ³
№ 1	червень	565	2,1	26 000	0,29	31 400	10,4
	липень	515	1,9	21 300	0,28	37 500	12,4
	серпень	285	1,2	6 900	0,09	27 600	9,3
	середнє	455	1,7	18 100	0,22	32 200	10,7
№ 2	червень	562	2,1	25 500	0,31	31 200	10,5
	липень	530	1,8	20 200	0,27	35 100	12,1
	серпень	295	1,1	7 100	0,11	27 300	9,2
	середнє	462	1,7	17 600	0,23	31 200	10,6

Відповідно до рекомендованих норм, визначених Інститутом рибного господарства Національної академії аграрних наук України, розраховано, що за середніх значень щільності посадки риб у зоні лісостепу, за сезон середня біомаса зообентосу має складати 3-5 г/м². В проведених дослідженнях визначено, що природна продуктивність бентосу становить 1,1-2,1 г/м², відповідно рекомендовано використовувати штучні корми для досягнення планової кінцевої рибопродуктивності.

Зоопланктон – це складова частина планктону, що складається з тваринних організмів, які пересуваються під впливом течій води. Їх розміри зазвичай коливаються від 40 мкм до 15 мм або більше.

Зоопланктон відіграє ключову роль у екосистемі водойм. Він, у процесі живлення, взаємодіє з іншими організмами, у тому числі бактеріями. Споживанням бактерій зоопланктон зменшує їх популяцію, сприяючи при цьому розмноженню та функціонуванню інших бактерій, що відповідають за процеси природного очищення. Це дає змогу регулювати чисельність бактерій у водоймах та підтримувати баланс екосистеми ставів через природний бактеріальний фільтр, який забезпечує стійкість та здоров'я водного середовища.

Отримані дослідження в ІРГ НААН показують, що при оптимальній щільності посадки риби у нагульні стави, середньо-сезонна біомаса зоопланктону має складати 8-12 г/м³. Важливою є частка даного кормового компонента у раціоні коропа, яка має складати 25-30%.

У експериментальних ставах маса зоопланктону становила 0,11-0,31 г/м³, відповідно їх можна віднести до недостатньо забезпечених за даним кормовим компонентом.

Фітопланктон – це мікроскопічні водорості, що вільно перебувають у воді. Розміри їх клітин зазвичай становлять десяті або соті долі міліметра, з розміром в діаметрі зазвичай не більше 1-3 мм. Фітопланктон здебільшого не здатен до активного руху або їхня рухливість настільки низька, що вони не можуть протистояти течії води. Щоб залишатися в товщі води, у них є ряд адаптацій: малі розміри, високий вміст води в клітинах, легкі оболонки, певна форма тіла, вирости, слизові утворення тощо.

Величина кількості водоростей визначалася розвитком різноманітних форм зелених і синьо-зелених водоростей, в той час як їх маса формувалася переважно за рахунок зелених, евгленових і діатомових видів.

Найбільшу чисельність та біомасу водоростей в ставах, розміщених у лісостеповій зоні, складають від 19,4 до 290 млн кл./дм³ і від 9,1 до 70 мг/дм³.

Рекомендовані норми біомаси фітопланктону, мг/дм³: низька – до 20; оптимальна – 20-30; допустима – 50-80; надмірна – понад 80.

Дослідження фітопланктону нагульних ставів у лісостеповій зоні України, проведені ІРГ НААН, показали, що протягом сезону очікувана маса фітопланктону повинна була складати від 9,1 до 70 мг/дм³. У експериментальних ставах контроль за ростом фітопланктону показав значення від 9,2 до 12,4 мг/дм³.

Таким чином, у дослідних ставах рівень розвитку фітопланктонних організмів є задовільним.

У якісні показники вирощених товарних дволіток включають їх середню індивідуальну масу і коефіцієнт вгодованості. Дані показники вимірюються шляхом проведення контрольних ловів, які організуються один-два рази на місяць у різних частинах ставів. Під час цих ловів визначається середня маса риби кожного окремо виловленого екземпляра, обчислюють абсолютний і середньодобовий приріст, а також оцінюється пропорційність розвитку риб за малою довжиною тіла.

Середня індивідуальна маса риб на різних стадіях розвитку дозволяє оцінювати процес годівлі, формулювати висновки про загальний розвиток риби в умовах полікультури. Даний показник є вирішальним для оцінки якості товарної риби, вказуючи на ефективність годівлі та загальний темп росту й розвитку. Так, в полікультурі розвиток різних видів риб може відрізнятися через різноманітність у споживанні їжі та доступність природних джерел корму для рослиноїдних риб. Крім того, різні види можуть мати відмінні потреби в годівлі та різні режими харчування, які можуть впливати на їхній продуктивний ріст та розвиток впродовж онтогенезу.

Співвідношення різних видів у полікультурі, розвиток природної кормової бази, загальна щільність посадки риб і використання добрив для покращення водного середовища мають вагоме значення. Годівля риби штучними кормами чи додаткова підгодівля також впливають на їхній розвиток та загальний результат у полікультурному вирощуванні риб.

Контрольні лови, проведені щомісяця, дозволяють виміряти середню масу кожної риби в дослідних ставах і порівнювати ці дані із встановленими нормами. Це допомагає оцінити, наскільки розвиток риби відповідає очікуваному рівню і як він відрізняється між різними ставами. Результати представлені у таблиці 4.

Таблиця 4

Коливання середнього значення індивідуальної маси дволіток, г

Став	Дата проведення контрольних ловів	Вид вирощуваної риби у полікультурі		
		короп	білий товстолоб	білий амур
№ 1	08.07.2023	122	202	155
	08.08.2023	293	510	481
	08.09.2023	526	787	590
	за облову	526±27	787±30	590±26
№ 2	08.07.2023	162	211	187
	08.08.2023	451	532	418
	08.09.2023	775	870	642
	за облову	775±24	870±33	642±21
Нормативне значення		500	750	550

Дволітки дослідного ставу № 2 перевищили стандартні показники: короп на 275 г (що становить 55%), білий товстолоб на 120 г (16%) і білий амур на 92 г (16,7%). Разом з тим, у контрольному ставі вага дволіток була близькою до стандарту, з невеликою різницею: лише на 26 г (5,2%) від стандарту для коропа, на 37 г (5%) для білого товстолоба і на 40 г (7,3%) для білого амура. Вищі середні

показники маси у дослідному ставі № 2 пояснюються використанням комплексних заходів удосконалення технології вирощування – співвідношенням полікультури, збалансованістю риборозсадкового матеріалу та системи годівлі.

Коефіцієнт вгодваності риби є важливою ознакою її здоров'я і відповідності товарним вимогам. Оцінка коефіцієнта вгодваності проводилась для дворічних особин двічі: спочатку у серпні, потім перед масовим виловом. Отримані дані з експериментальних досліджень порівнювали з нормативними значеннями (таблиця 5).

Таблиця 5

Визначення коефіцієнту вгодваності дволіток у дослідних ставах

Став	Дата розрахунку	Вид вирощуваної риби		
		короп	білий товстолоб	білий амур
№ 1	08.08.2023	2,2	2,1	2,1
	08.09.2023	2,9	2,8	2,7
№ 2	08.08.2023	2,3	2,2	2,3
	08.09.2023	3,2	3,0	2,9
Норма	08.08.2023	2,1-2,3	2,1-2,3	2,1-2,3
	08.09.2023	2,7-2,8	2,7-2,8	2,7-2,8

Як в першому, так і в другому дослідних ставах дволітки досягли нормативного рівня коефіцієнту вгодваності, другий став продемонстрував дещо вищі показники.

Під час вирощування дволітки досягнули не лише стандартної ваги, а й якісних рівнів вгодваності завдяки використанню оптимальної щільності зариблення, підбору структури полікультури, оптимальній технології вирощування та наявності достатньої природної кормової бази у дослідних ставах.

Кількісні показники у риборозсадстві оцінюють вихід риби в кінці вегетаційного періоду. Наприклад, кількість дволітньої риби, яка виходить за вегетаційний період, визначається у відсотках від початково посадженого риборозсадкового матеріалу (у досліді – цьогорічних та однорічних риб). Це ключовий економічний показник ефективності технології вирощування риби у нагульних ставах.

Що більше дволіток розвивається від посадкового матеріалу, тим меншу кількість однорічок необхідно для вирощування певної величини риби. Це зменшує витрати на закупівлю матеріалу і вирощування риби, сприяє зниженню витрат на виробництво та збільшенню прибутку. Така система також підвищує рентабельність виробництва рибної продукції.

В ставах балочного типу в лісостеповій зоні України нормативний вихід дволіток від посаджених однорічок становить 80%, що на 5% менше, ніж у ставів класичного типу. Перший дослідний став був зариблений цьогорічними рибами восени, і вихід протягом зими відповідає рибоводно-біологічним стандартам і становить 15%. Розрахунок виходу товарних дволіток проводився після вилову, представлений у таблиці 6.

В ставах виявлено перевищення виходу дволіток порівняно з нормативами: у різних ставах ця різниця становила відповідно 2,6% та 5,5%. Дослідний став № 2 виділяється найвищим загальним виходом риб, а також вищим видовим виходом. У цьому ставку вихід дволіток коропа перевищив норму на 5,1%, білого товстолоба – на 5,8%, а білого амура – на 7%. У дослідному ставі № 1 перевернення нормативних показників склало: по коропа – на 2,1 %, білому товстолобу – 3,3%, білому амуру – 3,5%.

Таблиця 6

Вихід дволіток коропа, білого амура і товстолоба у дослідних ставах

Став	Вид вирощуваної риби	Значення			
		посаджено, екз./га		виловлено, екз./га	вихід, %
		цьоголіток	однорічок		
№ 1	короп	-	2 450	2 011	82,1
	білий товстолюб	-	1 300	1 083	83,3
	білий амур	-	420	351	83,5
	Разом	-	4 170	3 445	82,6
№ 2	короп	2 800	2 450	2 085	85,1
	білий товстолюб	1 500	1 300	1 115	85,8
	білий амур	500	420	365	87
	Разом	4 800	4 170	3 565	85,5

Таким чином, було виявлено, що спосіб зариблення суттєво впливає на вихід товарних дволіток у дослідних ставах, враховуючи використану технологію вирощування риби.

Дволітки коропа та рослиноїдних видів риб досягли вищих якісних показників у другому досліджуваному ставі, зокрема, завдяки використанню осіннього зариблення. Даний технологічний аспект дозволяє уникнути стресу, який може виникнути від виснаження риби, яка пережила зиму, та посадкового матеріалу при весняному зарибленні. Це більш повно забезпечує фізіологічні потреби риби для максимального приросту маси.

Зариблення восени сприяло збереженню набутих м'язів за літньо-осінній етап, а також накопиченню жирових запасів перед зимою. Це полегшило зимівлю, зменшило необхідність адаптації після періоду обмеженого доступу до годівлі взимку.

Отже, використання зариблення восени з ретельно підготовленими до зимівлі рибами в нагульні стави, наявність повноцінних кормів, і, відсутність пересадки риб після обмеженого живлення взимку та періоду адаптації до нового середовища допомогли дволіткам у першому дослідному ставі досягти покращених якісних та кількісних результатів.

Рибогосподарські показники ставів включають у себе рибопродуктивність, рибопродукцію та кормові витрати. Рибну продуктивність та продукцію вимірюють у вагових одиницях, таких як кілограми, центнери чи тонни на одиницю площі ставу (зазвичай в гектарах) і нормують відповідно до рибогосподарських зон. Витрати корму розраховують через кількість використаного штучного корму на одиницю приросту маси риби.

Рибопродуктивність водойм залежать від комплексу факторів: природно-кліматичних умов, виду, віку та породи риби, використовуваної технології вирощування, інтенсивності господарювання, загальної організації виробництва. Також чинниками, важливими при плануванні технології вирощування риби, є: густина посадки, середня індивідуальна маса риби при посадці та під час вилову, а також виходу риби при вилові.

Рибопродукція визначає загальну масу риби, яка було виловлено з одиниці площі ставу протягом вегетаційного сезону. Рибопродуктивність, з іншого боку, оцінює сумарний приріст маси риби з одиниці площі ставу протягом одного вегетаційного сезону.

Прирости маси риби, що відбуваються за рахунок природних ресурсів водойми протягом вегетаційного сезону, називають природною рибопродуктивністю. У той час, приріст, який стимулюється штучними кормами, відомий як кормова

рибопродуктивність. Обидва ці показники важливі для оцінки виробництва риби та ефективності рибогосподарської діяльності.

Так, рибопродуктивність, яка формується завдяки природній кормовій базі, залежить від декількох факторів. Тривалість вегетаційного сезону, вид риби та її вік, якість води та ґрунту, а також стан та доступність природних ресурсів у водоймах, і активність використання рибою – все це впливає на рівень рибопродуктивності від природної кормової бази.

Рибопродуктивність, отримана шляхом використання штучних кормів, також піддається змінам в залежності від кількох факторів. Вона залежить від якості та кількості штучних кормів, методів підготовки та нормування кормів, технік подачі кормів.

У корошових ставах значна частка, до 50-80%, приросту рибної продукції досягається завдяки використанню штучних кормів. Рибопродуктивні можливості нагульних ставів у лісостеповій зоні складають: для коропа 1400 кг/га, для білого товстолоба – 560 кг/га, а для білого амура – 250 кг/га.

Рибопродуктивність виступає важливим економічним показником виробництва риби. Цей показник розраховується після повного вилову ставків та вимірюється у масі риби на одиницю площі водойми, зазвичай в кілограмах на гектар. Він дає уявлення про кількість риби, яку можна отримати з певної площі ставу та є важливим показником ефективності рибного господарства (таблиця 7).

Таблиця 7

Визначена рибопродуктивність дослідних ставів, кг/га

Вид вирощуваної риби	Дослідний став		± до контролю
	№ 1	№ 2	
Короп	1 127	1 530	403
Білий товстолоб	735	865	130
Білий амур	204	231	27
Сума	2 066	2 626	560

Дослідний став № 2 виявив вищу рибопродуктивність, різниця зі ставом № 1 становила 560 кг/га (21,3%), перевищення рибоводно-біологічних нормативів нагульних ставів для зони лісостепу (2350 кг/га) на 276 кг/га (10,5%). У дослідному ставі № 1 рибопродуктивність була нижчою і не досягла нормативного показника, відзначена різниця становила 284 кг/га (12%).

Так, з урахуванням отриманих результатів, можна стверджувати, що застосування більшої щільності зариблення разом із вимірюванням виходу дворічних риб та їх маси може допомогти досягти рівня рибопродуктивності, відповідного рибоводно-біологічним нормативам. Планування і коригування щільності зариблення можуть сприяти досягненню визначених рибогосподарських цілей.

Показник рибопродукції дослідних ставів є більшим за рибопродуктивність, це пояснюється масою рибопосадкового матеріалу (таблиця 8).

В дослідному ставі № 2 більша відмінність між значенням рибопродукції та рибопродуктивністю, оскільки восени була більша концентрація зариблення цьоголітками.

За показниками інтенсивності рибогосподарського використання дослідний став № 2 мав більші числові значення, що підтверджує доцільність запровадження удосконаленої технології вирощування риб у полікультурі.

Таблиця 8

Розрахунок рибопродукції дослідних ставів, кг/га

Вид вирощуваної риби	Дослідний став		± до контролю
	№ 1	№ 2	
Короп	1 192	1 600	408
Білий товстолоб	766	905	139
Білий амур	215	246	31
Сума	2 173	2 751	578

Отже, продуктивність та виробництво риби в ставах залежали від середньої маси дволітніх риб, їх виходу з нагулу і зимівлі. Кращий результат спостережено в дослідному ставі № 2, коли серед інших методів інтенсифікації виробництва був використаний осінній метод зариблення.

Висновки і пропозиції. Гідрохімічний стан нагульних ставів практично не відрізнявся. Зафіксовані коливання в показниках температури, кисню та рівня рН були несуттєвими як за місяцями, так і в середньому протягом літнього періоду. Всі показники гідрохімічного режиму відповідали технологічним стандартам.

На підставі показників біомаси зообентосу, які коливалися від 1,1 до 2,1 г/м² та чисельності від 285 до 565 екз/м², можна зробити висновок, що стави можуть бути визнані недостатньо забезпеченими за цим кормовим компонентом. На основі показників біомаси зоопланктону, що коливаються в межах від 0,09 до 0,31 г/м³, та чисельності кормових організмів від 6 900 до 26 000 тис.екз/м³, можна стверджувати, що дослідні стави можуть бути розглянуті як майже повністю забезпечені даним кормовим компонентом. Середня сезонна біомаса фітопланктону у ставах коливалася в межах від 9,2 до 12,4 г/м³, при цьому чисельність водоростей варіювала від 27 300 до 37 500 млрд. кл/м³. З цими значеннями експериментальні стави можна оцінити як задовільні щодо цього компонента корму.

Середня вага товарних дволіток була досить високою. У дослідному ставі № 2 дволітки перевершили стандартні значення: короп – на 275 г (55%), білий товстолоб – на 120 г (16%) і білий амур – на 92 г (16,7%).

У дослідних ставах вихід дволіток перевищував встановлений норматив. Різниця з нормативним показником становила, відповідно для кожного ставу, 2,6% і 5,5%. В дослідному ставі № 2 зафіксовано кращий загальний вихід дволіток, як загалом, так і за окремими видами риб, що в сумі складало різницю у 2,9% порівняно з контрольним ставом.

У процесі вирощування дволіток було досягнуто не лише стандартної маси, але й високого рівня вгодованості. Найкращої вгодованості досягли дволітки коропа і рослиноїдних риб у дослідному ставі № 2.

Використання осіннього зариблення витривалими цьоголітками, які були добре підготовлені до зимівлі, забезпеченість необхідної кормової бази, відсутність пересадки після зимового періоду та відсутність періоду адаптації до нового середовища сприяли кращим якісним і кількісним показникам дволіток у дослідному ставі № 2.

Рибопродуктивність та рибопродукція ставів були визначені середньою індивідуальною масою товарних дволіток, виходом після зимівлі рибопосадкового матеріалу. Найкращі результати були отримані у дослідному ставі № 2, різниця у рибопродуктивності з контрольним ставом склала 560 кг/га (21,3%) у порівнянні з рибоводно-біологічними стандартами для нагульних ставів у зоні лісостепу, які становлять 276 кг/га (12%).

З метою підвищення отримання товарної риби різних видів за вирощування у полікультурі рекомендуємо застосовувати комплексну вдосконалену технологію інтенсивного вирощування риби з використанням заходів з розвитку природної кормової бази рибогосподарських водойм, формування збалансованої полікультури та ущільнених посадок риб, дворічний оборот з осіннім методом зариблення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андрищенко А.І. Технології виробництва об'єктів аквакультури. 2016. 336 с.
2. Алхімова Ю.М., Незнамов С.О., Шерман І.М. Вплив абіотичних і біотичних факторів середовища ставів, побудованих на торф'яних і піщаних ґрунтах, на ефективність вирощування цьоголітків корошових. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 84. Херсон: Айлант, 2013. С. 238-242.
3. Багдай Т. Короп звичайний у водних екосистемах та аквакультурі. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія: Агрономія. 2016. № 20. С. 182-186.
4. Вдовенко Н.М. Регулювання розвитку аквакультури у штучних водоймах України: Монографія. К. Основа, 2011. 368 с.
5. Вдовенко Н.М. Сучасний стан та напрями розвитку рибного господарства в Україні. *Економіка АПК*. 2015. №3. С. 14-20.
6. Вовк Н.І, Божик В.Й. Іхтіопатологія: підручник., К: Агроосвіта, 2014. 308 с.
7. Гейко Л.М., Грициняк І.І., Алексієнко В.Р., Алексієнко М.В. Методичні рекомендації з удосконалення методів підрощування личинок риб. К.: Видавництво ДІА, 2010. 22 с.
8. Гриневич Н.Є., Присяжнюк Н.М., Хом'як О.А., Михальський О.Р., Ткач М.В. Загальна іхтіологія. Біла Церква, 2019. 40 с.
9. Грициняк І. І. Наукове забезпечення розвитку аквакультури та підвищення ефективності використання водних біоресурсів внутрішніх водойм України. *Рибогосподарська наука України*. Київ: Інститут рибного господарства НААН, 2010. № 1. С. 4-13.
10. Коваленко В. Розвиток аквакультури в Україні: проблеми і завдання. *Рибник: наук.-практ. журн.* К.: ТОВ НВФ «Джерело», 2010. № 1. С. 2-4.
11. Колос О.М. Третяк О.М. та ін. Організаційно-технологічні аспекти становлення та розвитку тепловодного ставового рибництва в Україні. *Рибогосподарська наука України*. 2011. № 2 С. 70-87.
12. Кононенко Р.В., Шевченко П.Г., Кондратюк В.М., Кононенко І.С. Інтенсивні технології в аквакультурі: навч. посіб. К.: «Центр учбової літератури», 2016. 410 с.
13. Косюк Т.Г., Гринчук Ю.Ю., Дмитрук І.В. Виробництво і використання комбікормів у годівлі риб. *Якості, безпеки, виробництва та переробки продукції*. 2016. С. 94.
14. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм: навчальний посібник. Київ : Аграрна освіта, 2014. 333 с.
15. Крушельницька О.В., Лобойко Ю.В., Пукало П.Я., Кравець С.І. Навчально-методичний посібник, «Санітарно-гігієнічні дослідження води, ґрунту та корму для риб». Львів, 2020. 44 с.
16. Попова О. Л. Статистика та економіка рибного господарства в Україні. *Статистика України*. 2017. № 3. С. 13-19.
17. Товсик В.Ф. Рибництво. Навчальний посібник. Харків: Еспада, 2020. 272 с.
18. Шарило Ю.Є. та ін. Сучасна аквакультура: від теорії до практики. Практичний посібник. Київ: «Простобук», 2016. 119 с.
19. Шевченко В.Ю. Аквакультура перспективних об'єктів: навч. посіб. Херсон. Олді Плюс, 2018. 401 с.

20. Шерман І.М., Євтушенко М.Ю. Теоретичні основи рибництва. Київ. 2011. 499 с.
 21. Шерман І.М., Данильчук Г.А., Незнамов С.О., та ін. Екологія та технологія виробництва рибопосадкового матеріалу корошових в умовах півдня України: Наукова монографія. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 228 с.
 22. Шерман І.М. та ін. Годівля риб. К.: Вища освіта, 2021. 269 с.
 23. Яркіна Н.М. Стратегія управління рибогосподарською діяльністю Економіка України. Київ. Преса України, 2014. №2 (627). С. 63-70.
 24. Halwart M., S. Funge-Smith, J. Moehl. Review of the state of world aquaculture, FAO Fisheries Circular. 2003. 886(2): 47-58.
 25. Zivkovic D., Peric V., Perunovic M. Examination of some functional properties of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* val.) and carp meat. Journal of Agricultural Sciences. 2004. Vol. 49, Is.2. P. 193-203.
-

УДК 504.054

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.59>

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ ЯК ДІЄВИЙ ІНСТРУМЕНТ ПОСИЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ НА ШЛЯХУ ДО ЇХ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ

Довга Т.В. – аспірантка кафедри загальної екології,
радіобіології та безпеки життєдіяльності,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Клепко А.В. – д.б.н.,
старший науковий співробітник, завідувач кафедри загальної екології,
радіобіології та безпеки життєдіяльності,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Андрейченко С.В. – д.б.н., професор,
професор кафедри екології та ландшафтного дизайну,
Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»

У статті розглянуто питання про важливість проведення моніторингу довкілля, або екологічного моніторингу, для пошуку ефективних шляхів посилення екологічної безпеки підприємств харчової промисловості та прийняття оптимальних рішень з метою впровадження на них засад екологічно безпечного безвідходного виробництва.

У роботі детально проаналізовано підходи, які використовуються під час організації моніторингу довкілля у будь-яких масштабах і з будь-якою метою. У цьому зв'язку показано, що проведення моніторингу довкілля має базуватися на вивченні приземного шару атмосфери та її верхньої частини, проведенні аналізу хімічного складу опадів, вивчення стану поверхневих вод, стану морів, океанів і підземних вод, а також на аналізі хімічного складу ґрунту. З огляду на це екологічний моніторинг слід вважати багатофункціональною інформаційною системою спостереження за станом довкілля та розробки науково-обґрунтованих рекомендацій для допомоги у прийнятті управлінських рішень державними або місцевими органами влади. Показано, що підприємства хлібопекарської галузі в процесі виробництва здійснюють викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря, скиди стічних вод у поверхневі водойми та залишають тверді промислові та побутові відходи. Встановлено, що внаслідок роботи таких підприємств у атмосферу потрапляють різні види органічного пилу, зокрема борошняного і цукрового, а також пари етилового спирту, оцтового альдегіду та оцтової кислоти разом з вуглекислим газом, що відноситься до парникових газів. Крім того, у газоподібних викидах міститься акролеїн, котрий утворюється при випіканні формового та подового хлібу, окис вуглецю і оксид азоту, окиси марганцю, аміаку та пари луку.

В умовах воєнного стану, коли відбувається постійна руйнація підприємств різних галузей, тривалі відключення електроенергії та використання бензинових генераторів, зростає потреба проведення неперервного моніторингу довкілля.

Ключові слова: моніторинг довкілля, екологічна безпека, підприємства харчової промисловості, безвідходне виробництво.

Dovga T.V., Klepko A.V., Andreychenko S.V. Environmental monitoring as an effective tool for enhancing the environmental safety of enterprises on the way to their ecologization

The article discusses the importance of environmental monitoring, or ecological monitoring, in order to find effective ways to enhance the environmental safety of food industry enterprises and make optimal decisions in order to implement the principles of environmentally safe, zero-waste production.

The paper analyzes in detail the approaches used in organizing environmental monitoring at any scale and for any purpose. In this regard, it is shown that environmental monitoring should be based on the study of the surface layer of the atmosphere and its upper part, analysis of the

chemical composition of precipitation, study of the state of surface waters, the state of seas, oceans and groundwater, as well as analysis of the chemical composition of soil. In view of this, environmental monitoring should be considered a multifunctional information system for monitoring the state of the environment and developing scientifically based recommendations to assist in making management decisions by state or local authorities. It is shown that bakery enterprises in the production process emit pollutants into the atmosphere, discharge wastewater into surface water bodies, and leave solid industrial and domestic waste.

It has been established that the operation of such enterprises releases various types of organic dust, including flour and sugar dust, as well as vapors of ethyl alcohol, acetic aldehyde and acetic acid, along with carbon dioxide, which is a greenhouse gas. In addition, the gaseous emissions contain acrolein, which is formed during the baking of molded and dough bread, carbon monoxide and nitrogen oxide, manganese oxides, ammonia, and alkali vapors.

In the context of martial law, with the constant destruction of enterprises in various industries, prolonged power outages and the use of gasoline generators, the need for continuous environmental monitoring is growing.

Key words: *environmental monitoring, environmental safety, food industry enterprises, waste-free production.*

Вступ. Загальновідомо, що в навколишньому природному середовищі постійно відбуваються різні зміни, завдяки дії природних та антропогенних чинників. Оцінка цих змін здійснюється шляхом проведення екологічного моніторингу, котрий також називають «моніторингом довкілля». Саме моніторинг довкілля являє собою систему спостережень, оцінки та прогнозу стану довкілля, яка забезпечує науково-інформаційну підтримку прийняття управлінських рішень державними або місцевими органами влади, при цьому ці рішення повинні бути направлені на запобігання негативним змінам стану окремих елементів довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки. З огляду на це для управління станом навколишнього природного середовища необхідно сформуванати повноцінну систему моніторингу, яка дозволить виявити критичні ситуації та фактори, які впливають на досліджувані природні системи та наявні індикатори, які є чутливими до цього впливу. Під час проведення моніторингу довкілля необхідно враховувати дані як про абіотичні фактори і про стан біоти, а також про функціонування екосистем та реакції екосистем на можливі зовнішні зміни. Загалом, всі ці заходи з організації моніторингу довкілля сприятимуть підвищенню екологічної безпеки підприємств та їх поступовому переходу на засади безвідходного виробництва [1].

Безумовно питання екологічної безпеки є одним з найактуальніших питань сьогодення, оскільки воно пов'язане, перш за все, зі зменшенням негативного впливу виробничої діяльності підприємства на навколишнє середовище та забезпеченням його економічної безпеки. За таких умов функціонування підприємства прямо або опосередковано не призводить до погіршення стану навколишнього природного середовища, не спричиняє прямих або опосередкованих збитків державі, споживачам, населенню та власному персоналу. Втім, підприємства та їх стейкхолдери здійснюють свою діяльність не в природному, а в створеному цими підприємствами техногенному середовищі, яке, в свою чергу, є джерелом постійної загрози їх функціонуванню та розвитку.

Екологічна безпека підприємства тісно асоціюється з економічною безпекою підприємства, причому ця взаємодія може бути як негативною, так і позитивною, хоча на теперішньому етапі розвитку нашого суспільства внесок першого чинника у процес взаємодії цих категорій є більш вагомим. Безумовно, щоб краще усвідомити характер взаємовідносин та подальшу еволюцію цих двох наукових категорій на шляху перетворення будь-якого підприємства на суб'єкт безвідходного виробництва, або замкнутого циклу, слід глибоко розуміти сутність самого

поняття «економічна безпека». З огляду на це, під економічною безпекою розуміють такий стан соціально-технічної системи підприємства, котрий дає змогу уникнути зовнішніх загроз і протистояти внутрішнім чинникам дезорганізації за допомогою наявних ресурсів, підприємницьких здібностей менеджерів, а також структурної організації та зв'язків менеджменту [2]. Однак, деякі автори вважають, що економічна безпека суб'єкта підприємницької діяльності має також включати і здатність підприємства до ефективного функціонування і успішного розвитку в майбутньому [3, 4].

Існує думка, що основними причинами, які призвели до екологічної кризи в Україні та загрозливого стану навколишнього середовища є відсутність ефективного контролю за охороною навколишнього природного середовища, а також несприятлива структура промислового виробництва при високій концентрації екологічно шкідливих підприємств. Тут також варто згадати про застарілі технології виробництва, високу матеріалоемність та енергоємність виробництва, низький рівень ефективності експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів та разом з цим відсутність належних правових і економічних механізмів стимулювання розвитку екологічно безпечних технологій [2, 5].

На сьогоднішній день, необхідно враховувати те, що більшість територій України весь час перебуває під постійними ракетно-бомбовими ударами з боку агресора – російської федерації. Із-за цього відбуваються масові відключення електричного струму, а підприємства тимчасово зупиняють свою роботу, оскільки їх персонал має в цей період переховуватись в спеціальних укриттях або бомбоховищах. Одночасно в такі моменти на підприємствах спостерігається широке використання електрогенераторів, котрі працюють або на бензині, або дизельному паливі, що призводить до посиленого викиду парникових газів в атмосферу. Під час відключення електроенергії зупиняють свою роботу очищувальні системи, що негативно позначається на якості промислових стічних вод і, відповідно, стані навколишнього середовища поблизу підприємств [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Екологічний моніторинг охоплює питання, які є в центрі біотичного та геофізичного моніторингу у їх тісному взаємозв'язку один з одним. Екологічний моніторинг використовується для дослідження екологічних систем різних рівнів. Необхідною умовою успішного функціонування екологічного моніторингу є вимога отримання в результаті оцінки і прогнозу, достовірної оцінки стану екологічної рівноваги в екосистемі.

При проведенні глобальної системи моніторингу навколишнього середовища перед екологічним моніторингом поставлено два основних завдання: 1) оцінка реакції наземних екосистем на зовнішні впливи; 2) оцінка критичних проблем, які виникають у результаті антропогенної діяльності (енергетика, використання природних ресурсів тощо). Основне завдання екологічного моніторингу є фіксація у природних компонентах змін спричинених дією антропогенних факторів із врахуванням їх природних флуктуацій та виділення критичних точок, які можуть вплинути на функціонування системи вцілому. Вирішити це завдання можна шляхом вимірювань окремих характеристик забруднень біосфери та реакцій біоти на них, а також за допомогою системи постійних (неперервних) вимірювань інтегральних показників на досліджуваних територіях

Найважливішим під час організації моніторингу у будь-яких масштабах і з будь-якою метою є влаштування системи спостереження та аналізу за різноманітними факторами антропогенного впливу у різних середовищах, він повинен включати: 1) моніторинг приземного шару атмосфери та її верхньої частини; 2) моніторинг

опадів (щонайменше їх кількість та ймовірний хімічний склад); 3) моніторинг гідросфери (моніторинг поверхневих вод (річок, озер та водосховищ), моніторинг морів і океанів, моніторинг підземних вод); 4) моніторинг літосфери (в першу чергу ґрунту – ґрунтовий моніторинг) [7–9].

Аналіз останніх даних показує, що екологічна безпека є категорія соціальна, оскільки вона формується в межах соціальних відносин у процесі взаємодії людини з природним середовищем при використанні небезпечних речовин та застосуванні руйнівних технологій. Вважається, що ключовими об'єктами екологічної безпеки є людина, суспільство, природні ресурси, а в деяких випадках і біосфера [10]. Крім того доведено, що загрозу екологічній безпеці може представляти діяльність різних фізичних і юридичних осіб та інших держав, що пов'язана з навмисним і ненавмисним впливом на навколишнє середовище, а також стихійні природні процеси і явища.

Найбільше досліджень з аналізу екологічної безпеки було виконано В.Л. Ортинським зі співавторами [11]. Згідно з ідеями цих авторів, екологічна складова безпеки підприємства полягає в дотриманні чинних екологічних норм та мінімізації втрат від забруднення навколишнього природного середовища. В свою чергу, Є.В. Міщук конкретизував поняття «екологічна безпека промислового підприємства», визначивши її як такий стан виробничо-господарської діяльності промислового підприємства, який не створює загрози для навколишнього природного середовища і людини, відповідає потребам людей, виключає будь яку небезпеку їх здоров'ю та наступним поколінням [5].

Розрізняють декілька типів екологічної безпеки підприємств, котрі спроможні здійснювати взаємний вплив один на одній. До визначального типу екологічної безпеки підприємства відноситься екологічна безпека самого підприємства в контексті її впливу на стейкхолдерів. Даний тип можна поділити на два підтипи, перший з яких стосується безпеки внутрішніх стейкхолдерів підприємства, котра пов'язана з безпекою на робочих місцях, захистом від професійних захворювань, травм тощо, а другий підтип передбачає безпеку для зовнішніх стейкхолдерів підприємства [12–16].

З огляду на вищенаведене стає очевидним, що підприємства самі зацікавлені в підтриманні балансу між своїми економічними та екологічними інтересами з тим, щоб максимально забезпечити безпеку своїх внутрішніх та зовнішніх стейкхолдерів. Втім екологічний моніторинг покликаний допомогти таким підприємствам зробити це найоптимальнішим шляхом.

Постановка завдання. В Україні рівень екологічної безпеки підприємств характеризується значно нижчими показниками, ніж в країнах Західної Європи та Південної Америки, що часто стає причиною різних техногенних аварій та катастроф. Відомо, що поряд з підприємствами хімічної, металургійної та нафтопереробної промисловості, підприємства харчової промисловості також є активними споживачами сировинних ресурсів і генераторами відходів. Шляхом проведення всебічного аналізу механізмів формування екологічної складової безпеки підприємств та її взаємодії з економічною складовою розглянуто питання щодо можливості та перспективи екологізації підприємств харчової промисловості в Україні за умови наявності підвищених зовнішніх ризиків із-за складної геополітичної ситуації в світі та агресії з боку РФ, а також визначена роль моніторингу довкілля в пошуку оптимальних рішень щодо екологізації підприємств.

Виклад основного матеріалу. В Україні у виробництві харчових продуктів спеціалізується більше 22 тисяч підприємств, при цьому існує проблема

недостатності полігонів по утилізації відходів, котра призводить до неефективного поводження з відходами та ускладнення їх знешкодження, переробки та захоронення.

Накопичення відходів вважається одним з найвагоміших чинників забруднення довкілля та негативного впливу на всі його компоненти. Через те, доцільним є обмеження обсягів утворення відходів, а також проведення їх більш широкої утилізації, знешкодження та екологічно безпечного видалення їх накопичень. Відповідно до міжнародного законодавства, а також керуючись реаліями вітчизняного ринку, найбільш прагматичним рішенням в такій ситуації може стати перехід на засади економії замкненого циклу, або циркулярної економіки. Модель такого економічного розвитку базується на відновленні та раціональному споживанні ресурсів і по своїй суті є привабливою альтернативою сучасній традиційній лінійній економіці. Наразі економіка використовує сучасні інноваційні економічні підходи з метою мінімізації негативного впливу техногенного чинника на довкілля, впровадження безвідходного виробництва та зрештою досягнення критеріїв сталого розвитку. [10, 17].

Відповідно до економічної моделі замкненого циклу, запропонована система управління відходами характеризується наявністю в своїй структурі п'яти послідовних сходинок. Ця п'ятиступенева ієрархія управління відходами базується на пріоритеті запобігання утворенню відходів. В разі, коли запобігти утворенню відходів немає більше потенційних можливостей, тоді докладаються всі зусилля з метою повторного використання утворених та до цього моменту накопичених відходів. У випадку коли реутилізація відходів стає проблематичною, тоді здійснюється рециклінг, тобто матеріали з відходів переробляють на вторинні матеріали та інші речовини. Рециклінг пов'язаний з переробленням органічного матеріалу, але він не застосовується для відновлення енергії або переробки відходів на матеріали, котрі можна згодом використовувати як паливо або як матеріали зворотного заповнення. Якщо проведення рециклінга унеможливується, то застосовують інші види утилізації відходів, зокрема операції по отриманню енергії або матеріалів, що згодом можна буде використати як паливо чи для зворотного заповнення. В ситуації, коли застосування перших чотирьох підходів наштовхується на невдачу, тоді переходять до штучного видалення відходів, котре здійснюється шляхом захоронення їх у спеціально обладнаних місцях, поєднуючи цю операцію із одночасним зменшенням надходження відходів шляхом їх переробки на спеціальних установках згідно з екологічними нормативами [18, 19].

Підприємства хлібопекарської галузі в процесі виробництва здійснюють викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря, скиди стічних забруднених вод у поверхневі водойми та залишають тверді промислові та побутові відходи. Встановлено, що внаслідок роботи хлібопекарських підприємств у атмосферу потрапляють різні види органічного пилу, зокрема борошняного і цукрового, що спостерігається під час приймання, зберігання і підготовки сировини до використання. Крім того, в атмосферу потрапляють пари етилового спирту разом з вуглекислим газом внаслідок процесів бродіння в тісті, а також пари оцтового альдегіду та оцтової кислоти, що утворюються в результаті випікання хлібобулочних виробів. Також у газоподібних викидах міститься акролеїн, котрий утворюється при випіканні формового і подового хліба, окис вуглецю та оксид азоту від хлібопекарських печей при використанні у якості палива природного газу, а також окисів марганцю, аміаку та парів луку від проміжного виробництва. З'ясовано, що у хлібопекарському та макаронному виробництві крихти та пил становлять 0,15% від обсягу переробленої сировини.

У виробництві хлібопродуктів воду застосовують у технологічних цілях, оскільки вона входить до рецептури продукції, зокрема для виготовлення тіста та інших компонентів за ДСТУ 7525:2014. Крім того, вода використовується у господарських та санітарно-гігієнічних цілях для водного очищення та промивання сировини, миття обладнання та виробничих приміщень, території підприємств, а також теплотехнічних цілей для охолодження, отримання пари, стерилізації устаткування і приготування поживних середовищ. Після використання у виробництві вода стає відпрацьованою і називається стічною. До стічних вод хлібопекарських підприємств відносять води, що забруднені органічними рештками, а тому є комфортним середовищем для розвитку мікроорганізмів. Через те, стічні води знезаражують хлоруванням, газоподібним хлором, хлорним вапном та іншими хлорутримувальними засобами, озонуванням та опроміненням ультрафіолетовими (УФ) променями [20].

Зони ґрунтів поблизу території розташування хлібопекарських та кондитерських заводів доволі часто забруднюються виробничими відходами: паперовими та картонними коробками, металевими та скляними бляшанками, дерев'яними ящиками, пластмасовими діжками та іншою тарою з-під сировини, що спричиняє порушення санітарного режиму на підприємстві.

Зростання обсягів виробництва продовольства супроводжується зростанням екологічного навантаження на природне середовище через дію антропогенних і техногенних чинників, а також ресурсоспоживання. Водночас саме продовольчий комплекс є найбільш чутливим до стану навколишнього природного середовища, а ефективність його функціонування і якісні характеристики продукції комплексу прямим чином залежать від якісних характеристик складових його природно-ресурсного потенціалу: природнокліматичних умов і ресурсів (земельних, водних, лісових, фауністичних), а також інших показників [21].

Європейський банк реконструкції та розвитку видав керівництво по екологічних та соціальних питаннях в різних галузях харчової промисловості, що дозволяє здійснювати управління та мінімізацію екологічних ризиків при виробництві харчових продуктів. Виходячи з того, що екологічна безпека при здійсненні промислового виробництва це стан, за якого функціонування промислових підприємств прямо або опосередковано не призводить до погіршення якості навколишнього природного середовища, нанесення прямих або опосередкованих збитків населенню та/або державі і окремим підприємницьким структурам, стає зрозумілим, що забезпечення екологічної безпеки підприємства можливе у тому разі, коли здійснюватиметься управління екологічними ризиками протягом усього технологічного циклу виробництва продукції [22, 23]. Проте технологічні процеси виробництва окремих харчових продуктів мають особливості при здійсненні управління екологічними ризиками. Так, при виробництві молочних продуктів екологічними загрозами виступають забруднення стічних вод, викиди в атмосферу та тверді відходи. Забруднення стічних вод відбувається через миття цистерн, в яких постачається молочна сировина на підприємства; миття обладнання та приміщень; проливи молока, неналежну утилізацію підсирної сироватки та сироватки. Викиди в атмосферу спричиняються продуктами горіння, пилом сухого молока, газами холодоагентів. Тверді відходи створюються із зіпсованих продуктів, а також продуктів, термін використання яких вже минув, тари та пакування [24, 25].

Існуюча техніко-технологічна промислова база унеможливує здійснення на хлібопекарських підприємствах належного очищення води і повітря. Тому для забезпечення високих техніко-економічних показників та комплексного

використання природних ресурсів необхідно розробити нові технологічні процеси, створивши тим самим безвідходне виробництво і запровадивши систему заходів із запобігання забрудненню хлібозаводами довкілля.

Так, до заходів, що запобігають забрудненню ґрунтів в умовах хлібопекарського виробництва відноситься своєчасний збір, вивіз та знешкодження таких відходів виробництва, як мазут, змащувальні матеріали, промислове сміття тощо.

В той же час, до заходів, що запобігають забрудненню стічних вод слід віднести безпосереднє очищення стічних вод хлоруванням, озонуванням та УФ- опроміненням; використання стічних вод для зрошення; впровадження замкнених технологій водозабезпечення; скорочення обсягів скидання забруднювачів у водойми; вдосконалення технологічних процесів; проведення нормування води шляхом розробки критеріїв її придатності для різних видів водокористування.

Запобігання забрудненню атмосферного повітря має здійснюватись трьома групами заходів. До першої групи заходів відносять такі, що спрямовані на скорочення валових викидів забруднювачів в атмосферу шляхом озеленення автомагістралей, зонування жилих масивів, створення транспортних розв'язок, підземних гаражів та санітарно – захисних зон. Другу групу заходів складають ті, що направлені на зменшення концентрації забруднюючих речовин. В той же час, третя група заходів спрямована на проведення екологічної освіти та екологічне виховання людей.

Крім прямих заходів запобігання забрудненню довкілля, існує також система опосередкованих заходів, до яких відносяться економічні, юридичні, технічні, санітарно-технічні, технологічні, планувальні та контрольні заходи. Перший вид заходів реалізується шляхом встановлення економічних санкцій (плата за викиди, плата за надмірні викиди, штрафи за заподіяння шкоди навколишньому середовищу), створення екологічних бірж, де можна придбати чи продати право на додаткові викиди забруднюючих речовин в атмосферу, а також розробки підходів щодо стимулювання запровадження нових технологічних процесів. Другий вид заходів представляють вітчизняні законодавчі акти про охорону та використання атмосферного повітря, а також міжнародна конвенція ООН про зміну клімату (1992 р.). Третій вид заходів пов'язаний з орієнтацією на екологічно безпечні джерела виробництва електроенергії (вітрові, геотермальні, припливні та гідроелектростанції), покращенням карбюрації палива, переходом транспортних засобів на економічно безпечні види палива, вдосконаленням технологічних процесів та переходом на новітні котельні із нешкідливих для здоров'я людини матеріалів. Четвертий вид заходів забезпечує спорудження надвисоких димових труб, встановлення пилогазоочисного устаткування, герметизацію технологічного і транспортного устаткування. П'ятий вид заходів передбачає створення технологій, що ґрунтуються на частково чи повністю замкнених циклах, впровадженні нових методів підготовки сировини, заміні вихідної сировини і сухих способів переробки пилонебезпечних матеріалів мокрими, а також на проведенні автоматизації виробничих процесів. Шостий вид заходів спрямований на створення санітарно-захисних зон навколо промислових підприємств та озеленення підприємств. В свою чергу, сьомий вид запобіжних заходів переслідує на меті автоматизацію контролю за викидами.

Виробництво пива при організації технологічних процесів викликає інші екологічні проблеми, які необхідно вирішувати. Так, у процесі пивоваріння використовується велика кількість води. Більша частина води, споживана у виробництві пива, використовується при виробництві продукту, а інша в процесах

охолодження і промивки обладнання. У процесі виробництва пива утворюється значний обсяг забруднених стічних вод, включаючи відбракований продукт і воду після промивки обладнання. При цьому стічні води містять токсичні речовини і, якщо не проводити очищення таких стоків, можуть завдати шкоди навколишньому середовищу [26, 27].

Також при пивоварінні особливу небезпеку складають тверді відходи, які можуть містити: органічні речовини, включаючи дріжджі; відходи від процесів фільтрації та освітлення; гідрокарбонат, одержаний під час попереднього очищення води; шлам із очисних споруд стічних вод; небезпечні відходи, включаючи відпрацьоване масло і розчинники після технічного обслуговування та експлуатації обладнання. Відпрацьовані залишки на дні цистерн і в трубах, а також відбраковане пиво також утворюють значну кількість органічних відходів. Подібні відходи можуть бути використані в якості кормів для тварин або для поліпшення властивостей ґрунту. Для пакування у пивоварній промисловості використовується скло, алюміній, пластик, картон, поліетиленотерефталат та целофанова плівка. Частина пакування виступає як зворотна тара, а інша повинна утилізуватися. Крім того, основними екологічними загрозами тут виступають: викиди в атмосферу летючих органічних сполук, зокрема етанолу, котрий утворюється в результаті метаболізму дріжджів під час ферментації. До того ж, загрозу атмосфері складає пил, який накопичується у процесі зберігання, оброблення та сушіння зерна. Стічні води, які утворюються у процесі прибирання та проливів, мають у своєму складі органічні сполуки, що не дозволяє без попереднього очищення скидати їх у водойми [28, 29].

В умовах технічної та економічної недосконалості підприємств різкий перехід до безвідходного технологічного виробництва здійснити відразу неможливо. Реальним шляхом екологізації технологій є поступовий перехід до маловідходних та безвідходних замкнених циклів, проведення оптимізації використання природних ресурсів та вжиття природоохоронних заходів. За такої ситуації завданням підприємств харчової промисловості має стати запровадження системи методів очищення ґрунтів, атмосфери і водойм від викидів та забруднень. До того ж, хлібопекарські підприємства повинні змінити структуру капіталовкладень в бік капіталовкладень у заходи з охорони довкілля від забруднень, а також направляти частину прибутку, капіталу, власних та запозичених активів на розробку та втілення в життя відповідних природоохоронних заходів, пошук і застосування джерел «зеленого» інвестування та кредитування на запровадження новітніх екологічно містких технологій, закупівлю новітнього екологічного обладнання та економічного енергоукомплектування. Вся перелічена вище низка заходів, сприятиме, як здається багатьом вченим, поліпшенню показників якості хлібобулочних, алкогольних та консервних виробів, збільшенню експорту товарів, підвищенню конкурентних переваг на ринку харчових продуктів та виходу вітчизняного харчового виробництва на міжнародний рівень при одночасному зниженні негативного впливу цього виробництва на навколишнє середовище та його екосистеми.

У свою чергу, консервне виробництво характеризується потребою у використанні обладнання для охолодження продуктів на різних стадіях технологічного процесу, при цьому холодоагенти можуть відноситись до хімікатів, що руйнують озоновий шар. Серед них: хлорфторвуглеці, гідрохлорфторвуглеці, аміак та ін.

У консервному виробництві тверді відходи з'являються в результаті використання упаковки, котра зазвичай зроблена із скла, алюмінію, пластика або картону. При цьому вони займають дуже високу питому вагу у загальній масі

відходів. Крім того, до твердих відходів належать води від мийки обладнання. Разом з тим, при виробництві консервів тверді відходи можуть утворюватися і в результаті появи зіпсованої сировини та продукції, а також при очищенні обладнання [30].

При виробництві вина загрози навколишньому середовищу пов'язані із утворенням значних обсягів стічних вод, які включають відходи виробництва та воду для миття обладнання і приміщень. Стічні води в цьому разі вміщують органічні сполуки, які знижують вміст кисню у водоймах. Крім того, існує загроза потрапляння у водойми пестицидів від первинної мийки фруктів. До твердих відходів виноробства відносять: м'язгу винограду (залишки насіння, шкоринки, які з'являються в результаті віджимання ягід), осад на фільтрах (земля, матова земля), дистилат. Для збереження якості товарів та надання їм привабливого вигляду використовується скляна, картонна і пластикова тара. Для забезпечення транспортування використовують дерев'яну та пластикову тару, термоформувальну плівку [31, 32]. Викиди в атмосферу при виробництві вина пов'язують із можливою продукцією парникових газів, алкогольним випаровуванням та витоком холодоагентів.

Однією із проблем української харчової промисловості є недостатня кількість підприємств із комплексним підходом до переробки відходів. В той же час розуміння екологічних проблем, які виникають при виробництві харчових продуктів дозволить запропонувати заходи, котрі необхідно вжити для зменшення антропогенного тиску на навколишнє середовище та мінімізації екологічних ризиків.

Для зменшення забруднення стічних вод пропонується посилити контроль за скидом стічних вод; встановити або модернізувати очисні споруди підприємств; здійснювати поділ технологічних, охолоджуючих і санітарних стоків для спрямування стічних вод на переробку; використовувати миючі засоби у межах встановлених норм; впроваджувати процедури, які передбачають регулярні огляди зливової каналізації та каналізаційної мережі для забруднених стоків, каналізаційних колодязів, жиуроуловлювачів, колекторів стічних вод тощо.

Для скорочення водоспоживання необхідно здійснювати очищення і повторне використання у виробництві води, а також оптимізувати використання води та миючих засобів. Крім того, слід проводити рециркуляцію охолоджуючої води та використовувати крани з автоматичними запірними клапанами і шланги високого тиску для мінімізації загальних витрат води.

Для зменшення шкоди навколишньому середовищу від твердих відходів, які виникають в результаті виробництва та споживання харчових продуктів, необхідно забезпечити використання упаковки, яка підлягає поверненню (оборотної тари) або переробці; використовувати технології перероблення технологічних відходів для випуску продукції більш низького класу, скажімо корму для тварин; впроваджувати безвідходні технології та технології, які спрямовані на збільшення виходу готової продукції з одиниці сировини; застосовувати безпечні та гігієнічні системи управління відходами, що не вимагають очищення і мінімізують ручну працю; використовувати відходи як сировину для підприємств, що виробляють компост; запроваджувати розумне пакування для харчових продуктів.

Для зменшення впливу на зовнішнє середовище шкідливих викидів у атмосферу необхідне впровадження надійних процедур управління відходами для дотримання санітарних норм, серед яких слід зазначити перехід на холодоагенти,

які не містять хлорфторвуглеців; зменшення витоків у системі охолодження; проведення ізоляції холодильних камер; встановлення пилоуловлювачів циклонного типу або фільтрів із тканини.

Для зменшення витрат енергоносіїв необхідно здійснити наступні заходи:

- 1) використовувати автоматичні доводчики дверей та сигналізації у холодильних камерах;
- 2) проводити рекуперацію енергії за допомогою теплообмінників для охолодження та конденсації;
- 3) здійснювати постійний відбір проб і безперервний моніторинг основних виробничих параметрів з метою виявлення та скорочення виробничих втрат, і, як наслідок, зменшення кількості відходів, енерго- і водоспоживання [33–37].

Важливу роль у зниженні навантаження на оточуюче середовище відіграє розвиток біотехнологій. Так, М.Ю. Абрамчук [38] наголошує, що біотехнології, котрі використовуються у різних галузях промисловості, вважаються екологічними, оскільки дають можливість здійснювати більш ефективно, порівняно із традиційними підходами, знешкодження різноманітних токсичних відходів; знижувати залежність від таких методів утилізації сміття, як спалювання і створення сховищ токсичних відходів; проводити очищення води від хімічних забруднень за допомогою безпечних мікроорганізмів; діагностувати екологічні проблеми і оцінювати стан навколишнього середовища; здійснювати виявлення хімічних і біологічних забруднень довкілля.

Висновки з даного дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі. Перед нашим суспільством наразі постала ціла низка завдань, котрі вимагають негайного вирішення. Вирішення цих проблем буде ефективним у тому разі, коли всі підприємства будуть сповідувати засади соціально відповідального бізнесу та впроваджувати стратегії корпоративної соціальної відповідальності. Першочергового вирішення потребують проблеми ресурсозбереження, споживання ресурсів, використання безвідходних, маловідходних та очисних технологій. Для зменшення екологічних загроз, зниження екологічних ризиків і зменшення навантаження на оточуюче середовище при різних видах виробництва необхідно впроваджувати засади «зеленої економіки», що, крім використання екологічно безпечного виробництва, дозволить створити додаткові робочі місця, підвищити ефективність виробництва, скоротити потребу у сировинних, енергетичних та водних ресурсах, а також значно підвищити екологічну безпеку підприємств.

До напрямів екологізації виробництва харчової промисловості шляхом ефективною утилізації відходів слід віднести перероблення склотари та склобою для подальшого використання у виробництві високоміцної цегли, будівельної кераміки, будівельних конструкцій; запровадження системи алюмінієвих банок з метою проведення їх брикетування, а також здійснення повторної утилізації використаної поліетиленової тари або її використання для виробництва, наприклад бандажної стрічки. Крім того, при пивоварінні відпрацьовані залишки на дні цистерн і в трубах, а також відпрацьоване пиво, котре утворює значну кількість органічних відходів, можуть бути використані як корми для тварин або для поліпшення властивостей ґрунту.

Однак слід зазначити, що за умов воєнних дій та постійних обстрілів, котрі завдають руйнування підприємствам здійснення на засади безвідходного виробництва гальмується. Одночасно зростає потреба проведення неперервного моніторингу довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дорожинський О.Л., Бурштинська Х.В., Глотов В.М. Геоматика в моніторингу довкілля та оцінці загрозових ситуацій: Монографія. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2016. 399 с.
2. Черчик Л.М. Екологічна безпека в системі менеджменту підприємства. *Економічний часопис Східноєвропейського університету імені Лесі Українки*. 2019. №1. С. 55 – 61.
3. Пахаренко О.В., Швець Ф.Д. Екологічна безпека підприємства як складова в системі показників економічної безпеки держави. *Наукові перспективи*. 2020. №2(2). С. 88 – 100.
4. Андреева В.А. Еколого-економічна безпека підприємства: властивості, стратегія та інструменти забезпечення // Теорія і практика сучасної економіки: Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції: 19 листопада 2015 року, у 2 Т./Відповідальний редактор Вяткін П.С. – Черкаси: ЧТДУ, 2015. Т.1. С. 55 – 57.
5. Міщук Є.В. Вплив екологічної безпеки підприємства та його стейкхолдерів на їх економічну безпеку. *Економіка та управління підприємствами*. 2018. №5(67). С. 83 – 88.
6. Бригадир І.В. Щодо визначення екологічної безпеки як правової категорії. *Форум права*. 2010. №4. С. 109 – 114.
7. Радловська К. О. Волошкіна О. С. Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад: Монографія. Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2015. 184 с.
8. Chen Yiheng, Han Dawei. Water quality monitoring in the smart city: a pilot project. *Automat. Construct. J.* (2018). Vol. 89. P. 307 – 316.
9. Saravanan K., Anusuya E., Kumar R., Son L.H. Real-time water quality monitoring using Internet of things in SCADA. *Environ Monit Assess*. 2018. 190(9). P.556. doi: 10.1007/s10661-018-6914-x. PMID: 30159608.
10. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека та охорона довкілля. [Електронний ресурс]: Монографія. К: Основа, 2012. 514 с. Режим доступу https://duikt.edu.ua/uploads/l_1673_24625957.pdf.
11. Ортинський В.Л. Корницький І.С., Нивко З.Б. Економічна безпека підприємств, організацій та установ: Навчальний посібник. Київ: Правова єдність, 2009. 542 с.
12. Молодецька О.М. Соціально екологічна безпека діяльності підприємств: актуальні питання управління та оподаткування. *Фінансовий простір*. 2016. №3(23) С. 96 – 98.
13. Ілляшенко О.В.Будрик О.І. Еколого-економічна безпека підприємства: теоретичні аспекти. *Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг*. 2017. Вип.1(22) С. 72 – 82.
14. Федотова І.В. Оцінювання рівня екологічної безпеки автотранспортного підприємства. *Економіка транспортного комплексу*. 2017. Вип. 29 С. 30 – 40.
15. Судакова О.І. Судакова Д.А. Забезпечення екологічної безпеки виробничих підприємств. Якість економічного розвитку: глобальні та локальні аспекти. Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції, 28-29 червня 2011р. Т.1 Актуальні питання економічного розвитку. 2011. С. 61 – 62.
16. Боронос В.М. Еколого-економічний аналіз структуризації показників виробництва. *Вісник Сум ДУ, сер. Економіка*. 2006. №7. С. 52 – 57.
17. Гринюк В.І. Вдосконалення системи управління екологічною безпекою поверхневих вод на рівні промислового підприємства. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2017. №1(15) С. 72 – 81.
18. Roleders V.V. Circular economy model in industrial ecosystems. *Актуальні проблеми розвитку регіону*. 2023. Т.1. Вип. 19. С. 243 – 254.

19. Щербина С.В. Державна політика у сфері забезпечення екологічної безпеки виробництва та реалізації агропродовольчої продукції. *Державне управління: теорія і практика*. 2013. № 2. С. 108 – 116.
20. Галушкіна Т.П. Економіка природокористування: навч. посібник. Харків: Бурун Книга, 2009. 480 с.
21. Довбня С.Б., Гічова Н.Ю. Діагностика рівня екологічної безпеки підприємства. *Фінанси України*. 2008. №4. С. 88 – 97.
22. Акуленко В.Л., Мамчук І.В. Екологічний менеджмент в контексті забезпечення екологічної безпеки підприємства. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія Економічні науки*. 2009. №5 (1). С. 21 – 26.
23. Ейтутіс Г. Оцінка економічної безпеки залізничного транспорту. *Економіст*. 2009. №1 С.56 – 58.
24. Гетта О.С. Підвищення екологічної безпеки стічних вод харчових виробників озонування шляхом очищення (знезараження). *Вісник національного технічного університету (ХП). Серія Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*. 2021. № 1 (1361). С. 24 – 29.
25. Лозовська Н.М. Вплив українських підприємств харчової галузі на довкілля. *Інтелект XXI*. 2014. № 1 С. 136 – 144.
26. Васильцова О.В. Екологічні аспекти функціонування хлібопекарських підприємств України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. №17 С. 61 – 66.
27. Тихомирова Т.С. Екологічна безпека галузі. *Харчова і переробна промисловість*. 2006. №2 С. 4 – 5.
28. Мостенська Т.Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів. *Інтелект XXI*. 2015. №3 С. 93 – 99.
29. Бондур Т.О. Екологізація виробництва продукції рослинництва як фактор поліпшення її якості. *Економіка АПК*. 2008. №6 С. 39 – 43.
30. Мельник Л.Г., Карінцева О.І. Методи оцінки екологічних втрат: Монографія. Суми: Університетська книга, 2004. 288 с.
31. Суханова Б.Т. Екологічні аспекти екологізації розвитку продовольчого комплексу регіону. Ірпінь: Академія державної податкової служби України, 2002. 84 с.
32. Ілляшенко С.М., Прокопенко О.В. Формування ринку екологічних інновацій економічної основи управління: Монографія. Суми: Університетська книга, 2002. 250 с.
33. Jiang S., Wang F., Li Q., Sun H., Wang H., Yao Z. Environment and food safety: a novel integrative review. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2021. Oct; 28(39). P. 54511 – 54530. doi: 10.1007/s11356-021-16069-6.
34. Stoica, M., Antohi, V.M., Zlati, M.L., & Stoica, D. The financial impact of replacing plastic packaging by biodegradable biopolymers – A smart solution for the food industry. *Journal of Cleaner Production*, 2020. Vol. 277 P. 124013 – 124028.
35. Крусір Г.В., Шевченко Р.І., Осмагескул О.Г. Аналіз життєвого циклу консервного заводу. *Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]*. 2011. Вип. 39 (1). С. 210 – 213.
36. Hetta, O., Shestopalov, O., Duhanets, V., Shubravska, O., Rudkovskyi, O., Paraniak, N., Riazanova-Khytrovska, N., Maksimenko, O. Improving the ecological safety of potato chips production by devising a method for wastewater treatment and recycling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2021. 4 (10 (112)), P. 6 – 13. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238732>.
37. Jilcha K., Kitaw D. Industrial occupational safety and health innovation for sustainable development. *Engineering science and technology, an international journal*. 2017. Vol. 20(1). P. 372 – 380.
38. Абрамчук М.Ю., Антонюк Н.А. Місце і роль біотехнологій в еколого-економічному розвитку суспільства. *Механізми регулювання економіки*. 2011. № 4 С. 44 – 49.

УДК 631.45:551.583.6(043.3)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.60>

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА АГРОНОМІЮ: ОЦІНКА ТА ЗАХОДИ АДАПТАЦІЇ

Лапчинський В.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри садівництва і виноградарства,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Лакуста А.А. – аспірант кафедри садівництва і виноградарства,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Хмелянчишин Ю.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Зміна клімату є значним викликом для агрономії, оскільки вона порушує сільськогосподарські системи в усьому світі. У цій статті розглядаються наслідки зміни клімату, аналізуються способи оцінки, стратегії адаптації та пропонуються шляхи подальших досліджень.

В умовах посилення кліматичних змін вивчення їхнього впливу на агрономію має ключове значення для забезпечення глобальної продовольчої безпеки та сталого розвитку сільськогосподарства.

Мета дослідження – оцінити вплив зміни клімату на сільське господарство, охарактеризувати існуючі заходи з адаптації, зробити висновки та визначити напрямки для подальших досліджень.

Внаслідок зміни клімату відбувається зміна режиму опадів, температур та екстремальних погодних явищ, що впливає на врожайність сільськогосподарських культур, стан ґрунту та поширення шкідливих організмів. Інструментами оцінки є моделювання посівів, дистанційне зондування та польові дослідження, що дають змогу виявити фактори вразливості та потенційні шляхи адаптації до зміни клімату.

Зміна клімату створює значні проблеми для агрономії, загрожуючи продуктивності сільськогосподарських культур, продовольчій безпеці та екологічній стійкості. Вирішення цих проблем вимагає багатогранного підходу, що поєднує наукові дослідження, технологічні інновації, політичну підтримку та міжнародне співробітництво. Впроваджуючи кліматостійкі сільськогосподарські практики та сприяючи підвищенню стійкості й адаптації, агрономія може пом'якшити наслідки зміни клімату та забезпечити стале виробництво продовольства.

Заходи з адаптації, такі як диверсифікація сільськогосподарських культур, виведення стійких сортів, збереження ґрунтів та управління водними ресурсами, є надзвичайно важливими для пом'якшення кліматичних ризиків в агрономії. Проте на шляху до ефективного впровадження цих заходів існують певні проблеми, які потребують вирішення.

Майбутні наукові дослідження повинні бути зосереджені на вдосконаленні кліматично-стійких сільськогосподарських практик, виведенні сучасних сортів сільськогосподарських культур з використанням генетичних і біотехнологічних підходів, оцінці соціально-економічних наслідків та сприянні міждисциплінарному співробітництву для розробки комплексних стратегій адаптації до зміни клімату.

Ключові слова: кліматичні зміни, врожайність, ріст рослин, водний режим, температурні коливання, вплив погодних умов, стійкість до стресу.

Lapchynskiy V.V., Lakusta A.A., Khmelianchyshyn Yu.V. Impact of climate change on agronomy: assessment and adaptation measures

Climate change poses a significant challenge to agronomy as it disrupts agricultural systems worldwide. This article examines the consequences of climate change, analyzes assessment methods, adaptation strategies, and proposes avenues for further research.

In the face of escalating climate change, studying its impact on agronomy is crucial for ensuring global food security and sustainable agricultural development.

The research objective is to assess the impact of climate change on agriculture, evaluate existing adaptation measures, draw conclusions, and identify directions for further research.

Climate change results in alterations in precipitation patterns, temperatures, and extreme weather events, affecting the productivity of agricultural crops, soil conditions, and the spread of harmful organisms. Assessment tools include crop modeling, remote sensing, and field studies, which help identify vulnerability factors and potential adaptation pathways to climate change.

Climate change poses significant challenges for agronomy, threatening the productivity of agricultural crops, food security, and ecological resilience. Addressing these challenges requires a multifaceted approach that combines scientific research, technological innovation, political support, and international cooperation. By implementing climate-resilient agricultural practices and promoting increased resilience and adaptation, agronomy can mitigate the impacts of climate change and ensure sustainable food production.

Adaptation measures such as diversification of agricultural crops, breeding resilient varieties, soil conservation, and water resource management are crucial for mitigating climate risks in agronomy. However, there are certain challenges on the path to effectively implementing these measures that require resolution.

Future scientific research should focus on improving climate-resilient agricultural practices, breeding modern varieties of agricultural crops using genetic and biotechnological approaches, assessing socio-economic implications, and fostering interdisciplinary collaboration to develop comprehensive adaptation strategies to climate change.

Key words: *climate change, crop yield, plant growth, water regime, temperature fluctuations, weather impact, stress resilience.*

Постановка проблеми. Зміна клімату представляє значну загрозу для розвитку світової аграрної галузі, впливаючи на продуктивність сільськогосподарських культур, родючість ґрунтів, доступність води та поширеність шкідливих організмів. Нестабільні погодні умови, екстремальні температури та зміна рівня опадів, пов'язані зі зміною клімату, безпосередньо впливають на сільськогосподарські системи, ставлячи під загрозу продовольчу безпеку та засоби до існування в усьому світі. Знання характеру і масштабів цих впливів на агрономію має вирішальне значення для розробки ефективних стратегій адаптації та пом'якшення потенційних перебоїв у системах виробництва продуктів харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміна клімату впливає на умови навколишнього середовища, що мають вирішальне значення для агрономії, в тому числі температуру, кількість опадів та екстремальні погодні явища. Ці зміни порушують системи сільськогосподарського виробництва, впливаючи на врожайність, родючість ґрунту та доступність води. Ці наслідки широко описані в наукових дослідженнях, що свідчить про необхідність розробки адаптивних стратегій [1, с. 243].

Численні дослідження оцінювали вплив зміни клімату на агрономію за допомогою різних способів, таких як моделювання, емпіричні польові дослідження та методи дистанційного зондування [2, с. 43]. Ці оцінки дають уявлення про регіональні відмінності у вразливості, зміну придатності сільськогосподарських культур та появу нових видів шкідників і хвороб. Втім, відмінності у результатах досліджень наголошують на складності взаємозв'язків між кліматичними змінними та агрономічними результатами [3, с. 18].

Стратегії адаптації спрямовані на підвищення стійкості сільськогосподарських систем до зміни клімату. Ці заходи охоплюють агрономічні практики, технологічні інновації, державні заходи та соціально-економічні зміни. Найвідоміші підходи до адаптації полягають у впровадженні посухостійких культур, методів точного землеробства, схем управління водними ресурсами та диверсифікації систем

виращування сільськогосподарських культур [4, с. 156]. Хоча ці стратегії показують потенційну ефективність, їх повсюдне впровадження та розширення залишаються ключовими викликами [5, с. 19].

Незважаючи на значні досягнення, у вивченні впливу зміни клімату на агрономію залишається кілька невирішених питань. Необхідні подальші наукові дослідження для того, щоб зрозуміти локальний вплив зміни клімату на агрономічні системи, враховуючи мікрокліматичні зміни та соціально-економічні фактори. Стратегії розбудови довгострокової стійкості в агрономії, особливо в умовах невизначених кліматичних прогнозів, потребують більшої концентрації уваги та налагодження міждисциплінарної співпраці.

Постановка завдання. Завдання дослідження полягає в комплексній оцінці впливу зміни клімату на агрономію та розробці заходів з адаптації для пом'якшення її негативних наслідків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Кліматичні зміни створюють значні виклики для агрономії як науки і практики виробництва сільськогосподарських культур.

Сучасні кліматичні тенденції свідчать про постійне підвищення глобальних температур, зміни в характері опадів та збільшення кількості екстремальних погодних явищ. Це суттєво впливає на сільське господарство, змінюючи традиційні методи ведення агрономії та створюючи загрозу продовольчій безпеці в усьому світі.

Вплив зміни клімату на рослинництво є комплексним. Підвищення температури може спричинити зміни у фенології рослин, що впливає на терміни настання ключових етапів росту, таких як цвітіння та дозрівання. В результаті може відбутися зміна у взаємодії із запилювачами та шкідниками, що призведе до зниження врожайності. До того ж, підвищений тепловий вплив може знизити ефективність фотосинтезу та посилити водний дефіцит у сільськогосподарських культур, що ще більше знижує їхню продуктивність.

Зміни в структурі опадів теж створюють проблеми для агрономії. У деяких регіонах опади випадають частіше та інтенсивніше, що призводить до ерозії ґрунту, перезволоження та вимивання поживних речовин. І навпаки, в інших регіонах можуть спостерігатися тривалі посухи, що призводять до втрати врожаю і вимагають впровадження посухостійких сортів і водоефективних методів зрошення [6, с. 68].

Екстремальні погодні явища, такі як урагани, повені та лісові пожежі, стають дедалі частішими і сильнішими через зміну клімату. Вони можуть завдати значної шкоди врожаю, інфраструктурі та родючості ґрунтів, руйнуючи ланцюги постачання сільськогосподарської продукції та посилюючи проблему продовольчої безпеки (табл. 1).

Таблиця 1

Наслідки кліматичних змін для сільського господарства

Параметр	Зміни через кліматичні фактори	Вплив на сільське господарство
Розповсюдження шкідників	Зміна в областях розповсюдження та активності шкідників	Збільшення втрат врожаю, необхідність у захисних заходах
Температура	Зростання середньорічної температури; екстремальні коливання	Зміна в періодах виращування культур, відходи врожаю

Продовження таблиці 1

Опади	Збільшення або зменшення кількості та інтенсивності опадів	Пошкодження від затоплень або посух, зміна в рослинництві
Компоненти ґрунту	Зміни рН, вмісту поживних речовин	Вплив на урожайність та якість продукції, потреба в агротехніках
Зональні зміни	Пересушення або затоплення певних земельних ділянок	Перегляд культурних планів, потреба в нових технологіях
Екстремальні події	Збільшення частоти та інтенсивності стихійних явищ (урагани, повені, засухи)	Загроза для вирощування культур, пошкодження інфраструктури

Джерело: узагальнено авторами на основі аналізу [7]

Є кілька факторів, що впливають на стійкість агрономії до зміни клімату. Деградація ґрунтів, спричинена ерозією, ущільненням і втратою органічної речовини, знижує стійкість сільськогосподарських екосистем до екстремальних погодних явищ і ставить під сумнів продуктивність сільськогосподарських культур. Шкідники та хвороби, яким сприяють вищі температури, можуть розмножуватися і поширюватися на нові регіони, створюючи нові проблеми в галузі рослинництва [7, с. 97].

Дефіцит води є ще однією критично важливою проблемою, яка загострюється через зміну клімату. Конкуренція за водні ресурси між сільським господарством, міською інфраструктурою і промисловістю посилюється, оскільки посухи стають дедалі частішими і тривалішими. Сталі практики управління водними ресурсами, такі як збір дощової води, крапельне зрошення та збереження ґрунтів, мають важливе значення для пом'якшення впливу дефіциту води на виробництво сільськогосподарських культур.

Щоб вирішити проблеми, пов'язані зі зміною клімату, в агрономії повинні застосовуватися інновації та адаптація. Для забезпечення продовольчої безпеки в умовах зміни клімату важливе значення має виведення кліматостійких сортів сільськогосподарських культур із такими характеристиками, як стійкість до спеки та посухи, до шкідників і хвороб, а також ефективне використання води та поживних речовин. Інтегровані стратегії боротьби зі шкідниками, зокрема біологічний контроль, сівозміна та диверсифікація ареалів, можуть допомогти зменшити поширення шкідників і хвороб [8, с. 56].

До того ж, технології точного землеробства, такі як дистанційне зондування, ГІС-картографування та автоматизовані системи зрошення, дають змогу фермерам більш ефективно контролювати та управляти своїми посівами, оптимізуючи використання ресурсів та мінімізуючи вплив на навколишнє середовище. Агролісомеліорація та ресурсозберігаючі методи ведення сільського господарства, такі як агроекологія, агролісомеліорація та нульовий обробіток ґрунту, сприяють збереженню біорізноманіття, поліпшенню стану ґрунтів та стійкості до зміни клімату, підвищуючи при цьому продуктивність та прибутковість виробництва.

Міжнародна співпраця та політична підтримка теж мають важливе значення для вирішення проблем, пов'язаних зі зміною клімату в сільському господарстві. Державні органи, науково-дослідні установи та сільськогосподарські стейкхолдери повинні співпрацювати для розробки та впровадження кліматично-орієнтованої сільськогосподарської політики та практик, які сприятимуть стійкій

інтенсифікації, адаптації та стійкості до зміни клімату. Інвестиції в дослідження і розробки, розбудову потенціалу та передачу технологій можуть допомогти фермерам протистояти наслідкам зміни клімату та сприяти глобальним зусиллям, спрямованим на досягнення продовольчої безпеки та екологічної стійкості [9, с. 147].

Оцінка поточного стану сільського господарства в контексті зміни клімату має першочергове значення для розуміння викликів, з якими стикається аграрний сектор у всьому світі. Зміна клімату, спричинена переважно діяльністю людини, призвела до значних змін у погодних умовах, температурі та рівні опадів, що суттєво вплинуло на продуктивність сільського господарства та продовольчу безпеку.

Одним із ключових аспектів оцінки агрономії в умовах зміни клімату є аналіз її впливу на врожайність сільськогосподарських культур. Зміна клімату призвела до непередбачуваності та мінливості погодних умов, що спричинило коливання врожайності в різних регіонах та для різних культур. Екстремальні погодні явища, такі як посухи, повені, спека та шторми, стали частішими та інтенсивнішими, створюючи значні загрози для рослинництва.

Наукові дослідження показали, що підвищення температури може негативно впливати на врожайність сільськогосподарських культур, змінюючи фізіологічні процеси, такі як фотосинтез, цвітіння та запилення. Наприклад, тепловий стрес на критичних стадіях росту може зменшити формування зерна у таких культур, як пшениця, рис і кукурудза, що в підсумку призводить до втрат врожаю. Так само зміни в характері опадів можуть впливати на рівень вологості ґрунту, що позначається на рості сільськогосподарських культур і поглинанні поживних речовин [10, с. 143].

Збільшення кількості шкідників і хвороб, спричинене підвищенням температури і зміною умов навколишнього середовища, створює ще один рівень проблем при оцінці продуктивності сільського господарства в умовах зміни клімату. Шкідники та хвороби, які раніше були притаманні лише певним регіонам, тепер можуть поширюватися на нові території, впливаючи на стан посівів та врожайність.

У відповідь на ці виклики аграрії та сільськогосподарські експерти адаптують свої агротехнічні практики для пом'якшення негативних наслідків зміни клімату та підвищення стійкості до них. Такі адаптації включають впровадження адаптивних до клімату методів ведення сільського господарства, таких як ґрунтозахисне землеробство, агролісомеліорація, диверсифікація сільськогосподарських культур та використання їх посухостійких і термостійких сортів.

Ґрунтозахисне сільське господарство, яке передбачає мінімальне порушення верхнього шару землі, постійний ґрунтовий покрив і диверсифіковані сівозміни, допомагає поліпшити стан ґрунту, утримувати воду і зв'язувати вуглець, тим самим підвищуючи стійкість до наслідків зміни клімату, таких як ерозія ґрунту і дефіцит вологи. Агролісомеліорація, яка поєднує дерева з сільськогосподарськими культурами і худобою, забезпечує додаткові можливості, такі як затінення, захист від вітру і збереження біорізноманіття, а також поглинання вуглецю і підвищення родючості ґрунту [10, с. 144].

Диверсифікація сільськогосподарських культур, у тому числі проміжні та змішані системи вирощування, розподіляє ризики, пов'язані з кліматичними коливаннями та поширенням шкідників, забезпечуючи більш стабільні врожаї та прибутки для фермерів. Розробка та впровадження стійких до зміни клімату сортів сільськогосподарських культур за допомогою традиційної селекції та біотехнологій є перспективним шляхом підвищення продуктивності сільського господарства в умовах зміни клімату.

До того ж, вдосконалені методи управління водними ресурсами, такі як збір дощової води, крапельне зрошення та технології ефективного водокористування, допомагають оптимізувати водні ресурси та пом'якшити наслідки дефіциту води та посухи. Застосовуючи ці агротехнічні практики, аграрії можуть підвищити стійкість до зміни клімату, а також покращити сталість і прибутковість своїх сільськогосподарських систем.

Адаптація сільського господарства до зміни клімату є необхідною умовою для забезпечення продовольчої безпеки, стабільних засобів до існування та екологічної стійкості перед загрозою зміни погодних умов та екстремальних явищ. Заходи адаптації сільського господарства до кліматичних змін наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Заходи адаптації сільського господарства до кліматичних змін [10–11]

Назва заходу адаптації	Опис	Переваги	Обмеження	Приклади реалізації
Впровадження агрометеорологічного моніторингу	Систематичний моніторинг кліматичних умов та їх впливу на сільське господарство	Підвищення можливостей передбачення та реагування на негативні кліматичні явища	Потребує спеціалізованого обладнання та фахівців	Встановлення метеостанцій на господарствах для постійного моніторингу клімату
Розробка та впровадження кліматичної інформаційної системи	Створення систем, які надають точні та актуальні дані про кліматичні умови для сільськогосподарських підприємств	Покращення управління господарством на основі кліматичних прогнозів та ризиків	Вимагає доступу до надійних даних та технологічних знань	Розробка мобільних додатків для моніторингу погоди та врожайності
Використання високопродуктивних систем вирощування	Перехід до більш інтенсивних та продуктивних систем вирощування, які вимагають меншої площі	Збільшення врожайності та ефективності використання ресурсів	Може вимагати великих інвестицій та технологічної підготовки	Вирощування культур у теплицях або гідропонічних системах
Впровадження сортів та гібридів, що відповідають новим кліматичним умовам	Вибір сортів, які краще пристосовані до змін клімату (наприклад, теплотривкі, здатні до засухи тощо)	Збільшення врожайності, стійкість до негативних кліматичних явищ	Обмежений асортимент доступних сортів, необхідність постійного моніторингу та оновлення сортів	Вирощування сортів кукурудзи, що витримують високі температури та засуху
Застосування технологій обробітку ґрунту, що зберігають вологу	Використання методів збереження ґрунтової вологи (наприклад, мульчування, дренаж, агротехніка нульового обробітку тощо)	Зниження ризику втрати вологи через високі температури та засуху	Вимагає додаткових витрат на технології та обладнання	Використання мульчування для збереження вологи у ґрунті

Продовження таблиці 2

Впровадження систем зрошення та дренажу	Створення інфраструктури для збереження та ефективного використання води	Забезпечення стабільного зростання врожаю незважаючи на негативні кліматичні умови	Великі витрати на будівництво та обслуговування систем	Встановлення систем крапельного зрошення для зменшення втрат води
---	--	--	--	---

Для ефективного вирішення цих проблем необхідний всебічний і комплексний підхід, що охоплює різні заходи, починаючи від технологічних інновацій і закінчуючи політичною підтримкою та фінансовим стимулюванням.

Технологічні інновації в агрономії відіграють ключову роль у підвищенні стійкості сільськогосподарських систем до зміни клімату. Передові інструменти та методи, такі як точне землеробство, дистанційне зондування та цифрове сільське господарство, дають змогу фермерам оптимізувати використання ресурсів, стежити за станом посівів та приймати рішення на основі даних. Використовуючи погодні дані в режимі реального часу та прогнозне моделювання, аграрії можуть краще передбачати ризики, пов'язані з кліматом, і відповідно коригувати свої управлінські практики, підвищуючи продуктивність та зменшуючи рівень вразливості [11, с. 85].

Сучасні методи обробітку ґрунту та догляду за рослинами є невід'ємними складовими частинами кліматично-стійкого сільського господарства. Ґрунтозахисний обробіток землі, сівозміни та покривні культури допомагають поліпшити стан ґрунту, утримувати воду та поглинати вуглець, пом'якшуючи вплив посухи, ерозії та виснаження поживних речовин. Інтегроване управління шкідниками (ІУШ) мінімізує залежність від хімічних пестицидів, одночасно сприяючи розвитку природних хижаків-шкідників і корисних комах, тим самим сприяючи збалансованості та стійкості екосистем [12, с. 124].

Впровадження сортів і гібридів, стійких до кліматичних змін, має важливе значення для збереження продуктивності сільського господарства в умовах потепління. Селекційні програми, спрямовані на виведення жаростійких, посухостійких та стійких до хвороб сортів сільськогосподарських культур, допомагають зменшити втрати врожаю та підтримувати стабільний рівень виробництва в умовах змін у навколишньому середовищі. Використовуючи генетичне різноманіття та сучасні біотехнологічні інструменти, такі як селекція за допомогою маркерів та редагування генів, дослідники можуть прискорити розробку стійких сортів сільськогосподарських культур, пристосованих до конкретних агрокліматичних регіонів.

Програми агроекологічного землеробства наголошують на інтеграції екологічних принципів і традиційних знань у сільськогосподарську практику, сприяючи збереженню біорізноманіття, родючості ґрунтів та екосистемних послуг. Агролісомеліорація, органічне землеробство та пермакультура підвищують стійкість агроекосистем, сприяючи природній синергії та зменшуючи залежність від зовнішніх ресурсів. Розвиваючи різноманітні системи рослинництва і тваринництва, адаптовані до місцевих природних умов, агроекологічні підходи пропонують стійкі шляхи для адаптації до зміни клімату, одночасно підвищуючи продовольчий потенціал і стійкість населення [13, с. 33].

Фінансова підтримка та стимулювання сільськогосподарських підприємств до адаптації мають ключове значення для сприяння впровадженню кліматично-стійких практик і технологій. Державні субсидії, гранти та програми стимулювання можуть спонукати аграріїв інвестувати в кліматично-орієнтоване сільське господарство, що компенсує початкові витрати та ризики, пов'язані з адаптацією до зміни клімату. Наявність доступу до вигідних кредитів, схем страхування та інструментів управління ризиками допомагає зменшити фінансові бар'єри та сприяє довгостроковим інвестиціям у розбудову адаптивного потенціалу.

Висновки і пропозиції. Таким чином, зміна клімату створює значні проблеми для агрономії, загрожуючи продуктивності сільськогосподарських культур, продовольчій безпеці та екологічній стійкості. Вирішення цих проблем вимагає багатогранного підходу, що поєднує наукові дослідження, технологічні інновації, політичну підтримку та міжнародне співробітництво. Впроваджуючи кліматостійкі сільськогосподарські практики та сприяючи підвищенню стійкості й адаптації, агрономія може пом'якшити наслідки зміни клімату та забезпечити стале виробництво продовольства.

Оцінка поточного стану сільського господарства в контексті зміни клімату вимагає комплексного аналізу його впливу на врожайність сільськогосподарських культур та визначення адаптивних агротехнічних практик. Аналізуючи тенденції врожайності, оцінюючи вплив зміни клімату та впроваджуючи стійкі сільськогосподарські стратегії, усі учасники процесу можуть працювати над створенням більш сталого та стійкого до зміни клімату аграрного сектору, здатного забезпечити продовольчу безпеку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Скок С. В. Оцінка якості ґрунтів зони Степу України в умовах глобальних змін клімату. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. № 124. С. 239–246. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.33>
2. Дробітько А., Коковихін С., Біляєва І., Пілявська О. Напрями адаптації до кліматичних змін технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях півдня України. *Аграрні інновації*. 2020. № 2. С. 42–48. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.2.7>
3. Рудич О. О. Природно-кліматичні умови як фактор ризику виробництва сільськогосподарської продукції в Україні. *Сталий розвиток економіки*. 2018. № 2 (39). С. 14–21.
4. Мальярчук В., Федорчук Є. Ефективність використання органічних добрив як засобу адаптації до змін клімату. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2021. № 29 (43). С. 146–158. DOI: [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29\(43\)-14](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29(43)-14)
5. Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л., Адамчук-Чала Н. І., Білокінь О. А. Формування науково-методичних засад супутникового агроєкологічного моніторингу в Україні. *Агроєкологічний журнал*. 2022. № 2. С. 6–21. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263312>
6. Кучер Л., Дрокін С, Улько Є. Еколого-економічна ефективність зрошувальних проєктів у контексті змін клімату. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2020. № 6 (2). С. 57-77.
7. Kobayakov D. A., Remez A. A., Poleva J. L. Study of hydrological changes in the middle section of the Bazavluk river under the influence of natural and anthropogenic factors. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*. 2020. № 49. Р. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.15421/442008>

8. Поліщук М. І., Хавхун А. А. Шляхи підвищення врожайності гібридів кукурудзи в умовах потепління клімату. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 39. С. 54–59. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2.8>
 9. Melnychenko S. G., Bohadorova L. M., Markeliuk A. V. Spatial-Temporal Changes in the Growing of Grain and Leguminous Plants in Kherson Region. *Man and Environment. Issues of Neoeology*. 2021. № 35. С. 140–150. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2021-35-13>
 10. Франчук М. О. Моніторинг виробництва сільськогосподарських культур Вінницької області в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 1. С. 139–146. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203943>
 11. Мостов'як І. І. Інтегрована система захисту рослин у формуванні збалансованих агроєкосистем. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 1. С. 77–86. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203932>
 12. Мельниченко С. Г., Богатьорова Л. М. Динаміка посівних площ технічних культур Херсонської області. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 130. С. 122–129. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.18>
 13. Польовий А. М., Костюкевич Т. К., Толмачова А. В., Жигайло О. Л. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. № 1 (109). С. 29–36. DOI: [10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)-4](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)-4)
-

УДК 662.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.61>

ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ СФЕРИЧНОЇ ФОРМИ З КАВОВОЇ ГУЦІ

Медведєва О.В. – к.б.н., доцент,

завідувач кафедри екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя

Центральноукраїнський національний технічний університет

Ковальов М.М. – к.с.-г.н., доцент,

керівник наукової лабораторії промислового ґрибівництва та технологій захисту культивованих ґрибів, керівник наукової лабораторії гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці, доцент кафедри загального землеробства,

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мірзак В.Я. – к.т.н., доцент,

доцент кафедри машинобудування, мехатроніки і робототехніки,

Центральноукраїнський національний технічний університет

Дубина А.О. – к.б.н., доцент,

доцент кафедри екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя,

Центральноукраїнський національний технічний університет

В статті експериментально досліджено та обґрунтовано особливості виготовлення паливних брикетів з кавових відходів та використання в якості сполучного компоненту листя, тииси листяних порід та соняшникового лушпиння. Однією з головних проблем сучасного виробництва є проблема відходів. В той же час тверді комунальні відходи – це проблема, яку ми можемо перетворити в джерело додаткового доходу.

В останні роки увага до використання біомаси як відновлюваного джерела енергії зростає, особливо у контексті паливної промисловості. Кавова гуця, яка є відходом кави, володіє значним потенціалом як сировина для виготовлення паливних брикетів. Цей дослід розглядає можливість виготовлення паливних брикетів сферичної форми з кавової гуці та обґрунтовує їх ефективність у порівнянні з традиційними формами брикетів.

В проведеному нами дослідженні відпрацьовані кавові відходи використовувалися як основний компонент для виготовлення паливних брикетів. Кавова гуця піддається процесу сушіння та механічного пресування з метою формування брикетів сферичної форми. Використовуються різні технологічні параметри, такі як тиск пресування, температура і час пресування, для досягнення оптимальних характеристик брикетів.

Отримані паливні брикети сферичної форми з кавової гуці демонструють високу калорійність і стабільність під час горіння. Вони володіють ефективними горючими властивостями і мають менший вміст золи порівняно з традиційними брикетами. Брикети з кавової гуці також відрізняються низьким вмістом вологи та забруднюючих речовин, що робить їх більш екологічно чистими.

Результати дослідження показують, що виготовлення паливних брикетів сферичної форми з кавової гуці є перспективним напрямком при використанні біомаси у паливній промисловості. Ці брикети можуть знаходити широке застосування як у побутових опалювальних системах, так і у промислових установках, сприяючи зниженню викидів та зменшенню залежності від традиційних паливних ресурсів.

Розроблені технології виготовлення паливних брикетів з кавової гуці можуть бути впроваджені у виробництво з метою створення нових продуктів на ринку паливних матеріалів. Це сприятиме використанню відходів харчової промисловості і зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Ключові слова: паливні брикети, кавова гуця, сферична форма, біомаса, енергетична ефективність, екологічність.

Medvedieva O.V., Kovalov M.M., Mirzak V.Ya., Dubyna A.O. Justification of the possibility of manufacturing spherical fuel briquettes from coffee grounds

The article experimentally investigates and substantiates the peculiarities of the production of fuel briquettes from coffee waste and the use of leaves, hardwood sawdust and sunflower husks as a binding component. One of the main problems of modern production is the problem of waste. At the same time, municipal solid waste is a problem that we can turn into a source of additional income.

In recent years, attention to the use of biomass as a renewable energy source has increased, especially in the context of the fuel industry. Coffee grounds, which are coffee waste, have significant potential as a raw material for the production of fuel briquettes. This research examines the possibility of manufacturing fuel briquettes of spherical shape from coffee grounds and substantiates their effectiveness in comparison with traditional forms of briquettes.

In our research, spent coffee waste was used as the main component for the production of fuel briquettes. The coffee grounds are subjected to the process of drying and mechanical pressing in order to form briquettes of a spherical shape. Various technological parameters, such as pressing pressure, temperature and pressing time, are used to achieve optimal characteristics of the briquettes.

The resulting spherical fuel briquettes from coffee grounds demonstrate high calorific value and stability during combustion. They have effective burning properties and have a lower ash content compared to traditional briquettes. Briquettes made of coffee grounds also have a low content of moisture and pollutants, which makes them more environmentally friendly. The results of the study show that the production of spherical fuel briquettes from coffee grounds is a promising direction in the use of biomass in the fuel industry. These briquettes can be widely used both in domestic heating systems and in industrial installations, helping to reduce emissions and reduce dependence on traditional fuel resources.

The developed technologies for the production of fuel briquettes from coffee grounds can be introduced into production in order to create new products on the market of fuel materials. This will contribute to the use of food industry waste and reduce the negative impact on the environment.

Key words: *fuel briquettes, coffee grounds, spherical shape, biomass, energy efficiency, environmental friendliness.*

Постановка проблеми. У сучасному світі, де зростає увага до екологічних проблем та енергоефективних технологій, використання відновлюваних джерел енергії стає все більш актуальним завданням. Одним із потенційних джерел є кавова гуща, яка залишається після приготування напою та зазвичай утилізується як біо-відходи [1, с. 81].

Кавова гуща є біо-ресурсом, що може бути використаний для виробництва біопаливних брикетів. Використання її у вигляді брикетів дозволяє зменшити кількість відходів, що піддаються утилізації, та знизити вуглецевий слід внаслідок спалювання. Брикети з кавової гущі мають високу теплотворність і можуть бути використані для обігріву приміщень та готування їжі. Це сприяє раціональному використанню ресурсів та зменшенню використання традиційних енергетичних джерел.

Процес виготовлення брикетів з кавової гущі вимагає розробки та оптимізації технологій пресування і висушування. Це відкриває можливості для впровадження новітніх технологій у виробництві біопалив та покращення енергетичної ефективності [2, с. 3].

Використання кавової гущі для виробництва брикетів може стати економічно вигідним проектом через зменшення витрат на вивезення відходів та можливість продажу біопалива для кінцевих споживачів. Стимулювання використання відновлюваних джерел енергії сприяє зниженню залежності від імпортованих енергетичних ресурсів та сприяє створенню нових робочих місць у секторі відновлюваної енергетики [3, с. 45].

Узагальнюючи, стаття про обґрунтування можливості виготовлення паливних брикетів сферичної форми з кавової гущі є актуальною в контексті здійснення переходу до сталого розвитку та забезпечення енергетичної безпеки за рахунок використання відновлюваних джерел енергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кавова гуща, отримана внаслідок обпалення кавових зерен, є значним джерелом органічних відходів у кавовій промисловості. В останні роки виникла ініціатива використовувати кавову гущу для виготовлення паливних брикетів як екологічно чистого та ефективного альтернативного джерела енергії. Ця стаття розглядає актуальні дослідження та публікації з цієї теми для обґрунтування можливості використання кавової гущі у виробництві паливних брикетів [4, с. 371].

Кавова гуща містить значну кількість вуглецю, який може бути використаний для виробництва брикетів. Вміст вологи та калорійна цінність кавової гущі можуть варіюватись залежно від методів обпалення та обробки, що робить її привабливою для конверсії в енергію.

Останні дослідження показують, що використання кавової гущі в паливних брикетах вимагає оптимізації технологічних процесів. Наприклад, для підвищення якості брикетів і зниження викидів, можуть застосовуватись методи компресування та додавання біндерів, що дозволяє досягти стабільної горіння та ефективного використання енергії [5, с. 13].

Переваги використання кавової гущі у вигляді паливних брикетів включають зменшення викидів парникових газів порівняно з традиційними вугільними брикетами, а також використання відходів кави у корисних цілях. Дослідження показують, що виробництво паливних брикетів з кавової гущі може бути економічно вигідним завдяки доступності сировини та попиту на екологічно чисте паливо [6, с. 31].

Використання кавової гущі в якості одного з компонентів для виготовлення паливних брикетів є перспективним напрямком, що вимагає подальших досліджень і оптимізації технологічних процесів. Недостатня кількість публікацій та досліджень в даній галузі лише підтверджують перспективність даного напрямку, підкріплюючи необхідність подальших наукових досліджень у цій області.

Постановка завдання. На відміну від паливних брикетів, виготовлених з деревини, в яких міститься лігнін та смоли, для виготовлення паливних брикетів з відпрацьованої кавової суміші необхідно застосовувати сполучні компоненти. При цьому необхідно враховувати, що сполучні речовини, що використовуються, не повинні знижувати якість палива. В якості сполучних компонентів використовувалися листя горіху, тирса листяних порід дерев, лушпиння соняшнику внаслідок їхньої доступності.

Метою дослідження є підвищення якості горіння сферичних кавових брикетів, зокрема в початковій фазі, шляхом оптимізації компонентів суміші.

Для проведення експериментальних досліджень сполучних компонентів в паливних сферичних брикетах, виготовлених з відходів, були приготовлені 5 зразків сферичної форми діаметром 5 см. Брикети були виготовлені шляхом перемішування складових компонентів, потім отримана маса укладена у спеціально підготовлену форму. Під час пресування брикетів було застосоване зусилля 45 тонн (450 кН).

Схема досліджу:

зразок 1: кава – 10 %, листя – 50 %, тирса – 20 %, лушпиння соняшнику – 20 %;
зразок 2: кава – 20 %, листя – 50 %, тирса – 20 %, лушпиння соняшнику – 10 %;

зразок 3: листя – 50 %, тирса – 25 %, лушпиння соняшнику – 25 %;
зразок 4: паливний брикет – Pini Kay (контроль 1);
зразок 5: брус з сосни (контроль 2);
зразок 6: кава – 54 %, листя – 46 %;
зразок 7: кава – 18 %, листя – 82 %.

Для випробування сферичних брикетів на міцність було створено прилад на базі настільного свердлувального верстата [7, с. 65].

Для визначення показників стирання, механічної міцності і щільності використовували загальноприйняті методи [8, 9]. Статистична обробка отриманих даних проводилася за методикою дисперсійного аналізу [10, с. 51].

Виклад основного матеріалу дослідження. Процес горіння відбувався у саморобній печі з цегли, обгорнутою фольгою. Піч була розділена на сім відділень. У кожне відділення розклали тонкі брусочки з дерева вагою по 150 г для створення початкової температури горіння. Брусочки в усіх відділеннях підпалили одночасно. Після повного розгорання в кожне відділення одночасно помістили експериментальні суміші.

Лімітуючим фактором, що ускладнюють використання в енергетиці будь яких органічних паливних матеріалів, є висока вологість, низька енергетична щільність та теплота згорання, а також неоднорідний гранулометричний склад. Для сферичних кавових паливних брикетів вологість робочої суміші (W_r) коливалася в межах від 5 до 8 % (див рис. 1).

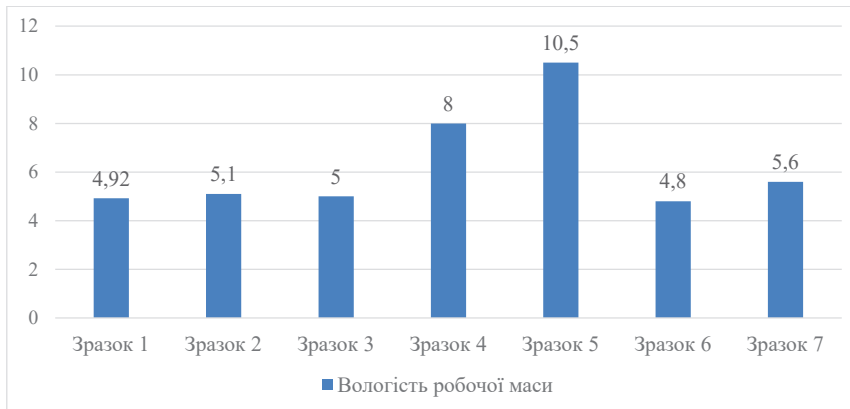


Рис. 1. Вологість робочої суміші дослідних зразків

Вологість паливних брикетів при їх спалювання є значущим фактором. Одним з найважливіших факторів на який безпосередньо впливає вологість є ефективність спалювання: Підвищена вологість в паливних брикетах знижує їхню температуру горіння. Це зменшує ефективність спалювання і може призводити до утворення більше диму та сажі [11, с. 3].

Не менш важливим показником є чистота горіння. Вологість сприяє утворенню диму та сажі через неповне згорання. Чим більше вологість, тим більше шансів на низьку температуру горіння і неповне згорання палива. Також підвищений вміст вологи впливає на час горіння: Вологість може значно збільшити час, протягом якого паливні брикети згорають. Це пов'язано з тим, що спочатку паливо

має випаровувати вологу, а потім вже починає згорати. Найменші значення вологості мали зразки 1–3, 7 та 8, значення яких наблизилися до показника вологості паливного брикету Pini Kay (контроль 1). Найбільше значення даного показника мав зразок 5 – сосновий брус – 10,5 % (контроль 2).

Всі вище перераховані показники складають економічність: Паливні брикети з високим вмістом води менше ефективні, оскільки більше енергії йде на випаровування води, ніж на саме спалювання, що зменшує їхню енергетичну ефективність [12, с. 4; 13, с. 21].

Отже, для досягнення кращих результатів під час спалювання паливних брикетів важливо, щоб вони мали низький вміст води. Це забезпечить ефективне і чисте горіння, підвищить тепловий вихід і знизить викиди диму та сажі.

Інші параметри, такі як час нагріву, швидкість нагріву та тип матеріалу, повинні бути постійними, щоб продемонструвати вплив температури. У таблиці 1 представлено вплив температури на продуктивність і якість паливних брикетів.

Температура впливає на якість і продуктивність паливних брикетів під час спалювання наступним чином: 1) температура горіння: Висока температура сприяє більш повному згоранню палива. Чим вища температура горіння, тим ефективніше відбувається окиснення палива до CO_2 і води, що мінімізує утворення неповного згорання, такого як сажа і монооксид вуглецю (CO); 2) тепловий вихід: Висока температура горіння також означає більший тепловий вихід від паливних брикетів. Це важливо для забезпечення ефективного опалення або використання палива у виробництві; 3) енергетична ефективність: Висока температура горіння збільшує енергетичну ефективність палива. Це означає, що більше енергії, яка міститься в паливних брикетах, перетворюється на корисну теплову енергію; 4) загроза перегріву: На високих температурах деякі типи паливних брикетів можуть надто швидко горіти, що може призвести до втрати корисного тепла.

Таблиця 1

Вплив температури на продуктивність і якість паливних брикетів

Варіант досліджу	Температура, °C	Маса зразка, г	Щільність, кг/м ³	Зольність, %	Калорійність, МДж/кг
Зразок 1	890	104	800	0,125	19,76
Зразок 2	626	105	700	0,129	13,89
Зразок 3	500	50	800	0,114	11,38
Зразок 4	820	198	1300	0,101	18,20
Зразок 5	500	99	820	0,104	11,10
Зразок 6	850	57	780	0,058	18,87
Зразок 7	790	68	910	0,070	17,54

Температура паливних сферичних брикетів для зразків 1, 6 та 7 була близькою до контролю 1 (брикети Pini Kay), хоча вони мали меншу щільність (див. табл. 1). Зразок 3 за показниками температури та щільності наближався до значень зразку 5 (контроль 2), що може свідчити про недостатню збалансованість робочого складу суміші.

Отже, для досягнення оптимальної якості і продуктивності під час спалювання паливних брикетів важливо забезпечити високу температуру горіння. Це допоможе знизити викиди шкідливих речовин, підвищити енергетичну ефективність і забезпечити ефективне використання палива для потреб кінцевого споживача.

Вплив часу нагріву майже ідентичний впливу температури. Час нагріву паливних брикетів перед початком їхнього спалювання впливає на кілька важливих аспектів їх якості та продуктивності: Час нагріву впливає на те, наскільки добре паливні брикети підготовані до горіння. Чим більше часу вони проведуть у зоні нагріву, тим більше вони будуть прогріті, що дозволяє їм почати горіти швидше і з меншою кількістю диму. Не менш важливою є адекватна підготовка паливних брикетів до горіння. Якщо паливо недостатньо прогріте, воно може не згоріти повністю або буде горіти менш ефективно, що призведе до викиду більше шкідливих речовин і зменшення теплового виходу. Чим краще паливні брикети прогріються перед спалюванням, тим менше буде сажі і інших шкідливих викидів. Це пов'язано з більш повним згоранням палива при належній температурі.

Температура горіння паливних брикетів має значний вплив на час їх зольності під час спалювання. Чим вища температура горіння паливних брикетів, тим швидше відбувається згорання палива і видалення летких речовин (див. табл. 1). Так зразки 1, 4, 6 та 7 мають найвищі температури горіння. Це призводить до того, що залишається більше твердої золи в кінцевому продукті горіння. Наведені значення зольності не перевищують граничне, встановлене європейським стандартом для промислових гранул класу EN plus A.

Низька температура горіння може призвести до неповного згорання палива, що може сприяти утворенню більшої кількості сажі і недогорілого матеріалу, що входить до золи, що характерне для зразків 2, 3 та 5 (див. табл. 1). В такому випадку показник зольності може бути більшим та містити велику кількість сажі та інших недогорілих частинок.

Висока температура горіння сприяє більш повному згоранню паливних брикетів, що зменшує кількість недогорілої сировини, яка потрапляє до золи, особливо якщо висока температура горіння поєднується з процесами тління та відсутністю відкритого полум'я (зразки 6 та 7), що безумовно свідчить про високу якість паливного брикету. Це забезпечує менший відсотковий вміст зольності і покращує якість кінцевого продукту.

Висока температура горіння також сприяє ефективнішому видаленню золи з топки або камери згорання, що може покращити загальну ефективність опалення та зменшити втрати тепла через засмічення.

Отже, температура горіння паливних брикетів визначає час їх зольності та її якість. Висока температура сприяє ефективному згоранню і чистішій зольності, що є ключовими аспектами в забезпеченні ефективного та екологічно чистого спалювання палива.

Витрати часу на нагрівання можуть бути компенсовані як підвищеною ефективністю горіння, так і меншою кількістю викидів шкідливих речовин. Це, в свою чергу, робить процес використання паливних брикетів більш економічним і ефективним з точки зору енергозбереження (див. рис. 2).

Отже, для досягнення найкращих результатів під час спалювання паливних брикетів важливо передбачити достатній час для їхнього попереднього нагрівання. Це допоможе покращити якість горіння, знизити викиди та підвищити загальну ефективність використання палива.

Щільність паливних брикетів безпосередньо впливає на тривалість їхнього горіння. Брикети з високою щільністю зазвичай горять довше через те, що вони мають більш компактну структуру і потребують більше часу для того, щоб згоріти повністю – зразок 4 (див. табл. 1 та рис. 2).

Брикети з високою щільністю мають більший потенціал для забезпечення високого теплового виходу. Це пов'язано з більшою концентрацією паливної речовини на одиницю об'єму, що дозволяє їм виділяти більше тепла під час горіння.

Брикети з високою щільністю часто згорають більш повністю і ефективно, оскільки вони забезпечують більш стабільний теплоти згорання під час процесу горіння. Це допомагає уникнути утворення сажі та інших шкідливих викидів.

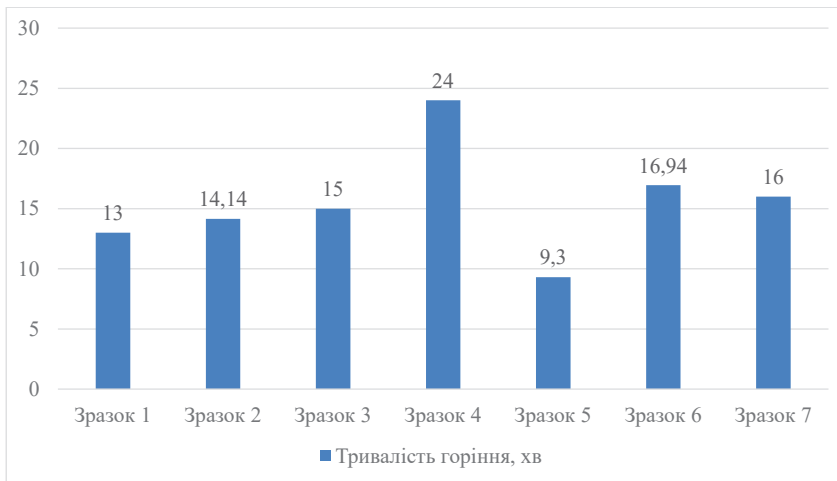


Рис. 2. Вплив щільності паливного брикету на тривалість горіння

Чим вище значення щільності паливних брикетів, тим більш економічним є їх використання, оскільки вони забезпечують більший тепловий вихід на одиницю маси. А це в свою чергу дозволяє зменшити витрати на паливо та забезпечити кращий результат у використанні та розподілі енергії.

Отже, щільність паливних брикетів визначає їхній час горіння, ефективність і економічність. Вибір брикетів з високою щільністю дозволяє забезпечити довготривале та ефективне горіння, що є важливим фактором при використанні у побуті чи промисловості.

Визначення калорійності здійснювалося відповідно до ДСТУ ISO 1928:2006 [9].

Калорійність паливних брикетів визначається кількістю теплової енергії, яку вони можуть виділити під час спалювання. Вологість в паливних брикетах має значний вплив на їхню калорійність. Вологість знижує ефективність спалювання, оскільки енергія витрачається на випаровування води замість вироблення тепла – зразок 5 при вологості в 10,5 % має калорійність – 11,10 МДж/кг. Брикети з більшою щільністю часто мають вищу калорійність, оскільки вони містять більше паливного матеріалу на одиницю об'єму. Найбільші значення калорійності мають зразки 1, 6 та 7 значення яких наближаються до значення паливного брикету – Ріні Кау (контроль 1) – 19,76; 18,87 та 17,54 МДж/кг відповідно. Найнижчими показниками калорійності володіють зразки 2 та 3 – 13,89 та 11,38 МДж/кг відповідно

Технологія виготовлення брикетів також може впливати на їхню калорійність. Наприклад, стиснення під високим тиском може сприяти більш ефективному згорянню матеріалу і підвищенню калорійності.

Калорійність паливних брикетів визначає, наскільки ефективно і економічно вони можуть бути використані для опалення, виробництва енергії або інших цілей. Вища калорійність означає більше тепла на одиницю ваги або об'єму, що є важливим аспектом при виборі паливних брикетів для спалювання [14, с. 241].

Проведені нами експериментальні дослідження показали, що сферичні паливні брикети з різним відсотковим вмістом відпрацьованої кавової гущі володіють досить високими технологічними показниками та стійкістю до дії вологи, а також є економічними, екологічно чистими та корисними для здоров'я, а також можуть сприяти зменшенню вирубки лісів.

Висновки і пропозиції. Це дослідження показало, що сферичні паливні брикети, виготовлені з відпрацьованої кавової гущі, мають великий потенціал як екологічно чисте джерело енергії. Їх використання зменшить забруднення атмосферного повітря, а також забезпечить безпечний для навколишнього середовища спосіб утилізації кавових відходів. Крім того, пропонуючи відновлювану, чисту та стійку енергію як заміну паливних брикетів, виготовлених з деревини та деревного вугілля, виробництво брикетів з відпрацьованої кавової гущі допомагає прискорити процес поглинання вуглецю за рахунок скорочення вирубки лісів. Це дослідження передбачає перетворення кавових відходів на сферичні паливні брикети в екологічно чистому, безперервному періодичному процесі, брикетування різних видів відходів до твердопаливної форми та використання надійної, чистої та зручної технології, спеціально розробленої для брикетів різних видів відходів промисловості. Технології виробництва брикетів, що використовуються на кожному етапі, легко впроваджуються в сільській місцевості, відкриваючи нові джерела доходу в регіоні. Технологія обіцяє перетворити кавові відходи на економічно ефективне та екологічно стійке брикетне паливо для домогосподарств, ресторанів та малого бізнесу. Паливні брикети, вироблені з кавового лушпиння, є економічними, екологічно чистими та корисними для здоров'я, а також зменшують вплив вирубки лісів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Josiah McNutt, Quan (Sophia) He. Spent coffee grounds: A review on current utilization. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2019. Vol. 71, pp. 78–88. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2018.11.054>.
2. Sisbudi Harsono S., Coffee husk biopellet characteristics as solid fuel for combustion stove, *Environmental Sciences: Current Research*. 2019, vol. 2, no. 1, pp.1–6, <https://doi.org/10.24966/ESCR-5020/100004>.
3. European Union Directive. Directive 2012/19/EU of the European parliament and of the council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Off. J. Eur. Union L* 2012, 197, 38–71.
4. Woo D.-G., Kim S. H., and Kim T. H., Solid fuel characteristics of pellets comprising spent coffee grounds and wood powder, *Energies*. 2021, vol. 14, no. 2, pp. 371. <https://doi.org/10.3390/en14020371>.
5. Bondesson E. A Nutritional Analysis on the by- Product Coffee Husk and its Potential Utilization in Food Production, 2015, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden., pp. 1–25. https://stud.epsilon.slu.se/8486/7/bondesson_e_150922.pdf (дата звернення 22.06.2024).
6. Haddis A., Alemayehu E., and Ambelu A., The potential of coffee husk and pulp as an alternative source of environmentally friendly energy east african journal of sciences. *Haramaya University*, 2014, Vol. 8(1), pp. 29–36. ISSN 1992-0407.
7. Viktor Bokov, Oleh Sisa, Volodymyr Mirzak, Olha Medvedieva. Pressing Technology and Burning Quality of Spherical Fuel Briquettes Made From Autumn

Leaves. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020, Vol. 1 (104), pp. 60–72 DOI: 10.15587/1729-4061.2020.198724.

8. ДСТУ-П CEN/TS 15370-1:2013 Тверде біопаливо. Метод визначання характеристик плавкості золи. Частина 1. Метод характеристичних температур (CEN/TS 15370-1:2006, IDT).

9. Палива тверді мінеральні. Визначення найвищої теплоти згоряння методом спалювання в калориметричній бомбі та обчислення найнижчої теплоти згоряння. ДСТУ ISO 1928:2006 (ISO 1928:1995, IDT).

10. Яровий А. Т., Страхов Є. М.. Багатовимірний статистичний аналіз : началь-но-методичний посібник для студентів математичних та економічних фахів. Одеса: Астропринт, 2015. 132 с.

11. Mbugua M. W., Kimani M. W., Njoroge B. N. K., Gitau A. N., Mutua J. M., and Luvai A. K., Characterization of the physical parameters of coffee husks towards energy production, *Int. J. Res. Eng. Sci.* 2014, no. 2, pp. 1–5, (дата звернення 22.06.2024).

12. Meharu K., Briquette from coffee husk. *Journal of Waste Management and Disposal*. 2019, no. 2, pp. 1–9.

13. Haykiri-Асма, Н. and Yaman, S. 2010. Production of Smokeless Bio-briquettes from Hazelnut Shell. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science Vol. II, pp. 20–22, October 2010, San Francisco, USA. http://www.iaeng.org/publication/WCECS2010/WCECS2010_pp739741.pdf

14. Emerhi, E. A. Physical and Combustion Properties of Briquettes Produced from Sawdust of Three Hardwood Species and Different Organic Binders. *Adv. Appl. Sci. Res.*, 2011, vol. 2, no. 6, pp. 236–246. ISSN: 0976-8610.

УДК 639.3.033:551.485(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.62>

ОЦІНКА РИБОГОСПОДАРСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ МАЛИХ ВОДОСХОВИЩ ПІВДНЯ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ ЄЛАНЕЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Мельниченко С.Г. – аспірант,

асистент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Гончарова О.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Шевченко В.Ю. – к.с.-г.н., доцент,

в.о. завідувача кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Водні ресурси знаходяться в синергії з рибогосподарською галуззю. Особливу цікавість для суб'єктів аквакультури представляють водні об'єкти (малі водосховища, ставки, озера, замкнені природні водойми), що обумовлено низькою собівартістю виробництва товарної риби в порівнянні з інтенсивними технологіями аквакультури, за рахунок використання ресурсозберігаючої технології. Обґрунтованим в контексті практичного значення є можливість раціонального використання природної кормової бази без застосування дорожочінних кормів. В умовах півдня України, малі водосховища мають значний рибогосподарський потенціал за рахунок подовженого вегетаційного періоду та біопродукційного потенціалу. У сукупності такі умови формують значні кормові ресурси для забезпечення високоякісною рибною продукцією, отриманою з використанням природних кормів.

Об'єкт дослідження: малі водосховища півдня України.

Предмет дослідження: можливості та особливості рибогосподарської експлуатації малих водосховищ півдня України на прикладі Єланецького водосховища.

Мета статті – комплексний аналіз перспектив рибогосподарської експлуатації малих водосховищ півдня України на прикладі Єланецького водосховища.

У процесі дослідження використано геоінформаційний, статистичний, гідробіологічний, аналітичний методи досліджень.

Іхтіофауна малих водосховищ південних областей України характеризується доволі бідним видовим складом, оскільки була утворена за рахунок водозбірних площ річкових басейнів. Чималий вплив на збіднілий видовий склад має також періодичне пересихання протягом року малих водосховищ та використання застарілих технологій під час ведення рибництва.

Результати досліджень показали, що Єланецьке водосховище має значний рибогосподарський потенціал завдяки його географічній локації у Степовій зоні України з тривалим вегетаційним періодом та багатим складом кормових ресурсів. Біопродуктивний потенціал водосховища дозволяє отримувати високоякісну рибну продукцію за рахунок природної кормової бази. Розвиток фітопланктону, зоопланктону, зообентосу та макрофітів свідчить про можливість підвищення рибопродуктивності з метою раціональної експлуатації ресурсів. Подальші дослідження заплановано зосередити на вивченні гідрохімічних та гідрологічних умов, а також на впровадженні сучасних технологій рибництва для підвищення ефективності рибогосподарської експлуатації штучних водних об'єктів півдня України.

Ключові слова: малі водосховища, водні біоресурси, іхтіофауна, зоопланктон, фітопланктон, зообентос, макрофіти, біопродуктивність, рибопродуктивність.

Melnyshenko S.H., Honcharova O.V., Shevchenko V.Yu. Assessment of the fishery potential of small reservoirs in Southern Ukraine: a case study of the yelanets reservoir

Water resources are in synergy with the fisheries sector. Water bodies (small reservoirs, ponds, lakes, enclosed natural water bodies) are of particular interest to aquaculture entities due

to the low production cost of marketable fish compared to intensive aquaculture technologies, thanks to resource-saving technology. It is justified in the context of practical significance to rationally utilize the natural forage base without the use of expensive feed. In the conditions of southern Ukraine, small reservoirs have significant fisheries potential due to the extended vegetation period and bioproductive potential. Together, these conditions form substantial forage resources to provide high-quality fish products obtained using natural feed.

Research object: small reservoirs in southern Ukraine.

Research subject: possibilities and features of fisheries exploitation of small reservoirs in southern Ukraine on the example of the Yelanets Reservoir.

Purpose of the article: a comprehensive analysis of the prospects for fisheries exploitation of small reservoirs in southern Ukraine on the example of the Yelanets Reservoir.

In the research process, geoinformation, statistical, hydrobiological, and analytical methods were used. The ichthyofauna of small reservoirs in the southern regions of Ukraine is characterized by a rather poor species composition, as it was formed from the catchment areas of river basins. The species composition is also significantly impacted by the periodic drying out of small reservoirs during the year and the use of outdated technologies in fish farming.

The research results showed that the Yelanets Reservoir has significant fisheries potential due to its geographical location in the Steppe zone of Ukraine, with a prolonged vegetation period and rich forage resources. The bioproductive potential of the reservoir allows for obtaining high-quality fish products through the natural forage base. The development of phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, and macrophytes indicates the possibility of increasing fish productivity to rationally exploit resources. Further research is planned to focus on studying the hydrochemical and hydrological conditions, as well as implementing modern fish farming technologies to enhance the efficiency of fisheries exploitation of artificial water bodies in southern Ukraine.

Key words: small reservoirs, aquatic bioresources, ichthyofauna, zooplankton, phytoplankton, zoobenthos, macrophytes, bioproductivity, fish productivity.

Постановка проблеми. Територія нашої держави відноситься до вододефіцитних країн, саме тому тут споруджена велика кількість водосховищ та ставків. З відкритих джерел статистичного аналізу відмічається, що станом на 1 січня 2014 року загальна кількість водосховищ на території України становила – 1103. Якщо не враховувати великі водосховища Дністровського та Дніпровського каскаду, а також анексованої території АР Крим, то чисельність малих водосховищ України становить 1072. Загальновідомо, що до найбільших водосховищ України відносять: водосховища Дніпровського каскаду (Канівське, Київське, Кременчуцьке, Дніпровське, Дніпродзержинське та Каховське) та Дністровські водосховища (Дністровське-1 та Дністровське-2) [1].

У геопросторовому відношенні водосховища розподіляються по території нашої країни вкрай нерівномірно, зокрема, найбільша їх кількість зосереджена саме в доволі посушливих південних областях України.

До основних функцій, які виконують водосховища Півдня України слід віднести: риборозведення, зрошення, господарсько-питне водопостачання та культурно-побутове використання.

Слід зазначити, що основну увагу слід приділити саме малим водосховищам південного регіону, оскільки вони є перспективним осередком для рибиництва, що в свою чергу у майбутньому може стати передумовою не лише продовольчої забезпеченості України, але й її економічного зростання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам функціонування малих водосховищ Півдня України присвячені праці багатьох вітчизняних вчених [2–12].

Малі водосховища України є одним з суттєвих компонентів сучасного ландшафту та набули поширення у всіх ґрунтово-кліматичних зонах. Для даного типу водойм характерні коливання глибин та площ, порізаність берегів, зміни об'єму води, що має сезонний характер.

Зональність малих водосховищ в ґрунтово-кліматичному плані, особливості гідрологічного режиму та зростаюча антропогенна дія обумовлюють динаміку гідробіологічних та фізико-хімічних параметрів цього типу водойм, а це в свою чергу утворює фон, який і визначає рівень та принципові можливості рибиництва.

Для малих водосховищ характерне протиріччя, закладене в основі їх виникнення: створення водосховищ носить цілеспрямований характер, в той час як екосистеми формуються мимовільно. Звідси очевидність того, що перебіг екологічних процесів у водоймі в ряді випадків не відповідає інтересам людини. Видовий склад іхтіофауни представлений в основному малоцінними рибами, які не мають високих еколого – біологічних вимог відтворення [3].

Ефективна рибогосподарська експлуатація екосистем малих водосховищ передбачає організацію раціонального рибного господарства, що вимагає глибокого вивчення біотехнічних і екологічних аспектів, які можуть бути покладені в основу технології [4]. Багатоплановість та складність, а в деяких випадках суперечливість вимог, що визначають можливості експлуатації малих водосховищ, обумовлюють необхідність індивідуального підходу до пошуку шляхів рибогосподарського освоєння цих видів водойм. Головним принципом риборозведення в межах малих водосховищ має бути отримання максимальної кількості рибпродукції методом мінімальних затрат, при цьому не порушуючи екологічних показників водойм. Такий, позитивний ефект, може бути отриманий за допомогою використання природної кормової бази [5].

Природна кормова база малих водосховищ різного цільового призначення є основою для їх раціональної рибогосподарської експлуатації, що робить необхідним проведення досліджень щодо продукційних можливостей водойм за головними групами кормових гідробіонтів – фітопланктону, зоопланктону, зообентосу та макрофітів. Рівень розвитку природної кормової бази відображає продукційні можливості водойм і визначається сукупною кількістю органічних речовин, продуктованих кормовими гідробіонтами різних трофічних рівнів [6].

Сучасне рибицтво, яке ведеться в більшості малих водосховищ, не відповідає їх продукційним можливостям. Розрив між фактичною і можливою величиною рибпродукції досить великий, досягає одного-двох порядків. Це свідчить про значні резерви, раціональне використання яких дозволить різко підвищити ефективність рибицтва. Основний приріст продукції може бути отриманий за рахунок оптимізації використання природних кормових ресурсів [7].

В умовах сьогодення, вивчення малих водосховищ з точки зору рибогосподарської експлуатації є одним з перспективних напрямів, оскільки штучні водойми даного типу мають всі необхідні передумови для розвитку пасовищної аквакультури.

Науково-дослідні роботи ґрунтуються на статистичних даних Державної служби статистики України щодо кількості штучних водойм на території України, наукових доробках вітчизняних та зарубіжних вчених та проведенні експериментальних досліджень на конкретному водному об'єкті. Здійснено аналіз біопродуктивності та рибпродуктивності водосховищ на прикладі Єланецького водосховища.

Мета статті – комплексний аналіз перспектив рибогосподарської експлуатації малих водосховищ півдня України на прикладі Єланецького водосховища.

Об'єкт дослідження: малі водосховища півдня України.

Предмет дослідження: можливості та особливості рибогосподарської експлуатації малих водосховищ півдня України на прикладі Єланецького водосховища.

Матеріали і методи дослідження. Інформаційною основою дослідження стали статистичні дані Державної служби статистики України щодо кількості штучних водойм на території України, результати експедиційних виїздів на водні об'єкти Півдня України. Теоретико-методологічною основою є наукові доробки вітчизняних та зарубіжних вчених.

Використано матеріали за рівнем біопродуктивності і рибопродуктивності малих водосховищ у різних природно-кліматичних зонах. Методи: геоінформаційний, статистичний, гідробіологічний, аналітичний.

Результати досліджень. Загальний водний фонд України станом на 2014 рік за малими водосховищами складає 1072. На південну частину припадає 124, що становить приблизно 11,6 % від загального водного фонду (рис. 1).

Загальна площа малих водосховищ півдня України становить 80032 га, що свідчить про значний потенціал для рибогосподарської діяльності.



Рис. 1. Просторовий розподіл водосховищ соціально-економічних районів України
Розроблено авторами за [1]

Так, у 2014 році у Херсонській області налічується – 15, Миколаївській – 45, а в Одеській – 64 водосховища [1]. У порівнянні з іншими районами України, зважаючи на більш вузькі межі, на південний соціально-економічний район припадає доволі висока частка водосховищ. А в умовах посушливо-жаркого клімату та у зв'язку з недостатньою забезпеченістю українського споживача рибними продуктами, малі водосховища півдня є досить перспективними.

Існуючий досвід використання технологій ставового рибництва певною мірою оснований на фізико-хімічних показниках, які зумовлюють природну рибопродуктивність водних угідь. Основою пасовищної аквакультури є біопродукційний потенціал водойм, тому доцільно використати дані про вплив середовища на рибопродуктивність ставів, що дасть змогу провести паралель між ставами та малими водосховищами (табл. 1).

Таблиця 1

**Кліматичні (середні багаторічні) та рибогосподарські (нормативні)
показники основних зон України [2]**

Зона	Тривалість вегетацій- ного сезо- ну, днів	Тривалість днів з тем- пературою вище 15 °С, днів	Кількість граду- со-днів	Атмосфер- ні опади, мм	Природна рибопро- дуктивність, кг/га, за рахунок	
					коропу	рослиноід- них риб
Полісся	190–200	100–120	2360–2520	700–800	190	500
Лісостеп	201–210	121–135	2470–2990	500–700	230	600
Степ	211–220	136–150	2820–3600	300–500	240	700

З наведених даних у табл. 1, ми бачимо що тривалість вегетаційного періоду є одним з головних показників, який позитивно впливає на рибництво, що є дуже важливим для малих водосховищ. Степова зона України за своїми кліматичними показниками є найбільш сприятливою для ведення рибництва, тому малі водосховища півдня України відносять до перспективних об'єктів рибництва.

В порівнянні з минулими роками, на півдні України і в Світі відбулися кліматичні зміни, які спричинили корегуючу дію і на біопродукційний потенціал водосховищ та як наслідок, і на природну рибопродуктивність.

В результаті підвищення температури повітря, вегетаційний період збільшився, що вплинуло на збільшення запасів кормових гідробіонтів (фітопланктон, зоопланктон, макрофіти, зообентос), які можуть бути трансформовані у високоякісну кормову продукцію та мати більш раціональне використання гідробіонтами у трофічних відносинах екосистеми.

У різних класах водойм розвиток кормових гідробіонтів нерівномірний. Середньо-сезонні біомаси, які впливають на величину рибопродукції за рахунок споживання цінними видами іхтіофауни та інтродуцентами, для малих водосховищ мають різні показники і можуть коливатись в широких межах (табл. 2).

Таблиця 2

**Середні багаторічні показники сезонної біомаси кормових гідробіонтів
і обловлюваність малих водосховищ [2]**

Зона	Клас	Середньосезонна біомаса кормових гідробіонтів			Площа активного лову
		фітопланктон, г/м ³	зоопланктон, г/м ³	зообентос, г/м ³	
Полісся	I	26,0	10,0	10,0	100
	II	15,0	7,0	8,0	75
	III	8,0	5,0	6,0	50
Лісостеп	I	35,0	6,0	8,0	100
	II	18,0	4,0	6,0	75
	III	9,0	3,0	4,0	50
Степ	I	55,0	5,0	3,0	100
	II	27,0	1,5	1,5	75
	III	10,0	1,0	1,0	50

У зоні Степу в малих водосховищах I класу середньо-сезонна біомаса фітопланктону коливається в межах 33,3–80,0 г/м³, тобто він розвивається інтенсивно. Середньосезонна біомаса зоопланктону може сягнути до 10 г/м³, зообентосу –

6,2 г/м³. Такий розвиток природних кормових ресурсів може забезпечувати високий рівень виходу рибопродукції.

Високий розвиток природних кормових ресурсів може забезпечувати рибопродукцію в таких розмірах: строкатий товстолобик – 100–240 кг/га, білий товстолобик 500–1000 кг/га, коропа – 49 кг/га.

У малих водосховищах II класу на півдні України фітопланктон розвивається повільніше, з середньо-сезонною біомасою 17,9–33,5 г/м³. Показники розвитку зоопланктону в середньому дорівнюють 1,5 г/м³. Бентос дуже часто відсутній, що пов'язано з його вживанням рибами-бентофагами та вильотом комах [2].

Такий розвиток природних кормових ресурсів може забезпечувати рибопродукцію в таких розмірах: строкатий товстолобик – 80–200 кг/га, білий товстолобик 400–800 кг/га, коропа – 20 кг/га.

Слабко розвивається фітопланктон у водосховищах III класу, де його середньо-сезонна біомаса не перевищує 10 г/м³. Зоопланктон за своїми показниками значно збіднений. Рибопродуктивність становить 300 кг/га.

Результати сучасних досліджень біопродукційного потенціалу малих водосховищ півдня України характеризуються високими показниками за рівнем розвитку кормових гідробіонтів. Рівень розвитку фітопланктону – 19712 кг/га, зоопланктону – 730 кг/га, зообентосу – 275 кг/га, що може забезпечувати отримання рибопродуктивності на рівні 289,7 кг/га.

За нормативними даними малі водосховища півдня України за рівнем отримання рибопродукції поділяються на три класи (табл. 3). У зв'язку із ресурсозбереженням малі водосховища можуть стати основною базою виробництва товарної риби. Для досягнення позитивного економічного ефекту від раціонального використання рибопосадкового матеріалу в малих водосховищах слід використовувати запропоновану схему рибогосподарської класифікації водойм, в основу якої покладено такі провідні критерії – витрати рибопосадкового матеріалу на одну тону продукції та промислове повернення [2].

Таблиця 3

Рибогосподарська класифікація малих водосховищ [2]

Зона	Клас	Промислове повернення, %	Інтродукція, тис.шт./га	Вилів, тис.шт./га
Степ	I	40	5,0	2,0
	II	30	5,0	1,5
	III	20	5,0	1,0

Примітка: *при прирості індивідуальної маси 500 г

Величини рибопродукції відповідно до конкретних класів досягаються за рахунок природних продуктивних процесів у водоймах, часткового використання органічних та мінеральних добрив, оптимального видового складу компонентів полікультури риб і стандартного рибопосадкового матеріалу. Згідно з наведеною класифікацією, малі водосховища півдня України мають найвищі показники отримання рибопродукції.

На існування іхтіофауни значно впливають екологічні умови водосховищ, оскільки саме гідросфера є середовищем життя риб. На екологічні умови гідросфери, в свою чергу впливають такі фактори, як: антропогенний вплив, кліматичні чинники та тип водойми.

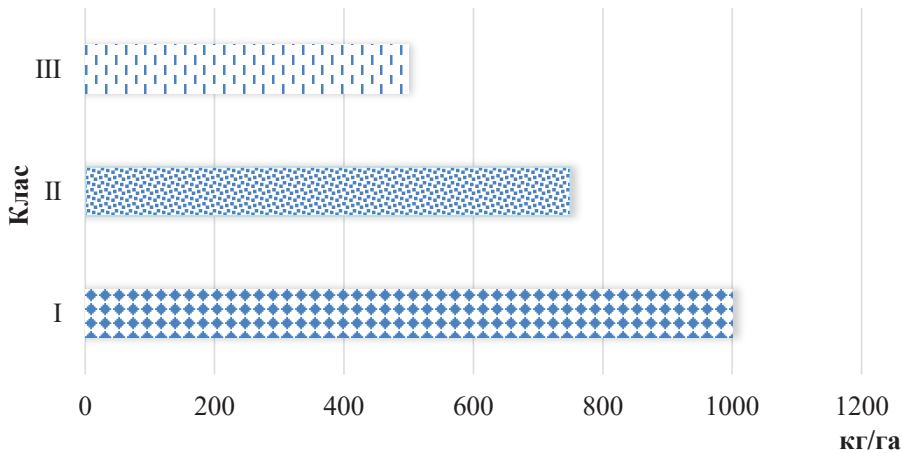


Рис. 2. Вплив класу на рибопродукцію малих водосховищ, кг/га [2]

У зв'язку з тим, що малі водосховища півдня України протягом року періодично осушуються, існування іхтіофауни в них є доволі нестійким. Також, це є одним з чинників доволі таки бідного видового складу живих організмів.

Ще одним фактором, який значно впливає на видовий склад живих організмів малих водосховищ Півдня є їх живлення з водозбірних площ Інгулецького, Південно-Бузького, Дунайського, Дніпровського та Дністровського басейнів. Це є причиною того, що основою іхтіофауни малих водосховищ Півдня є риби прісноводних комплексів Дунаю, Південного Бугу, Інгульця, Дністра та Дніпра [8–12].

На сучасному етапі розвитку, не лише на території Півдня, але й всієї України ведення рибного господарства в межах малих водосховищ ґрунтується на використанні маловитратних технологій, основою яких є так звана «утилізація існуючих кормових організмів». Таке ведення рибництва в межах малих водосховищ не є раціональним, оскільки не передбачає використання всього біопродукційного потенціалу даної групи штучних водойм, а отже і не забезпечує високу економічну ефективність промислової рибопродукції.

Єланецьке водосховище, що розглядається, розташоване на річці Гнилий Єланець, на відстані 1,2 км на південь від с. Кам'янка. Водосховище розташоване на території Маложенівської сільської ради та Єланецької селищної ради Єланецького району Миколаївської області. За гідрологічною та морфологічною класифікаціями це водосховище відноситься до категорії малих водосховищ багатопільового призначення. Його основними функціями, як зазначено в проекті та підтверджено на практиці, є зрошення сільськогосподарських угідь, риборозведення та рекреаційна діяльність. Загальна площа водосховища становить 136,56 га, з яких 109,16 га вкриті водою згідно з паспортом 2006 року. Зокрема, 66,82 га знаходиться в межах Єланецької сільської ради, з яких 64,33 га – під водою, та 66,74 га – в межах Маленівської сільської ради, з яких 48,49 га – під водою.

На базі Єланецького водосховища, було проведено дослідження щодо визначення біомаси компонентів природної кормової бази, яка стала основою для розгляду продуктивних можливостей даної водойми (рис. 3).

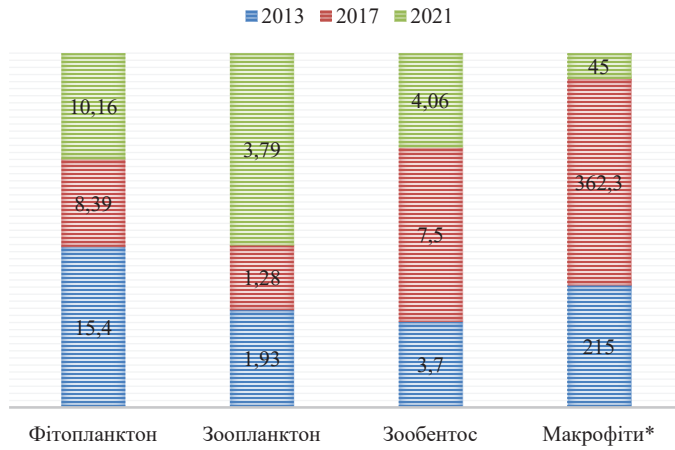


Рис. 3. Рівень розвитку природної кормової бази у Сланецькому водосховищі, біомаса г/м³, г/м², *З урахування площі заростання

Порівняльний аналіз проведених досліджень у 2013 та 2017 роках свідчить про стабільний та сприятливий гідробіологічний режим Сланецького водосховища по всіх чотирьох групах кормових гідробіонтів. Втім, є незначне зменшення фітопланктону у 2017 році, порівняно з 2013 роком (рис. 3), що пов'язано з весняним періодом відбору проб.

Отримані дані щодо оцінки гідробіологічного режиму Сланецького водосховища дали змогу визначити можливості подальшої рибогосподарської експлуатації водойми, а саме – необхідний об'єм вселення промислово-цінних видів риб, за рахунок яких підвищиться не лише економічна ефективність даної водойми, але й значно покращаться її екологічні параметри за рахунок цільового використання природної кормової бази (табл. 4).

Зариблення Сланецького водосховища здійснювалось дволітками. Наведена у таблиці різниця обґрунтування у 2013 та 2017 роках пов'язана із різним рівнем розвитку компонентів природної кормової бази.

Таблиця 4

Зариблення водосховища, тис. екз. по обґрунтуваннях та роках

Компонент кормової бази	Споживач	Обґрунтування		Фактично			
		2013*	2017	2017	2018	2019	2020
Фітопланктон	Білий товстолобик <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	43,0	12,6	38,1	24,2	24,2	24,2
Зоопланктон	Строкатий товстолобик <i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	6,4	4,3				
Зообентос	Короп <i>Cyprinus carpio</i>	3,1	11,1	13,5	15,9	15,9	15,9
Макрофіти	Білий амур <i>Stenopharyngodon idella</i>	0,5	4,3	6,3	6,3	6,3	6,3
ВСЬОГО		53,0	32,3	57,9	46,4	46,4	46,4

Фактичні показники зариблення знаходяться у повній відповідності до рекомендацій. Різниця перебувають в межах, що цілком вкладаються в коливання стану кормової бази по окремих роках.

Звертає на себе увагу відставання від очікуваних, показників промислового повернення і, відповідно, промислової рибопродукції. Так, фактичний вилов перебуває в межах 2,77–10,57 т., тоді як за обґрунтуваннями він повинен становити 3,29(14,4)–27,4 т. Фактором впливу може бути невисока ефективність вилову риби силами підприємства-господаря (рис. 4).

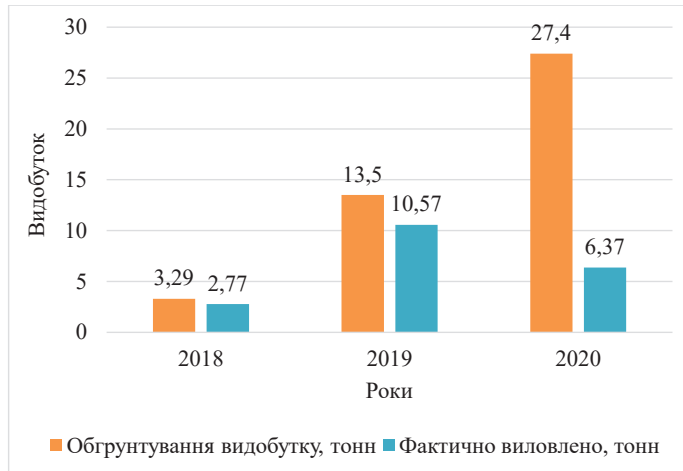


Рис. 4. Обґрунтування та фактичний щорічний видобуток риби у Єланецькому водосховищі, т

Звертає на себе увагу відставання від очікуваних, показників промислового повернення і, відповідно, промислової рибопродукції. Так, фактичний вилов перебуває в межах 2,77–10,57 т., тоді як за обґрунтуваннями він повинен становити 3,29(14,4)–27,4 т. Фактором впливу може бути невисока ефективність вилову риби силами підприємства-господаря.

Недостатній вилов та невисокий рівень розвитку фітопланктону може свідчити про наявність у водоймі старшовікових груп рослиноїдних риб, які можна виймати як надлишкові. Рослиноїдні риби амурського комплексу є видами-вселенцями, об'єктами культивування, що в умовах водойм України самі не розмножуються і як такі, підлягають вилову в спосіб згідно з режимом рибогосподарської експлуатації Єланецького водосховища та іншими нормативними документами.

Висновки. Іхтіофауна малих водосховищ південних областей України характеризується бідним видовим складом, оскільки сформована за рахунок водозбірних площ річкових басейнів. Чималий вплив на збіднілий видовий склад має також періодичне пересихання малих водосховищ та використання малозатратних технологій у веденні рибництва.

Проведенні дослідження Єланецького водосховища 2017 р. в порівнянні з 2013 р. свідчать про стабільно сприятливий гідробіологічний режим по всіх групах кормових організмів.

Фактичні показники зариблення знаходяться у відповідності до рекомендацій. Різниця перебувають в межах, що цілком вкладаються в коливання стану кормової

бази по окремих роках. Звертає на себе увагу відставання від очікуваних, показників промислового повернення і, відповідно, промислової рибопродукції. Так, фактичний вилов перебуває в межах 2,77–10,57 т., тоді як за обґрунтуваннями він повинен становити 3,29(14,4)–27,4 т.

З огляду на це, для отримання високих показників промислової рибопродукції в малих водосховищах півдня України необхідно здійснити штучну реконструкцію іхтіофауни, а саме: відновлення та збереження цінних представників іхтіофауни; зарибнення акваторій малих водосховищ цінними видами риб; відлов малоцінних видів риб з низькими продукційними можливостями задля зменшення їх популяції; запровадження біологічного, просторового та технологічного аспектів управлінських рішень щодо водоохоронної діяльності в малих водосховищах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Хільчевський В. К., Гребень В. В. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки. Довідник. Київ, 2014. С. 164.
2. Шерман І.М., Краснощок Г.П., Пилипенко Ю.В. та інші. Ресурсозберігаюча технологія вирощування риби у малих водосховищах. – Миколаїв. Можливості Кімерії. 1996. 41 с.
3. Шевченко В. Ю., Кутіщев П. С. Обґрунтування рибогосподарського використання малих водосховищ Миколаївської області. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2020. № 115. С. 285–290.
4. Шевченко В. Ю., Кутіщев П. С. Гідробіологічні характеристики малих водосховищ Миколаївської області. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2021. №117. С. 324–327.
5. Пилипенко Ю. В. Малі водосховища – як компонент рибогосподарського фонду України. Рибне господарство. Київ, 1999. № 51. С. 67–69.
6. Мельниченко С. Г. Рибництво на малих водосховищах півдня України: аналіз динаміки вилову, проблем та перспектив розвитку. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2023. № 2 (14). С. 19–28.
7. Нонснарова О., Kutishchev P. Scientific and analysis of the state of the natural feed base in ponds of southern Ukraine under conditions of transformation of abiotic and biotic factors. *European Science*. 2023. № 3. pp. 96–113.
8. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Великі і малі водосховища України: регіональні та басейнові особливості поширення. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 2 (60). С. 6–17.
9. Ільїн Л. В. Озера та штучні водойми України: просторова диференціація та ресурси. *Український географічний журнал*. 2011. № 3. С. 27–32.
10. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Сучасна гідрографічна характеристика ставків в Україні – регіональні і басейнові аспекти. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2020. № 3(58). С. 20–30.
11. Бургаз М. І., Матвієнко Т. І. Оцінка біопродуктивності та перспективи рибогосподарського використання малих водойм Одеської області. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2016. № 95. С. 155–161.
12. Пилипенко Ю.В. Біологічна меліорація як елемент керування якістю води малих водосховищ. *Таврійський науковий вісник*. 2008. № 58. С. 319–324.

УДК 631.41.634.17.54

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.63>

КОНЦЕНТРАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ФІТОМАСІ КУКУРУДЗИ

Пацева І.Г. – д.т.н.,

професор кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Герасимчук Л.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Валерко Р.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Сікач Т.І. – асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Івашкіна О.Л. – асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Результати багаторічних досліджень свідчать, що екологічний стан природних та сільськогосподарських угідь щороку погіршується, в тому числі і в результаті забруднення їх токсикантами. Доведено, що щороку до навколишнього природного середовища надходить близько 6 млн. т шкідливих речовин, до складу яких входять важкі метали, обсяг яких у компонентах екосистем стрімко зростає. Важкі метали, які потрапляють в ґрунти природних та сільськогосподарських угідь, потрапляють до малого колообігу речовин, що підвищує ризик потрапляння їх у фітомасу та зерно.

Основними об'єктами забруднення від використання автотранспорту є повітря, ґрунти, вода та рослинність, особливо навколо автомагістралей, де осідає понад 20 % газоподібних викидів [6, с. 15-28; 7, с. 262-266]. Переважно більша частина викидів від автомобільного транспорту накопичується на поверхні ґрунту, після того у вигляді рухомих форм переходить у трофічні ланцюги, накопичуючись у зеленій масі рослин [8, с. 52-57].

Серед більшості токсикантів, які потрапляють у навколишнє середовище внаслідок техногенної та промислової діяльності населення за кількістю надходження та токсичністю виділяють важкі метали, рухомі форми котрих знаходяться у постійному колообігу.

Результати лабораторних досліджень фітомаси різних сортів кукурудзи вказують, що досліджуванні зразки не мали перевищення ГДК по концентрації важких металів.

Аналіз концентрації забруднення ґрунтів полів ТОВ «Укр-Агро РТ» Бердичівського району, Житомирської області у 2020-2022 рр. важкими металами свідчить, що концентрація Zn та Cu не перевищувала ГДК.

Результати досліджень свідчать, що у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (cv Adeway) концентрація Zn була нижче за ГДК у 1,87 раз, тоді як показники сорту Растлер (cv Rustler) були нижчі за ГДК у 1,42 рази, відповідно. У сортах Монканто (cv Monsanto) та ДН Славиця (cv DN Slavitsa) концентрація Zn була нижча за ГДК у 1,76 та 1,45 раз, відповідно.

Результати досліджень вказують що найнижчі показники Zn та Cu відносно ГДК спостерігались у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (cv Adeway) – у 1,87 та 2,57 рази, відповідно.

Досліджено також, що сорт Адевей (cv Adeway) має найнижчий коефіцієнт накопичення Zn та Cu у фітомасі.

Ключові слова: система удобрення, мідь, цинк, важкі метали, екологічна безпека, мінеральні добрива, продуктивність, врожайність, екологія.

Patseva I.H., Herasymchuk L.O., Valerko R.A., Sikach T.I., Ivashkina O.L. Concentration of heavy metals in corn phytomass

The results of long-term studies show that the ecological condition of natural and agricultural lands is deteriorating every year, including as a result of toxicant pollution. It has been proven that about 6 million tons of harmful substances, including heavy metals, enter the environment annually, and their amount in ecosystem components is growing rapidly. Heavy metals entering the soils of natural and agricultural lands are part of a small cycle of substances, which increases the risk of their ingress into phytomass and grain.

The main objects of pollution from the use of motor vehicles are air, soil, water and vegetation, especially around highways, where more than 20% of gaseous emissions are deposited [6, p. 15-28; 7, p. 262-266]. Most of the emissions from motor vehicles accumulate on the soil surface, and then, in the form of mobile forms, they enter trophic chains, accumulating in the green mass of plants [8, c. 52-57].

Among the majority of toxicants released into the environment as a result of human and industrial activity, heavy metals are the most common in terms of the amount of their release and toxicity, with mobile forms in constant circulation.

The results of laboratory studies of the phytomass of different varieties of corn indicate that the samples did not exceed the MAC for heavy metals.

An analysis of the concentration of heavy metal contamination in the soils of Ukr-Agro RT LLC's fields in Berdychiv district, Zhytomyr region, in 2020-2022 shows that the concentration of Zn and Cu did not exceed the MPC.

The results of the research show that in the phytomass of corn variety Adeway (cv Adeway) the Zn concentration was 1.87 times lower than the MPC, while the indicators of the variety Rustler (cv Rustler) were 1.42 times lower than the MPC, respectively. In the varieties Moncanto (cv Moncanto) and DN Slavitsa (cv DN Slavitsa), the concentration of Zn was 1.76 and 1.45 times lower than the MPC, respectively.

The results of the study indicate that the lowest values of Zn and Cu relative to the MPC were observed in the phytomass of maize variety Adeway (cv Adeway) – 1.87 and 2.57 times, respectively.

It was also found that the variety Adeway (cv Adeway) has the lowest coefficient of accumulation of Zn and Cu in phytomass.

Key words: *fertilizer system, copper, zinc, heavy metals, environmental safety, mineral fertilizers, productivity, yield, ecology.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Техногенна та промислова діяльність населення, що зростає щороку, призводить до збільшення надходжень у навколишнє середовище різних шкідливих та токсичних речовин, зокрема, важких металів, які знаходяться в обмінній формі та мають здатність переміщуватись по трофічних ланцюгах із ґрунту у рослинну продукцію, знижуючи безпеку та якість продовольчої сировини [1, с. 1-3].

Найпотужнішими джерелами забруднення довкілля важкими металами в основному є комплекси: металургійний, гірничодобувний, хімічний, машинобудівний, транспортний та агропромисловий [2, с. 93-101]. Дослідження вчених доводять, що рудникові відпрацьовані стоки та води містять цілу низку забруднювачів, серед яких найбільшу небезпеку несуть важкі метали. Надзвичайно велика кількість важких металів у довкілля надходить від хімічного виробництва, зокрема, зі стічними водами, в яких містяться сполуки цинку, кадмію та свинцю. Також небезпечними джерелами забруднення довкілля на сьогодні є автотранспорт, промислові відходи та сільськогосподарське виробництво [3, с. 442; 4, с. 189-191]. У сільському господарстві, а особливо у рослинництві, найбільшим джерелом надходження важких металів у довкілля є мінеральні добрива [5, с. 53-56].

Основними об'єктами забруднення від використання автотранспорту є повітря, ґрунти, вода та рослинність, особливо навколо автомагістралей, де осідає понад 20 % газоподібних викидів [6, с. 15-28; 7, с. 262-266]. Переважно більша частина викидів від автомобільного транспорту накопичується на поверхні ґрунту, після того у вигляді рухомих форм переходить у трофічні ланцюги, накопичуючись у зеленій масі рослин [8, с. 52-57].

Серед більшості токсикантів, які потрапляють у навколишнє середовище внаслідок техногенної та промислової діяльності населення за кількістю надходження та токсичністю виділяють важкі метали, рухомі форми котрих знаходяться у постійному колообігу [9, с. 156-159].

Важкі метали мають густину понад 5 г/см^3 та атомну масу 40. До числа важких металів включають і мікроелементи, зокрема цинк та купрум, які у високих концентраціях є надзвичайно токсичними. Найбільша увага зосереджена на вивченні колообігу Zn, Cu, Pb та Cd у об'єктах навколишнього природного середовища.

Коефіцієнт біотрансформації Cu, Pb, Cd, та Zn становить відповідно 0,9 %, 3,1 %, 14,1 % та 15,8 %. Отже найбільший рівень переходу з кормової сировини до організму тварин спостерігається по кадмію та цинку. Забруднення навколишнього середовища важкими металами має певний негативний вплив і на рослини, зокрема досліджено, що при дії великих доз свинцю спостерігається значне зниження вмісту магнію у фітомасі та зерні рослин [8, с. 52-57]. За високих концентрацій Cd встановлено підвищення Cu у корінні рослин, а саме у фазі кушення, та його помітне зниження в зерні, що також призводить до зниження врожайності даних культур [10, с. 66-72].

Методика досліджень. Наукові дослідження проводились на полях ТОВ «Укр-Агро РТ» Бердичівського району, Житомирської області, у 2020–2022 рр.. Площа облікової ділянки – 280 м^2 (14 м x 20 м). Повторення дослідження – шестиразове, ярус – один, розташування ділянок – систематичне.

При проведенні дослідження ґрунту було визначено вміст в орному шарі: рН – 6,94, обмінного калію – $5,74 \text{ мг/100 г}$ ґрунту, лужногідролізованого азоту – $6,28 \text{ мг/100 г}$, рухомого фосфору – $16,31 \text{ мг/100 г}$ ґрунту. Досліджувалась культура: кукурудза сорт Адевей (*cv Adeway*), сорт Монканто (*cv Moncanto*), сорт ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*), сорт Раствлер (*cv Rustler*).

При проведенні дослідження забруднення важкими металами фітомаси кукурудзи використовували загальноприйняті методи.

Результати досліджень та їх обговорення. Результати лабораторних досліджень фітомаси різних сортів кукурудзи вказують, що досліджуванні зразки не мали перевищення ГДК по концентрації важких металів.

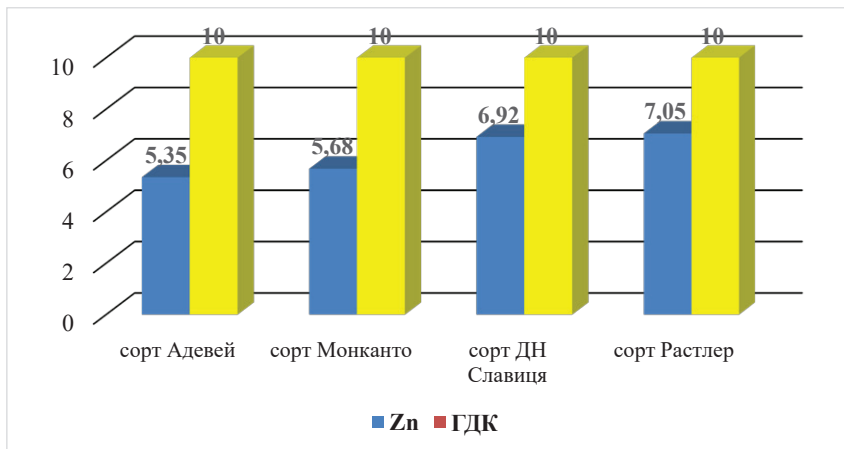


Рис. 1. Концентрація Zn у фітомасі сортів кукурудзи

Результати досліджень свідчать, що у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (*cv Adeway*) концентрація Zn була нижче за ГДК у 1,87 раз, , тоді як показники сорту Раствлер (*cv Rustler*) були нижчі за ГДК у 1,42 рази, відповідно. У сортах Монканто (*cv Moncanto*) та ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) концентрація Zn була нижча за ГДК у 1,76 та 1,45 раз, відповідно.

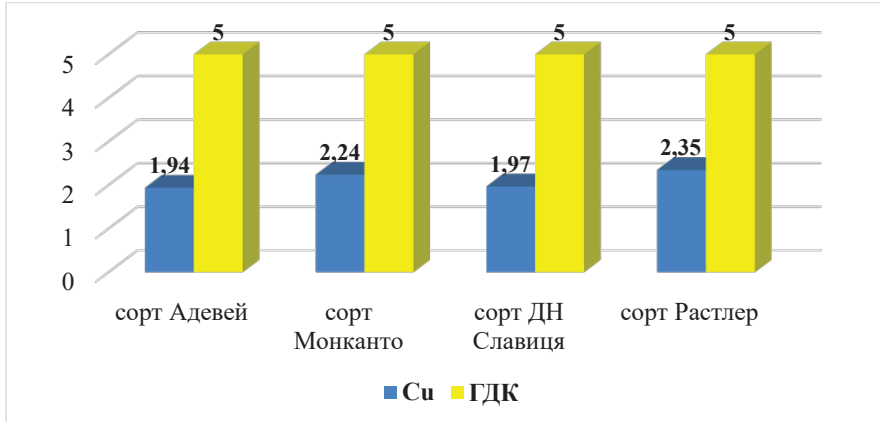


Рис. 2. Концентрація Cu у фітомасі сортів кукурудзи

Дослідження вмісту Cu свідчить, що жодний з досліджуваних зразків не мало перевищення ГДК. У зразках кукурудзи сортів Адевей (*cv Adeway*) та ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) концентрація Cu була нижчою у 2,57 та 2,53 рази відносно ГДК, тоді як у сортах Раствлер (*cv Rustler*) та Монканто (*cv Moncanto*) концентрація Cu була дещо вищою, проте показники ГДК не перевищувала.

Дослідження вказує що найнижчі показники Zn та Cu відносно ГДК спостерігались у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (*cv Adeway*) – у 1,87 та 2,57 рази, відповідно.

Таблиця 1

Коефіцієнт накопичення важких металів у фітомасі сортів кукурудзи

Сорти кукурудзи	Важкі метали					
	Zn			Cu		
	Концентрація у ґрунті мг/кг	Концентрація у фітомасі мг/кг	$K_{\text{нак}}$	Концентрація у ґрунті мг/кг	Концентрація у фітомасі мг/кг	$K_{\text{нак}}$
сорт Адевей (<i>cv Adeway</i>)	1,23	5,35	4,3	0,38	1,94	5,1
сорт ДН Славиця (<i>cv DN Slavitsa</i>)	0,98	6,92	7,1	0,34	1,97	5,8
сорт Раствлер (<i>cv Rustler</i>)	1,34	7,05	5,3	0,29	2,35	8,1
сорт Монканто (<i>cv Moncanto</i>)	1,15	5,68	4,9	0,31	2,24	7,2

Результати досліджень свідчать про незначне підвищення коефіцієнту накопичення металів Zn у фітомасі кукурудзи сортів ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) та Раствлер (*cv Rustler*), тоді як підвищення коефіцієнту накопичення металів Cu відмічалось у фітомасі кукурудзи сортів Раствлер (*cv Rustler*) та Монканто (*cv Montanto*) (табл. 1).

Так, у фітомасі сорту ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) $K_{\text{нак}}$ по Zn був вищий у 1,65 раз, відносно сорту Адевей (*cv Adeway*), а сорт Раствлер (*cv Rustler*) – у 1,23 рази, відповідно. Що ж стосується Cu, то тут найбільший показник $K_{\text{нак}}$ відмічався у сорті Раствлер (*cv Rustler*) – 8,1, що у 1,59 раз більше відносно сорту Адевей (*cv Adeway*).

Результати досліджень свідчать, що сорт Адевей (*cv Adeway*) має найнижчий коефіцієнт накопичення Zn та Cu у фітомасі.

Висновок. Аналіз концентрації забруднення ґрунтів полів ТОВ «Укр-Агро РТ» Бердичівського району, Житомирської області у 2020–2022 рр. важкими металами свідчить, що концентрація Zn та Cu не перевищувала ГДК.

Результати досліджень вказують що найнижчі показники Zn та Cu відносно ГДК спостерігались у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (*cv Adeway*) – у 1,87 та 2,57 рази, відповідно.

Досліджено також, що сорт Адевей (*cv Adeway*) має найнижчий коефіцієнт накопичення Zn та Cu у фітомасі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білик Т.І., Штика О.С., Падалка А.О. Екотоксикологічна оцінка забруднення на свинець ґрунту та рослинності біля автозаправних станцій. *Наукоємні технології*. 2009. № 3. С. 1–3.
2. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Копитчук Ю.М. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 93–101.
3. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції. Вінниця: ВНАУ, 2020. 442 с.
4. Особливості акумуляції важких металів в рослинах *Trifolium pratense* L. / Г. М. Денчиля-Сакаль, В. І. Ніколайчук, А. В. Колесник та ін. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*. Ужгород, 2012. Вип. 33. С. 189–191.
5. Пилипець А.З., Сачко Р.Г., Лесик Я.В., Грабовська О.С. Вміст важких металів у біологічній системі доквілля-корми-тварина. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2012. № 2–3. С. 53–56.
6. Паламарчук В.Д., Підлубний В. Ф., Кричковський В. Ю., Коваленко О. А. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи залежно від позакоренових підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 15–28.
7. Валерко Р.А. Особливості біотестування антропогенно забруднених ґрунтів з метою їх екотоксичної оцінки. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків, 2013. № 2. С. 262–266.
8. Вишнівський П.С., Кравчук Т.В. Вміст важких металів у фітомасі амаранту при вирощуванні в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. Херсонський державний аграрно-економічний університет*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 128. С. 52–57.
9. Пацева І. Г., Кагукіна А.М. Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 6(51) С. 156–159.
10. Пацева І. Г., Кагукіна А.М. Адаптація до зміни клімату міста Житомир. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. Вип. 3 С. 66–72.

УДК 630*22/.23:633.875(292.486)(477)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.64>

ТЕРМІЧНА ДЕСТРУКЦІЯ ДЕРЕВИНИ РІЗНОГО ВІКУ СТОВБУРІВ *ROBINIA PSEUDOACACIA L.*

Рула І.В. – к.т.н.,

доцент кафедри хімії,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Голобородько К.К. – д.б.н.,

головний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії наземної екології,
лісового ґрунтознавства та рекультивациі земель,

Науково-дослідний інститут біології

Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

Ситник С.А. – д.с.-г.н.,

головний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії
лісового господарства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Ловинська В.М. – д.с.-г.н.,

керівник науково-дослідної лабораторії лісового господарства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Іванко І.А. – к.б.н.,

директор

Науково-дослідний інститут біології

Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

Екосистемні функції інтродукованих видів, які можуть виявляти інвазійні ефекти, можуть передбачати використання їх надземної біомаси у якості енергетичних ресурсів на регіональному рівні. Одним з таких видів є робінія несправжньоакація (*Robinia pseudoacacia L.*). У степовій зоні України з цього виду сформовані лісові насадження різного функціонального призначення, переважно протиерозійні. Використання деревини стовбурів робінії у якості дров'яної деревини передбачає знання термічних характеристик надземної біомаси та їх залежностей від віку деревини. У роботі досліджено термічні показники термодеструкції деревини та їх залежність від її віку. Відбір проб було здійснено на ділянках самозарощування *R. pseudoacacia* покинутих сільгоспугідь Дніпропетровської області. Процес термічного аналізу зразків деревини стовбура робінії досліджено методом термогравіметричного аналізу на дериватографі Q-1500D. Енергія активації термоокиснювальної деструкції зразків деревини була визначена за методом Бройдо. Встановлено, що термічна деструкція біомаси деревини стовбура робінії відбувається у три стадії та має подібний характер для деревини різного віку. На першій стадії відбувається випаровування води та легких сполук; на другій – розкладання основних компонентів деревини – геміцелюлози, целюлози та лігніну. На останньому третьому етапі завершується розкладання лігніну та відбувається окиснення вугілля, яке утворилося на попередній стадії. У температурному інтервалі 50–150 °С деревина стовбурів робінії різного віку втрачає в середньому 1,5–9,0 % маси, найбільше втрачає масу деревина віком 2–6 та 16–20 років. Цей процес супроводжується незначним ендотермічним ефектом. У діапазоні температур 340–600 °С, відбувається остаточне розкладання целюлози та лігніну. Основний етап термодеструкції деревини стовбурів робінії віком від 2 до 14 років закінчується при температурі 400–420 °С. Деревина стовбурів дерев робінії віком понад шести років переважно складена лігніном, що обумовлює їх значну теплотвірну здатність.

Ключові слова: термодеструкція деревини, термогравіметрія, робінієві насадження, степова зона України.

Rula I.V., Holoborodko K.K., Sytnyk S.A., Lovynska V.M., Ivanko I.A. Thermal degradation of wood of different trunk ages *Robinia pseudoacacia* L.

The ecosystem functions of the species that may manifest their invasive traits may involve the use of their above-ground biomass as energy resources at regional level. One of these species is *Robinia pseudoacacia* L. (black locust). The forest plantations with various functional purposes, mainly anti erosion, are formed from black locust in the steppe zone of Ukraine. The application use of black locust trunk wood as firewood requires knowledge of the thermal characteristics of its biomass and their dependence on age. The work investigates the thermal characteristics of wood thermal degradation and their dependence on the age of wood. Sampling was carried out in a black locust plantation in the Dnipropetrovs'k region. The process of thermal analysis of black locust trunk wood samples was studied by thermogravimetric analysis on the derivatograph Q-1500D. The activation energy of thermo-oxidative degradation of wood samples was determined by the Broydo method. It was found that the thermal destruction of black locust trunk wood biomass occurs in three stages and is similar for wood of different ages. The first stage involves the evaporation of water and volatile compounds; the second stage involves the decomposition of the main components of wood – hemicellulose, cellulose, and lignin. The last third stage completes the decomposition of lignin and oxidizes the charcoal formed in the previous stage. It was found that in the temperature range of 50–150 °C, wood of black locust trunks with different ages loses an average of 1.5–9.0 % of its mass, with the greatest mass loss in wood aged 2–6 and 16–20 years. This process is accompanied by a slight endothermic effect. In the temperature range of 340–600 °C, the final decomposition of cellulose and lignin occurs. The main stage of thermal decomposition of black locust trunks aged 2 to 14 years ends at a temperature of 400–420 °C. The trunks wood of the black locust trees older than six years is predominantly composed of lignin, which determines their high calorific value.

Key words: thermal destruction of the trunk wood, thermogravimetry, black locust plantations, steppe zone of Ukraine.

Актуальність теми дослідження. *Robinia pseudoacacia* L. (робінія несправжньоакація, акація біла) – швидкорослий вид зі значним адаптаційним потенціалом. У багатьох європейських країнах, у тому числі і в Україні, цей вид розглядається як інвазійний. Проблематичною, ця рослина вважається через її, як позитивний, так і негативний вплив на навколишнє середовище. Проте, варто зазначити, що у степовій зоні України робініїв насадження створювалися задля вирішення проблеми водної та вітрової ерозії ґрунтів та рекультивації порушених земель. У Північному степу загальна площа робініївих насаджень становить 17683,7 га, (26,9 % від усієї відкритої лісовими насадженнями площі). Основні показники продуктивності насаджень а саме загальний запас стовбурової деревини становить 2191,6 тис. м³, середній запас – 171 м³·га⁻¹., максимальний – 218 м³·га⁻¹ [1, с. 332].

Робінія несправжньоакація, як вид зі значним енергетичним потенціалом, активно досліджується закордонними вченими у регіонах її культивування [2, с. 116; 3, с. 2; 4, с. 31]. Вікліс із співавторами [5, с. 4]. досліджували реакційну здатність біомаси *R. pseudoacacia* при згорянні та порівнювали її з реакційною здатністю бурого вугілля за допомогою термічного аналізу. Marino з співавторами [6, с. 2] досліджували хімічні характеристики деревини *R. pseudoacacia* за умови термічної модифікації при різних температурах.

Постановка проблеми. Використання біомаси рослин, як джерела енергії являє потенційну можливість заміни викопних видів палива. Надземну біомасу дерев можна включати в систему виробництва відновлюваної енергії, що також дозволить вирішувати проблеми накопичення обсягів порубкових залишків при санітарних рубках та рубках догляду у лісостанах. Види рослин, які можуть проявляти ознаки інвазії у природних та штучних екосистемах, можуть розглядатись, як біоенергетичні потенційні ресурси. Контроль та управління видами, які можуть проявляти інвазійні властивості, вимагають значних інвестицій, тому розроблення

механізмів управління існуючими деревостанами, може забезпечити ефективне лісокористування у степовій зоні України [7, с. 2].

Метою даної роботи було дослідження термічної деструкції деревини стовбурів дерев робінії несправжньоакації, що є однією з головних видів дерев штучних лісонасаджень у степовій зоні України та має значні потенції до інвазії. Встановлення залежності термічних ефектів від віку деревини було сформульовано як головне завдання дослідження.

Методика досліджень. Для оцінки змін теплотворної здатності, які відбуваються у деревині стовбура робінії несправжньоакації, було взято серію зразків біомаси деревини з інтервалом у два роки: зразок № 1 – 0÷2 роки, № 2 – 2÷4 роки, № 3 – 4÷6 років, № 4 – 6÷8 років, № 5 – 8÷10 років, № 6 – 10÷12 років, № 7 – 12÷14 роки, № 8 – 14÷16 років, № 9 – 16÷18 років. Відбір проб було здійснено на ділянках самозарощування *Robinia pseudoacacia* L. покинутих сільгоспугідь біля села Майорка на правому березі р. Дніпро Дніпропетровської області. Вивчення процесу термічного аналізу зразків деревини стовбура робінії проводили методом термогравіметричного аналізу на дериватографі Q-1500D фірми «Ф. Паулік-Й. Паулік-Л. Ердей». Реєструвались ефекти нагрівання та диференціальні втрати маси. Результати вимірювань обробляли за допомогою програмного забезпечення, яке входить до комплексу поставки приладу. Маса зразків становила 100 мг. Зразки біомаси аналізували динамічно у атмосфері повітря за швидкості нагрівання 10 °С/хв. Речовиною порівняння служив оксид алюмінію.

Енергія активації термоокиснювальної деструкції зразків була визначена за методом Бройдо [8, с. 1762]. Розраховувалось значення подвійного логарифма для кожного значення температури з використанням залежності:

$$\ln\left(\ln\frac{100}{100-\Delta m}\right) = -\frac{E}{R} \cdot \frac{1}{T},$$

де m – маси зразка, %; E – енергія активації, кДж/моль; R – універсальна газова стала, 8,314 Дж/(моль·К); T – температура, К.

Значення енергії активації (E_d) визначали за формулою:

$$E_d = tg\varphi \cdot R.$$

Статистичну обробку дослідних даних та математичне моделювання проводили з використанням програм “Microsoft Excel-2016” та SPSS “Statistica”.

Результати досліджень. Аналіз отриманих даних показав, що термічна деструкція усіх досліджуваних зразків деревини відбувалася у три стадії та має подібний характер для деревини різного віку (рис. 1) На першій стадії відбувається випаровування води та летких сполук; на другій – розкладання основних компонентів деревини: геміцелюлози, целюлози та лігніну. Спостерігається часткове перекриття інтервалів деструкції цих складових деревини. На останньому третьому етапі – завершується розкладання лігніну та відбувається окиснення вугілля, яке утворилося на попередній стадії.

Біомаса деревина являє гігроскопічний матеріал капілярнопористої структури, здатний утримувати вологу в макро- та мікропорах. Тому на першому етапі термічної деструкції цілком закономірним є незначна втрата маси через видалення, як вільної вологи з порожнин клітин, так і вологи, яка міститься між фібрилами клітинної стінки, тобто зв'язаної, або гігроскопічної. У процесі підвищення температури до 120 °С з ацетилюваної геміцелюлози шляхом гідролізу утворюється

оцтова кислота, яка при подальшому підвищенні температури слугує каталізатором гідролізу геміцелюлози до розчинних цукрів, а саме арабінози, галактози, ксилози та манози [9, с. 30]. У температурному інтервалі 50–150 °С всі досліджувані зразки деревини стовбурів різного віку втрачають в середньому 1,5–9,0 % маси через втрату вільної та зв'язаної вологи. Цей процес супроводжується незначним ендотермічним ефектом (рис. 2).

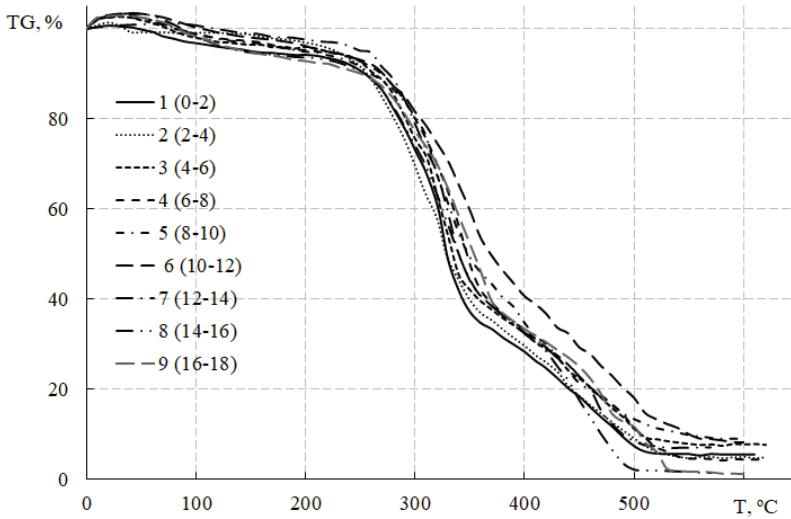


Рис. 1. Криві втрати маси (TG) зразків деревини робінії звичайної в окислювальному середовищі

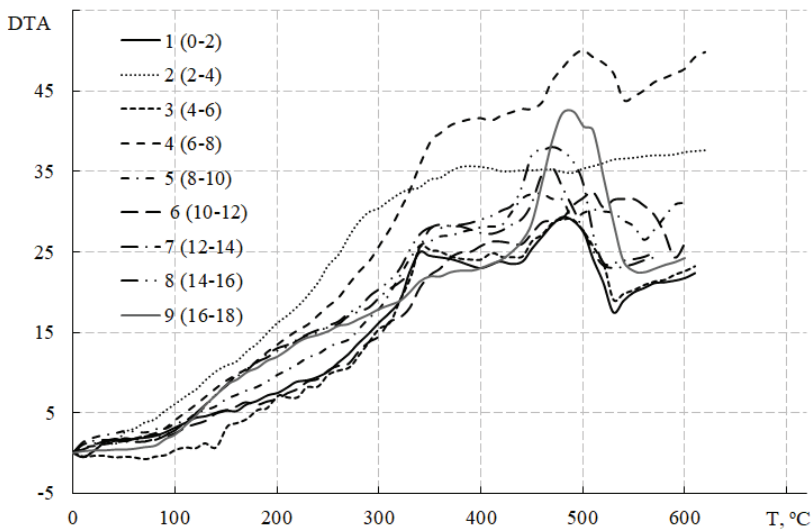


Рис. 2. Криві диференціального термічного аналізу (DTA) зразків деревини робінії в окислювальному середовищі

Розкладання геміцелюлози відбувається в інтервалі 220–320 °С, целюлози 305–380 °С, а лігніну 250–550 °С [9, с. 32]. Це узгоджується з нашими дослідженнями термодеструкції деревини робінії різного віку. Переважаючими компонентами складу досліджуваної деревини робінії є целюлоза (38 %), геміцелюлоза (34 %) та лігнін (14 %). У подальшому етапі, залежно від умов процесу, в інтервалі температур 200–260 °С йде деструкція складових геміцелюлози, переважно пентозанів, які є найменш термічно стійкими, а потім й повне розкладання геміцелюлози. Також при температурі діапазону 275–290 °С, відбувається розкладання деревини із виділенням тепла, тобто відбувається екзотермічна реакція, при якій утворюються горючі пари та газів. При цьому, до температури 240–250 °С целюлоза незначно руйнується, при підвищенні температури процесу до 240 °С ступінь полімеризації целюлози зменшується. Це пояснюється тим, що оцтова кислота, що утворилася в результаті гідролізу геміцелюлози, деполімеризує мікрофібрили целюлози на аморфних ділянках. В результаті зменшується довжина полімерних ланцюжків і підвищується кристалічність целюлози, підвищується її хімічна стійкість, а також знижується активність, видаляється оксид і діоксид карбону. На цьому етапі деревина втрачає в середньому 18,4–29,8 % маси. У дослідженні встановлено, що найбільше втрачає масу деревина віком 2–6 та 16–20 років (рис. 2), тобто у зазначені роки біомаса деревини робінії має більше накопичення геміцелюлози.

У подальшому процесі, до температури 340–600 °С, відбувається остаточне розкладання целюлози та лігніну. Втрата маси на останній стадії термолізу складала 65,2–75,5 %. Зазначений процес відбувається досить повільно, і спочатку супроводжується утворенням нових хімічних зв'язків, а потім, у температурному інтервалі 420–510 °С, їх руйнуванням із виділенням енергії, що підтверджується наявністю достатньо значними піками для ряду зразків на кривих DTG (рис. 3).

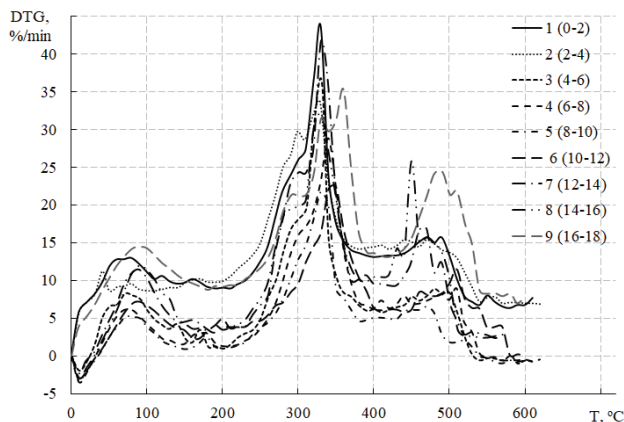


Рис. 3. Диференційно-термогравіметричні криві (DTG) зразків деревини робінії в окислювальному середовищі

Також на цьому етапі відбувається вигорання карбонізованого залишку [10, с. 2–3]. Процес термолізу біомаси деревини стовбура робінії закінчувався при температурі 550–600 °С. Частка залишкової маси знаходилась у межах 1,4–9,0 %. Хімічний склад деревини визначає її біоенергетичну якість, однак умови зростання також значним чином можуть впливають на термічну поведінку сировини [11].

Основний етап термодеструкції деревини стовбурів робінії віком від 2 до 14 років закінчується при температурі 400–420 °С з догоранням незначної кількості утворених газів. Вірогідно, деревина робінії віком 16–18 років містить більшу кількість лігніну, при розкладанні якого утворюється значно більша кількість карбонізований залишків, термодеструкція яких супроводжується достатньо високими піками на кривих інтенсивності втрати маси (DTG) в температурному інтервалі 420–540 °С, та дещо більшими значеннями енергії активації в останньому температурному інтервалі.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином при дослідження експериментальних зразків деревини стовбурів робінії несправжньооакації за результатами термічного аналізу встановлено, що деревина у віці 2–4 років містить переважну кількість геміцелюлози, у віці 6 років деревина має однакову представленість целюлози та лігніну. Деревина стовбурів дерев віком старше шести років переважно складена лігніном, що обумовлює їх різну теплотвірну здатність.

У температурному інтервалі 50–150 °С деревина стовбурів робінії різного віку втрачає в середньому 1,5–9,0 % маси, найбільше втрачає масу деревина віком 2–6 та 16–20 років. У діапазоні температур 340–600 °С, відбувається остаточне розкладання целюлози та лігніну. Основний етап термодеструкції деревини стовбурів робінії віком від 2 до 14 років закінчується при температурі 400–420 °С. Подальші дослідження будуть спрямовані на встановлення залежностей показників термодеструкції надземної біомаси робінії та її хімічного складу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Lovinska V., Sytnyk S. The structure of Scots pine and Black locust forests in the Northern Steppe of Ukraine. 2016. *Journal of Forest Science*. Vol. 62. № 7. P. 329–336.
2. Sebío-Puñal T., Naya S., López-Beceiro J., Tarrío-Saavedra J., Artiaga R. Thermogravimetric analysis of wood, holocellulose, and lignin from five wood species. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2012. Vol. 109. № 3. P. 1163–1167.
3. Yue X., Chen X., Li H., Ge S., Yang Y., Peng W. Nano Ag/Co₃O₄ Catalyzed Rapid Decomposition of *Robinia pseudoacacia* Bark for Production Biofuels and Biochemicals. *Polymers*. 2023. № 15. P. 114.
4. Martín-Sampedro R., Santos J., Eugenio M., Wicklein B., Jiménez-López L., Ibarra D. Chemical and thermal analysis of lignin streams from *Robinia pseudoacacia* L. generated during organosolv and acid hydrolysis pre-treatments and subsequent enzymatic hydrolysis. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. Vol. 140. P. 311–322.
5. Bilkić B., Haykiri-Acma H., Yaman S. Combustion reactivity estimation parameters of biomass compared with lignite based on thermogravimetric analysis. *Energy Sources. Part A. Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. 2020. P. 1–14.
6. Marino S., Gaff M., Sethy A. K. Enhancing the fire resistance properties of thermally modified *Robinia pseudoacacia* wood with natural and synthetic flame retardants: chemical characterisation and fire behavior. *European Journal of Wood and Wood Product*. 2024.
7. Nunes L. J., Rodrigues A. M., Loureiro L. M., Sá L. C., Matias J. C. Energy Recovery from Invasive Species: Creation of Value Chains to Promote Control and Eradication. *Recycling*. 2021. Vol. 6. № 21. P. 2–18.
8. Broido A. A simple, sensitive graphical method of treating thermogravimetric analysis data. *Journal Polymer of Science*. 1969. Vol. 7. № 3. P. 1761–1763.
9. Prins M. J., Ptasinski K. J., Janssen. F. J. Torrefaction of wood: Part 1. Weight loss kinetics. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2006. Vol. 77. № 1. P. 28–34.

10. Sikora A., Hájková K., Jurczyková T. Degradation of Chemical Components of Thermally Modified *Robinia pseudoacacia* L. Wood and Its Effect on the Change in Mechanical Properties. International Journal Molecular Science. 2022. № 23. 15652.

11. Харитонов М. М., Бабенко М. Г., Мартинова Н. В., Рула І. В., Гончар Н. В., Гаврюшенко О. О., Клімкіна І. І., Золотовська О. В., Фролова Л. А. Комплексна екологічна оцінка створення енергетичних плантацій на рекультивованих землях. Дніпро: ЛПРА, 2020. 192 с.

УДК 338.43:631.1(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.65>

ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ

Швець Т.В. – к.е.н.,

доцент кафедри економіки, підприємництва та туризму,

Поліський національний університет

Лісогурська Д.В. – к.с.-г.н.,

завідувач кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття,

Поліський національний університет

Тимошук Т.М. – к.с.-г.н.,

в. о. завідувача кафедри здоров'я фітоценозів і трофології,

Поліський національний університет

Фурман С.В. – к.вет.н.,

доцент кафедри нормальної і патологічної морфології, гігієни та експертизи,

Поліський національний університет

Перехід провідних країн світу до принципів та стратегій сталого розвитку і зеленого зростання є пріоритетним економічним рішенням для бізнесу. Це допоможе зберегти планету для майбутніх поколінь, зробити бізнес більш стійким та успішним, а також покращити рівень життя населення. «Зелені» стратегії зростання дозволять одночасно ставити пріоритетними завданнями соціальну справедливість та інклюзію, економічне зростання та екологічну стійкість.

Одним із ключових напрямків розвитку українського аграрного сектору є впровадження принципів стійкості, що відповідає цілям Європейського зеленого курсу (ЄЗК). Цей масштабний план ЄС ставить за мету досягти кліматичної нейтральності до 2050 р. Для його реалізації передбачено комплекс заходів, спрямованих на декарбонізацію, розвиток альтернативних джерел енергії та трансформацію сільського господарства. Пріоритетними складовими ЄЗК є: кліматичний закон; чиста, безпечна і доступна енергія; циркулярна економіка; енергоефективне будівництво та реконструкція; екологічний, «розумний» транспорт; збереження та відновлення біорізноманіття; стратегія «від ферми до виделки» (сталий сільський розвиток) та нульове забруднення.

Аграрна сфера відіграє важливу роль у цій програмі і представлена в стратегії «Від ферми до виделки». Впровадження принципів ЄЗК в українському сільському господарстві матиме низку переваг: зменшення негативного впливу на довкілля, а саме, скорочення викидів парникових газів, покращення якості ґрунтів та води, збереження біологічного різноманіття; підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку з огляду на зростаючий попит на екологічно чисту продукцію; відкриття нових можливостей у сфері «зелених» професій, запровадження екологічно орієнтованих аграрних практик; покращення якості життя – доступ до більш безпечної та здорової їжі, чистіше довкілля.

Ключові слова: Європейський зелений курс, «зелене зростання», «зелена» економіка, сталий розвиток, стійке сільське господарство, кліматичний закон, органічне виробництво.

Shvets T.V., Lisohurska D.V., Tymoshchuk T.M., Furman S.V. Vectors of development of green agriculture in Ukraine

The transition of the world's leading countries to the principles and strategies of sustainable development and green growth is a priority economic decision for business. This will help preserve the planet for future generations, make businesses more sustainable and successful, and improve living standards. "Green growth strategies will allow us to prioritize social equity and inclusion, economic growth, and environmental sustainability at the same time.

One of the key areas for the development of the Ukrainian agricultural sector is the implementation of sustainability principles, which is in line with the goals of the European Green Deal (EGD). This large-scale EU plan aims to achieve climate neutrality by 2050. To implement it, a set of measures aimed at decarbonization, development of alternative energy sources and transformation of agriculture is envisaged. The priority components of the EGD are: climate law; clean, safe and affordable energy; circular economy; energy-efficient construction and reconstruction; environmentally friendly, smart transport; biodiversity conservation and restoration; farm-to-fork strategy (sustainable rural development); and zero pollution.

The agricultural sector plays an important role in this program and is represented in the Farm to Fork strategy. The implementation of the EGD principles in Ukrainian agriculture will have a number of advantages: reducing the negative impact on the environment, namely, reducing greenhouse gas emissions, improving soil and water quality, preserving biodiversity; increasing the competitiveness of domestic products on the world market, given the growing demand for environmentally friendly products; opening up new opportunities in the field of "green" professions, introducing environmentally friendly agricultural practices; improving the quality of life – access to safer food and water.

Key words: *European Green Deal, green growth, green economy, sustainable development, sustainable agriculture, climate law, organic production.*

Постановка проблеми. Протягом останніх десятиліть зміна клімату негативно впливає на сільське господарство, що призводить до зниження врожайності, втрат пов'язаних з посухами, повеннями та іншими несприятливими погодними умовами. Це, в свою чергу, загрожує продовольчій безпеці, особливо в уразливих до кліматичних проблем регіонах. Вихід з ситуації, що склалася, вбачається у функціонуванні економіки, в т. ч. й сільського господарства, на принципово нових засадах сталого розвитку. Стійке сільське господарство має вирішальне значення для забезпечення продовольчої безпеки, раціонального використання природних ресурсів та пом'якшення наслідків зміни клімату.

Важливим напрямом функціонування сільського господарства на засадах стійкості є стратегія Європейського зеленого курсу (надалі – ЄЗК), що спрямована на досягнення кліматичної нейтральності до 2050 р. і включає в себе широкий спектр заходів, спрямованих на скорочення викидів парникових газів, розвиток відновлюваних джерел енергії та стійкого сільського господарства. Сільське господарство відіграє важливу роль у цій програмі, і для його трансформації передбачено низку організаційних, соціальних та фінансово-економічних інструментів.

Аналіз останніх публікацій і досліджень. Актуальні аспекти сталого розвитку, зеленого зростання, зеленої економіки та зеленого сільського господарства було досліджено відомими зарубіжними науковцями, а саме: П. Джеймсом, Г. Паулі, К. Равортом, Д. Саксом, О. Шмідтом та ін. З поміж вітчизняних науковців варто відзначити наступних авторів: Т. Вербицьку, Т. Галушкіну, А. Глушенко, І. Макарову, О. Пашенку, В. Потапенку, Ю. Орловську, В. Чалу та ін. Водночас, дослідження сутності та ролі Європейського зеленого курсу (European Green Deal) та можливі вектори його імплементації у вітчизняному сільському господарстві потребують проведення окремого дослідження.

Постановка завдання. У цьому дослідженні ставилося за мету вивчити європейські практики впровадження принципів ЄЗК та окреслити можливі вектори розвитку зеленого сільського господарства в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Кризові процеси практично у всіх секторах світової економіки наочно продемонстрували неефективність наявної моделі економічного розвитку. З огляду на це назріла необхідність до пошуку інноваційної моделі на засадах коеволюційного розвитку соціальної, економічної та екологічної складових. Альтернативним вектором традиційному розвитку вбачається

становлення та розвиток «зеленої економіки», яка відповідно до визначення UNEP (United Nations Environmental Program (Програма ООН з навколишнього середовища), характеризується як така економічна система, що функціонує на засадах низького рівня викидів вуглецю, ресурсній ефективності та соціальної інклюзії [1].

Нині світове сільське господарство стикається з низкою ризиків, з поміж яких найбільший вплив мають наступні: надмірне та нераціональне використання природних ресурсів, погіршення екологічної ситуації, зміна клімату, деградація ґрунтів, виснаження водних ресурсів та втрата біорізноманіття тощо. Ці виклики загрожують світовій продовольчій безпеці та стабільності, а також негативно впливають на навколишнє середовище, а в подальшому й на майбутні покоління. З огляду на ситуацію, що склалася, назріла об'єктивна необхідність щодо зміни підходів до функціонування бізнесу, в т. ч. аграрного, на принципово нових засадах, а саме на основі концепції «сталого розвитку» та «зеленого зростання». Ці тенденції знайшли своє відображення в амбітній стратегії Європейського Союзу, а саме в Європейській зеленій угоді, яка спрямована на подолання кліматичних та екологічних проблем (табл. 1).

Таблиця 1

Складові та цілі імплементації Європейського зеленого курсу

Складові зеленого курсу	Ключові цілі імплементації
Кліматичний закон	Мета – досягнення кліматичної нейтральності ЄС до 2050 р. Цілі стратегії: – збільшення частки у енергетичному балансі енергії з відновлюваних джерел до 40% до 2030 р. та до 90% – до 2050 р.; – зменшення енергоспоживання на 30% до 2030 р. та на 50% до 2050 р.; – інвестування в дослідження та розробки нових чистих енерготехнологій; – створення справедливого та інклюзивного переходу до чистої енергії.
Чиста, безпечна і доступна енергія	Мета – перехід до 100% відновлюваних джерел енергії до 2050 р. Індикатори до 2030 р.: – підвищення енергоефективності на 11,7%; – зменшення викидів парникових газів на 55%; – збільшення до 42,5% частки відновлюваних джерел енергії в загальному кінцевому енергоспоживанні; – зниження енергоспоживання на 32,5%.
Циркулярна економіка	Мета – перехід до більш стійкої та ресурсоефективної економіки Індикатори до 2030 р.: – доведення частки упаковки, придатної для повторного використання або переробки до 100%; – зниження викидів парникових газів від промисловості до 20%; – збільшення частки перероблених матеріалів, що використовуються в промисловості до 50%.
Енергоефективне будівництво та реконструкція	Мета – суттєве скорочення енергоспоживання в будівельній галузі Індикатори до 2030 р.: – щорічне оновлення будівельного фонду у розмірі 2%; – зменшення споживання енергії в будівлях на 30%; – впровадження енергоефективних заходів для існуючих жилих будівель планується на рівні 50 млн. споживачів. Впроваджено індикативний національний показник – досягнення 49% відновлюваної енергії в будівельному секторі.

Продовження таблиці 1

Екологічний, «розумний» транспорт	<p>Мета – стійка та інклюзивна систему транспорту Індикатори до 2030 р.: – до 2050 р. скорочення на 90% викидів від транспорту; – до 2030 р. скорочення, відповідно, на 55% та 50% викидів від легкового та вантажного транспорту; – переорієнтація 75% внутрішніх вантажів на залізничний та водний транспорт; – збільшення частки електромобілів у новому автопарку до 30%.</p>
Збереження та відновлення біорізноманіття	<p>Мета – зупинити втрату біорізноманіття в Європі та розпочати його відновлення Індикатори до 2030 р.: – збільшення площі природно-заповідного фонду до 30%; – відновлення деградованих екосистем на площі, що відповідає щонайменше 5% території ЄС; – зменшення використання пестицидів на 50%; – зменшення втрат поживних речовин на 50%; – збільшити частку видів, що перебувають під загрозою зникнення до 30%; – збільшити частку біорізноманіття в урбаністичному просторі на 20%.</p>
Стратегія «від ферми до виделки» (сталий сільський розвиток)	<p>Мета – стійке сільське господарство Цілі стратегії на період до 2030 р.: – скорочення використання небезпечних пестицидів на 50%; – скорочення використання антибіотиків у тваринництві на 50%; – збільшення частки органічного землеробства на 25%; – зменшення викидів парникових газів від сільського господарства на 30%; – зменшення використання добрив на 20%; – зменшення викидів аміаку на 30%; – зменшення втрат харчових продуктів на 50%.</p>
Нульове забруднення	<p>Мета – досягнення нульового забруднення повітря, води та ґрунту до 2050 р. Цілі до 2030 р.: – скоротити викиди парникових газів на 55%; – скоротити забруднення повітря на 50%; – зменшити використання пестицидів на 50%; – зменшити кількість відходів на 30%; – збільшити частку перероблених відходів до 65%; – зменшити забруднення води та ґрунту, відповідно, на 30% та 20%; – збільшити частку органічного землеробства до 25%.</p>

Джерело: на основі [2–4].

Одним із ключових напрямів ЄЗК є сталий розвиток сільського господарства, який представлений в стратегії «Від ферми до виделки». Зелене сільське господарство, як частина Європейського зеленого курсу належить до практик сільського господарства, які спрямовані на збереження природних ресурсів, зменшення впливу на довкілля та підтримку сталого розвитку [5]. Зелене сільське господарство є важливим в контексті імплементації ЄЗК, оскільки передбачає дотримання важливих умов. Так, зокрема, зміна клімату негативно впливає на сільське господарство, що може призвести до нестачі продовольства та зростання цін. ЄЗК

прагне скоротити викиди парникових газів та адаптувати сільське господарство до зміни клімату, щоб забезпечити продовольчу безпеку в майбутньому.

Зелений курс прагне захистити біорізноманіття, яке є важливим для виробництва продуктів харчування. Стійкі сільськогосподарські практики, які впливають на біорізноманіття, сприятимуть забезпеченню продовольчої безпеки в довгостроковій перспективі. ЄЗК покликаний покращити харчування населення, впливаючи на споживання більш здорових та стійких продуктів харчування. Дотримання соціальної справедливості, як складової ЄЗК, сприятиме забезпеченню доступу до їжі для всього населення, незалежно від їхнього доходу чи соціального статусу, що позитивно вплине на зменшення бідності, подолання проблеми голоду та нерівності.

Україна також взяла курс на перехід до кліматично-нейтральної економіки. Так, зокрема, у 2004 р. було підписано та ратифіковано Кіотський протокол, а також, в рамках Паризької Угоди про клімат, в 2021 р. Кабінетом Міністрів було схвалено Оновлений національний визначений внесок України до Паризької Угоди [6]. Крім того, 21 квітня 2023 р. Кабінет Міністрів України схвалив Енергетичну стратегію України на період до 2050 р. № 373-р., яка передбачає трансформацію енергетичного сектору країни та досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року [7].

Національна економічна стратегія України до 2030 р. в частині Green Deal визначає важливу роль сільського господарства у розвитку економіки та ставить амбітні цілі щодо його модернізації та сталого розвитку [8]. У контексті Європейського зеленого курсу та Національної стратегії вбачається виокремити наступні вектори трансформації українського сільського господарства до «Європейських зелених стандартів» за такими ключовими напрямками:

1. Зменшення викидів парникових газів:
 - впровадження практик вуглецево-ефективного землеробства, таких як мінімальний обробіток ґрунту, використання сидератів та покривних культур, а також біологічне землеробство;
 - зменшення використання хімічних добрив та пестицидів на користь більш екологічних альтернатив;
 - розвиток відновлюваних джерел енергії в аграрному секторі, таких як біогаз та біоенергетика.
 2. Підвищення енергоефективності:
 - модернізація сільськогосподарської техніки та обладнання з метою зменшення енергоспоживання;
 - впровадження енергозберігаючих технологій у виробництві, переробці та зберіганні сільськогосподарської продукції;
 - використання енергоефективних будівель та споруд в аграрному секторі.
 3. Розвиток органічного виробництва:
 - збільшення частки органічних продуктів у загальному обсязі виробництва сільськогосподарської продукції;
 - підтримка сертифікації органічних продуктів та стимулювання їх експорту;
 - підвищення обізнаності споживачів про переваги органічної продукції.
 4. Збереження біорізноманіття та екосистем:
 - застосування практик стійкого землеробства, які сприяють збереженню біорізноманіття та екосистемних послуг;
 - збереження природних ландшафтів та водно-болотних угідь;
 - боротьба з ерозією ґрунту та деградацією земель.
-

5. Забезпечення безпечності та якості харчових продуктів:

- впровадження стандартів безпечності та якості харчових продуктів відповідно до норм ЄС;
- модернізація системи контролю за якістю та безпечністю харчових продуктів;
- підвищення обізнаності виробників та споживачів щодо безпечності харчових продуктів.

Імплементация ЄЗК в Україні сприятиме її повноцінній інтеграції до європейської спільноти, формуванню стійкої та справедливої продовольчої системи, планомірному розвитку сільських територій, зростанню доходів фермерських господарств, створенню «зелених» робочих місць тощо. Особливої актуальності орієнтація на європейські зелені практики матиме для післявоєнного відновлення України з огляду на рівень заподіяних збитків внаслідок російсько-української війни. Тому, пріоритетами розвитку сільського господарства, його модернізація та перехід до стійкої, екологічно чистої та конкурентоспроможної моделі відбуватиметься на засадах впровадження принципів сталої інтенсифікації; розвитку органічного сільського господарства; цифровізації агросектору, розвитку ланцюгів доданої вартості, підготовки висококваліфікованих кадрів тощо (табл. 2).

Можливості та виклики від приєднання України до Європейського зеленого курсу залежать від багатьох факторів, таких як:

- швидкість та масштаби впровадження реформ: чим швидше та масштабніше Україна буде впроваджувати реформи, спрямовані на перехід до зеленої економіки, тим більше можливостей та конкурентних переваг буде мати вітчизняний аграрний бізнес;
- ефективність використання державної підтримки: державна підтримка вбачається ефективною у випадку цільового і прозорого використання такої підтримки, її спрямованості на розвиток зелених технологій та інновацій;
- рівень співпраці між бізнесом, наукою та державою: ефективна співпраця між бізнесом, наукою та державою може допомогти Україні подолати виклики та максимально використати можливості, які відкриває Європейський зелений курс.

Приєднання України до Європейського зеленого курсу (ЄЗК) може мати значний вплив на українську економіку в цілому та агробізнес зокрема. Можливості та виклики цього процесу залежать від багатьох факторів, а саме: обсягу інвестицій, оскільки здійснення масштабних змін, необхідних для досягнення цілей ЄЗК, потребуватиме значних інвестицій з боку держави, приватного сектору та міжнародних фінансових інституцій; умов доступу до фінансування, таких як відсоткові ставки та терміни погашення, суттєво впливатимуть на економічну доцільність «зелених» проєктів; прозорість та підзвітність у використанні інвестиційних коштів сприятимуть забезпеченню їх ефективного використання.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Перехід на принципи стійкого сільського господарства – це складний, але необхідний процес, який потребуватиме спільних зусиль аграріїв, держави та міжнародних партнерів. Впровадження Європейського зеленого курсу в Україні відкриває нові можливості для розвитку аграрного сектора, сприяючи його екологізації, отриманню неабияких конкурентних переваг та орієнтованому на забезпечення потреб суспільства.

В подальших дослідженнях варто зосередити увагу на конкретизації та більш детальному обґрунтуванню векторів розвитку вітчизняного сільського господарства в контексті імплементації Європейського зеленого курсу.

Таблиця 2

**Можливості та загрози для вітчизняного агробізнесу в контексті
імплементатії положень Європейського зеленого курсу**

Можливості	Загрози
<i>Фінансово-економічні</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – розширення доступу до нових ринків; – фінансова підтримка з боку ЄС; – зростання експорту аграрної продукції, збільшення доходів товаровиробників; – надходження інвестицій в аграрний сектор від європейських та інших країн; – зростання конкурентоспроможності вітчизняного агробізнесу. 	<ul style="list-style-type: none"> – значні інвестиції на модернізацію сільськогосподарського виробництва та впровадження нових технологій; – зростання витрат на виробництво; – необхідність у кваліфікованих кадрах, витрати на навчання та перекваліфікацію персоналу.
<i>Еколого-соціальні</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – стимулювання розвитку органічного агробізнесу; – зменшення негативного впливу на довкілля, збереження біорізноманіття та екосистем; – орієнтація на європейські «зелені» стандарти якості та безпечності; – збільшення доходів агровиробників та створення нових (зелених) робочих місць; – поліпшення умов праці; – покращення здоров'я населення; – покращення якості освіти та доступу до інформації. 	<ul style="list-style-type: none"> – необхідність зміни менталітету як з боку бізнесу, так і з боку населення; – опір змінам щодо впровадження нових практик ведення господарської діяльності; – необхідність у підвищенні обізнаності агровиробників; – можливість втрати робочих місць в деяких секторах аграрного бізнесу.
<i>Організаційно-технологічні</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – доступ до нових екологічних технологій та методів ведення агробізнесу; – впровадження сучасних систем управління, таких як точне землеробство, управління ланцюжками постачання та ін. – покращення іміджу України як інноваційної та екологічно відповідальної країни; – цифровізація агросектору: впровадження точного землеробства; віддаленого керування зрощенням; маркетингових онлайн-платформ. 	<ul style="list-style-type: none"> – приведення українського законодавства у відповідність до європейських стандартів; – бюрократичні бар'єри (недосконала нормативно-правова база, неефективна система державного контролю тощо); – недосконалість системи контролю: ризик невідповідності новим вимогам; – потреба в додатковій координації внаслідок недостатньої взаємодії між органами влади.

Джерело: власні дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. A Clean Planet for all – A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. COM. (2018) 773.
2. European Commission. The story of the von der Leyen Commission. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/story-von-der-leyen-commission_en (дата звернення: 31.05.2024).
3. European Commission. The European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (дата звернення: 15.06.2024).
4. European Commission. Zero Pollution Action Plan. Towards zero pollution for air, water and soil. URL: https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_en (дата звернення: 15.06.2024).

5. Європейський зелений курс: можливості та загрози для України, квітень 2020. 74 с. URL: http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/IER/2020/european-green-dealwebfinal_UKR_IER_com_ua.pdf.
 6. Про схвалення Оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди. Розпорядження Кабінет Міністрів України від 30 липня 2021 р. № 868-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/868-2021-p#Text> (дата звернення: 21.06.2024).
 7. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 21 квітня 2023 р. № 373-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (дата звернення: 19.06.2024).
 8. Національна економічна стратегія України до 2030 року. URL: <https://nes2030.org.ua/> (дата звернення: 20.06.2024).
 9. Зелена трансформація України. Інформаційний ресурс про Європейський зелений курс і Україну. Сільське господарство. URL: <https://greentransform.org.ua/ukrayina-ta-yevropejskuj-zelenyj-kurs-kvartalnyj-oglyad-6/> (дата звернення: 18.06.2024).
-

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Baklanova T.V.	11	Засуха А.А.	44
Hamula Ye.A.	205	Зубко О.М.	28
Mashchenko Yu.V.	224	Іванів М.О.	92
Mielieshko A.V.	11	Іванко І.А.	549
Sokolovska I.M.	224	Івасик М.В.	104
Sydiakina O.V.	205, 214	Івашкіна О.Л.	544
Vradii O.I.	482	Калинка А.К.	372, 428
Аверчев О.В.	3	Карбівська У.М.	111, 384
Андрейченко С.В.	504	Кифорук І.М.	256
Бакланова Т.В.	18	Клепко А.В.	504
Баян І.В.	281	Ковальова С.П.	459
Бердін С.І.	28	Ковальов М.М.	525
Біднина І.О.	125	Коваль Т.В.	442
Борщенко В.В.	365	Ковтунюк З.І.	305
Боярин М.В.	473	Колядич О.О.	467
Боярин С.В.	473	Коньшин Р.В.	235
Буняк О.І.	35	Коробань М.П.	391
Валерко Р.А.	544	Корх І.В.	372
Вахній С.П.	44	Костецька К.В.	403
Вдовиченко Ю.В.	372	Крючко Л.В.	28
Волошин В.У.	473	Кудрик Н.А.	410, 421
Гамаюнова В.В.	56	Кулик Г.А.	117
Герасимчук Л.О.	544	Кулик Є.І.	343
Герасимчук О.П.	403	Лакуста А.А.	516
Главатчук В.А.	489	Лапчинський В.В.	516
Голобородько К.К.	549	Лесик О.Б.	372, 428
Голуб С.М.	358	Лихач В.Я.	391
Гончарова О.В.	534	Лиховид П.В.	125
Гречишкіна Т.А.	63, 84, 150	Лісогурська Д.В.	556
Григорів Я.Я.	70, 77, 256	Ловинська В.М.	549
Гук Б.В.	358	Логвиненко В.В.	135
Дегтярьов В.В.	235	Лядська І.В.	144, 176
Дмитраш Т.І.	77	Марковська О.Є.	84, 150
Дмітрієвцева Н.В.	467	Матвієнко В.М.	245
Довга Т.В.	504	Машталяр О.В.	365
Дубина А.О.	525	Медведева О.В.	525
Дудченко В.В.	84, 150	Мезенцев Д.М.	189
Жуйков О.Г.	92	Мельниченко С.Г.	534
Жукова Л.В.	273	Мельничук Т.В.	256
Журавель С.В.	182	Мірзак В.Я.	525
Забродіна І.В.	245	Муллер М.О.	161
Завгородня С.В.	281	Мурач О.М.	28
Задирко Р.В.	56	Назаренко М.М.	169, 312

Несвятипаска В.Ю.	410	Стороженко Д.С.	273
Нікітенко М.П.	3	Сторожик Л.І.	281
Овсієнко М.А.	448	Тимофійшин І.І.	410, 421
Окселенко О.М.	169	Тимошук Т.М.	556
Олексюк Ю.В.	384	Тищенко А.В.	292
Пацева І.Г.	544	Тищенко В.О.	319
Пащенко Н.О.	144, 176	Товстенко Я.Ю.	281
Поліщук В.О.	182	Трикiна Н.М.	117
Понько Л.П.	410	Турак Ю.О.	70
Почукалін А.Є.	435	Туць Л.І.	256
Приліпко Т.М.	442	Улянич К.Ф.	305
Разанова О.П.	448	Улянич О.І.	305
Романов С.М.	281	Фартушний Д.М.	18
Руденко Ю.Ф.	264	Фещук Т.С.	365
Рудік О.Л.	189	Фурман С.В.	556
Рудь А.В.	195	Хмелянчишин Ю.В.	516
Рула І.В.	549	Хорошу І.В.	312
Савчук І.М.	459	Цвігун А.Т.	410, 421
Ситник С.А.	549	Циліорик О.І.	144, 176, 319
Сікач Т.І.	544	Цицюра Я.Г.	328
Сітник А.А.	111	Чуган В.В.	189
Соловей В.О.	403	Чумбей В.В.	384
Солоха М.О.	235	Шакалій С.М.	343
Стадницька О.І.	372	Швець Т.В.	556
Станкевич С.В.	245, 273	Шевченко В.Ю.	534
Стельмах О.М.	256	Шевченко Н.В.	351
Степанов С.С.	292	Шевчук М.Й.	358
Стеценко І.І.	84, 150	Яковчук В.С.	410, 421
Столяр С.Г.	264	Яценко Н.В.	305

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО	3
Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Комплексний підхід у розвитку екологічно орієнтованого агропромислового виробництва	3
Baklanova T.V., Mielieshko A.V. Analysis of the assortment of maize hybrids and varieties in Ukraine	11
Бакланова Т.В., Фаргушний Д.М. Сучасні тенденції вирощування томатів в Україні та світі.....	18
Бердін С.І., Мурач О.М., Зубко О.М., Крючко Л.В. Динаміка формування генеративних органів рослини сої під впливом препаратів для передпосівної обробки насіння	28
Буняк О.І. Особливості формування кількісних ознак колекційних зразків вівса озимого в умовах Північного Лісостепу України.....	35
Вахній С.П., Засуха А.А. Вплив добрив та регуляторів росту рослин на продуктивність основної і побічної продукції кукурудзи.....	44
Гамаюнова В.В., Задирко Р.В. Вплив обробки насіння та ресурсощадного живлення на висоту рослин льону олійного в умовах Південного Степу України.....	56
Гречишкіна Т.А. Ефективність застосування мікроелементів у системі живлення рослин соняшнику (огляд літератури)	63
Григорів Я.Я., Турак Ю.О. Особливості вирощування кукурудзи в сучасних умовах (оглядова)	70
Дмитраш Т.І., Григорів Я.Я. Перспективи вирощування сіди багаторічної на малопродуктивних ґрунтах (оглядова)	77
Дудченко В.В., Марковська О.С., Стеценко І.І., Гречишкіна Т.А. Видовий склад та динаміка чисельності основних фітофагів післяжнивних посівів <i>Panicum miliaceum</i> L. в умовах Півдня України.....	84
Жуйков О.Г., Іванів М.О. Способи і режими комбайнового збирання льону олійного в умовах Південного Степу: агробіологічне обґрунтування та екологічна оцінка.....	92
Івасик М.В. Взаємозв'язок між нормою висіву, застосуванням регуляторів росту і урожайністю сої у Лісостепу Західному.....	104
Карбівська У.М., Сітник А.А. Продуктивність міскантусу залежно від елементів агротехнології на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Прикарпаття.....	111
Кулик Г.А., Трикіна Н.М. Ефективність регуляторів росту при формуванні продуктивності кормових буряків в умовах Степу України	117
Лиховид П.В., Біднина І.О. Штучний інтелект і його можливості в агрономії.....	125
Логвиненко В.В. Причини поширення і заходи боротьби з чертополохівкою (<i>Vanessa cardui</i> L.) на посівах сої в Полтавській області	135
Лядська І.В., Цилюрик О.І., Пащенко Н.О. Нові сорти суніці як джерело цінних елементів для раціону людини.....	144
Марковська О.С., Дудченко В.В., Стеценко І.І., Гречишкіна Т.А. Захист посівів <i>Panicum miliaceum</i> L. від шкідників і хвороб	150

Муллер М.О. Методи боротьби з гороховим зерноїдом (<i>Pisum sativum</i> L.)	161
Окселенко О.М., Назаренко М.М. Екогенетична активність у пшениці озимої на клітинному рівні.....	169
Пащенко Н.О., Лядська І.В., Циліорик О.І. Нові сорти винограду як джерело цінних харчових елементів	176
Поліщук В.О., Журавель С.В. Вплив системи удобрення на формування різних фракцій картоплі.....	182
Рудік О.Л., Чуган В.В., Мезенцев Д.М. Енергетична оцінка елементів технології вирощування проса посівного як проміжної культури.....	189
Рудь А.В. Електронні системи моніторингу вирощування тютюну.....	195
Sydiakina O.V., Namula Ye.A. Current range of corn hybrids in Ukraine: analysis and prospects.....	205
Sydiakina O.V. Current state and prospects of lentil production.....	214
Sokolovska I.M., Mashchenko Yu.V. Effects of different fertilization systems on buckwheat yield in the conditions of Northern Steppe of Ukraine	224
Солоха М.О., Коньшин Р.В., Дегтярьов В.В. Ідентифікатори впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив за супутниковими даними	235
Станкевич С.В., Матвієнко В.М., Забродіна І.В. Асортимент засобів захисту пшениці та інших зернових колосових культур від шкідливих організмів в Україні у 2017–2018 рр.	245
Стельмах О.М., Мельничук Т.В., Кифорук І.М., Григорів Я.Я., Туць Л.І. Вирощування озимого ріпаку за різних схем удобрення	256
Столяр С.Г., Руденко Ю.Ф. Вплив строків сівби на урожайність сорго зернового в Поліссі України	264
Стороженко Д.С., Жукова Л.В., Станкевич С.В. Інтенсивність ураження соняшника хворобами	273
Сторожик Л.І., Романов С.М., Завгородня С.В., Баян І.В., Товстенко Я.Ю. Тривалість фаз органогенезу гороху озимого та його продуктивність залежно від елементів технології вирощування в Степу та Лісостепу України.....	281
Тищенко А.В., Степанов С.С. Адаптивна здатність гібридів соняшника середньостиглої групи до абіотичних чинників в умовах Півдня України.....	292
Улянич О.І., Яценко Н.В., Ковтунюк З.І., Улянич К.Ф. Показники росту шпинату городнього за різного строку вирощування у весняній теплиці.....	305
Хорошу І.В., Назаренко М.М. Формування ключових ознак врожайності та якості у нових сортів пшениці озимої	312
Циліорик О.І., Тищенко В.О. Вплив густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення на урожайність зерна кукурудзи в умовах Північного Степу України	319
Цицюра Я.Г. Оцінка швидкості розкладу сидеральної маси редьки олійної у ґрунті на підставі застосування базових співвідношень ряду біохімічних показників.....	328
Шакалій С.М., Кулик Є.І. Вплив способів обробки біостимуляторами на посівні якості насіння соняшника	343

Шевченко Н.В. Принципи підбору сортів гречки в умовах зміни клімату.....	351
Шевчук М.Й., Голуб С.М., Гук Б.В. Вплив різних норм вапна за мінерального удобрення на винос елементів живлення пшеницею озимою на дерново-підзолистому ґрунті	358
ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	365
Борщенко В.В., Фешук Т.С., Машталяр О.В. Ефективність відбору корів за продуктивністю матерів	365
Калинка А.К., Лесик О.Б., Вдовиченко Ю.В., Стадницька О.І., Корх І.В. Ріст, розвиток, вирощування та продуктивність нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби в передгірській зоні Карпатського регіону Буковини	372
Карбівська У.М., Чумбей В.В., Олексюк Ю.В. Вплив удобрення на продуктивність кормових культур за вирощування на дерново-підзолистому ґрунті	384
Коробань М.П., Лихач В.Я. Вплив кормової добавки «LIPTOTRAN L» на поведінку і ступінь пошкодження шкіри у свиней	391
Костецька К.В., Герасимчук О.П., Соловей В.О. Оцінювання крупи з зерна пшениці м'якої озимої	403
Кудрик Н.А., Цвігун А.Т., Понько Л.П., Несвятипаска В.Ю., Яковчук В.С., Тимофійшин І.І. Особливості годівлі овець породи лакон в умовах Поділля.....	410
Кудрик Н.А., Цвігун А.Т., Яковчук В.С., Тимофійшин І.І. Вовнова продуктивність та деякі фізико-механічні властивості вовни молодняка овець асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною	421
Лесик О.Б., Калинка А.К. Відтворювальна здатність та молочна продуктивність планових порід та різних буковинських типів вівцематок в умовах Карпатського регіону Буковини	428
Почукалін А.С., Вдовиченко Ю.В. Рівень розвитку селекційних ознак тварин голштинської породи за природно-кліматичними зонами України.....	435
Приліпко Т.М., Коваль Т.В. Вивчення біохімічних та морфологічних показників крові високопродуктивних здорових та хворих на кетоз корів.....	442
Разанова О.П., Овсієнко М.А. Потенціал вітамінно-мінерального комплексу для покращення показників росту, забою та якості м'яса курчат-бройлерів	448
Савчук І.М., Ковальова С.П. Гематологічні показники бугайців за використання генетично модифікованої сої в раціоні.....	459
МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ	467
Дмітрієвцева Н.В., Колядич О.О. Зміна балансу гумусу та поживних елементів у землеробстві Рівненської області.....	467
ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА	473
Боярин М.В., Боярин С.В., Волошин В.У. Природно-заповідна мережа верхів'я басейну річки Прип'ять.....	473
Vradii O.I. Hydro-ecological assessment of pond water quality	482

Главатчук В.А. Раціоналізація технології вирощування коропа з рослиноїдними рибами у полікультурі.....	489
Довга Т.В., Клепко А.В., Андрейченко С.В. Моніторинг довкілля як дієвий інструмент посилення екологічної безпеки підприємств на шляху до їх екологізації.....	504
Лапчинський В.В., Лакуста А.А., Хмелянчишин Ю.В. Вплив кліматичних змін на агрономію: оцінка та заходи адаптації.....	516
Медведєва О.В., Ковальов М.М., Мірзак В.Я., Дубина А.О. Обґрунтування можливості виготовлення паливних брикетів сферичної форми з кавової гуші	525
Мельниченко С.Г., Гончарова О.В., Шевченко В.Ю. Оцінка рибогосподарського потенціалу малих водосховищ Півдня України на прикладі Єланецького водосховища	534
Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі кукурудзи	544
Рула І.В., Голобородько К.К., Ситник С.А., Ловинська В.М., Іванко І.А. Термічна деструкція деревини різного віку стовбурів <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	549
Швець Т.В., Лісогурська Д.В., Тимошук Т.М., Фурман С.В. Вектори розвитку зеленого сільського господарства в Україні	556

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING.....	3
Averchev O.V., Nikitenko M.P. A comprehensive approach to the development of ecologically oriented agro-industrial production.....	3
Baklanova T.V., Mielieshko A.V. Analysis of the assortment of maize hybrids and varieties in Ukraine	11
Baklanova T.V., Fartushny D.M. Current trends in tomato cultivation in Ukraine and the world.....	18
Berdin S.I., Murach O.M., Zubko O.M., Kriuchko L.V. Dynamics of the formation of generative organs of the soybean plant under the influence of preparation for seed pre-sowing treatment	28
Bunyak O.I. Features of the formation of quantitative characters of collected samples of winter oats in the conditions of the Northern Forest Steppe of Ukraine.....	35
Vakhniy S.P., Zasukha A.A. Influence of fertilizers and plant growth regulators on the productivity of main and by-products of maize	44
Gamayunova V.V., Zadyrko R.V. The influence of seed treatment and resource-saving nutrition on the height of oil flax plants in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....	56
Grechishkina T.A. Efficiency of microelements application in sun-flower plant nutrition system (literature review).....	63
Hryhoriv Ya.Ya., Turak Yu.O. Features of corn cultivation in modern conditions.....	70
Dmytrash T.I., Hryhoriv Ya.Ya. Prospects of perennial Sida cultivation on low-productivity lands (review).....	77
Dudchenko V.V., Markovska O.Ye., Stetsenko I.I., Grechyshkina T.A. Species composition and population dynamics of main phytophages in post-harvest crops of <i>Panicum miliaceum</i> L. in Southern Ukraine	84
Zhuikov O.G., Ivaniv M.O. Methods and regimes of combine harvesting of oil flax in the conditions of the Southern Steppe: agrobiological justification and ecological assessment.....	92
Ivasyk M.V. The relationship between the rate of sowing, the use of growth regulators and the productivity of soybeans in the Western Forest Steppe.....	104
Karbivska U.M., Sitnyk A.A. Productivity of miscanthus depending agricultural technology elements in sod-podzolic soil conditions on the Precarpathian region	111
Kulyk H.A., Trykina N.M. Effectiveness of growth regulators in forming forage beet productivity in the Steppe of Ukraine.....	117
Lykhovyd P.V., Bidnyna I.O. Artificial intelligence and its capabilities in agronomy..	125
Lohvynenko V.V. The reasons of spreading and measures of fighting painted lady butterfly (<i>Vanessa cardui</i> L.) on soybean sown areas in Poltava region	135
Liadska I.V., Tsyliuryk O.I., Paschenko N.O. New strawberry varieties as a source of valuable elements for the human diet	144

Markovska O.Ye., Dudchenko V.V., Stetsenko I.I., Grechyshkina T.A. Protection of <i>Panicum miliaceum</i> L. crops from pests and diseases.....	150
Muller M.O. Methods of pea weevil (<i>Bruchus pisorum</i>) control.....	161
Okselenko O.M., Nazarenko M.M. Ecogenetic activity in winter wheat on the cells level.....	169
Paschenko N.O., Liadska I.V., Tsyliuryk O.I. New grape varieties as a source of valuable food elements.....	176
Polischuk V.O., Zhuravel S.V. Influence of the fertilizer system on the formation of different potato fractions.....	182
Rudik O.L., Chugan V.V., Mezentsev D.M. Energy assessment of technology elements for growing millet as an intermediate crop.....	189
Rud A.V. Electronic systems for monitoring tobacco cultivation.....	195
Sydiakina O.V., Hamula Ye.A. Current range of corn hybrids in Ukraine: analysis and prospects.....	205
Sydiakina O.V. Current state and prospects of lentil production.....	214
Sokolovska I.M., Mashchenko Yu.V. Effects of different fertilization systems on buckwheat yield in the conditions of Northern Steppe of Ukraine.....	224
Solokha M.O., Konshyn R.V., Dehtiarov V.V. Identifiers of the influence of military actions on land cover according to satellite data.....	235
Stankevych S.V., Matviienko V.M., Zabrodina I.V. Assortment of protection tools of wheat and other cereal ear cultures against harmful organisms in Ukraine in 2017–2018.....	245
Stelmakh O.M., Melnychuk T.V., Kyforuk I.M., Hryhoriv Ya.Ya., Tuts L.I. Cultivation of winter rapeseed under different fertilization systems.....	256
Stoliar S.H., Rudenko Yu.F. Influence of sowing time on yield of grain sorghum in Polissia of Ukraine.....	264
Storozhenko D.S., Zhukova L.V., Stankevych S.V. Intensity of disease infection to sunflower.....	273
Storozhyk L.S., Romanov S.M., Zavorodnia S.V., Balyan I.V., Tovstenko Ya.Yu. The duration of the organogenesis phases of winter peas and its productivity depends on the elements of growing technology in the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine.....	281
Tyshchenko A.V., Stepanov S.S. Adaptability of sunflower hybrids of the medium maturity group to abiotic factors in the conditions of Southern Ukraine.....	292
Ulianych O.I., Yatsenko N.V., Kovtunyk Z.I., Ulianych K.F. Indicators of growth of spinach during different periods of growing in a spring greenhouse.....	305
Khoroshun I.V., Nazarenko M.M. Development of key characters of yield and quality in new varieties of winter wheat.....	312
Tsyliuryk O.I., Tyshchenko V.O. The influence of plant density and mineral nutrition level on corn grain yield in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine.....	319
Tsytsiura Ya.G. Estimation of the decomposition rate of oilseed radish green manure in the soil based on the use of basic ratios of a number of biochemical parameters.....	328
Shakalii S.M., Kulyk Ye.I. Influence of processing methods with bio-stimulators on sowing quality of sunflower seeds.....	343

Shevchenko N.V. Principles of selection of buckwheat varieties under the conditions of climate change	351
Shevchuk M.Y., Holub S.M., Huk B.V. Effect of different lime rates under mineral fertilization on nutrient removal by winter wheat on sod-podzolic soil	358
ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS	365
Borshchenko V.V., Feshchuk T.S., Mashtaliar O.V. The effectiveness of the selection of cows according to the productivity of mothers	365
Kalinka A.K., Lesyk O.B., Vdovichenko Yu.V., Stadnytska O.I., Korkh I.V. Growth, development, cultivation and productivity new populations of the Bukovina zonal type of meat komolo simmental livestock in the footland zone of the Carpathian region of Bukovina	372
Karbivska U.M., Chumbei V.V., Oleksiuk Yu.V. The impact of fertilization on the productivity of forage crops grown on sod-podzolic soil	384
Koroban M.P., Lykhach V.Ya. Influence of the food additive “LIPTOTRAN L” on the behaviour and degree of damage skin in pigs	391
Kostetska K.V., Herasymchuk O.P., Solovei V.O. Evaluation of grain from soft winter wheat	403
Kudryk N.A., Tsvihun A.T., Ponko L.P., Nesviatypaska V.Yu., Yakovchuk V.S., Tymofiishyn I.I. The peculiarities of feeding Lacaune sheep under the Podillia conditions	410
Kudryk N.A., Tsvihun A.T., Yakovchuk V.S., Tymofiishyn I.I. Wool productivity and some wool physical-mechanical properties the young sheep of Ascanian Meat-and-Wool breed, which have crossbred wool	421
Lesik O.B., Kalinka A.K. Reproductive capacity and milk productivity of planned breeds and different Bukovina types of ewes in the conditions of the Carpathian region of Bukovina	428
Pochukalin A.Ye., Vdovychenko Yu.V. Level of development of breeding characteristics of animals of the Holstein breed by nature and climate zones of Ukraine	435
Prylipko T.M., Koval T.V. Study of biochemical and morphological parameters of blood of high-yielding healthy and ketosis-affected cows	442
Razanova O.P., Ovsienko M.A. Potential of vitamin and mineral complex for improving growth indicators, slaughter indicators and meat quality of broiler chickens	448
Savchuk I.M., Kovalyova S.P. Hematological indicators of young bulls fed with genetically modified soybeans	459
MELIORATION AND SOIL FERTILITY	467
Dmitriyevtseva N.V., Kolyadich O.O. Change in the balance of humus and nutrients in agriculture of Rivne region	467
ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE	473
Boiaryn M.V., Boiaryn S.V., Voloshyn V.U. Nature reserve network of the upper reaches of the Pripet River basin	473

Vradii O.I. Hydro-ecological assessment of pond water quality	482
Glavatchuk V.A. Rationalization of the technology of growing carp with herbivorous fish in polyculture	489
Dovga T.V., Klepko A.V., Andreychenko S.V. Environmental monitoring as an effective tool for enhancing the environmental safety of enterprises on the way to their ecologization.....	504
Lapchynskiy V.V., Lakusta A.A., Khmelianchyshyn Yu.V. Impact of climate change on agronomy: assessment and adaptation measures.....	516
Medvedieva O.V., Kovalov M.M., Mirzak V.Ya., Dubyna A.O. Justification of the possibility of manufacturing spherical fuel briquettes from coffee grounds	525
Melnysenko S.H., Honcharova O.V., Shevchenko V.Yu. Assessment of the fishery potential of small reservoirs in Southern Ukraine: a case study of the yelanets reservoir.....	534
Patseva I.H., Herasymchuk L.O., Valerko R.A., Sikach T.I., Ivashkina O.L. Concentration of heavy metals in corn phytomass	544
Rula I.V., Holoborodko K.K., Sytnyk S.A., Lovynska V.M., Ivanko I.A. Thermal degradation of wood of different trunk ages <i>Robinia pseudoacacia</i> L.....	549
Shvets T.V., Lisohurska D.V., Tymoshchuk T.M., Furman S.V. Vectors of development of green agriculture in Ukraine	556

Таврійський науковий вісник

Випуск 137

Сільськогосподарські науки

Підписано до друку 28.06.2024 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 46,64. Зам. № 0924/643

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.