

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський державний аграрно-економічний університет



# Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

Випуск 142  
Частина 2



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2025

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету  
(Протокол № 8 від 29.04.2025)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 142. Ч. 2. 324 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 (Е2 – Екологія, Н1 – Агрономія, Н2 – Тваринництво, Н5 – Водні біоресурси та аквакультура).

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

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення No 2933 від 24.10.2024 року. Ідентифікатор медіа R30-05566.

Мова видання: українська, англійська, німецька, польська.

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;

Кутіщев 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 Інституту 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 гідробіології та іхтіології, Національний університет біоресурсів та природокористування України.

---

# ЗЕМЛРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

---

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,  
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 632.7:[630\*45:582.475](477.54)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.1>

---

## НЕСПОДІВАНА ЯЛИНОВА НЕСПРАВЖНЯ ЩИТІВКА (*PHYSOKERMES INOPINATUS* DANZIG ET KOZÁR, 1973) НА ЯЛИНАХ ТА ЇЇ ШКІДЛИВІСТЬ У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

---

**Меленті В.О.** – PhD,

старший викладач кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,  
Державний біотехнологічний університет

**Леженіна І.П.** – к.б.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

**Забродіна І.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,  
Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження було вивчити морфологію, біологію, фенологію розвитку та шкідливість несподіваної ялинової несправжньої щитівки у Харківській області, яка раніше не була описана для регіону дослідження. Основні дослідження здійснені у 2017–2021 рр., додаткові відомості про біологію та шкідливість отримані протягом наступних 2023–2024 рр. у Дендрологічному парку Державного біотехнологічного університету та в парках міста Харкова, розсадниках декоративних рослин Харківської області. Встановлено, що несподівана ялинова несправжня щитівка протягом року має одне покоління. Відновлення розвитку після перезимівлі настає в першій декаді квітня. Початок відкладання яєць припадає на середину травня і триває до другої декади червня. Початок відродження личинок першого віку – «мандрівниць» відбувається в третій декаді червня, в першій декаді липня личинки впадають в діапаузу, у третій декаді серпня поновлюється їх розвиток. Личинки другого віку з'являються у третій декаді серпня, в третій декаді листопада

---

вони йдуть на зимівлю. Складено детальний фенологічний календар розвитку несподіваної несправжньої щитівки, для подальших планувальних заходів. Встановлено, що найбільш шкідливим фітофагом є на стадії розвитку: нестатевозрілі самиці (період з другої декади квітня по першу декаду травня) і личинки другого віку (від третьої декади серпня до третьої декади листопада). Визначені вікові відмінності стадій розвитку несподіваної ялинової несправжньої щитівки. Плодючість коливається від 100 до 1500 яєць. Кількість відкладених яєць залежить від розмірів самиць, умов їх живлення. Шкідливість несподіваної ялинової несправжньої щитівки полягає в погіршенні стану ялин, масовому опаданні хвої, ураженню сажистими грибами, на нижніх гілках спостерігається повна дефоліація. Заселення фітофагів ентомофагами було на рівні 50–65%. Таким чином, практична цінність даного дослідження полягає у вивченні морфології, біології, детальної фенології розвитку та опису шкідливості несподіваної ялинової несправжньої щитівки, що має практичне значення для побудови плану захисних заходів від ялинових несправжніх щитівок на ялинах з зелених насаджень Харківської області.

**Ключові слова:** несподівана ялинова несправжня щитівка, *Physokermes inopinatu* Danzig & Kozar, 1973, шкідники ялин, фітофаг, фенологія розвитку, морфологія, біологія, шкідливість.

**Melenti V.O., Lezhenina I.P., Stankevych S.V., Zabrodina I.V. Unexpected spruce scale insect (*Physokermes inopinatus* Danzig et Kozár, 1973) on spruce trees and its harmfulness in the Kharkiv region**

The aim of the study was to study the morphology, biology, developmental phenology and harmfulness of the unexpected spruce scale insect in the Kharkiv region, which had not previously been described for the study region. The main studies were carried out in 2017–2021, additional information on biology and harmfulness was obtained during the following 2023–2024 in the Dendrological Park of the State Biotechnological University and in the parks of the city of Kharkiv, nurseries of ornamental plants of the Kharkiv region. It was established that the unexpected spruce scale insect has one generation during the year. The resumption of development after overwintering occurs in the first decade of April. The beginning of egg laying falls on mid-May and continues until the second decade of June. The beginning of the revival of the first-age larvae – «wanderers» occurs in the third decade of June, in the first decade of July the larvae fall into diapause, in the third decade of August their development resumes. The second-age larvae appear in the third decade of August, in the third decade of November they go to hibernation. A detailed phenological calendar of the development of the unexpected false scale insect has been compiled for further planning of protective measures. It has been established that the most harmful phytophagous is at the stage of development: immature females (period from the second decade of April to the first decade of May) and second-age larvae (from the third decade of August to the third decade of November). Age differences in the stages of development of the unexpected spruce scale insect have been determined. Fecundity ranges from 100 to 1500 eggs. The number of eggs laid depends on the size of the females and their feeding conditions. The harmfulness of the unexpected spruce scale insect is in the deterioration of the condition of spruce trees, mass fall of needles, damage by sooty fungi, complete defoliation is observed on the lower branches. The population of phytophagous entomophagous insects was at the level of 50–65%. Thus, the practical value of this study is to study the morphology, biology, detailed phenology of development and description of the harmfulness of the unexpected spruce scale insect, which is of practical importance for building a plan of protective measures against spruce scale insects on spruce trees from green plantings of the Kharkiv region.

**Key words:** unexpected spruce scale insect, *Physokermes inopinatu* Danzig & Kozar, 1973, spruce pests, phytophagous insect, phenology of development, morphology, biology, harmfulness.

**Постановка проблеми.** Хвойні насадження міст відіграють важливу роль не лише в естетичному оформленні ландшафту, а й у підтриманні екологічного балансу. Вони сприяють очищенню повітря, насиченню його фітонцидами, зниженню рівня пилу та шкідливих газів. У місті Харків найпоширенішими хвойними видами є: ялина європейська (*Picea abies* (L.)), ялина колюча (*Picea pungens* Engelm.), ялина канадська (*Picea glauca* (Moench)). Однак у вуличних насадженнях ці дерева часто ростуть в несприятливих умовах, що послаблює їхню стійкість:

дефіцит вологи та поживних речовин, Підвищена температура повітря, ущільнений ґрунт із поганою аерацією, Забруднення повітря пилом, димом і газами (транспортні та промислові викиди). В ослабленому стані ялини стають вразливими до нападу шкідників, серед яких останніми роками особливу загрозу становлять ялинові несправжні щитівки (Hemiptera: Coccidae: Physokermes).

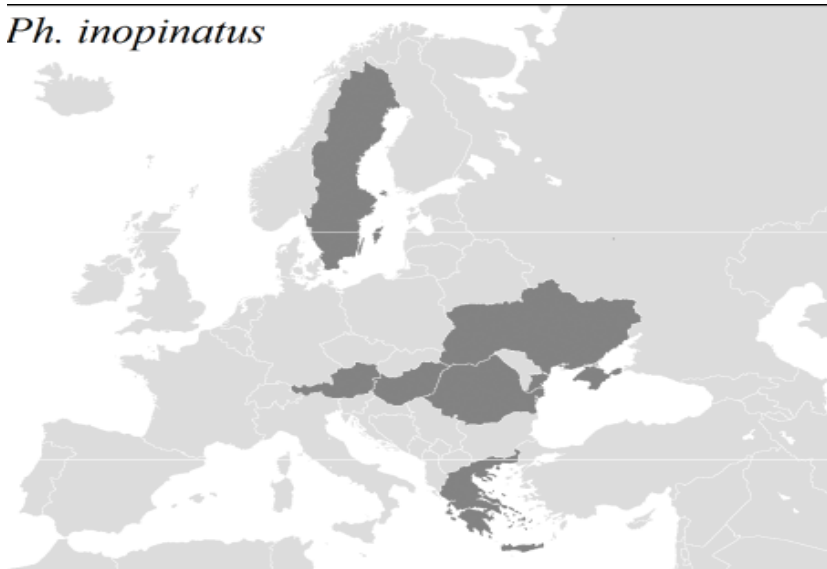


Рис. 1. Поширення *Physokermes inopinatus* Danzig & Kozar, 1973 у Європі (Malec, Golan 2015)

У багатьох регіонах Європи за останнє десятиліття спостерігаються спалахи чисельності та шкідливості ялинових несправжніх щитівок. Ці комахи мають високий інвазійний потенціал через дрібні розміри та прихований спосіб життя, що ускладнює їхню ідентифікацію та контроль. Масове розмноження ялинових несправжніх щитівок може створювати серйозні фітосанітарні проблеми для міських зелених насаджень.

У ході маршрутних обстежень у Харківській області нами було вперше виявлено несподівану ялинову несправжню щитівку (*Physokermes inopinatus* Danzig et Kozár, 1973), яка раніше не була описана для цього регіону.

За базою даних World ScaleNet (<http://scalenet.info/catalogue/Physokermes/>) несподівана ялинова несправжня щитівка поширена в Європі, фітофаг був зареєстрований у таких країнах: Угорщина, Греція, Австрія, Україна, Румунія та Швеція. В Швеції вважається інвазійним видом [17].

За даними Є. Терезнікової, Костараба, Казара, Гертсона та Ісаксон [5; 6; 9; 12; 15], несподівана ялинова несправжня щитівка (*Physokermes inopinatus*) протягом року розвиває одне покоління. Співвідношення статей:самиці: самці = 1 : 19 [13], що суттєво відрізняється від великої ялинової несправжньої щитівки (*Physokermes piceae*) та малої ялинової несправжньої щитівки (*Physokermes hemicryphus*), де співвідношення статей становить 1 : 1.

Активна життєдіяльність несподіваної ялинової несправжньої щитівки після перезимівлі у Швеції настає в травні [18]. Відповідно до джерела [13], личинка

третього віку з'являється з середини березня до середини травня, ймовірна помилка автори, випадково позначили личинку другого віку як личинку третього віку, оскільки у біологічному циклі *Physokermes inopinatus* третього віку не існує. Коригування стадій розвитку є важливим для точного вивчення фенології шкідника та розробки ефективних методів його контролю.

Дорослі самиці несподіваної ялинової несправжньої щитівки (*Physokermes inopinatus*) з'являються у різні терміни залежно від кліматичних умов регіону. Терміни появи дорослих самиць у різних країнах: Угорщина – квітень [11; 20], Швеція – з кінця травня [18], Польща – на початку квітня [24], Греція – з початку травня до початку липня [1; 8]. Самиці живляться протягом двох тижнів перед відкладанням яєць. Отримані дані свідчать про значні відмінності у фенології розвитку виду залежно від кліматичних умов, що необхідно враховувати при прогнозуванні активності шкідника та розробці заходів захисту хвойних насаджень. Терміни початку яйцекладення в різних країнах також відрізняються у строках: Угорщина – з кінця травня [11], Польща – кінець травня [23], Греція – від середини червня до початку серпня [22]. У працях зазначених дослідників точна кількість яєць не вказана. Деякі вчені повідомляють, що одна самиця відкладає близько 1000 яєць [16; 19].

За літературними даними терміни появи личинок першого віку: Угорщина та Польща – кінець червня [7], Греція – з середини серпня до середини вересня [10]. Терміни появи личинок другого віку: Швеція – жовтень [18], Польща – серпень [21].

На основі аналізу літературних даних та проведених досліджень з морфології, біології та фенології розвитку несподіваної ялинової несправжньої щитівки (*Physokermes inopinatus*), отримані результати є ґрунтовними для подальшого планування ефективних методів захисту ялинових насаджень від цього шкідника. Отримані дані сприятимуть розробці регіонально адаптованих заходів контролю та моніторингу популяції фітофага, що є важливим для збереження міських і паркових зелених насаджень.

**Матеріали та методика.** Основні дослідження проводилися у 2017–2021 рр., а додаткові відомості про біологію та шкідливість несподіваної ялинової несправжньої щитівки отримані у 2023–2024 рр. Місця проведення стаціонарних спостережень: Ботанічний сад ім. В. Н. Каразіна ( $50^{\circ}1' N, 36^{\circ}13' E$ ), Дендрологічний парк Державного біотехнологічного університету (ДБТУ) ( $49^{\circ}90' N, 36^{\circ}45' E$ ), Розсадники декоративних рослин: ( $49^{\circ}99' N, 36^{\circ}36' E, 49^{\circ}59' N, 36^{\circ}36' E, 49^{\circ}59' N, 36^{\circ}36' E, 50^{\circ}03' N, 36^{\circ}18' E$ ), Фельдман ЕкоПарк ( $50^{\circ}6'4.306'' N, 36^{\circ}16'39.166'' E$ ). Методи дослідження: стаціонарні спостереження на постійних пробних площах та маршрутні обстеження насаджень у м. Харків та Харківській області. Такий підхід дозволив отримати ґрунтовні дані про поширення, фенологію розвитку та шкідливість несподіваної ялинової несправжньої щитівки в регіоні.

Дослідження несправжніх ялинових щитівок проводили в польових та лабораторних умовах. Методи виявлення: маршрутні обстеження хвойних насаджень у дендрологічних парках, розсадниках декоративних рослин, на вулицях міста та області, окомірне обстеження всіх ялин, з особливою увагою до дерев із ознаками ослаблення. Методи оцінки пошкоджень: Детальний огляд дерев, заселених несправжніми щитівками та візуальна оцінка ступеня пошкодження та опис загального стану ялин. Такі методи дозволили визначити ступінь поширення шкідника, його вплив на ялини та стан насаджень у регіоні.

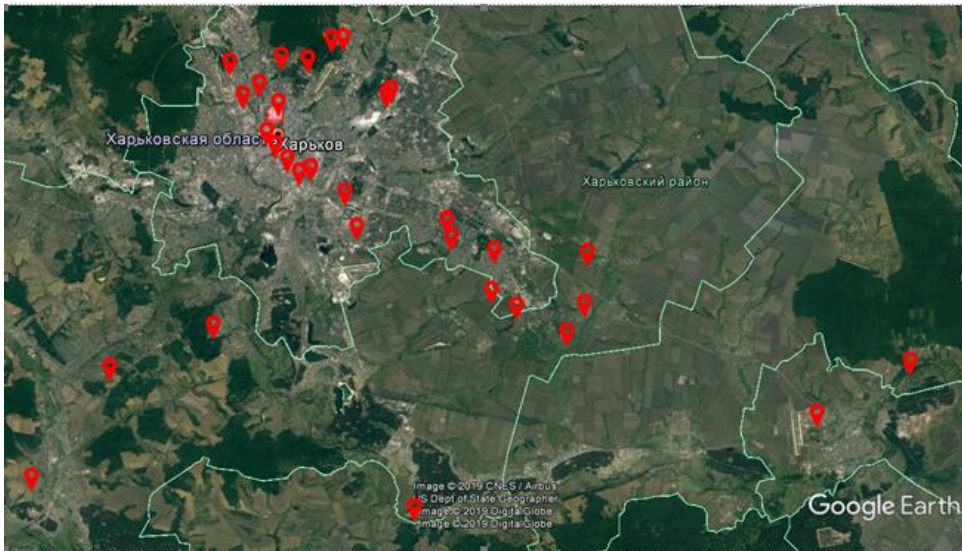


Рис. 2. Місця проведення досліджень у м. Харкові та Харківській області

Міру заселеності ялин ялиновими несправжніми щитівками визначали за п'ятибальною шкалою, розробленою Н. І. Абдрашитовою, Н. В. Габрид. Застосування цієї шкали дозволило кількісно оцінити рівень ураження дерев та розробити відповідні заходи контролю чисельності шкідника.

Фенологічні спостереження ялинових несправжніх щитівок проводили в природних умовах, визначаючи основні стадії розвитку кожні три дні. У середньому ярусі ялин оглядали по чотири гілки з кожної сторони світу. Обстежували не менше ніж чотири дерева кожного виду ялини. Стадії розвитку фіксували у польовому блокноті. За необхідності використовували фотозйомку для детальної реєстрації змін. Такий підхід дозволив отримати точні дані щодо фенології розвитку шкідника та розробити оптимальні заходи контролю.

**Результати дослідження.** У ході досліджень було зібрано та зафіксовано матеріал, що дозволило детально описати морфологію несподіваної ялинової несправжньої щитівки, яка раніше не була описана для регіону дослідження. Отримані дані є важливими для подальших досліджень поширення, фенології розвитку та розробки ефективних заходів захисту ялинових насаджень.

Особливе значення мають дані про вікові зміни у самиць, оскільки саме ці зміни слід враховувати при визначенні оптимальних строків хімічного захисту.

Нами були виділені стадії розвитку самиць: статевонезріла самиця – забарвлення покрита білим восковим нальотом, довжина 5–8 мм, ширина 6–8 мм, несправжній щиток м'який, світло-коричневий, блискучий. Статевозріла незапліднена самиця – забарвлення коричневе, блискуче, білий восковий нальот, довжина 5–8 мм, ширина 6–8 мм, несправжній щиток: м'який. Детальне зображення представлено на рис. 3.

Запліднена самиця несподіваної ялинової несправжньої щитівки – забарвлення буро-коричневе, блискуче, довжина 5–8 мм, ширина 6–8 мм, щиток: до відкладання яєць – м'який, після відкладання яєць – твердий. Детальне зображення представлено на рис. 4.



*Рис. 3. Статевозрілі незапліднені самиці несподіваної ялинової несправжньої щитівки (Дендрологічний парк ДБТУ)*



*Рис. 4. Запліднена самиця ялинової несправжньої щитівки (Дендрологічний парк ДБТУ)*

Самець несподіваної ялинової несправжньої щитівки. Зовнішній вигляд: тіло розділене на три частини: голова, груди та черевце. Має добре розвинені ноги та крила. Ротовий апарат не розвинений (самці не живляться), довжина тіла: 1,8 мм. Стадії розвитку самців: Личинка першого віку – пронімфа, личинка другого віку – німфа. За літературними даними, співвідношення самців до самиць становить 19 : 1 [4].



*Рис. 5. Личинки другого віку самців на хвоїнках та перетворення личинок другого віку на самиць у мутовках (Дендрологічний парк ДБТУ)*

Личинка першого віку: рожеві, добре розвинені ноги, вусики, очі, довжина 0,60–0,65 мм, ширина 0,25–0,30 мм.

Яйця несподіваної ялинової несправжньої щитівки: рожеві, овальні, видовжені. Розмір: 0,5 мм, поверхня: припорошена білим восковим нальотом, кількість: численні [3].

Встановлення оптимальних строків хімічного захисту має базуватися на стадіях розвитку шкідника. Незапліднені самиці є найчутливішими до інсектицидів, тому обробку слід проводити саме в цей період. Запліднені самиці, які вже почали відкладати яйця, менш вразливі, що знижує ефективність обробки. Незапліднені самиці мають характерні морфологічні відмінності та легко розпізнаються. Запліднені самиці, що відклали яйця, набувають твердого щитка, що ускладнює їх знищення.

Кількість поколінь: протягом року розвивається одне покоління. Зимуючою стадією є личинка другого віку. Місця зимівлі: личинки самиць – під лусочками в мутовках поточного та двох попередніх приростів, між гілками на пагонах. Личинки самців – на нижньому боці хвоїнок. Співвідношення личинок самиць до самців – 1 : 10 на одній гілці. Отримані дані є важливими для прогнозування чисельності шкідника та розробки заходів боротьби з ним у зимовий період.

Вихід личинок другого віку із зимової діапаузи справді тісно пов'язаний із температурними умовами. За даними спостережень, реактивація відбувається

у березні при середньодобових температурах 6,2–7,2 °С. Це означає, що саме в цей період відбувається активізація процесів життєдіяльності, після чого личинки починають живитися, що зазвичай відбувається у квітні [2].

Пробудившись після зимової діпаузи, личинки другого віку починають живитися, поступово набувають блиску, оточують себе білими восковими волосками, линяють і трансформуються у статевонезрілих самиць (рис. 6).

У процесі живлення самиці виділяють солодкі речовини, що триває з кінця другої декади квітня до другої декади травня.

Личинки другого віку, які розвиваються у самців, залишаються під прозорим щитком і проходять стадії пронімфи та німфи.

Після запліднення несправжній щиток самиць твердне та набуває буро-коричневого кольору. Відкладання яєць у нашому регіоні відбувається у третю декаду травня. Самиці починають відмирати після завершення яйцекладки, що припадає на першу декаду червня. Вихід личинок першого віку спостерігається з першої до другої декади червня.



*Рис. 6. Перетворення личинок другого віку несподіваних ялинових несправжніх щитків на статевонезрілих самиць (Дендрологічний парк ДБТУ)*

За нашими спостереженнями, личинки живляться приблизно два тижні. Завдяки яскравому забарвленню вони добре помітні, незважаючи на невеликий розмір. Літня діпауза личинок першого віку розпочинається у третій декаді червня – першій декаді липня і завершується в третій декаді серпня – першій декаді вересня. Після виходу з діпаузи личинки відновлюють живлення та переходять у стадію другого віку.

Зимова діпауза в нашому регіоні настає у третій декаді листопада. Встановлено, що найбільшу шкоду фітофаг завдає у двох стадіях розвитку: на етапі

нестатевозрілих самиць – з другої декади квітня до першої декади травня та на стадії личинок другого віку – з третьої декади серпня до третьої декади листопада.

Тривалість відкладання яєць у цього виду коливається в межах 11–13 діб. Дати початку яйцекладки у різні роки були наступними: 2017 р. – 23 травня, 2018 р. – 29 травня, 2019 р. – 29 травня, 2023 р. – 21 травня, 2024 р. – 23 травня. (табл. 1). Відомо, що метеорологічні умови значною мірою впливають на біологічні особливості фітофага, що пояснює відхилення у строках розвитку виду.

За нашими спостереженнями, кількість відкладених яєць значно варіювала і була передусім обумовлена умовами живлення. Чим менше самиць у мутовці, тим сприятливіші умови для їхнього живлення, що позитивно впливало на плодючість (табл. 2, 3).

Таблиця 1

**Строки та тривалість відкладання яєць самицями несподіваної ялинової несправжньої щитівки дендрологічний парк ДБТУ**

| Роки | Відкладання яєць самицями |                    |                    | Тривалість, діб |
|------|---------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
|      | Початок відкладання       | Масове відкладання | Кінець відкладання |                 |
| 2017 | 23.05                     | 26.05              | 3.06               | 11              |
| 2018 | 29.05                     | 03.06              | 10.06              | 12              |
| 2019 | 29.05                     | 02.06              | 11.06              | 13              |
| 2023 | 21.05                     | 24.05              | 1.06               | 10              |
| 2024 | 23.05                     | 27.06              | 3.06               | 11              |

Отже, середня кількість яєць у самиць несподіваної ялинової несправжньої щитівки варіювала залежно від місця спостереження та року: у дендрологічному парку Державного біотехнологічного університету цей показник становив від 654,8 до 782,7 шт, у парку “Фельдман-Екопарк” середня кількість яєць у самиць змінювалася від 533,8 до 791,1 шт.

Таблиця 2

**Плодючість самиць несподіваної ялинової щитівки на ялині колючій. Дендрологічний парк ДБТУ та “Фельдман-Екопарк”**

| Плодючість, яєць/самицю | 2017 рік       |                    | 2018 рік       |                    | 2019 рік       |                    |
|-------------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
|                         | Дендро-парк    | “Фельдман-Екопарк” | Дендро-парк    | “Фельдман-Екопарк” | Дендро-парк    | “Фельдман-Екопарк” |
| Середня                 | 841,2<br>±16,3 | 791,1<br>±18,1     | 782,7<br>±16,3 | 699,7<br>±20       | 654,8<br>±31,6 | 533,8<br>±23,5     |
| Максимальна             | 941            | 934                | 981            | 987                | 994            | 934                |
| Мінімальна              | 589            | 499                | 600            | 414                | 179            | 154                |

За всі роки спостережень найменша плодючість несподіваної ялинової несправжньої щитівки була зафіксована у 2024 році (табл. 3). Це пояснюється зростанням рівня заселення ялин, що призвело до їх пригнічення: зменшився приріст, відбувалося осипання хвої, а якість кормової бази погіршилася, що негативно вплинуло на репродуктивні показники фітофага.

Таблиця 3

**Плодючість самиць несподіваної ялинової щитівки на ялині колочій.  
Дендрологічний парк ДБТУ та “Фельдман-Екопарк”**

| Плодючість,<br>яєць/самицю | 2023 рік   |                    | 2024 рік   |                    |
|----------------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|
|                            | Дендропарк | “Фельдман-Екопарк” | Дендропарк | “Фельдман-Екопарк” |
| Середня                    | 832,2±15,8 | 747,1±17,9         | 732,7±17,7 | 671,7±21           |
| Максимальна                | 861        | 879                | 881        | 887                |
| Мінімальна                 | 563        | 530                | 579        | 432                |

У регіоні дослідження несподівана ялинова несправжня щитівка завдає шкоди ялині європейській (*Picea abies* (L.) Н. Karst., 1881) та ялині колочій (*Picea pungens* Engelm., 1879). При цьому у більшій мірі вона заселяє саме ялину колочу. Самиці та личинки живляться соками хвої, що викликає патологічні зміни у пагонах, призводячи до їх викривлення та втрати хвої. Уражена хвоя поступово змінює забарвлення: спочатку стає світло-зеленою, потім висихає, рудіє і, зрештою, опадає (рис. 7).



Рис. 7. Пожовтіння та осипання хвої в результаті живлення личинок другого віку несподіваної ялинової несправжньої щитівки

## Висновки

1. В регіоні досліджень вперше виявлено несподівану ялинову несправжню щитівку – *Physokermes inopinatus*.

2. Вивчено детальну морфологію, біологію, фенологію розвитку та шкідливість несподіваної ялинової несправжньої щитівки у Харківській області. При вивченні морфології особливе значення набувають дані про вікові зміни у самиць, саме на ці зміни треба орієнтуватися при встановленні строків хімічного захисту.

3. Складено фенологічний календар розвитку самиць несподіваної ялинової несправжньої щитівки. Встановлено, що найбільш шкідливий фітофаг на стадії нестатевозрілих самиць – період з другої декади квітня по першу декаду травня і стадія личинок другого віку – від третьої декади серпня до третьої декади листопада.

4. Протягом року розвивається одне покоління. Зимуючою стадією несподіваної ялинової несправжньої щитівки є личинка другого віку. Личинки самиць зимують під лусочками у мутовках поточного приросту і двох попередніх приростів, а також між гілок на пагоні, самці – на нижньому боці хвоїнок. Реактивація відбувається у березні, коли середньодобові температури сягають 6,2–7,2 °С, живлення починається у квітні. Плодючість несподіваної ялинової несправжньої щитівки залежить від стану і заселення ялин фітофагом. Несподівана ялинова несправжня щитівка в регіоні дослідження шкодить на ялині європейській *Picea abies* (L.) H. Karst. 1881, колючій *Picea pungens* Engelm 1879. У більшій мірі несподівана ялинова несправжня щитівка заселяє ялину колючу.

5. Самиці і личинки живляться соками хвої викликаючи патологічні зміни у пагонах, що призводить до викривлення їх і втрати хвої. Хвоя на ялинах набуває світло-зеленого кольору, пізніше сохне, рижіє і в результаті опадає.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Agric J., Ulgenturk S. and Canakcioglu H. Scale insect pests on ornamental plants in urban habitats in Turkey, (2004). P. 79–84.

2. Melenti, V.O., Lezhenina, I.P., Stankevych, S.V., Shapetko, E.V., Matsyura, A.V., Zabrodina, I.V., Filatov, M.O., Molchanova, O.A. (2020). Entomophages of spruce bud scales (Hemiptera: Coccidae) in the Ukrainian eastern forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 219–224. [https://doi.org/10.15421/2020\\_285](https://doi.org/10.15421/2020_285)

3. Меленті В. О. Ялинові несправжні щитівки – *Physokermes piceae* Schrank, 1801, *Physokermes hemicyphus* Dalman, 1826, *Physokermes inopinatus* Danzig & Kozar, 1973 у дендрологічному парку Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. *Вісник ХНАУ. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2018. № 1–2. С. 87–92.

4. Melenti, V., Lezhenina, I., Baidyk, H., Stankevych, S. Entomophages of spruce bud scale (Hemiptera: Coccidae: Physokermes) in the Ukraine. Modern trends in the development of agricultural production: problems and perspectives. Monograph. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn: Teadmus OÜ, 2022. P. 97–107.

5. Меленті В.О., Леженіна І.П., Станкевич С.В. Несправжні щитівки (Hemiptera, Coccidae) на ялинах в зелених насадженнях Харківської області та заходи щодо зменшення їх шкідливості: монографія. Житомир: Видавництво «Рута», 2024. 140 с.

6. Matile-Ferrero, Pellizzari, G. Contribution to the knowledge of the scale insects (Hemiptera Coccoidea) from the *Aosta Valley Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*. № 34(3). Italy, 2002. P. 347–360.

7. Ben-Dov Y., Miller D. R., Gibson G. ScaleNet. Database of the Scale Insects of the World. <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet.htm>. 2012. <https://doi.org/10.3897/zookeys.431.7474>

8. Gill R. J. Citrus In., Ben-Dov Y. and C. J. Hogson (eds.) Soft scale insects: Their biology, natural enemies and control. Netherlands, vol. 7B. 2008. P. 207–216. ISBN 0444423737
9. Goanca I. K., Sugonjaev E. S., Danzig E. M. Scale insects and soft scale insects of Moldavia and their natural enemies. Kishinev, 1974. 112p. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmv016>
10. Joana F. Marques, Inis Winde, Anna Maria Jönsson, Olle Anderbrant Taxonomic relationship among four European *Physokermes* species (Hemiptera: Coccoomorpha) based on nuclear and mitochondrial DNA. *Front. For. Glob. Change. Sec. Pests, Pathogens and Invasions* Volume 6 -2023 <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1167541>
11. Kozár F. Contribution to the study of the scale insect fauna (Homoptera: Coccoidea) of Hungary. *Allattani Közlemények*. № 59. Hungary, 1972. P. 181–182.
12. Kozár F. The scale insect fauna (Homoptera: Coccoidea) of the Bakony Mountains and surrounding area. *Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei*. № 15 Hungary, 1980. P. 65–72.
13. Kozár F. Assemblage of scale insects (Homoptera: Coccoidea) in the Pilis Biosphere Reservation. *Allattani Közlemények*. № 77. Hungary, 1991. P. 79–82.
14. Kozár F. & Drozdják J. Data to the scale fauna (Homoptera: Coccoidea) of the Bükk National Park. The Fauna of the Bükk National Park. Hungary, 1993. P. 71–76.
15. Kozár F. Data to the scale insect (Homoptera: Coccoidea) fauna of the Aggtelek National Park. The Fauna of the Aggtelek National Park. Hungary, 1999. P. 137–142.
16. Mc Carthy R., Skovsgaard J. P Hungarian spruce scale on Norway spruce in southern Sweden: Correlation with climate, site and stand factors. *Southern Swedish Forest Research Centre, SLU*. 2011. P. 177–265. DOI: 10.1007/s10342-009-0323-1
17. Mc Carthy R., Skovsgaard J. P Hungarian spruce scale on Norway spruce in southern Sweden: Correlation with climate, site and stand factors. *Southern Swedish Forest Research Centre, SLU*. 2011. P. 177–265. ISBN 90 04 13728 9
18. Olsson Per-Ola, Jönsson Anna Maria, Eklundh Lars. A new invasive insect in Sweden – *Physokermes inopinatus*: Tracing forest damage with satellite based remote sensing. *Forest Ecology and Management*. Volume 285, 1 December 2012, Pages 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.08.003>
19. Stathas G. J., Kozár F. First record of *Physokermes inopinatus* Danzig & Kozár 1973 (Hemiptera: Coccidae) in Greece. *Hellenic Plant Protection Journal* 3. 2010. P. 7–20.
20. Stathas G. J., Kozár F. First record of *Physokermes inopinatus* Danzig & Kozár 1973 (Hemiptera: Coccidae) in Greece. – *Hellenic Plant Protection Journal*. 2010. P. 7–8.
21. Szita, É., Fetykó, K., Konczné Benedicty, Z., Kozár, F., Partsinevelos, G.K., Milonas, P.G., & Kaydan, M. B. Data on the scale insect (Hemiptera: Coccoomorpha) fauna of Greece, with description of two new species. *Zootaxa* 4329(5). 2017. P. 463–476 <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4329.5.4>
22. Ulgenturk S., Canakcioğlu H. Scale insect pests on ornamental plants in urban habitats in Turkey. *Journal Pest Sci*. 2004. P. 79–84. DOI: 10.1007/s10340-003-0031-4
23. Wallner, W. Scale Insects: What the arboriculturist needs to know about them. *Journal of Arboriculture*. 1978. P. 97–103. DOI: <https://doi.org/10.48044/jauf.1978.023>
24. Zak-Ogaza B., Koteja J. Investigations on scale insects (Homoptera, Coccoidea) of the Pieniny Mountains. *Acta Zoologica Cracoviensia*. 1964. P. 417–439. УДК 632.7:[630\*45:582.475](477.54)

UDC 633.63:631.6:631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.2>

## EVAPOTRANSPIRATION OF THE FIELD DURING CULTIVATION SUGAR BEET DEPENDING ON AGRONOMIC FACTORS IN THE SOUTH OF UKRAINE

**Mynkin M.V.** – Candidate of Agricultural Sciences,  
Associate Professor at the Department of Agriculture,  
Kherson State Agrarian and Economic University

*Sugar production to meet domestic needs and exports is an important and urgent issue. In the south of Ukraine, it is possible to increase sugar beet production by growing it on irrigated lands. The purpose of the research was to study the peculiarities of sugar beet field evapotranspiration depending on agronomic factors under irrigation in the south of Ukraine.*

*The main objectives of our research were to substantiate the water consumption of sugar beet cultivation at different ploughing depths, nutrition backgrounds, sowing dates and planting densities.*

*The field experiments were conducted in the Kherson region in the Ingulets irrigated area. The soil cover is represented by dark chestnut slightly saline medium loamy soils.*

*The following factors and their variants were included in the experimental design:*

*Factor A – ploughing to a depth of 20-22 cm and 28-30 cm*

*seeding rate of germinating seeds: 6, 9 and 12 million seeds/ha.*

*Factor B – fertiliser background: no fertiliser, N150P150K60, 40t/ha + manure*

*N150P150K60, Manure 40 t/ha.*

*Factor C – sowing dates: the first term – at a soil temperature of 6-8°C at the depth of seed placement (4-5 cm); the second – ten days after the first term, the third – 20 days after the first term;*

*Factor D – plant density: 90, 110 and 130 thousand/ha*

*In our experiments, depending on the factors studied, the share of soil moisture in total water consumption ranged from 8.6 to 23.3%, useful precipitation – from 30.8 to 35.7 and irrigation – from 45.6 to 55.7%, i.e. irrigation takes the first place in sugar beet water consumption, precipitation – the second and the smallest share belongs to soil moisture.*

*When comparing the nutrition backgrounds, it can be noted that the smallest share of soil moisture in sugar beet water consumption was observed in the variants on the background of applying only mineral and organic fertilizers at the third sowing term, and the largest share – on fertilized backgrounds at the first sowing term.*

*Based on the results obtained, it can be concluded that the total water consumption of the field during sugar beet cultivation ranged from 4128 to 5044 m<sup>3</sup>/ha. These figures were higher in the first sowing term, and the lowest in the third sowing term. The share of participation in water consumption was as follows: irrigation rate – 47.8-54.4%, useful precipitation – 32.4-34.9 and soil moisture – 10.7-19.6%.*

**Key words:** Sugar beet, evapotranspiration, soil moisture, useful precipitation, irrigation, agronomic factors.

### **Минкін М.В. Евапотранспірація поля при вирощуванні буряків цукрових залежно від агротехнічних факторів в умовах Півдня України**

*Виробництво цукру для забезпечення внутрішніх потреб і експортних поставок є важливою й актуальною проблемою. На Півдні України збільшити виробництво цукрових буряків можливо за рахунок вирощування їх на зрошуваних землях. Метою досліджень було вивчення особливостей евапотранспірації поля буряку цукрового залежно від агротехнічних факторів при зрошенні в умовах Півдня України.*

*Основними завданнями наших досліджень було обґрунтувати водоспоживання вирощування цукрових буряків за різних глибин оранки, фонів живлення, строків їх сіви та густоти насадження.*

Польові досліді проводилися в Херсонській області в зоні Інгулецького зрошуваного масиву. Грунтовий покрив представлений темно-каштановими слабо солонцевими середньо суглинистими ґрунтами.

У схему досліді були включені наступні фактори і їх варіанти:

Фактор А – оранка на глибину 20-22 см та 28-30 см  
норма висіву схожих насінин: 6; 9 і 12 млн. шт / га.

Фактор В – фон живлення: без добрив,  $N_{150}P_{150}K_{60}$ , Гній 40 т/га +  
 $N_{150}P_{150}K_{60}$ , Гній 40 т/га.

Фактор С – строки сівби: перший строк – при температурі ґрунту на глибині загортання насіння (4-5 см) – 6-8°C; другий – через десять, третій – через 20 днів після першого строку;

Фактор Д – густина стояння рослин: 90, 110 та 130 тис./га

У наших дослідіх залежно від досліджуваних факторів, частка ґрунтової вологи у сумарному водоспоживанні коливалася від 8,6 до 23,3%, корисних опадів – від 30,8 до -35,7 і зрошення – від 45,6 до 55,7%, тобто перше місце у водоспоживанні цукрових буряків займає зрошення, друге – опади і найменша частка належить ґрунтовій волозі.

При порівнянні фонів живлення можна відмітити, що найменша частка участі у водоспоживанні цукрових буряків ґрунтової вологи спостерігалась у варіантах на фоні внесення одних мінеральних і органічних добрив за третього строку сівби, а найбільша частка – на удобрених фонах за першого строку сівби.

На основі отриманих результатів можна зробити висновки, що сумарне водоспоживання поля при вирощуванні буряків цукрових коливалось від 4128 до 5044 м<sup>3</sup>/га. Більш високими ці показники були за першого строку сівби, а найменші – за третього строку сівби. Частка участі у водоспоживанні розташувалася так: зрошувальна норма – 47,8-54,4%, корисні опади – 32,4-34,9 і ґрунтова волога – 10,7-19,6%.

**Ключові слова.** Буряки цукрові, евапотранспірація, ґрунтова волога, корисні опади, зрошення, агротехнічні фактори.

**Statement of the problem.** Sugar production to meet domestic needs and exports is an important and urgent problem. In the south of Ukraine, sugar beet production can be increased by growing it on irrigated land. The objectives of modern agriculture are to make the most productive use of all agricultural land to obtain high, high-quality and sustainable yields, create the necessary conditions for systematic reproduction and improvement of soil fertility, rational use of natural and production resources, taking into account optimization of water and nutrient regimes, soil and environmental protection in general.

Unlike some other crops, sugar beet production is much more dependent on climatic factors. In recent years, sugar beet production has declined significantly due to high temperatures and changes in precipitation, so there is a growing need for additional research to minimize the impact of climate factors. Regardless of the degree of adaptation of agricultural plants to the climate and the level of technology used, annual fluctuations in climate variables determine the level of production.

**Statement of the problem.** Sugar beet is one of the crops that consume water economically. This phenomenon is explained by their biological characteristics: their transpiration coefficient is 400-500, they have a well-developed root system; a long growing season ensures good use of summer precipitation and photosynthesis is carried out during dry periods and at high temperatures. Despite this, sugar beet is very sensitive to irrigation. They rank first among agricultural crops in terms of payback of irrigation and provide high net profit.

The aim of the research was to study the peculiarities of sugar beet field evapotranspiration depending on agrotechnical factors under irrigation in the south of Ukraine.

The main objectives of our research were to substantiate the water consumption of sugar beet cultivation at different plowing depths, nutrition backgrounds, sowing dates and planting densities.

Field experiments were conducted in the Kherson region in the Ingulets irrigated area. The soil cover is represented by dark chestnut slightly saline medium loamy soils.

The following factors and their variants were included in the experimental design:

Factor A – plowing to a depth of 20-22 cm and 28-30 cm

seeding rate of similar seeds: 6; 9 and 12 million pcs/ha.

Factor B – fertilizer background: no fertilizers, N150P150K60, Manure 40t/ha +N150P150K60, Manure 40 t/ha.

Factor C – sowing dates: the first term – at a soil temperature at the depth of seed placement (4-5 cm) – 6-8°C; the second – ten days, the third – 20 days after the first term;

Factor D – plant density: 90, 110 and 130 thousand/ha.

**Analysis of recent research and publications.** The production of sugar beet roots in Ukraine is insufficient. Irrigation efficiency depends on the sugar beet growing zone. For example, when sugar beet was grown in the steppe zone of Ukraine, the increase in root crop yield was 45.6 t/ha, sugar harvest – 6.59, and in the forest-steppe zone, respectively, 21.0 and 3.30 t/ha [1]. Some scientists believe that irrigation should not be started before the rows close, because the lack of moisture at this time stimulates the growth of the root system in depth. In dry years, irrigation at the rate of 20 mm/ha can contribute to the uniform and accelerated emergence of plants. Also, the same scientists note, the moisture content in the arable layer should not be allowed to fall below the capillary breakdown moisture content (CBMC) for a long time. According to [2], watering should be stopped 15-20 days before harvesting.

Sugar beets require different amounts of water during the growing season. Thus, according to [2], if the entire growing season (from May 15 to October 15) is divided into three equal parts (50 days each), the ratio of water consumption by sugar beet plants for evaporation in each of them is approximately 1:9:3. Scientists of the Institute of Agriculture of the southern region of the UAAS recommend that during the sugar beet growing season 5-7 irrigations with an irrigation rate of 4000-5000 m<sup>3</sup>/ha in dry years, 4-6 irrigations with an irrigation rate of 3500-4200 in medium dry years, 4-5 irrigations with an irrigation rate of 2300-3500 in medium wet and humid years, 2-3 irrigations with an irrigation rate of 1400-2000 m<sup>3</sup>/ha, and a water consumption coefficient of 112-115 m<sup>3</sup>/t.

Gorobets A.M., Pastukh M.O., and others note that under the intensive irrigation regime of sugar beet (70% during the growing season), the irrigation rate is 2900 m<sup>3</sup>/ha, and under the water-saving regime (70% of the first irrigation period and a 20% reduction in irrigation rates in the second and third periods) it was 2400 m<sup>3</sup>/ha, the water consumption coefficient, in turn, is 76.8 and 77.6 m<sup>3</sup>/t, and the yield is 57 and 53.1 t/ha, respectively. In his opinion, the total water consumption of sugar beet was provided by precipitation only by 20%, by 15% – by soil moisture and by 65% – by irrigation water [5].

Fertilizers contribute to a more rational use of water. For the formation of one ton of root crops, depending on the crop rotation, the water consumption coefficient in the variants with fertilizers was 124-129, and without fertilizers – 171-231 m<sup>3</sup> /t, which is 38-80% more [3,4]. Buts O.V. and Filonenko S.V. believe that the irrigation regime of sugar beet is determined by the background of its nutrition. For example, without irrigation, when 30 t/ha of manure + N100P100K50 were applied, fertilizers did not significantly affect the yield, and the following yield increase was obtained on irrigation variants: at 60% NW – 2 t/ha, at 70% – 3.3 and at 80% NW – 4.8 t/ha. When fertilizer rates were doubled, a similar pattern was observed [6, 7, 8].

**Summary of the main research material.** The results of our research showed that during the cultivation of sugar beet, the total water consumption, depending on the factors studied, ranged from 4128 to 5044 m<sup>3</sup>/ha (Table 1). The fertilizer background and plowing depth did not significantly affect the total water consumption. This indicator was mainly influenced by the timing of sowing and thickening of plants. The lowest total water consumption in our experiments – 4128-4418 m<sup>3</sup>/ha – was obtained when growing sugar beet, which was sown in the third term with a plant density of 90 thousand plants per hectare, and the highest – from 4671 to 5044 m<sup>3</sup>/ha at the first sowing term and plant density of 130 thousand plants per hectare.

Table 1

**Evapotranspiration of sugar beet field depending on the studied factors, m<sup>3</sup>/ha**

| Fertilizer background   | Sowing date | Plant density, thousand/ha |      |      |
|---|-------------|----------------------------|------|------|
|   |             | 90                         | 110  | 130  |
| Plowing to a depth of 20-22 cm                                    |             |                            |      |      |
| Without fertilizers   | First       | 4662                       | 4803 | 4853 |
|   | Second      | 4795                       | 4862 | 4903 |
|   | Third       | 4418                       | 4439 | 4493 |
| N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub>                 | First       | 4949                       | 4989 | 5044 |
|   | Second      | 4736                       | 4794 | 4836 |
|   | Third       | 4144                       | 4172 | 4200 |
| Manure 40t/ha + N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub> | First       | 4876                       | 4890 | 4965 |
|   | Second      | 4455                       | 4525 | 4586 |
|   | Third       | 4293                       | 4311 | 4350 |
| Manure 40t/ha   | First       | 4614                       | 4684 | 4735 |
|   | Second      | 4509                       | 4579 | 4624 |
|   | Third       | 4192                       | 4258 | 4301 |
| Plowing to a depth of 28-30 cm                                    |             |                            |      |      |
| Without fertilizers   | First       | 4637                       | 4685 | 4721 |
|   | Second      | 4873                       | 4936 | 4966 |
|   | Third       | 4155                       | 4172 | 4191 |
| N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub>                 | First       | 4651                       | 4716 | 4755 |
|   | Second      | 4659                       | 4677 | 4689 |
|   | Third       | 4128                       | 4232 | 4165 |
| Manure 40t/ha+ N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub>  | First       | 4667                       | 4738 | 4792 |
|   | Second      | 4631                       | 4668 | 4700 |
|   | Third       | 4305                       | 4632 | 4415 |
| Manure 40t/ha   | First       | 4576                       | 4628 | 4671 |
|   | Second      | 4446                       | 4493 | 4509 |
|   | Third       | 4201                       | 4137 | 4177 |

In the second term of sowing, depending on the depth of plowing, the total water consumption decreased compared to the first term in the variants of planting density of 90 thousand/ha by 0.8-9.5%, 110 thousand/ha by -0.8-8.1 and 130 thousand/ha by

-1.4-8.3%, in the third term this decrease was, respectively, by 5.5-19.4, 2.3-19.6 and 8.0-14.1%. Comparing the first sowing term with the second, it can be noted that without fertilizers, the total water consumption was higher than in the first sowing term, and on fertilized backgrounds, this figure was higher in the first sowing term.

An increase in the number of plants per hectare from 90 to 110 thousand was observed at almost all sowing dates, it increased the total water consumption, and its growth was even greater when the number of plants per hectare increased from 90 to 130 thousand. In our opinion, this can be explained by the fact that the more plants per hectare, the more they use soil moisture.

Tables 2 and 3 show the calculations of the share of soil moisture, useful precipitation and irrigation in sugar beet water consumption depending on the factors studied.

Table 2

**The share of soil moisture, irrigation and useful precipitation  
in total water consumption depending on the studied factors  
(on the background of plowing by 20-22 cm)**

| Sowing term  | Plant density, thousand/ha | Share of participation, % |                      |            | Total water consumption, m <sup>3</sup> /ha |
|--|----------------------------|---------------------------|----------------------|------------|---|
|  |                            | soil moisture             | useful precipitation | irrigation |   |
| 1  | 2                          | 3                         | 4                    | 5          | 6   |
| Without fertilizers  |                            |                           |                      |            |   |
| First  | 90                         | 17,0                      | 33,7                 | 49,3       | 4662  |
|  | 110                        | 19,4                      | 32,7                 | 47,9       | 4803  |
|  | 130                        | 20,3                      | 32,3                 | 47,4       | 4853  |
| Second   | 90                         | 20,1                      | 31,9                 | 48,0       | 4795  |
|  | 110                        | 21,2                      | 31,5                 | 47,3       | 4862  |
|  | 130                        | 21,9                      | 31,2                 | 46,9       | 4903  |
| Third  | 90                         | 14,6                      | 33,4                 | 52,0       | 4418  |
|  | 110                        | 15,0                      | 33,2                 | 51,8       | 4439  |
|  | 130                        | 16,0                      | 32,8                 | 51,2       | 4493  |
| On the background N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub>                      |                            |                           |                      |            |   |
| First  | 90                         | 21,8                      | 31,7                 | 46,5       | 4949  |
|  | 110                        | 22,4                      | 31,5                 | 46,1       | 4989  |
|  | 130                        | 23,3                      | 31,1                 | 45,6       | 5044  |
| Second   | 90                         | 19,1                      | 32,3                 | 48,6       | 4736  |
|  | 110                        | 20,1                      | 31,9                 | 48,0       | 4794  |
|  | 130                        | 20,8                      | 31,6                 | 47,6       | 4836  |
| Third  | 90                         | 8,9                       | 35,6                 | 55,5       | 4144  |
|  | 110                        | 9,5                       | 35,4                 | 55,1       | 4172  |
|  | 130                        | 10,1                      | 35,1                 | 54,8       | 4200  |
| On a background of 40 t/ha of manure + N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub> |                            |                           |                      |            |   |
| First  | 90                         | 20,6                      | 32,2                 | 47,2       | 4876  |
|  | 110                        | 20,9                      | 32,1                 | 47,0       | 4890  |
|  | 130                        | 22,1                      | 31,6                 | 46,3       | 4965  |

Закінчення табл. 2

| 1                                    | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--------------------------------------|-----|------|------|------|------|
| Second                               | 90  | 14,1 | 34,3 | 51,6 | 4455 |
|                                      | 110 | 15,4 | 33,8 | 50,8 | 4525 |
|                                      | 130 | 16,5 | 33,4 | 50,1 | 4586 |
| Third                                | 90  | 12,1 | 34,4 | 53,5 | 4293 |
|                                      | 110 | 12,4 | 34,2 | 53,4 | 4311 |
|                                      | 130 | 13,2 | 33,9 | 52,9 | 4350 |
| On a background of 40 t/ha of manure |     |      |      |      |      |
| First                                | 90  | 16,1 | 34,0 | 49,9 | 4614 |
|                                      | 110 | 17,4 | 33,5 | 49,1 | 4684 |
|                                      | 130 | 18,3 | 33,2 | 48,5 | 4735 |
| Second                               | 90  | 15,1 | 33,9 | 51,0 | 4509 |
|                                      | 110 | 16,3 | 33,4 | 50,3 | 4579 |
|                                      | 130 | 17,2 | 33,1 | 49,7 | 4624 |
| Third                                | 90  | 9,9  | 35,2 | 54,9 | 4192 |
|                                      | 110 | 11,4 | 34,6 | 54,0 | 4258 |
|                                      | 130 | 12,2 | 34,3 | 53,5 | 4301 |

In our experiments, depending on the factors studied, the share of soil moisture in total water consumption ranged from 8.6 to 23.3%, useful precipitation – from 30.8 to -35.7 and irrigation – from 45.6 to 55.7%, i.e. irrigation takes the first place in sugar beet water consumption, precipitation – the second and the smallest share belongs to soil moisture.

When comparing fertilization backgrounds, it can be noted that the smallest share of soil moisture in sugar beet water consumption was observed in the variants on the background of applying only mineral and organic fertilizers at the third sowing term, and the largest share – on fertilized backgrounds at the first sowing term.

Table 3

**Share of participation in total water consumption of soil moisture, irrigation, useful precipitation depending on the studied factors (on the background of 28-30 cm plowing)**

| Sowing term         | Plant density, thousand/ha | Share of participation, % |                      |            | Total water consumption, m <sup>3</sup> /ha |
|---------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|------------|---|
|                     |                            | soil moisture             | useful precipitation | irrigation |   |
| 1                   | 2                          | 3                         | 4                    | 5          | 6   |
| Without fertilizers |                            |                           |                      |            |   |
| First               | 90                         | 16,5                      | 33,9                 | 49,6       | 4637  |
|                     | 110                        | 17,4                      | 33,5                 | 49,1       | 4685  |
|                     | 130                        | 18,0                      | 33,3                 | 48,7       | 4721  |
| Second              | 90                         | 21,4                      | 31,4                 | 47,2       | 4873  |
|                     | 110                        | 22,4                      | 31,0                 | 46,6       | 4936  |
|                     | 130                        | 22,9                      | 30,8                 | 46,3       | 4966  |

Закінчення табл. 3

| 1   | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    |
|---|-----|------|------|------|------|
| Третій  | 90  | 9,1  | 35,5 | 55,4 | 4155 |
|   | 110 | 9,5  | 35,4 | 55,1 | 4172 |
|   | 130 | 9,9  | 35,2 | 54,9 | 4191 |
| On the background $N_{150}P_{150}K_{60}$                      |     |      |      |      |      |
| First   | 90  | 16,8 | 33,8 | 49,6 | 4651 |
|   | 110 | 17,9 | 33,2 | 48,9 | 4716 |
|   | 130 | 18,6 | 33,0 | 48,4 | 4755 |
| Second  | 90  | 17,8 | 32,8 | 49,4 | 4659 |
|   | 110 | 18,1 | 32,7 | 49,2 | 4677 |
|   | 130 | 18,3 | 32,6 | 49,1 | 4689 |
| Третій  | 90  | 8,6  | 35,7 | 55,7 | 4128 |
|   | 110 | 10,8 | 34,9 | 54,3 | 4232 |
|   | 130 | 9,4  | 35,4 | 55,2 | 4165 |
| On a background of 40 t/ha of manure + $N_{150}P_{150}K_{60}$ |     |      |      |      |      |
| First   | 90  | 17,1 | 33,6 | 49,3 | 4667 |
|   | 110 | 18,3 | 33,1 | 48,6 | 4738 |
|   | 130 | 19,2 | 32,8 | 48,0 | 4792 |
| Second  | 90  | 17,3 | 33,0 | 49,7 | 4631 |
|   | 110 | 18,0 | 32,8 | 49,2 | 4668 |
|   | 130 | 18,5 | 32,6 | 48,9 | 4700 |
| Третій  | 90  | 12,3 | 34,3 | 53,4 | 4305 |
|   | 110 | 18,5 | 31,8 | 49,7 | 4632 |
|   | 130 | 14,5 | 33,4 | 52,1 | 4415 |
| On a background of 40 t/ha of manure                          |     |      |      |      |      |
| First   | 90  | 15,4 | 34,3 | 50,3 | 4576 |
|   | 110 | 16,4 | 33,9 | 49,7 | 4628 |
|   | 130 | 17,1 | 33,6 | 49,3 | 4671 |
| Second  | 90  | 13,9 | 34,4 | 51,7 | 4446 |
|   | 110 | 14,8 | 34,1 | 51,1 | 4493 |
|   | 130 | 15,1 | 33,9 | 51,0 | 4509 |
| Третій  | 90  | 10,1 | 35,1 | 54,8 | 4201 |
|   | 110 | 8,8  | 35,7 | 55,5 | 4137 |
|   | 130 | 9,6  | 35,3 | 55,1 | 4177 |

The share of useful precipitation in total water consumption, according to the data obtained, was 30.8-35.7%. Moreover, as can be seen from the table, the highest share of precipitation in total water consumption is observed at the third sowing date and plant density up to 90 thousand/ha, and the lowest – at the first sowing date and plant density up to 130 thousand/ha. In our opinion, higher rates of participation in total water consumption with fewer plants can be explained by the fact that in these variants more

moisture evaporates from the soil surface, and with a higher plant density, the soil is practically covered by the leaves of the crop.

The largest share in sugar beet water consumption is irrigation, which varies from 45.6 to 55.7% depending on the factors studied. The lowest share of irrigation in sugar beet water consumption was obtained in the variants of the first sowing term with a plant density of 130 thousand/ha, and the highest – in the third sowing term and sugar beet thickening to 90 thousand plants per hectare.

**Conclusions.** Based on the results obtained, it can be concluded that the total water consumption of the field during the cultivation of sugar beet ranged from 4128 to 5044 m<sup>3</sup>/ha. These figures were higher in the first sowing term, and the lowest in the third sowing term. The share of participation in water consumption was as follows: irrigation rate – 47.8-54.4%, useful precipitation – 32.4-34.9 and soil moisture – 10.7-19.6%.

These studies encourage further research on the evapotranspiration of irrigated crop rotation fields due to changing climatic conditions.

#### REFERENCES:

1. Aboudi, K., Álvarez-Gallego, C. J., and Romero-García, L. I. (2015). Semi-continuous anaerobic co-digestion of sugar beet byproduct and pig manure: effect of the organic loading rate (OLR) on process performance. *Bioresour. Technol.* 194, 283–290. doi: 10.1016/j.biortech.2015.07.031
2. Вожегова Р. Зрошення – головний елемент сучасних агротехнологій в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки.* 2019. № 11(800). С. 67–74. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201911-10>.
3. Минкін М.В. Вплив глибини основного обробітку ґрунту та фону живлення на урожайність буряку цукрового при зрошенні. *ТНВ. Сільськогосподарські науки.* Херсон, 2021. Вип. 122. С. 78–85.
4. Буць О.В., Філоненко С.В. Особливості технологій вирощування висадків цукрових буряків у виробничих підрозділах буряконасінницького господарства. «Наукові тенденції формування агротехнологій. Полтава. 2019. С. 21–27.
5. Горобець А.М., Пастух М.О., Мостьовна Н.А., Герасименко В.В., Цвей Я.П. Вологозабезпечення цукрових буряків і технології їх вирощування в східній частині Лісостепу. *Цукрові буряки.* – 2004. – № 5. – С. 17–22.
6. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Вплив глибини оранки та фону живлення на біологічну активність ґрунту при вирощуванні буряку цукрового в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки.* Херсон, 2024, DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.19> Вип. 139. С. 146–152.
7. Ecologization of Tillage Methods with the Aim of Soil Fertility Improvement / I. O. Yasnolob et al. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2018. 8(2). P. 280–286.
8. Минкін М.В. Минкіна Г.О. Вплив системи обробітку ґрунту та площі живлення на урожайність ріпаку озимого в умовах півдня України *ТНВ. Сільсько-господарські науки.* Херсон, 2023, Вип. 134. С. 97–102.
9. Васильковська К.В., Юрченко К.В. Продуктивність цукрових буряків залежно від способів сівби в Степу України *Матеріали 6 міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні питання аграрної науки” Уманського НУС* 2018. С. 46–48.
10. Schlinker G. Stickstoffdüngung zu Zuckerrüben. *Zuckerrübe.* 2016. № 1. S. 45–48.

UDC 633.63:631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.3>

## INFLUENCE OF AGROTECHNICAL FACTORS ON SUGAR CONTENT OF SUGAR BEET ROOTS UNDER IRRIGATION

**Myunkina H.O.** – Candidate of Agricultural Sciences,  
Associate Professor at the Department of Botany and Plant Protection,  
Kherson State Agrarian and Economic University

*The article presents the results of research on the influence of agrotechnical factors on the sugar content of sugar beet roots under irrigation.*

*Sugar beet (*Beta vulgaris*) occupies an important place among the crops grown in Ukraine. It is an important sugar crop due to its relatively short growing season and low fertilizer and water requirements compared to sugar cane. The main root of beet contains 13-22% sugar. Increasing sugar yields is an important factor to meet the demand for sugar or at least to reduce the gap between sugar production and consumption in Ukraine.*

*The quality of sugar beet root crops depends on a combination of factors that can be conditionally placed in the following sequence: soil and climatic conditions, weather conditions, fertilizers, harvesting time, plant protection against pests, diseases and weeds, place in the crop rotation, sowing time, plant density, and variety characteristics.*

*The aim of the research was to study the influence of agronomic factors on the quality of sugar beet roots under irrigation.*

*The main objectives of our research were to determine the sugar content of sugar beet roots under different agronomic factors during irrigation.*

*Field experiments were conducted in the Kherson region in the zone of the Ingulets irrigated massif. The soil cover is represented by dark chestnut slightly saline medium loamy soils.*

*The following factors and their variants were included in the experimental design:*

*Factor A – plowing to a depth of 20-22 cm and 28-30 cm*

*seeding rate of similar seeds: 6; 9 and 12 million pcs/ha.*

*Factor B – fertilizer background: no fertilizers, N150P150K60, Manure 40t/ha + N150P150K60, Manure 40 t/ha.*

*Factor C – sowing dates: the first term – at a soil temperature at the depth of seed placement (4-5 cm) – 6-8°C; the second – ten days, the third – 20 days after the first term;*

*Factor D – plant density: 90, 110 and 130 thousand/ha.*

*Based on the results of the research, the following conclusions can be drawn: to obtain high-quality sugar beet roots with a sugar content of 16%, plowing should be carried out on dark chestnut irrigated soils to a depth of 20-22 cm, organic and mineral fertilizers should be applied at a rate of 40 t/ha of manure + N150P150K60, sowing should be carried out at a soil temperature of 8-9°C and plant density should be formed at the level of 110 thousand/ha.*

**Key words:** *sugar beet, plowing depth, nutrition background, sowing time, plant density, sugar content.*

### **Минкіна Г.О. Вплив агротехнічних факторів на цукристість коренеплодів буряку цукрового при зрошенні**

*В статті наведено результати досліджень з вивчення впливу агротехнічних факторів на цукристість коренеплодів буряку цукрового при зрошенні.*

*Серед вирощуваних на Україні сільськогосподарських культур важливе місце займає цукровий буряк (*Beta vulgaris*). Він є важливою цукроносною культурою завдяки відносно короткій тривалості його вегетаційного періоду та низьким потребам у добривах та воді, порівняно з цукровою тростиною. Головний корінь буряка містить 13-22% цукру. Збільшення виходу цукру є важливим фактором для задоволення попиту на цукор або принаймні для зменшення розриву між виробництвом та споживанням цукру в Україні.*

*Якість коренеплодів цукрових буряків залежить від поєднання комплексу факторів, які умовно можна розмістити в такій послідовності: ґрунтово-кліматичні умови, погодні*

умови, добрива, строки збирання, захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів, місце в сівозміні, строки сівби, густина стояння рослин, особливості сорту.

Метою досліджень було вивчити вплив агротехнічних факторів на якість коренеплідів буряку цукрового при зрошенні.

Основними завданнями наших досліджень було встановити цукристість коренеплідів буряку цукрового за різних агротехнічних факторів при зрошенні.

Полюві досліді проводилися в Херсонській області в зоні Інгулецького зрошуваного масиву. Грунтовий покрив представлений темно-каштановими слабо солонцевими середньо суглинчастими ґрунтами.

У схему досліді були включені наступні фактори і їх варіанти:

Фактор А – оранка на глибину 20-22 см та 28-30 см

норма висіву схожих насінин: 6; 9 і 12 млн. шт / га.

Фактор В – фон живлення: без добрив,  $N_{150}P_{150}K_{60}$ , Гній 40 т/га +

$N_{150}P_{150}K_{60}$ , Гній 40 т/га.

Фактор С – строки сівби: перший строк – при температурі ґрунту на глибині загортання насіння (4-5 см) – 6-8°C; другий – через десять, третій – через 20 днів після першого строку;

Фактор Д – густина стояння рослин: 90, 110 та 130 тис./га.

За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки: для одержання якісних коренеплідів цукрових буряків з вмістом цукру на рівні 16%, на темно-каштанових зрошуваних ґрунтах проводити оранку на глибину 20-22 см, вносити органічно-мінеральні добрива нормою 40 т/га гною +  $N_{150}P_{150}K_{60}$  проводити сівбу при температурі ґрунту 8-9°C та формувати густоту стояння рослин на рівні 110 тис./га.

**Ключові слова:** буряк цукровий, глибина оранки, фон живлення, строки сівби, густина стояння рослин, цукристість.

**Statement of the problem.** The tasks of modern agriculture are the most productive use of all agricultural land to obtain high, high-quality and sustainable yields, create the necessary conditions for the systematic reproduction and improvement of soil fertility, rational use of natural and production resources, taking into account the optimization of water and nutrient regimes, soil and environmental protection in general.

Among the crops grown in Ukraine, sugar beet (*Beta vulgaris*) plays an important role. It is an important sugar crop due to its relatively short growing season and low fertilizer and water requirements compared to sugar cane. The main root of beet contains 13-22% sugar. Increasing sugar yields is an important factor to meet the demand for sugar or at least to reduce the gap between sugar production and consumption in Ukraine.

The cultivation of sugar beet and the production of sugar from the roots is decreasing from year to year. The needs of the national economy are not yet fully met by domestic sugar production.

In solving this problem, a significant role is given to the study of the influence of agrotechnical factors on the quality of sugar beet roots under irrigation.

The quality of sugar beet roots depends on a combination of factors that can be conditionally placed in the following sequence: soil and climatic conditions, weather conditions, fertilizers, harvesting time, plant protection against pests, diseases and weeds, place in the crop rotation, sowing time, plant density, and variety characteristics.

Therefore, scientific research aimed at studying the main agrotechnical methods of sugar beet cultivation under irrigation in the south of Ukraine, their impact on the quality of the crop, is relevant and of interest to agricultural production.

**Analysis of recent research and publications.** In recent years, the production of sugar beet roots in Ukraine has been insufficient.

Scientists believe that the methods and depth of soil cultivation do not significantly affect the sugar content of root crops. Thus, in the experiments of Buts O.V.,

Filenko S.V., the sugar content in the shelf cultivation was 16.7, and in the non-shelf cultivation – 17.2%, in the experiments conducted on chestnut soils [3], respectively, 14.8 and 14.9% [2,3,4].

The positive effect of surface and shallow tillage on the accumulation of sugars in root crops is noted by Minkin M.V. Some researchers believe that the reason for the increase in sugar content in variants with surface, shallow and moldboardless tillage is the acceleration of technical maturation of root crops, slowing down the intensity of leaf and root mass growth in the second half of the growing season, which contributes to the fact that a significant part of the assimilants formed during photosynthesis was transported to root crops, where it was stored [3].

In the experiments conducted on black soil, the maximum yield of sugar beet roots and sugar yield was obtained when 210 kg/ha of NPK combined with 30 t/ha of manure was applied for autumn plowing. A number of authors have noted the maximum increase in sugar beet yield and sugar harvest under the influence of complete mineral fertilization with different types of organic fertilizers [5].

Fertilization helps to increase sugar beet yields, but too high rates of fertilizers, especially mineral fertilizers, are economically unprofitable, as they reduce sugar content, do not increase harvesting, and result in low rates of return on investment and fertilizers.

Thus, according to [5], the application of mineral fertilizers at rates of 60 and 90 kg NPK did not negatively affect the accumulation of sugars, and when the rate was increased to 120 kg NPK, sugar content decreased by 0.4%. In the experiments conducted on dark chestnut soils under irrigation, the sugar content of root crops in unfertilized areas was 16.1%, with the introduction of N80P120K60 – 15.9 and against the background of N180P120K60 – 15.1%; sugar yield – 65.7, 79.0 and 80.0 c/ha, respectively [5].

In the zone of unstable moisture of the Forest-Steppe of Ukraine, on black soil, an increase in nitrogen from 85 to 147 kg/ha increased sugar beet yield by 1.1 t/ha, and sugar content – reduced by 0.5%; an increase in phosphorus and potassium from 128 and 127 to 210 and 220 kg/ha did not change sugar content, but only increased the yield by 0.3 t/ha. However, despite the decrease in sugar content with mineral fertilizers, all scientists note an increase in sugar yield per hectare due to higher yields.

The effectiveness of fertilizers depends on how they are applied. According to the authors, more favorable conditions for the use of fertilizers are created when they are locally placed in the soil. This method of fertilizer application can reduce the rate of fertilizer application by 30%.

The use of mineral fertilizers significantly increases sugar beet yields and sugar harvest against the background of organic fertilizers. In the experiments conducted at the Khmelnytskyi Experimental Station on podzolic black soil, plowing 30 t/ha of manure + N140P140K140 increased sugar beet yield by 5.1%, sugar yield by 0.6 t/ha (compared to the N140P140K140 variant), and by 8.1 and 1.4 t/ha (compared to the 30 t/ha of manure variant).

The sugar content of sugar beet roots is also influenced by the sowing time. Thus, according to [9], a one-day delay in sowing, compared to the optimal time, reduces the yield of root crops by 5-7, and sugar harvest – by 1-2 c/ha, by 5-6 days – by 21-71 and 7-18 c/ha, respectively.

There is a direct relationship between plant density, yield and quality indicators of sugar beet, the results of the experiment [11] show that the highest sugar content of root crops 17.39% was when the plants were thickened to 96 thousand/ha, with a decrease in the number of plants to 85 thousand/ha – sugar content was 17.30, and when the plants were thickened to 114 thousand/ha, sugar content decreased to 17.16%.

**Statement of the task.** One of the biological features of sugar beet is the dependence of sugar content in roots on the seeding rate of seeds and fertilizers, tillage and sowing time, but in the literature there are data that both confirm and refute this statement.

The aim of the research was to study the influence of agronomic factors on the quality of sugar beet roots under irrigation.

The main objectives of our research were to determine the sugar content of sugar beet roots under different agronomic factors during irrigation.

Field experiments were conducted in the Kherson region in the zone of the Ingulets irrigated massif. The soil cover is represented by dark chestnut slightly saline medium loamy soils.

The following factors and their variants were included in the experimental design:

Factor A – plowing to a depth of 20-22 cm and 28-30 cm

seeding rate of similar seeds: 6; 9 and 12 million pcs/ha.

Factor B – fertilizer background: no fertilizers, N150P150K60, Manure 40t/ha +N150P150K60, Manure 40 t/ha.

Factor C – sowing dates: the first term – at a soil temperature at the depth of seed placement (4-5 cm) – 6-8°C; the second – ten days, the third – 20 days after the first term;

Factor D – plant density: 90, 110 and 130 thousand/ha.

**Summary of the main research material.** The data on the influence of agrotechnical factors on sugar content of sugar beet roots are given in Table 1.

Sugar beet does not have self-regulatory mechanisms to promote sugar accumulation and depends on external stimuli and climatic factors such as solar radiation, temperature, humidity and daylight hours, which largely determine the type of growth and the amount of sugar accumulated in the roots.

On average, the sugar content in the experiment was in the range of 14.4-16.3%, depending on the depth of plowing, nutritional background, sowing time and plant thickening. The depth of plowing did not significantly affect the sugar content in root crops.

When comparing different nutritional backgrounds, it should be noted that without the use of fertilizers, depending on the depth of plowing, sowing time and planting density, the sugar content ranged from 15.4 to 16.3% and was the highest, unlike fertilized variants.

Thus, when applying mineral fertilizers at a rate of N150P150P60, the sugar content in root crops was at the level of 14.4-15.4%, it decreased in plowing areas to a depth of 20-22 cm at the first sowing date, depending on the plant density by 0, 7-0.8%, or 4.6-5.3 relative percent, the second – by 0.3-0.9, or 1.9-6.0, and the third – by 0.2-0.8%, or 1.3-5.4%, respectively, compared to the unfertilized variant. In the variant of plowing to a depth of 28-30 cm, this decrease was by 1.0%, or 6.5-6.7% relative percentage, in the first term of sowing, by 0.8-1.1, or 5.3-7.5, and in the second term by 0.8-1.2%, or 5.3-8.3 relative percentage, respectively.

The use of organic-mineral fertilizers for sugar beet contributed to a decrease in the sugar content of root crops, depending on the depth of plowing, sowing time and plant density by 0.1-0.8% compared to the unfertilized background, and an increase in comparison with the variant of mineral fertilizers by 0.1-0.6%. On the background of organic fertilizers only, the sugar content in root crops was almost the same compared to the unfertilized variant, but significantly increased compared to the variant of mineral fertilizers only.

Table 1

**Sugar content of sugar beet roots depending on the studied factors, %**

| Power background   | Sowing period | Plant density, thousand/ha |      |      |
|--|---------------|----------------------------|------|------|
|  |               | 90                         | 110  | 130  |
| Plowing to a depth of 20-22 cm   |               |                            |      |      |
| No fertilizers   | First         | 15,8                       | 15,9 | 16,2 |
|  | Second        | 15,8                       | 15,7 | 15,7 |
|  | Third         | 15,6                       | 15,4 | 15,5 |
| N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub>                        | First         | 15,0                       | 15,2 | 15,4 |
|  | Second        | 14,9                       | 15,1 | 15,4 |
|  | Third         | 14,8                       | 15,0 | 15,3 |
| Manure 40 tons/ha +<br>N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub> | First         | 15,2                       | 15,5 | 15,7 |
|  | Second        | 15,1                       | 15,3 | 15,6 |
|  | Third         | 15,0                       | 15,1 | 15,3 |
| Manure 40 tons/ha  | First         | 15,6                       | 15,8 | 16,0 |
|  | Second        | 15,5                       | 15,7 | 16,0 |
|  | Third         | 15,4                       | 15,6 | 15,7 |
| Plowing to a depth of 28-30 cm   |               |                            |      |      |
| No fertilizers   | First         | 15,9                       | 16,1 | 16,3 |
|  | Second        | 15,8                       | 16,0 | 16,0 |
|  | Third         | 15,6                       | 15,8 | 15,8 |
| N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub>                        | First         | 14,9                       | 15,1 | 15,3 |
|  | Second        | 14,7                       | 15,0 | 15,2 |
|  | Third         | 14,4                       | 14,7 | 15,0 |
| Manure 40 tons/ha +<br>N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub> | First         | 15,4                       | 15,7 | 15,9 |
|  | Second        | 15,0                       | 15,5 | 15,8 |
|  | Third         | 14,8                       | 15,1 | 15,3 |
| Manure 40 tons/ha  | First         | 15,8                       | 16,0 | 16,2 |
|  | Second        | 15,6                       | 15,9 | 16,0 |
|  | Third         | 15,3                       | 15,7 | 15,9 |

The accumulation of sugars was also influenced by the timing of sowing, the later the sowing was carried out, the lower the sugar content was. This decrease was especially observed in the third sowing period, i.e. 20 days later than the recommended time. Thus, at the last sowing date, the sugar content in root crops decreased by 0.1-0.7% compared to the first, depending on the depth of plowing, nutrition background and plant density.

The accumulation of sugars in root crops was also influenced by the density of plants, as can be seen from the data, the more plants per hectare, the higher the sugar content of root crops. Thus, with an increase in the number of plants per hectare from 90 to 110 thousand, sugar content increased depending on the depth of plowing, nutrition background and sowing dates by 0.1-0.5%, and with an increase to 130 thousand – by 0.1-0.8%.

Based on the experiments conducted, it can be concluded that the depth of plowing did not significantly affect the sugar content of root crops. The accumulation of sugars was mainly influenced by fertilizers, sowing dates and crop thickening. The highest accumulation of sugars in root crops – 15.3-16.3% was in the variants without fertilizers at the first sowing date and the formation of plant density at the level of 110-130 thousand plants per hectare. Similar results were obtained against the background of organic-mineral and organic fertilizers.

**Conclusions.** Thus, agrotechnical practices have an impact on the sugar content of beets, and they can be adjusted to provide the right conditions for maximizing the quality of raw sugar.

Therefore, we recommend that to obtain high-quality sugar beet roots with a sugar content of 16%, on dark chestnut irrigated soils, plowing should be carried out to a depth of 20-22 cm, organic and mineral fertilizers should be applied at a rate of 40 t/ha of manure + N150P150K60, sowing should be carried out at a soil temperature of 8-9°C and plant density should be formed at the level of 110 thousand/ha.

#### REFERENCES:

1. Енергетичний баланс України за 2023 рік. Державна служба статистики України (Експрес-випуск від 30.11.2024)
2. Енергетичний цукровий буряк. URL: <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/tukrovi-buryaku/energetychnytsukrovuj-buryak/>
3. Минкін М.В. Вплив глибини основного обробітку ґрунту та фону живлення на урожайність буряку цукрового при зрошенні. ТНВ. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2021. Вип. 122. С. 78–85.
4. Буць О.В., Філоненко С.В. Особливості технологій вирощування висадків цукрових буряків у виробничих підрозділах буряконасінницького господарства. «Наукові тенденції формування агротехнологій. Полтава. 2019. С. 21–27.
5. Лихочвор В. В. Вплив добрив на врожайність цукрових буряків. Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. форуму. Львів, 2016. С. 6–9.
6. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Вплив глибини оранки та фону живлення на біологічну активність ґрунту при вирощуванні буряку цукрового в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2024*, DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.19> Вип. 139. С. 146–152.
7. Ecologization of Tillage Methods with the Aim of Soil Fertility Improvement / I. O. Yasnolob et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(2). P. 280–286.
8. Минкін М.В. Минкіна Г.О. Вплив системи обробітку ґрунту та площі живлення на урожайність ріпаку озимого в умовах півдня України ТНВ. Сільсько-господарські науки. Херсон, 2023, Вип. 134. С. 97–102.
9. Mathias Schindler. Verdrengt die rebe bald den mais? *Zuckerrebe*. 2014. № 1. P. 36–39.
10. Тирусь М. Л. Динаміка наростання маси рослин цукрових буряків залежно від норм удобрення та густоти стояння рослин. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. Мелітополь. 2018. Вип. 6. С. 102–111.*
11. Schlinker G. Stickstoffdüngung zu Zuckerrüben. *Zuckerrübe*. 2016. № 1. S. 45–48.
12. Біоадаптивна технологія вирощування цукрових буряків: технологічні аспекти. / В. М. Сінченко та ін. *Цукрові буряки*. 2014. № 3. С. 6–10.

УДК 633.62: 631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.4>

## ВПЛИВ ФОРМ І ДОЗ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ СОРГО ЗЕРНОВОГО

**Могилевська В.В.** – аспірантка IV курсу кафедри рослинництва агрономічного факультету,  
Державний біотехнологічний університет

У статті відображено результати досліджень щодо вивчення впливу різних форм і доз добрив на формування елементів структури врожаю сорго зернового. Наведено дані щодо формування структури врожаю досліджуваних гібридів сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1 за внесення різних форм і доз добрив. Сорго зернове за сприятливих умов має здатність формувати значну кількість бічних пагонів, що забезпечує до 25–40 % врожаю.

За сівби зі сталою нормою висіву 200 тис. шт./га, шириною міжрядь 45 см та із застосуванням комплексних гранульованих добрив Dura SOP та Renovation Fuerza в дозах 80 і 100 кг/га формувалася більша кількість зерен у волоті, зростала маса 1000 насінин та маса зерна з однієї рослини в порівнянні з абсолютним контролем. За рахунок вищої продуктивної куцистості зростала кількість волотей на 1 га та озерненість волотей у досліджуваних гібридів. Найвища кількість зерен у волоті в середньому за роки досліджень була у гібрида Brigga F1 за внесення Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га – 1547,3 шт. Маса 1000 насінин в середньому вищою була у гібрида Aggil F1, а найвища у досліді за внесення Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га 32,8 г в цього ж гібриду. Установлено, що застосування цього технологічного прийому забезпечує збільшення кількості волотей на 1 га, максимальне значення в середньому в досліді становило 208,8 тис. шт./га у гібрида Aggil F1.

Застосування різних форм мінерального живлення сприяє зміні структурних компонентів урожайності досліджуваних гібридів сорго зернового: продуктивної куцистості, кількості волотей на 1 га, озерненості волоті, маси 1000 насінин, маси зерна з волоті та маси зерна з однієї рослини.

**Ключові слова:** сорго зернове (*Sorghum bicolor* L.), гібриди, структура врожайності, продуктивна куцистість, волоть, маса волоті, кількість і маса зерен, маса 1000 зерен.

### **Mohylevska V.V. The influence of fertilizer forms and doses on the formation of grain sorghum yield structure elements**

The article presents the results of research on the study of the influence of different forms and doses of fertilizers on the formation of elements of the grain sorghum yield structure. Data are presented on the formation of the yield structure of the studied grain sorghum hybrids Aggil F1 and Brigga F1 with the application of different forms and doses of fertilizers. Grain sorghum under favorable conditions has the ability to form a significant number of lateral shoots, which provides up to 25–40% of the yield.

When sowing with a constant seeding rate of 200 thousand pcs./ha, row spacing of 45 cm and with the use of complex granular fertilizers Dura SOP and Renovation Fuerza in doses of 80 and 100 kg/ha, a greater number of grains were formed in the panicle, the mass of 1000 seeds and the mass of grains from one plant increased compared to the absolute control.

Due to the higher productive bushiness, the number of panicles per 1 ha and the grain content of panicles in the studied hybrids increased. The highest number of grains in a panicle on average over the years of research was in the Brigga F1 hybrid with the application of Renovation Fuerza at a dose of 100 kg/ha – 1547.3 pcs. The weight of 1000 seeds was on average higher in the Aggil F1 hybrid, and the highest in the experiment with the application of Renovation Fuerza at a dose of 100 kg/ha was 32.8 g in the same hybrid. It was established that the use of this technological technique ensures an increase in the number of panicles per 1 ha, the maximum value on average in the experiment was 208.8 thousand pcs./ha for the Aggil F1 hybrid.

The use of different forms of mineral nutrition contributes to changes in the structural components of the yield of the studied grain sorghum hybrids: productive bushiness, number of

*panicles per 1 ha, grain density of the panicle, mass of 1000 seeds, mass of grain per panicle, and mass of grain per plant.*

**Key words:** *grain sorghum (Sorghum bicolor L.), hybrids, yield structure, productive bushiness, panicle, panicle mass, number and mass of grains, mass of 1000 grains.*

**Постановка проблеми.** Оптимізація елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі сорго зернового дозволяє суттєво впливати на формування структури врожаю і цим самим забезпечувати високу і сталу продуктивність посівів [1–2].

Застосування добрив сприяє реалізації біологічного потенціалу гібридів сорго зернового, адже це пов'язано з оптимізацією умов живлення рослин та особливостями формування чинників врожаю [3].

Сорго зернове здатне формувати в жорстких погодних умовах достатньо високі і якісні врожаї зерна, що дозволяє використовувати його як продовольчу, кормову та сировинну культуру [4–9]. У різних країнах сорго зернове асоціюється як джерело сировини для виробництва біопалива [10]. Нові високопродуктивні сорти і гібриди сорго зернового потребують у вивчені та підборі зональних технологій вирощування задля можливості реалізації їх генетичного потенціалу [10; 11].

Удосконалення зональних технологій вирощування сорго зернового – це шлях до формування високої і сталої врожайності зерна; реалізація генетичного потенціалу гібридів пов'язана, крім оптимізації умов вирощування, і з особливостями формування структури врожаю [12].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Упродовж 2015–2017 рр. В.М. Найденко та С.М. Каленкська досліджували особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. За збільшення норми передпосівного азоту до  $N_{60}$  порівняно з  $N_{20}$  урожайність зростала: у гібрида Лан 59 – на 0,41–0,51 т/га; Брігга F1 – на 0,27–0,40; Бургго F1 – на 0,22–0,29 т/га. Найвищий прибуток за ширини міжрядь 50 см та застосування азотних добрив у нормі  $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$  отримано за вирощування гібридів сорго зернового Брігга F1 – 28,9 тис. грн/га та Бургго F1 – 25,4 тис. грн/га [5].

Науковці В.П. Мальярчук, В.В. Сидоренко та А.С. Мальярчук протягом 2018–2020 рр. досліджували вплив основних способів обробітку ґрунту й удобрення на посівах сорго зернового. У середньому за роки досліджень було встановлено, що найвищу врожайність сорго (5,44 т/га) сформовано на ділянках із внесенням добрив у дозі  $N_{60}$ /га на фоні полицевого обробітку.

Урожайність сорго зернового без унесення добрив у середньому за фактором обробітку становила 2,5 т/га. Унесення  $N_{30}$  сприяло її зростанню в 1,3 раза. Збільшення дози добрив з  $N_{30}$  до  $N_{60}$  під посіви сорго підвищило врожайність в 1,2 раза. Отримані результати досліджень показали, що в середньому за роками досліджень частка участі добрив у формуванні врожаю сорго становила 76,1 %, а основного обробітку ґрунту – 17,6 % [13].

**Постановка завдання. Мета досліджень** – установити особливості формування елементів структури врожаю гібридів сорго зернового залежно від дії різних форм і доз добрив.

Польовий двофакторний дослід проводили на дослідному полі ДБТУ, розташованому в східній частині Лівобережного Лісостепу України протягом 2021, 2023 та 2024 рр. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий, який характеризується глибоким гумусовим профілем, що сягає 120 см, містить 5,0–6,0 % гумусу, має добрі фізичні властивості, підвищений вміст рухомих форм NPK і в цілому

високу біологічну активність. Загальна глибина гумусового профілю чорнозему реградованого досягає 90–110 см, вміст гумусу становить 4,7–5,0 %. Різновид чорнозему типового представлений слабозмитим, малогумусним, важкосуглинковим ґрунтом на карбонатному лесі і характеризується такими агрохімічними показниками: рН сольової витяжки – 6,5–7,0; загальний вміст гумусу в орному шарі – 5,0 %;  $P_2O_5$  – 102 мг на 1 кг ґрунту;  $K_2O$  – 179 мг на 1 кг ґрунту (за Чириковим) [13].

Погодні умови років досліджень значно різнилися за температурою та кількістю опадів. У 2021 р. температура квітня–травня була нижчою за середні багаторічні показники – на 7,2 і 8,7 °С. Червень–липень характеризувалися температурними показниками, близькими до середніх багаторічних. Температури серпня, вересня та жовтня перевищували середні багаторічні показники. У 2023 р. температурні показники квітня–травня були на 2,9 і 0,6 °С вищі за середні багаторічні. Температура в червні була близькою до середніх багаторічних показників, а в липні та серпні перевищувала їх на 1,5 і 3,6 °С. Вересень та жовтень мали значно вищі температури порівняно із середніми багаторічними. У 2024 р. температурні показники в квітні перевищували середні багаторічні, а в травні – навпаки, були на 1,8 °С нижчими. Період червня–жовтня характеризувався значно вищою температурою, а особливо високі показники зафіксовано в липні і серпні, коли в окремі дні температура сягала 30–33 °С.

Кількість опадів у квітні, травні та червні 2021 р. була вищою від середньорічних показників, по місяцях перевищення становило 8,7; 2,5; 30,9 мм. Липень, серпень та вересень були посушливими з меншою кількістю опадів. Порівняно із середніми багаторічними даними, у квітні 2023 р. випала майже вдвічі більша кількість опадів, а у травні–червні їх кількість була меншою на 18,3 і 27 мм. У липні відзначали перевищення на 82,8 мм, серпень і вересень були сухими. У 2024 р. у квітні, травні та червні випала значно менша кількість опадів – відповідно на 14,9; 11,5 і 14,5 мм, а починаючи з липня і до кінця жовтня опадів не спостерігалось.

Отже, кліматичні умови дослідного поля у 2021 і 2023 рр. були сприятливими для вирощування сорго зернового, а тривала посуха (понад 100 днів) у 2024 р. вплинула на формування структури врожаю сорго зернового.

Двофакторний польовий дослід мав таку схему: *фактор А* – гібриди сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1; *фактор В* – форми і дози добрив – абсолютний контроль, зональний контроль (Нітроамофоска 100 кг/га, співвідношення NPK 16:16:16), Dura SOP – 80 кг/га, Dura SOP – 100 кг/га (співвідношення NPK 10:10:17), Renovation Fuerza – 80 кг/га, Renovation Fuerza – 100 кг/га (співвідношення NPK 8:14:6).

Технологія вирощування сорго зернового в досліді була загальноприйнятною для Лівобережного Лісостепу України, крім варіантів застосування досліджуваних форм і доз добрив відповідно до схеми досліді. Попередником сорго зернового в усі роки досліджень була пшениця озима; форми і дози добрив уносили навесні в передпосівну культивуацію. Дослідження виконували відповідно до методики дослідної справи в агрономії, а статистичний аналіз – за дисперсійним методом [14].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Сорго зернове серед інших зернових культур має найбільшу здатність до корегування кущистості відповідно до погодних умов вирощування. За оптимальних умов за рахунок розвитку бічних пагонів може формувати до 30–40 % урожаю. Дані щодо кущистості досліджуваних гібридів Aggil F1 і Brigga F1 за впливу різних форм і доз добрив наведено в табл. 1.

В усі роки досліджень обидва досліджувані гібриди висівали за норми 200 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см, відповідно, у всіх гібридів була однакова площа живлення рослин, відстань між рослинами в рядку становила 11,1 см, а співвідношення сторін площі живлення було 4,9:1. На нашу думку, така прямокутна площа живлення кожної рослини сприяла оптимальному їх розвитку.

У ході досліджень виявлено, що біологічні особливості гібридів Aggil F1 і Brigga F1 формували різну продуктивну кущистість залежно від різних застосовуваних форм і доз добрив.

Таблиця 1

**Продуктивна кущистість, кількість волотей і зерен у волоті гібридів сорго зернового залежно від форм та доз добрив (середнє за 2021, 2023–2024 рр.)**

| Гібрид       | Варіант дослідю             | Продуктивна кущистість, шт. | Кількість                 |                     |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------|
|              |                             |                             | волотей на 1 га, тис. шт. | зерен у волоті, шт. |
| Aggil F1     | AK (абсолютний контроль)    | 1,18                        | 136,0                     | 957,7               |
|              | ЗК (зональний контроль)     | 1,19                        | 157,6                     | 1194,3              |
|              | Dura SOP 80 кг/га           | 1,18                        | 172,2                     | 1313,7              |
|              | Dura SOP 100 кг/га          | 1,21                        | 184,8                     | 1325,7              |
|              | Renovation Fuerza 80 кг/га  | 1,27                        | 194,7                     | 1457,3              |
|              | Renovation Fuerza 100 кг/га | 1,31                        | 201,8                     | 1531,7              |
| Brigga F1    | AK (абсолютний контроль)    | 1,10                        | 135,1                     | 895,0               |
|              | ЗК (зональний контроль)     | 1,17                        | 160,7                     | 1201,4              |
|              | Dura SOP 80 кг/га           | 1,18                        | 173,4                     | 1340,3              |
|              | Dura SOP 100 кг/га          | 1,21                        | 187,0                     | 1368,3              |
|              | Renovation Fuerza 80 кг/га  | 1,25                        | 198,4                     | 1507,7              |
|              | Renovation Fuerza 100 кг/га | 1,27                        | 208,8                     | 1547,3              |
| НІР 0,05     |                             | 0,05                        | 0,22                      | 71,8                |
| НІР 0,05 (А) |                             | 0,02                        | 014                       | 29,3                |
| НІР 0,05 (Б) |                             | 0,04                        | 0,17                      | 50,8                |

Досліджувані добрива Dura SOP та Renovation Fuerza сприяли збільшенню продуктивної кущистості. Збільшення норм унесених добрив з 80 до 100 кг/га меншою мірою впливало на збільшення продуктивної кущистості, ніж форма добрив (Dura SOP чи Renovation Fuerza).

В усі роки досліджень відзначено тенденцію до зростання продуктивної кущистості за внесення Нітроамофоски в дозі 100 кг/га (зональний контроль) в обох гібридів сорго зернового.

У цілому більша густина рослин порівняно з абсолютним контролем формувалася на варіантах внесення добрива Renovation Fuerza в дозах 80 і 100 кг/га. При застосуванні добрива Dura SOP в таких же дозах густина рослин була теж більша відносно контролю, але меншою ніж за варіанта з використанням Renovation Fuerza.

На варіанті із внесенням Нітроамофоски в дозі 100 кг/га для обох гібридів сорго зернового кількість волотей на 1 га була значно нижчою в порівнянні з варіантами

внесення Dura SOP та Renovation Fuerza і становила – 157,6 та 160,7 тис. шт./га відповідно.

Кількість волотей на варіантах із застосуванням добрив Dura SOP та Renovation Fuerza у гібрида Aggil F1 у досліджуваних дозах зростала відповідно на 14,6 тис. шт./га (9,3 %); 27,2 (17,3 %); 37,1 (23,5 %); 44,2 тис. шт./га (28,0 %); у гібрида Brigga F1 ці перевищення мали таку ж саму закономірність і становили 12,7 тис. шт./га (7,9 %); 26,3 (16,4 %); 37,7 (23,5 %), 48,1 тис. шт./га (30,0 %).

Найвищу озерненість волоті спостерігали на варіантах унесення Renovation Fuerza в дозах 80 і 100 кг/га в обох гібридів сорго зернового – Aggil F1 і Brigga F1. Відповідно, кількість зерен за цих варіантів застосування добрив збільшувалася в гібрида Aggil F1 на 22,0 і 8,3 %, а в гібрида Brigga F1 – на 25,5 і 28,8 % порівняно із застосуванням Нітроамофоски в дозі 100 кг/га (зональний контроль).

Визначали вплив досліджуваних форм і доз добрив на такі елементи продуктивності гібридів сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1, як маса зерна з рослини, маса 1000 насінин та маса зерна з волоті. Ці дані наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Вплив форм і доз добрив на показники продуктивності сорго зернового (середнє за 2021, 2023–2024 рр.), г**

| Гібрид       | Варіант досліджу            | Маса, г         |              |                |
|--------------|-----------------------------|-----------------|--------------|----------------|
|              |                             | зерна з рослини | 1000 насінин | зерна з волоті |
| Aggil F1     | АК (абсолютний контроль)    | 39,4            | 27,9         | 36,0           |
|              | ЗК (зональний контроль)     | 42,9            | 28,2         | 36,7           |
|              | Dura SOP 80 кг/га           | 48,3            | 30,1         | 38,4           |
|              | Dura SOP 100 кг/га          | 49,0            | 30,6         | 39,4           |
|              | Renovation Fuerza 80 кг/га  | 52,4            | 32,0         | 41,4           |
|              | Renovation Fuerza 100 кг/га | 53,0            | 32,8         | 42,9           |
| Brigga F1    | АК (абсолютний контроль)    | 39,5            | 27,5         | 36,5           |
|              | ЗК (зональний контроль)     | 43,2            | 28,4         | 37,5           |
|              | Dura SOP 80 кг/га           | 49,0            | 29,6         | 38,9           |
|              | Dura SOP 100 кг/га          | 51,4            | 30,2         | 40,3           |
|              | Renovation Fuerza 80 кг/га  | 53,8            | 31,6         | 42,2           |
|              | Renovation Fuerza 100 кг/га | 54,8            | 32,1         | 43,2           |
| НІР 0,05     |                             | 1,60            | 1,31         | 1,16           |
| НІР 0,05 (А) |                             | 0,65            | 0,54         | 0,47           |
| НІР 0,05 (Б) |                             | 1,13            | 0,93         | 0,82           |

Маса зерна з однієї рослини визначає індивідуальну продуктивність рослин досліджуваних гібридів Aggil F1 і Brigga F1. У наших дослідженнях маса зерна з рослини залежала від форм унесених добрив у обох гібридів сорго зернового. За внесення Dura SOP та Renovation Fuerza цей показник продуктивності зростав у обох гібридів. Але доза застосованих добрив майже не мала впливу на масу зерна з однієї рослини.

Маса тисячі зерен в обох гібридів зростала за варіантів застосування всіх доз і форм добрив. Гібриди сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1 мають однаковий генотип, і характер збільшення маси тисячі насінин був однотипним. Крім того, реакція цих гібридів на стоденну посуху в умовах вегетації 2024 р. проявилась у зростанні маси 1000 насінин.

Гранульовані добрива Dura SOP та Renovation Fuerza забезпечували поступове вивільнення азоту. Особливостями цих добрив є пристосування до потреб культури та навколишнього середовища, захист фосфору від зв'язування та мікроелементи. Склад добрив впливає на ефективне використання всіх елементів живлення, саме посилений ріст дав можливість в усі роки досліджень формувати вищу масу 1000 насінин сорго зернового, а поєднання внесених добрив із біологічними особливостями гібридів Aggil F1 і Brigga F1 більш суттєво впливало на цей показник продуктивності.

У середньому за три роки досліджень в обох гібридів, які мали різні умови вегетації, маса зерна з волоті залежала від застосування різних форм і доз добрив та від продуктивного потенціалу досліджуваних гібридів сорго зернового. Математичний обробіток отриманих даних свідчить, що в гібрида Brigga F1 реакція на внесення різних форм і доз добрив порівняно з реакцією рослин гібрида Aggil F1 була більш суттєвою, крім варіанта із застосуванням добрива Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га. Дія добрив за варіантів застосування різних їх форм і доз збільшувала масу зерна з волоті порівняно з абсолютним контролем, однак математично не доведено застосування Нітроамофоски в дозі 100 кг/га за варіанта зональний контроль у гібрида сорго зернового Aggil F1.

**Висновки.** Трирічні дослідження за різних умов вегетаційного періоду дали змогу виявити залежність продуктивної кущистості від застосування різних форм і доз добрив у поєднанні з біологічними особливостями досліджуваних гібридів. Застосування Dura SOP та Renovation Fuerza, де елементи живлення знаходяться в хелатній формі сприяли формуванню більшої кількості продуктивних пагонів на перших етапах росту і розвитку у обох гібридів сорго зернового. На наступних етапах хелатна форма азоту забезпечувала рослини цим елементом, сприяла їх кущінню та подальшому росту і розвитку.

Застосування різних форм і доз добрив формувало більшу кількість волотей на 1 га та вищу озерненість волоті в обох гібридів сорго зерново відносно обох контролів, це доведено математично.

Маса зерна з однієї рослини в середньому була вищою в гібрида Brigga F1 за внесення усіх форм і доз добрив, однак цей гібрид мав меншу масу 1000 насінин та нижчу продуктивну кущистість порівняно з гібридом сорго зернового Aggil F1.

Вища маса зерна з волоті формувалася в обох гібридів сорго зернового за варіантів застосування Renovation Fuerza в дозах 80 та 100 кг/га.

Найвищу масу 1000 насінин у середньому за три роки мав гібрид Aggil F1 за варіанта внесення Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га – 34,1 г, за цього варіанта у гібрида Brigga F1 маса 1000 становила 32,1 г.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Найденко В. М. Особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та удобрення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 3. С. 288–295.

2. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України / М. І. Федорчук, С. В. Коковихін, С. М. Каленська та ін. Херсон, 2007. 208 с.

3. Saballos A. Development and utilization on sorghum as a bioenergy crop. *Genetic Improvement of Bioenergy Crops* / W. Vermerris (eds). New York: Springer Sci., 2008. P. 211–248. Doi:10.1007/978-0-387-70805-8\_8
4. Методика селекційного експерименту (у рослинництві) / Е. Р. Ермантраут, Т. І. Гопцій, С. М. Каленська та ін. Харків, 2014. 229 с.
5. Каленська С. М., Найденко В. М. Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* / Національний університет біоресурсів та природокористування України. Київ, 2018. Вип. 26. С. 65–75. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.011>
6. Behera P. P., Saharia N., Borah N., Devi S. H., & Sarma R. N. Sorghum Physiology and Adaptation to Abiotic Stresses. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2022. 12(10), 1005–1022. URL: <https://doi.org/10.9734/ijec/2022/v12i1030891>
7. Ходаніч О. Я., Кравченко В. П. Адаптованість сортів сорго зернового до умов Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 111. С. 36–41.
8. Коваленко В. М. Фізіологія рослин. Київ: Наукова думка, 2009. 328 с.
9. Поліщук О. В., Кравченко М. П. Особливості вирощування сорго зернового в умовах Лісостепу України з урахуванням кліматичних змін. *Наукові записки Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. Т. 2. С. 63–68.
10. Лапа О. М., Свиридов А. М., Щербаков В. Я., Фарафанов В. А. Вирощування зернового сорго в умовах України. Одеса, 2008. 36 с.
11. Климович П. В. Ефективність доз і строків застосування добрив під сорго зернове на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.04 «Агрохімія» / ННЦ «Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського». Харків, 2007. 22 с.
12. Макаров Л. Х. Соргові культури. Херсон: Айлант, 2006. 263 с.
13. Малярчук В. М., Сидоренко В. В., Малярчук А. С. Поживний режим і забур'яненість посівів сорго зернового за різних способів основного обробітку ґрунту та удобрення. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2024. Т. 34, № 48. С. 114–124. DOI:10.31548/bio2019.01.011
14. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Поліграф Консалтинг, 2007. 56 с.

УДК [635.656:631.559]:632.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.5>

## СИМБІОТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА УРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ *ASCOCHYTA RABIEI*

**Окрушко С.Є.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

У статті узагальнено результати вивчення негативного впливу аскохітозу на симбіотичну активність гороху. Метою нашого дослідження було встановити вплив *Ascochyta rabiei* (Pass.) впродовж вегетації на динаміку кількості та маси бульбочок на рослинах *Pisum sativum*, а також на формування урожайності зерна. Хворі рослини гірше взаємодіяли із азотфіксуючими бульбочковими бактеріями. Висота рослин сильно уражених аскохітозом була нижчою ніж на контрольному варіанті на 11,2 см у сорту Авола та на 8,9 см у сорту Джессіка. Кількість бобів на рослині та зерен у бобі теж зменшувалася із зростанням рівня розвитку хвороби в обох дослідних сортів. В ході досліджень було виявлено, що за сильного ступеня ураження аскохітозом кількість та маса бульбочок на обох дослідних сортах була найнижчою з усіх дослідних варіантів. У фазу цвітіння кількість бульбочок була відповідно за сортами до контрольного варіанту 82,7% та 82,6%. Аналіз динаміки маси активних бульбочок показав, що найбільший показник її зареєстровано у фазі наливу зерна гороху на всіх дослідних варіантах. За сильного ступеня ураження гороху аскохітозом рослини сорту Авола мали на 32,6% меншу їх масу, а сорту Джессіка – на 31,8%. За два роки досліджень температурний режим та надходження опадів впродовж вегетації гороху овочевого істотно впливали і на ступінь ураження рослин аскохітозом і на розповсюдження хвороби. Погодні умови 2023 року були більш сприятливими для росту й розвитку рослин гороху ніж 2024 року, що й відобразилося на його урожайності. Уражене аскохітозом зерно гороху було дрібнішим. Залежність урожайності зерна гороху овочевого від ступеня ураженості рослин аскохітозом у фазу технічної стиглості була наступна: сорт Авола на варіанті за найбільш інтенсивного ураження хворобою показав зниження врожайності на 11,9%, а сорт Джессіка – на 10,8%.

**Ключові слова:** патогенний вплив, аскохітоз, горох овочевий, бульбочкові бактерії, симбіоз, урожайність.

### **Okrushko S.E. Symbiotic efficiency and yield of vegetable peas depending on the influence of *Ascochyta rabiei***

The article summarizes the results of the study of the negative impact of *Ascochyta* blight on the symbiotic activity of peas. The aim of our study was to determine the impact of *Ascochyta rabiei* (Pass.) during the growing season on the dynamics of the number and mass of nodules on *Pisum sativum* plants, as well as on the formation of grain yield. Diseased plants interacted worse with nitrogen-fixing nodule bacteria. The height of plants severely affected by *ascochyta* blight was lower than in the control variant by 11.2 cm in the Avola variety and by 8.9 cm in the Jessica variety. The number of beans per plant and grains per bean also decreased with increasing disease development in both experimental varieties. During the research, it was found that with a severe degree of *ascochyta* blight, the number and weight of tubers on both experimental varieties was the lowest of all experimental variants. In the flowering phase, the number of tubers was 82.7% and 82.6%, respectively, for the varieties to the control variant. Analysis of the dynamics of the mass of active nodules showed that the highest indicator was registered in the phase of filling the pea grain in all experimental variants. With a strong degree of damage to peas by *ascochyta* blight, plants of the Avola variety had a 32.6% lower mass, and Jessica varieties – by 31.8%. Over two years of research, the temperature regime and rainfall during the growing season of vegetable peas significantly influenced both the degree of plant damage by *ascochyta* blight and the spread of the disease. Weather conditions in 2023 were more favorable for the growth and development of pea plants than in 2024, which was reflected in its yield. Pea grains affected by *ascochyta* blight were smaller. The dependence of the yield of

*vegetable pea grain on the degree of plant damage by ascochyta blight in the technical ripeness phase was as follows: the Avola variety in the variant with the most intensive damage by the disease showed a decrease in yield by 11.9%, and the Jessica variety – by 10.8%.*

**Key words:** pathogenic influence, ascochyta blight, vegetable pea, nodule bacteria, symbiosis, yield.

**Постановка проблеми.** Горох (*Pisum sativum* L.) відноситься до дієтичних овочевих культур. Його вирощують як на насіння, так і для консервної промисловості на зелений горошок. Горох овочевий як зернобобова культура має позитивне агротехнічне значення: збагачує ґрунт азотом завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, поліпшує структуру ґрунту, пригнічує бур'яни, сприяє збереженню вологи.

Вирощування гороху сприяє підвищенню родючості ґрунту; допомагає у вирішенні проблеми виробництва як харчового так і кормового білка; сприяє економічній стабільності аграрних господарств. Та на заваді формуванню горохом овочевим високих врожаїв можуть стати хвороби. Збудник аскохітозу – гриб *Ascochyta rabiei* (Pass.) може завдавати значних збитків за вирощування бобових культур. Як патоген він порушує нормальний хід фізіологічних процесів у рослинних організмах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Люди все більше уваги приділяють правильному харчуванню, саме тому постійно зростає попит на плоди гороху овочевого [1].

Основними причинами зниження якості насіння бобових культур є ураження аскохітозом, фузаріозом, альтернаріозом [2].

Відсутні дані про чутливість бобово-ризобіального симбіозу до біотичних та абіотичних стресових факторів середовища, які негативно впливають на формування бульбочок і знижують їх азотфіксувальну активність [3].

Формування процесу взаємодії між рослинами та бактеріями може зазнати відхилень від природної програми внаслідок дії різних факторів. Зокрема на нього може впливати реакція ґрунтового розчину, нестача елементів живлення чи вологи, життєдіяльності патогенів в рослині [4, 5, 6].

Деякі дослідники вказують на можливість продовження періоду симбіозу за умови вапнування ґрунту та позакоренових підживлень мікроелементами [7, 8].

Аскохітоз проявляється у вигляді плям на листі, черешках, стеблах, бобах та насінні. За ураження гороху блідо-плямистим аскохітозом (збудник *Ascyta Pisi*) на уражених листках з'являються округлі плями жовтого або блідо-коричневого кольору з темно-бурою облямівкою. Перші ознаки ураження хворобою можуть з'являтися у фазу сходів. Темний аскохітоз (грибкова виразка мікосферелла *Ascyta pinodes* Jones.) може спричинити значні втрати урожаю культури. На уражених листках гороху з'являються темно-коричневі плями різної величини. Найбільше шкодить аскохітоз у період появи сходів і утворення молодих бобів гороху [9]. Та шкода від хвороби проявляється впродовж всього вегетаційного періоду: від випадання сходів до уповільнення розвитку рослин; відбувається передчасне всихання та опадання листя, а також знижується якість насіння [10].

**Постанова завдання.** Метою досліджень було вивчення впливу аскохітозу на симбіотичну активність та урожайність двох сортів гороху овочевого: Авола та Джессіка, що різняться за тривалістю вегетації.

**Матеріали й методика досліджень.** Згідно робочої гіпотези та завдань досліджень було розроблено в триразовому повторенні двофакторний дослід. Фактор А – сорти гороху різних груп стиглості: ранньостиглий Авола та

середньостиглий Джессіка. Фактор В – ступінь ураження гороху аскохітозом: слабкий, середній та сильний. Посівна площа ділянок дослідних складала 36 м<sup>2</sup>, облікова площа – 30 м<sup>2</sup>. Використовували інокулянт для передпосівної обробки насіння гороху Ризоактив Бобові, що містить селекційний штам бактерій *Rhizobium leguminosarum* bv *Pisum* – азотфіксувальні мікроорганізми, що є симбіонтами гороху. Норма витрати препарату із розрахунку 2 л/т. Бактеризацію насіння проводили в день посіву. Контролем виступав варіант, де була обробка насіння гороху Триходерміном для захисту від комплексу хвороб. Норма витрати препарату – 20 г на 5 л води. На дослідних варіантах фунгіцидний захист був відсутнім, щоб оцінити вплив хвороби аскохітозу на симбіотичну діяльність гороху з бульбочковими бактеріями та його урожайність. Для захисту від бур'янів виконували боронування посівів ротаційними бородами після появи сходів гороху. Рослини для захисту від шкідників у фазі бутонізації обприскали препаратом Карате (150 г/га). Інтенсивність ураження гороху аскохітозом виражають у балах згідно 4-бальної шкали:

0 балів – ураження відсутнє;

1 бал – слабкий ступінь, уражені поодинокі листки або боби;

2 бали – середній ступінь, уражено до 1/3 листків або бобів;

3 бали – сильний ступінь, уражено до 2/3 та більше листків і бобів.

**Виклад основного матеріалу.** Симбіотичні відносини рослин з мікроорганізмами відіграють важливу роль у їхньому житті. Зокрема, ризосферні бактерії здатні синтезувати різні фітогормони та ферменти, що покращують ріст рослин й зменшують стресовий вплив несприятливих умов середовища. Крім того, виявляється бульбочкові бактерії також мають здатність переводити важкорозчинні сполуки фосфору у доступні форми для гороху. Тобто поліпшується живлення рослин не лише азотом, а й фосфором також [3].

Формування кореневих вузликів як нових морфологічних структур є результатом взаємодії двох метаболічних систем: рослини-господаря із відповідним штамом мікроорганізмів. Саме ці бактерії перетворюють азот, що міститься в повітрі в доступну для рослин форму. Така трансформація є досить складною, тому що вимагає глибоких метаболічних та фізіологічних змін в обох учасників. Ріст та розвиток рослин, їх стійкість до стресів та забезпеченість азотом та фосфором, а також врожайність зернобобових культур будуть залежати від успішності цього симбіозу.

Патогенна мікрофлора погіршуючи фізіологічні функції рослин може мати певну дію і на симбіотичну активність гороху. Проте природа передбачила і захисні механізми від хвороб всередині рослин. Стійкість їх до негативної дії збудників хвороби визначається швидкістю накопичення в ураженій ділянці рослини спеціальних речовин: фітоалексинів. Чим швидше вони там накопичуються, то і відповідно, стійкішою стає рослина до даного патогену. Але, хворі рослини формуючи антибіотичні речовини – можуть завадити симбіотичній діяльності з бульбочковими бактеріями.

В результаті біологічної азотфіксації рослини забезпечуються дешевим і екологічно безпечним азотом за рахунок того, що його фіксують бактерії з повітря. Для того, щоб сформувалася азотфіксувальна (бобово-ризобіальна) система, необхідно провести процес нітрагінізації – передпосівної обробки насіння біопрепаратом селекційного штаму бульбочкових бактерій. В результаті ця системи забезпечить живлення культурних рослин молекулярним азотом із повітря, що дозволить отримати вищий рівень урожайності гороху овочевого. Кількість та маса вузликів

у симбіотичній діяльності залежить від багатьох чинників. В наших дослідженнях ми детально розглянули вплив збудників *Ascochyta fabiei* на симбіотичну ефективність та продуктивність гороху овочевого.

На розвиток та діяльність симбіотичного апарату гороху овочевого патогенна мікрофлора мала істотний вплив. Хворі рослини відставали в рості, мали меншу кількість та масу вузликів. Враховуючи те, що симбіотична фіксація азоту бобовими розпочинається через півтори декади вегетації культури то грибоквіа інфекція на той час вже має видимі ознаки ураження рослини.

Для утворення бульбочок і активної азотфіксації важливими умовами є: здоров'я рослин, оптимальна вологість та щільність ґрунту, сприятливий температурний режим у першій половині літа. Збільшення чисельності ризобій у присутності рослини може бути зумовлено як специфічною, так і неспецифічною стимуляцією розвитку мікробних популяцій кореневими ексудатами. Так як у хворих рослин відбуваються зміни в метаболічних процесах, то і відповідно хімічний склад та надходження у ґрунт їхніх корневих виділень теж змінюється. А це в свою чергу відобразиться на симбіотичній діяльності бобової рослини та бульбочкових бактерій. Рясні опади та помірний температурний режим створюють сприятливі умови для розвитку аскохітозу. Висока температура повітря запобігає прогресуванню хвороби.

Бульбочки захищають бактерії від дії зовнішніх несприятливих факторів та забезпечують їх поживними речовинами у вигляді рослинних фотоасимілятів. Бактерії, в свою чергу, надають рослинам продукти біологічної фіксації азоту, необхідні для побудови рослинного організму. Якщо людина може забезпечити максимально сприятливі умови для такої співпраці між рослинами гороху та бульбочковими бактеріями, то це забезпечить формування високого урожаю зерна.

Спостереження показали, що формування бульбочок на коренях рослин гороху розпочалося через 1,5 декади після появи сходів. При цьому кількість і маса бульбочок поступово збільшувались, а після проходження фази наливу насіння ці показники дещо зменшувались до фази досягання зерна. Фіксація бульбочковими бактеріями атмосферного азоту традиційно розпочинається одразу після утворення бульбочок, проте на початку вегетації азотфіксація відбувається повільно. Цей процес продовжується до старіння рослин, та найвищу його активність спостерігають у період від цвітіння до формування бобів. Бульбочки підраховували лише ті, які мали світло-рожеве забарвлення, тому що саме вони мають високий ступінь азотфіксувальної активності.

Хворі рослини мали на уражених стеблах, листках та черешках невеличкі некротичні крапки, які надалі збільшувалися у розмірах. На листках вони були більш округлими та з часом зливалися між собою. На стеблах плями були видовженої форми та досягали у довжину декількох сантиметрів. Вони мали сіро-буре забарвлення й були оточені бурою облямівкою.

Кількість та маса бульбочок на коренях гороху відіграє основну роль у забезпеченні рослин біологічним азотом. За оглядом літературних даних встановлено, що максимальна кількість бульбочок фіксується у гороху в період від бутонізації до закінчення цвітіння, а максимальна їх маса – від початку цвітіння до наливу зерна. Під час підрахунку у рослин гороху кількості бульбочок (Табл. 1) та проведення аналізу їхньої маси (Табл. 2) нами було встановлено, що ці показники варіювали у досліджуваних сортів залежно від фази розвитку культури та ступеня ураження аскохітозом.

Таблиця 1

**Динаміка кількості активних бульбочок залежно від стану рослин гороху  
овочевого, шт./рослину (середнє за 2023–2024 рр.)**

| Сорт     | Ступінь ураження аскохітозом | Фази росту й розвитку гороху |             |             |                    |
|----------|------------------------------|------------------------------|-------------|-------------|--------------------|
|          |                              | Бутонізація                  | Цвітіння    | Налив зерна | Технічна стиглість |
| Авола    | 0 балів (К)                  | 25,7±0,92                    | 28,3*±1,10  | 27,4±1,02   | 26,1±0,95          |
|          | 1 бал                        | 24,8±0,90                    | 27,6±1,05   | 27,1±1,00   | 25,9±0,93          |
|          | 2 бали                       | 24,1±0,87                    | 26,7±0,99   | 25,9±0,94   | 25,6±0,90          |
|          | 3 бали                       | 23,7±0,83                    | 23,4**±0,94 | 23,2±0,87   | 23,1±0,84          |
| Джессіка | 0 балів (К)                  | 25,8±0,93                    | 28,1±1,11   | 27,5±1,01   | 26,2±0,93          |
|          | 1 бал                        | 24,8±0,87                    | 27,7±1,01   | 27,2±0,97   | 25,7±0,91          |
|          | 2 бали                       | 24,0±0,81                    | 26,6±0,98   | 25,7±0,95   | 24,4±0,88          |
|          | 3 бали                       | 22,5±0,79                    | 23,2**±0,92 | 22,8±0,84   | 23,7±0,81          |

*M±m-довірчий інтервал показників середньої арифметичної на 5%-му рівні значущості*

Здорові рослини гороху мали найвищу симбіотичну активність бульбочкових бактерій. Найбільша кількість активних бульбочок відмічена у фазу цвітіння. Із зростанням ступеня ураження хворобою чисельність бульбочок на рослинах гороху обох сортів зменшувалася. Порівняльний аналіз результатів нашого досліджу показав, що рослини сорту Джессіка формували дещо більшу кількість бульбочок. Варто також враховувати те, що горох має відносно короткий вегетаційний період та порівняно з іншими культурами гірше розвинену кореневу систему.

Також істотним був вплив аскохітозу на масу активних бульбочок в другій половині вегетації (табл. 2).

Таблиця 2

**Динаміка маси активних бульбочок залежно від стану рослин гороху  
овочевого, г/рослину (середнє за 2023–2024 рр.)**

| Сорт     | Ступінь ураження аскохітозом | Фази росту й розвитку рослин гороху |           |             |                    |
|----------|------------------------------|-------------------------------------|-----------|-------------|--------------------|
|          |                              | Бутонізація                         | Цвітіння  | Налив зерна | Технічна стиглість |
| Авола    | 0 балів (К)                  | 0,20±0,05                           | 0,41±0,06 | 0,43*±0,05  | 0,29±0,05          |
|          | 1 бал                        | 0,19±0,04                           | 0,35±0,05 | 0,39±0,05   | 0,26±0,05          |
|          | 2 бали                       | 0,17±0,04                           | 0,27±0,05 | 0,32±0,05   | 0,19±0,04          |
|          | 3 бали                       | 0,15±0,03                           | 0,25±0,04 | 0,29**±0,04 | 0,17±0,03          |
| Джессіка | 0 балів (К)                  | 0,22±0,06                           | 0,40±0,07 | 0,44*±0,05  | 0,36±0,06          |
|          | 1 бал                        | 0,20±0,05                           | 0,36±0,06 | 0,38±0,05   | 0,31±0,05          |
|          | 2 бали                       | 0,18±0,05                           | 0,29±0,05 | 0,32±0,05   | 0,26±0,06          |
|          | 3 бали                       | 0,14±0,04                           | 0,26±0,05 | 0,30**±0,05 | 0,20±0,04          |

*M±m-довірчий інтервал показників середньої арифметичної на 5%-му рівні значущості*

За вищого ступеня ураження хворобою (3 бали) рослини обох сортів мали найменшу масу бульбочок. У фазу технічної стиглості гороху овочевого відбувалося зниження кількості та маси бульбочок, що пояснюється біологічним старінням рослин, а також і, ймовірно, з ущільненням ґрунту. Завдяки відносно високій стійкості дослідних сортів до інших хвороб поширеність аскохітозу складала 12% в 2023 р. та 13% в 2024 р. Розвиток хвороби на стеблах, черешках, листках та бобах за роками теж різнився. Посушлива погода в травні 2023 року та спекотна в червні 2024 року мали істотний вплив на всі органи гороху овочевого. При зараженні рослин гороху наприкінці вегетації типові плями аскохітозу не з'являлися, але на уражених ділянках добре помітними були пікніди гриба.

Так як агроном може змінювати частину чинників, що визначають рівень урожайності, то й частка їхнього впливу на цей процес теж може змінюватися. Зростання врожайності гороху забезпечується оптимальним поєднанням всіх елементів продуктивності. Рослини гороху максимально реалізують свій генетичний потенціал лише в умовах повного забезпечення своїх біологічних потреб. А це можливе за сприятливого сполучення ґрунтово-кліматичних і технологічних факторів. Урожайність гороху може змінюватися в широких межах залежно від умов вирощування (Табл. 3).

Таблиця 3

**Урожайність гороху овочевого залежно від стану рослин, т/га**

| Сорт              | Ступінь ураження аскохітозом | Урожайність |         |         |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------|---------|---------|-------------------|
|                   |                              | 2023 р.     | 2024 р. | Середнє | Відхилення, – / % |
| Авола             | 0 балів (К)                  | 6,38        | 6,21    | 6,30    | -                 |
|                   | 1 бал                        | 6,14        | 6,02    | 6,08    | 0,22/3,5          |
|                   | 2 бали                       | 5,84        | 5,64    | 5,74    | 0,56/8,9          |
|                   | 3 бали                       | 5,65        | 5,44    | 5,55    | 0,75/11,9         |
| Джессіка          | 0 балів (К)                  | 6,43        | 6,19    | 6,31    | -                 |
|                   | 1 бал                        | 6,22        | 6,03    | 6,13    | 0,18/2,9          |
|                   | 2 бали                       | 5,80        | 5,71    | 5,76    | 0,55/8,7          |
|                   | 3 бали                       | 5,71        | 5,55    | 5,63    | 0,68/10,8         |
| НІР <sub>05</sub> |                              | 0,11        | 0,09    |         |                   |

Втрати урожаю зерна гороху від аскохітозу на момент збирання у фазу технічної стиглості в середньому за два роки досліджень коливалися в межах від 0,22 до 0,75 т/га у сорту Авола та від 0,18 до 0,68 т/га у сорту Джессіка. Відповідно вищим буде недобір зерна у фазу повної стиглості, коли хвороба завдасть ще більшої шкоди рослинам. Крім того, використовувати в якості посівного матеріалу зерно із дослідних варіантів не варто буде, тому що воно міститиме збудників аскохітозу.

Відхилення показників від контрольного варіанту є достовірними, оскільки вони перевищують найменшу істотну різницю досліду. Зниження врожайності у хворих рослин обумовлювалося не лише погіршенням роботи фотосинтетичного апарату, але й симбіотичної активності гороху.

В середньому за два роки досліджень урожайність була 6,3 т/га в сорту Авола та 6,31 т/га в сорту Дінга. Рослини гороху, які мали слабкий ступінь ураження аскохітозом на момент збирання врожаю показали зниження врожайності на 3,5%

(сорт Авола) та 2,9% (сорт Джессіка). Середній ступінь ураження аскохітозом рослин гороху призвів до недобору врожаю, відповідно 8,9% та 8,7%. Найнижчу урожайність сформували ті рослини гороху, що мали сильний ступінь ураження аскохітозом. В них було пошкоджено близько 2/3 листків і бобів на час збирання врожаю. Сорт Авола середньому за два роки досліджень зменшив врожайність на 0,75 т/га, а сорт Джессіка – 0,68 на т/га.

**Висновки.** Кількість бульбочок на кореневій системі гороху була від бутонізації до технічної стиглості у хворих рослин нижчою ніж на контрольному варіанті. Найменша їх кількість відмічена за сильного ступеня (3 бали) ураження аскохітозом на обох дослідних сортах – 15 шт/рослину.

Аналізуючи динаміку маси активних бульбочок на рослинах гороху виявили, що на хворих рослинах цей показник відставав від контролю на 25% у фазу бутонізації та на 39% у фазу цвітіння в сорту Авола; на 36,4% та 35% – у сорту Джессіка.

Чим сильнішим був ступінь ураження гороху аскохітозом, тим нижчою була урожайність зерна. Рослини сорту Авола за інтенсивності ураження 3 бали на час збирання врожаю показали зниження врожайності на 11,9%, а сорту Джессіка – на 10,8%.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Паламарчук І.І. Біологічні особливості та врожайність сортів гороху овочевого в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 175-186.
2. Сокол Т. В., Василенко А. О., Безуглий І. М. Насіннева інфекція гороху в умовах східної частини лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2015. № 1-2. С. 146-150.
3. Капінос М.В. Продуктивність сортів гороху посівного залежно від біопрепаратів та регуляторів росту рослин в умовах півдня України. Дис. на здоб. наук. ступ. канд. с.-г. наук. 214 с.
4. Небаба К.С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Випуск 32. С. 54-58.
5. Joshi S., Pandey B. R., Rosewarne G. 2022. Characterization of field pea (*Pisum sativum*) resistance against *Peyronellaea pinodes* and *Didymella pinodella* that cause ascochyta blight. *Frontiers in Plant Science*. Vol.13:976375
6. Owati A., Agindotan B., Burrows M. 2020. Characterization of fungal species associated with Ascochyta Blight of dry pea in Montana and north America and development of a differential medium for their detection. *Plant Health Progress*. 21:4, 262-271.
7. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Динаміка кількості та маси бульбочок азотфіксуючих бактерій гороху овочевого. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 1 (20). С. 49-59. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4
8. Mostovenko V., Mazur O., Didur I., Kupchuk I., Voloshyna O., Mazur O. 2022. Garden pea yield and its quality indicators depending on the technological methods of growing in conditions of Vinnytsia region. *Acta fytotechnica et zootechnica*. Vol. 25 (3). P. 226-241.
9. Annan E.N., Nyamesorto B., Yan Q., McPhee K., Huang L. 2023. Optimized high throughput *Ascochyta blight* screening protocols and immunity to *A. pisi* in *Pea Pathogens*. Mar 22;12(3):494.
10. Foresto E, Carezzano ME, Giordano W, Bogino P. Ascochyta blight in chickpea: an update. *Journal of Fungi* (Basel). 2023. Feb 4;9(2):203.

UDC 630\*1:502/504

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.6>

## ASSESSMENT OF THE CURRENT ECOLOGICAL STATE OF FOREST SHELTERBELT ECOSYSTEMS IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE

**Pankova S.O.** – Doctor of Philosophy in Agronomy,  
Assistant at the Department of Forestry and Landscape Gardening,  
Institute of Agro-Technologies and Environmental Management  
of Vinnytsia National Agrarian University

**Kutsenko M.I.** – Assistant at the Department of Forestry and Landscape Gardening,  
Institute of Agro-Technologies and Environmental Management  
of Vinnytsia National Agrarian University

*This article is dedicated to a detailed analysis of the species composition of tree species used in forest shelterbelts of the Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. The study focuses on their agroforestry significance, biological characteristics, adaptive capabilities to adverse climatic factors, as well as their role in preserving and improving agroecosystems. Forest shelterbelts play a crucial role in shaping a sustainable agricultural landscape, protecting farmlands from erosion processes, regulating the microclimate, and contributing to soil moisture retention.*

*The study analyzes the primary and secondary composition of tree species that form the structure of forest shelterbelts. Special attention is paid to the bioecological characteristics of trees, their viability, and resistance to stress factors such as drought, wind, frost, and anthropogenic impact. The adaptation mechanisms of plants to changing environmental conditions have been examined, allowing for an assessment of their effectiveness in performing protective functions.*

*Additionally, the article explores the ecological aspects of forest shelterbelt functioning, including their impact on regional biodiversity, soil quality improvement, and prevention of soil depletion and degradation. The phytomeliorative properties of tree plantations, which contribute to landscape stabilization, increased agricultural land productivity, and long-term ecological balance, have been analyzed.*

*The research results can be used to develop effective strategies for the conservation and restoration of forest shelterbelts in the Forest-Steppe zone of Ukraine. The proposed approaches aim to optimize the use of tree species in protective plantations, enhancing their effectiveness as natural barriers against adverse climatic conditions and promoting the development of sustainable agroecosystems. Thus, this work makes a significant contribution to the formation of scientifically based recommendations for improving the condition of forest shelterbelts and increasing their ecological and economic value.*

**Key words:** protective forest plantations, indication, ecosystem, forest, trees, vegetation, cultivation, ecological processes, agrolandscape, agrocenosis, biodiversity, agriculture, phytomass, leaves, cuttings.

### **Панькова С.О., Куценко М.І. Оцінка сучасного екологічного стану екосистем лісосмуг Правобережного Лісостепу**

*Стаття присвячена детальному аналізу видового складу деревних порід, що використовуються в лісосмугах Правобережної Лісостепової зони України. У дослідженні акцентовано увагу на їхньому агролісомеліоративному значенні, біологічних характеристиках, адаптаційних можливостях до несприятливих кліматичних факторів, а також на їхній ролі у збереженні та покращенні агроекосистем. Лісосмуги відіграють важливу роль у формуванні сталого агроландшафту, захищаючи сільськогосподарські угіддя від ерозійних процесів, регулюючи мікроклімат і сприяючи збереженню ґрунтової вологи.*

*У межах роботи проведено аналіз первинного та вторинного складу деревних порід, що входять до структури лісосмуг. Особливу увагу приділено біоекологічним характеристикам дерев, їхній життєздатності та стійкості до таких стресових факторів, як посуха, вітер, заморозки та антропогенний вплив. Вивчено механізми адаптації рослин до*

змінних екологічних умов, що дозволяє оцінити їхню ефективність у виконанні захисних функцій.

Окрім цього, стаття розглядає екологічні аспекти функціонування лісосмуг, включаючи їхній вплив на біорізноманіття регіону, покращення якості ґрунтів, запобігання їхньому виснаженню та деградації. Проаналізовано фітомеліоративні властивості деревних насаджень, які сприяють стабілізації ландшафтів, підвищенню продуктивності сільськогосподарських земель і забезпеченню довготривалої екологічної рівноваги.

Результати дослідження можуть бути використані для розробки ефективних стратегій збереження та відновлення лісосмуг у Лісостеповій зоні України. Запропоновані підходи спрямовані на оптимізацію використання деревних порід у захисних насадженнях, що дозволить підвищити їхню ефективність як природних бар'єрів від несприятливих кліматичних умов і сприятиме розвитку стійких агроecosystem. Таким чином, ця робота робить вагомий внесок у формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо поліпшення стану лісосмуг та підвищення їхньої екологічної та господарської цінності.

**Ключові слова:** захисні лісові насадження, індикація, екосистема, ліс, дерева, рослинність, вирощування, екологічні процеси, агроландшафт, агроценоз, біорізноманіття, землеробство, фітомаса, листя, вирубки.

**Relevance of the research topic.** Forest shelterbelts are a crucial component of agroforestry systems, aimed at protecting arable land from wind erosion, improving soil moisture retention, and enhancing the stability of agroecosystems. The effectiveness of shelterbelts largely depends on the biological properties of the tree species used for their establishment [1, c. 180].

**Problem statement.** Scientific principles for the placement of forest shelterbelts generally involve creating them in two mutually perpendicular directions: longitudinal – forming the main shelterbelts, which are positioned across the prevailing wind direction of a given area, and transverse – consisting of auxiliary shelterbelts placed perpendicular to the main ones [1, c. 190-193].

**Research methodology.** In the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe zone, particularly in the Vinnytsia district of Vinnytsia region, westerly winds prevail in summer and easterly winds in winter. The main shelterbelts in the surveyed area were located from south to north, i.e., perpendicular to the prevailing winds. The auxiliary shelterbelts were laid from east to west, across the main ones. According to their construction, shelterbelts are divided into dense, semi-permeable (openwork), and permeable types. In the surveyed area, dense shelterbelts dominated among the main ones, accounting for 57% of all analyzed main shelterbelts [2, c. 86].

**Research results.** Openwork shelterbelts constituted 29%, and permeable ones only 14%. Among the auxiliary shelterbelts, openwork and permeable shelterbelts each made up 50%, while no dense auxiliary shelterbelts were observed (Table 1).

Table 1

**Biometric Indicators of Shelterbelt Distribution  
in the Right-Bank Forest-Steppe Zone, 2021–2023 (M±m)**

| Indicator                       | Shelterbelt Type | Main            | Auxiliary |
|---------------------------------|------------------|-----------------|-----------|
| Number of shelterbelts surveyed | 70 (64%)         | 40 (36%)        |           |
| Orientation                     | North–South      | –               | East–West |
| Construction                    | Openwork – 29%   | Openwork – 50%  |           |
|                                 | Permeable – 14%  | Permeable – 50% |           |
|                                 | Dense – 57%      | Dense – 0%      |           |

Dense shelterbelts that dominated the study area had wind-permeability openings no more than 10% of the total cross-sectional area [2, c. 88]. These shelterbelts were typically multi-row, created from dense-crown tree species with tall and thick undergrowth forming a continuous forest edge. Wind barely penetrates such belts, providing a calm leeward zone (Table 2).

Table 2

### Characteristics of Shelterbelt Structures

| Characteristic                           | Unit | Dense                                | Openwork                               | Permeable              |
|--|------|--------------------------------------|--|------------------------|
| Wind-permeable gaps (% of cross-section) | %    | 5–10%                                | 15–35%                                 | 60–70% (in trunk zone) |
| Number of rows                           | pcs  | More than 7                          | 5–7                                    | 3–5                    |
| Number of vertical tiers                 | pcs  | 3                                    | 3                                      | 1                      |
| Species diversity                        | –    | Dense-crown trees, thick undergrowth | Mixed-growth trees, sparse undergrowth | Trees with open crowns |

Openwork shelterbelts have 15–45% wind-permeable spaces, allowing wind to pass through while reducing its speed. Permeable shelterbelts have about 10% gaps in crown profiles and up to 60% in trunk zones, and are considered the most effective in improving soil and crop conditions, whereas dense shelterbelts are considered least effective.

Our observations showed that only 14% of main shelterbelts and 50% of auxiliary shelterbelts were permeable in design. These shelterbelts demonstrated the highest agroecological effectiveness and contributed the most to crop yield increases. Conversely, 57% of main shelterbelts were dense, with the lowest positive effect on crop productivity [3, c. 120].

The placement distance between shelterbelts must also be scientifically justified for optimal environmental and agricultural impact. Recommended spacing between main shelterbelts should not exceed 2000 m, and auxiliary shelterbelts – not more than 600 m apart within the same field.

Actual lengths ranged from 300–1100 m for main shelterbelts and 1000–2800 m for auxiliary shelterbelts. The most common average shelterbelt length was about 1000 m, corresponding to the field's dimension [3, c. 120].

The recommended shelterbelt width ranges from 7.5 to 15 m, depending on the number of rows. Actual observed widths of main shelterbelts varied from 8 to 26 m, with 14 m being most common (30%). Auxiliary belts varied from 8–10 m, with 9 m being most frequent (50%).

Notably, 42% of main shelterbelts exceeded the recommended width, possibly due to tree growth and lack of thinning. However, such broader shelterbelts may serve as natural biodiversity reserves.

Shelterbelt heights ranged from 13 to 18 m. The most frequent heights were 13 m, 15 m, and 17 m (29% each). Auxiliary shelterbelts ranged from 15 to 18 m, with 15 m being most common (50%).

The number of rows in main shelterbelts ranged from 3 to 8, with 4-row shelterbelts dominating (30%). Auxiliary shelterbelts had 2, 3, or 5 rows, with 5-row belts dominating (50%).

From scientific recommendations, shelterbelts should have 3–6 rows. All studied belts met or exceeded this minimum. Additional rows may enhance ecological benefits.

The dominant tree species in main shelterbelts were Common Maple (63%) and Common Ash (37%). In auxiliary shelterbelts, species included Common Ash (40%), Oak, Maple, and Hornbeam (each 20%). Common maple (*Acer platanoides*) has significant agroforestry and land reclamation value. This species is included in the assortment of tree species for state protective forest belts due to its shade tolerance and frost resistance [5, c. 64].

Common ash (*Fraxinus excelsior*) has long been considered the primary species for protective and phytomeliorative shelterbelt planting. However, it is not resistant to air pollution and is often affected by atmospheric contaminants, pests, and diseases. Under current climate change conditions, especially with increasing drought, common ash can become weakened and dry out, leading to the degradation or even death of the shelterbelt, where it serves as a primary forest-forming species. Additionally, common ash requires bare soil for intensive growth and development and is strongly suppressed by the presence of herbaceous ground cover.

Common oak (*Quercus robur*) is recommended for use in forest reclamation plantations within shelterbelts due to its longevity, large biometric dimensions, and powerful crown. However, it is a light-demanding species, sensitive to soil conditions, and is frequently damaged by numerous pests [5, c. 63].

Common hornbeam (*Carpinus betulus*) is used in shelterbelt forestry as a secondary species, especially for afforestation of ravines and gullies. It is shade-tolerant and undemanding but susceptible to certain diseases.

The secondary species in the main shelterbelts included common ash, common oak, and white willow (*Salix alba*). In most main shelterbelts where common maple was the primary species, common ash served as the secondary species – this combination was observed in 67% of all studied main shelterbelts. Other secondary species, such as oak and white willow, occurred equally in 16–17% of the shelterbelts.

The effectiveness of the environmental protection functions of forest shelterbelts largely depends on their ecological condition, which can be affected by various factors such as the intensification of agricultural practices on adjacent farmland, climatic and weather changes, natural disasters, the spread of pests and tree diseases, industrial and vehicular air pollution, domestic littering with solid waste, unauthorized tree cutting, as well as accidental or deliberate anthropogenic damage [6, c. 63].

In the auxiliary shelterbelts, the secondary species were silver birch (*Betula pendula*) and common maple, each recorded in 25% of the auxiliary belts. Notably, 50% of all auxiliary shelterbelts did not contain any secondary species and were formed by a single dominant species – either common ash or common maple.

White willow is a moisture-loving tree species but also demonstrates frost resistance and light-demanding characteristics. Although it does not provide full-scale shelterbelt protection, it can be a valuable secondary species in low-lying landscape elements. Silver birch also has limited shelterbelt value but is frost-resistant and light-demanding.

The herbaceous, shrub, and underbrush cover within forest shelterbelts can be trampled by domestic or wild animals or due to anthropogenic factors such as unauthorized logging, recreational activities, or the collection of medicinal plants, fruits, and berries. However, any trampling of the shelterbelt cover disrupts its stability and reduces its effectiveness in performing protective functions. In the studied main forest shelterbelts, an average of 4.3% of the herbaceous cover was trampled, with a range of 2.0–9.0%, while in auxiliary shelterbelts this figure was 2.3% lower – at 2.0%.

Trees in forest shelterbelts were cut down due to drying, damage caused by pests, disease infection, breakage, as well as due to unauthorized logging. The higher proportion

of felled trees in the main forest shelterbelts is explained by their greater density compared to auxiliary shelterbelts, resulting from a larger number of tree rows and shorter spacing between trees within the rows, which intensifies competition among trees for survival [7, c. 86].

A potential hazard within forest shelterbelts is the risk of fire outbreaks. The likelihood of spontaneous combustion is increased by the presence of dry grass, shrubs, underbrush, cut tree branches, and flammable household waste. The greater the amount of these components in the shelterbelts, the higher the probability of fire occurrence.

Analysis showed that in the studied main forest shelterbelts, the fire hazard level was 16.4%, with a range of 7.0–30.0%, depending on the specific shelterbelt. In auxiliary forest shelterbelts, the fire hazard was 4.1% lower, amounting to 12.3%, with a range of 7.0–20.0%.

Main shelterbelts also experience greater exhaustion due to their significantly higher environmental protection functions compared to auxiliary ones. Additionally, because of the denser tree arrangement and a greater number of rows in the main shelterbelts, it is easier to conceal and hide felled trees there than in auxiliary shelterbelts during unauthorized logging activities [7, c. 91].

According to all the studied ecological stability parameters, the main forest shelterbelts were inferior to the auxiliary ones. In particular, they were characterized by a higher proportion of felled, dry, and dying trees, trampled vegetation, greater fire hazard, and significant littering with solid household waste. At the same time, an analysis of the ecological conditions of the placement of main and auxiliary shelterbelts did not reveal any significant differences.

In particular, the main forest shelterbelts are located on four types of soils, three of which are highly fertile chernozems of different varieties, while only 14.3% of the main shelterbelts are situated on less fertile dark gray podzolized soils. All the studied auxiliary shelterbelts are located on chernozem soils. Additionally, 14.3% of the main forest shelterbelts are located on slightly eroded soils with a slope angle of 3°, whereas all auxiliary shelterbelts are situated on non-eroded flat soils. These auxiliary factors partially contribute to the higher percentage of decline observed in the main shelterbelts compared to the auxiliary ones [5, c. 72–74].

Therefore, common maple and common ash, which were the primary tree species used during the establishment of the studied shelterbelts, were once considered essential and optimal for this purpose. However, today they are subject to various stressors – especially common ash, which is highly vulnerable to pests, diseases, air pollution, and increasing drought – posing a significant concern for the sustainability of shelterbelts in the near future.

Isolated tree species in main shelterbelts included small-leaved linden (*Tilia cordata*), black locust (*Robinia pseudoacacia*), common hornbeam, walnut (*Juglans regia*), and wild cherry (*Prunus avium*). In auxiliary shelterbelts, wild cherry and wild pear (*Pyrus communis* subsp. *pyraster*) were observed. However, the small number of trees from these species does not significantly affect the overall condition or agroecological functions of the shelterbelts.

Common hornbeam (*Carpinus betulus*) is used as a supplementary species for afforestation of ravines and gullies. It is shade-tolerant and undemanding but susceptible to diseases. In the studied shelterbelts, common ash, common oak, and white willow (*Salix alba*) were recorded as secondary species. In most shelterbelts where common maple was the primary species, common ash was the secondary species (67% of

main shelterbelts). Other secondary species such as oak and willow each accounted for 16–17% of the belts [6, c. 64].

Dry trees in forest shelterbelts generally do not fulfill their environmental protection functions, as they have completely or almost completely lost their foliage. They often serve as breeding grounds for diseases and pests, which can spread from the dry trees to healthy ones. However, trees may also dry out due to the impact of unfavorable climatic and weather conditions. In such cases, they do not necessarily contribute to the spread of drying processes to other trees. Nevertheless, regardless of the cause of drying, such trees should be removed.

In auxiliary shelterbelts, silver birch (*Betula pendula*) and common maple were the most frequent secondary species (25% each). Notably, 50% of auxiliary shelterbelts had no secondary species and consisted solely of either common ash or common maple.

White willow is moisture-loving but also frost- and light-tolerant. Although it has limited shelterbelt value, it can be useful in low-lying terrain as a secondary species. Silver birch is similarly limited in protective value but exhibits frost resistance and light tolerance [7, c. 89].

Our observations have shown that only 14% of all studied main forest shelterbelts and 50% of all studied auxiliary shelterbelts are permeable in their design. These shelterbelts demonstrate the highest effectiveness in terms of positive agroecological impact on adjacent agroecosystems of agricultural crops and contribute to the greatest increase in crop yields. As much as 57% of all studied main shelterbelts are dense in structure and are the least effective in terms of their positive influence on crop yield improvement.

Common maple and common ash, once considered essential shelterbelt species, are now increasingly stressed under current ecological conditions. In particular, common ash is vulnerable to disease, pests, air pollution, and drought, which poses a threat to the long-term viability of shelterbelts.

Minor species in main shelterbelts included small-leaved linden (*Tilia cordata*), black locust (*Robinia pseudoacacia*), hornbeam, walnut (*Juglans regia*), and wild cherry (*Prunus avium*). In auxiliary belts, wild cherry and wild pear (*Pyrus pyraeaster*) were observed. Due to their limited abundance, these species have minimal impact on the overall ecological function of shelterbelts [8, c. 59].

**Shrub Species and Their Role.** Common shrubs in main shelterbelts were box elder (*Acer negundo*), Tatarian honeysuckle (*Lonicera tatarica*), and common hazel (*Corylus avellana*). In auxiliary belts, common hazel and rowan (*Sorbus aucuparia*) were prevalent.

Box elder is an aggressive invasive species, frost- and drought-resistant, tolerant of air pollution, and often forms dense thickets. Common hazel is a shade-tolerant phytomeliorative species with wind-protective properties. Rowan is valued for its frost resistance and shade tolerance.

**Conclusions and prospects for further research.** The selection of appropriate tree species is critical for the ecological effectiveness and durability of forest shelterbelts. Although common maple and common ash were historically dominant and effective, their sustainability is now questionable under changing environmental conditions. The use of diverse species, including adaptable shrubs and trees, can enhance shelterbelt resilience and agroecological benefits.

#### REFERENCES:

1. Клименко М.О., Ткачук О.П., Панкова С.О. Екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 20. С. 179–194.

2. Ткачук О.П., Панкова С.О. Екологічна стійкість дерев полезахисних лісосмуг до атмосферних забруднень. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 1. С. 81–91.
  3. Ткачук О.П., Панкова С.О. Склад і біометричні показники полезахисних лісосмуг центрального Лісостепу. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 117–124.
  4. Ткачук О.П., Панкова С.О. Сільськогосподарські чинники впливу на екологічний стан полезахисних лісосмуг Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 28 (1). С. 183–194.
  5. Бессонова В.П., Зайцева І.А. Вміст важких металів у листі дерев і чагарників в умовах техногенного забруднення різного походження. *Питання біоіндикації та екології*. 2008. № 2. С. 62–77.
  6. Юхновський В.Ю., Малюга В.М., Штофель М.О., Дударець С.М. Шляхи вирішення проблеми полезахисного лісорозведення в Україні. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. Львів. 2009. Вип. 7. С. 62–65.
  7. Миколайко В.П., Кирилюк В.П., Козинська П.І. Полезахисні лісові смуги як землі сільськогосподарського призначення. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 2. С. 84–93.
  8. Лукіша В.В. Екологічні функції полезахисних насаджень. *Екологічні науки*. 2013. № 1. С. 56–64.
-

УДК 633.34:631.53:631.55

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.7>

## ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ ТА ПЛОЩІ ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НАСІННЯ СОРТІВ СОЇ У ПОСУШЛИВИХ УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Пилипенко О.В.** – аспірант кафедри селекції, насінництва і генетики,  
Полтавський державний аграрний університет

Розкриття потенціалу врожайності кожного сорту тісно пов'язано з його адаптивними характеристиками, а саме пластичністю та стабільністю. Зокрема, серед ключових показників цих властивостей виділяють масу 1000 насінин і фракційний склад насіння. Сорти з низькою адаптивністю або зниженою пластичністю зазвичай демонструють не лише коливання врожайності в різні роки, а й утворюють насіння із неоднорідною фракцією та змінними характеристиками маси 1000 насінин. На сучасному етапі вирощування сої значно зростає роль сорту та сортової технології вирощування. У рамках наших досліджень було проаналізовано вплив погодних умов на врожайність насіння різних сортів сої за змінної площі живлення. Польові дослідження проводились у 2022–2023 роках на базі фермерського господарства «Грига» (Полтавський район, Полтавська область). Тип ґрунту – чорнозем типовий малогумусний, попередник – озима пшениця. Об'єктом досліджень стали 12 сортів сої (Авантюрин, Адамос, Алмаз, Александрит, Антрацит, Аквармарин, Арніка, Голубка, Златослава, Муза, Сіверка, Самородок), створені провідними селекційними установами України. У ході лабораторних та польових досліджень було зафіксовано значну варіативність реакції сортів на зміну площі живлення та погодні умови. Серед проаналізованих сортів за роки досліджень найвищу урожайність насіння мали сорти Адамос, Алмаз, Атрацит, Голубка, Муза. Крім того, було виявлено зміну таких характеристик, як висота закріплення нижнього бобу, загальна висота рослини, кількість бобів на рослині та індивідуальна продуктивність кожного сорту. Аналіз широкого спектра сортів та впливу площі живлення на продуктивність насіння було здійснено за допомогою модельного дослід. Завдяки структурному аналізу рослин сої вдалося детально оцінити низку ключових показників.

**Ключові слова:** соя, сорт, врожайність насіння, насінництво, площа живлення, модельний дослід.

### **Pylypenko O.V. Influence of weather conditions and feeding area on the formation of seed yield of soybean varieties in the arid conditions of the Forest-Steppe of Ukraine**

Unlocking the yield potential of each variety is closely linked to its adaptive characteristics, namely plasticity and stability. In particular, the key indicators of these properties include the weight of 1000 seeds and the fractional composition of seeds. Varieties with low adaptability or reduced plasticity usually show not only yield fluctuations in different years, but also produce seeds with a heterogeneous fraction and variable characteristics of 1000-seed weight. At the current stage of soybean cultivation, the role of the variety and varietal cultivation technology is growing significantly. Our research analysed the impact of weather conditions on the seed yield of different soybean varieties under variable feeding. The field research was conducted in 2022–2023 on the basis of the «Gryga» farm (Poltava district, Poltava region). The soil type was typical low-humus black soil, and the predecessor was winter wheat. The object of the research was 12 soybean varieties (Avanturin, Adamos, Almaz, Alexandrite, Anthracite, Aquamarine, Arnika, Golubka, Zlatoslava, Muza, Siverka, Samorodok) developed by leading Ukrainian breeding institutions. In the course of laboratory and field studies, a significant variation in the response of varieties to changes in the feeding area and weather conditions was recorded. Among the analysed varieties, Adamos, Almaz, Atracite, Golubka, and Muza had the highest seed yields over the years of research. In addition, changes in such characteristics as the height of the lower bean, total plant height, number of beans per plant and individual productivity of each variety were detected. The analysis of a wide range of varieties and the effect of feeding area on seed productivity was carried out using a model experiment. The structural analysis of soybean plants allowed us to evaluate a number of key parameters in detail.

**Key words:** soybean, variety, seed yield, seed production, feeding area, model experiment.

**Постановка проблеми.** Соя є однією з провідних культур агропромислового сектору, адже виступає важливим джерелом рослинного білка, який за складом значною мірою наближається до білка тваринного походження. Проте, незважаючи на зростаючі площі її вирощування, в Україні врожайність сої залишається нестабільною та недостатньо високою. Для підвищення обсягів виробництва сої першочерговим завданням є розробка й впровадження у виробництво високопродуктивних та якісних сортів, пристосованих до конкретних умов вирощування.

У зв'язку з активним розвитком виробництва сої, виникає потреба уточнити технологічні елементи вирощування, які сприятимуть досягненню її високої урожайності. Серед ключових факторів, особливу увагу привертають строки посіву, спосіб сівби та норма висіву. Така необхідність постає знову через постійне оновлення сортименту в аграрному виробництві і зміні ґрунтово-кліматичних умов, у яких ці сорти вирощуються. У посушливій зоні Лісостепу подальше вирощування сої обмежується недостатньо чітко опрацьованими технологічними аспектами (сортною агротехнікою), зокрема густотою посіву та оптимальними строками посіву. Площа живлення і строки посіву залишаються вирішальними факторами, які впливають на формування якісного насіння за несприятливих умов вирощування [1, с. 26-27; 2; 3].

**Аналіз основних досліджень та публікацій.** Кліматичні зміни становлять серйозну загрозу для нашої планети й значним чином впливають на сільськогосподарське виробництво. Зміна гідротермічних умов, що набула особливої вираженості в Лісостеповій та Степовій зонах нашої країни за останні десятиліття в умовах загального потепління, спричиняє нестабільність у виробництві сільськогосподарської продукції, зокрема насіння сої. Наукові дослідження вказують на недостатній адаптивний потенціал існуючих сортів сої, що потребує тривалої та цілеспрямованої селекційної роботи для їх удосконалення [4, с. 105-112].

Водночас кліматичні зміни відкривають нові можливості для впровадження інноваційних підходів у вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема сої. Перед науковцями стоїть завдання розробки та реалізації комплексу інноваційних рішень на різних етапах виробництва цієї культури, спрямованих на підвищення врожайності та покращення її якості.

Унаслідок глобальних і регіональних змін клімату в Україні відбулися значні корективи в розподілі посівних площ сої за ґрунтово-кліматичними зонами. Зокрема, у зоні Степу площі під сою скоротилися, тоді як у Лісостепу та Поліссі вони зросли, причому посіви сої поширилися навіть на ті райони, де її раніше не культивували. Водночас не всі північні регіони мають сприятливі умови для вирощування цієї культури. За останнє десятиліття ключовими регіонами для вирощування сої залишаються центральні області країни – Полтавська, Черкаська, Кіровоградська, Вінницька та Київська. Однак помітного зростання у виробництві досягли західні регіони, серед яких виділяються Хмельницька та Тернопільська області [4, с. 105-112; 5, с. 167-175].

Розширення площ під соєю в умовах нестабільного зволоження лівобережного Лісостепу ускладняється відсутністю належно адаптованої зональної технології вирощування та сортової агротехніки.

Розкриття потенціалу уржайності кожного сорту тісно залежить від його адаптивних властивостей, зокрема таких характеристик, як пластичність і стабільність. Серед головних критеріїв, що визначають пластичність і стабільність сортів, особливе значення мають маса 1000 насінин і фракційний склад насіння. Сорти з низьким рівнем адаптивності або меншою пластичністю характеризуються не

лише нестабільною врожайністю в різні сезони, а й формуванням насіння з неоднорідним фракційним складом та варіативними показниками маси 1000 насінин. Для забезпечення якісного насіння сої вирішальну роль відіграють такі фактори, як стабільність врожаю, однорідний фракційний склад насіння та мінімальні коливання маси 1000 насінин [3; 6, с. 93-102; 7, с. 65-72].

Залежно від норми висіву характеризується зміна індивідуальної продуктивності сої, включаючи кількість бобів і насіння, їх масу, а також висоту прикріплення нижніх бобів. При дотриманні оптимальної густоти рослин більшість бобів і насіння формується на головному стеблі. У конкретних ґрунтово-кліматичних умовах для кожного сорту визначається оптимальна густота рослин, яка забезпечує найбільш ефективну фотосинтетичну й симбіотичну діяльність, сприяючи формуванню високого врожаю насіння [2; 8, с. 30-33; 9].

**Постановка завдання.** Дослідження було спрямоване на визначення впливу засушливих погодних умов та площі живлення на формування врожайності насіння сої у різних сортів.

*Об'єктом дослідження* є вплив погодних умов, площі живлення на формування врожайності насіння у сортів сої.

*Предметом дослідження* є сорти сої (Авантюрин, Адамос, Алмаз, Александрит, Антрацит, Акварин, Арніка, Голубка, Златослава, Муза, Сіверка, Самородок) різної площі живлення та погодні умови.

Польові дослідження були проведені протягом 2022–2024 років на території фермерського господарства «Грига», яке розташоване в Полтавському районі Полтавської області. Ґрунт – типовий малогумусний чорнозем, попередник – озима пшениця. Вміст гумусу – 4,58%. Агрохімічна оцінка, в балах – 58,67.

Технологія вирощування була загальноприйнятою для посушливої зони Лісостепу України, окрім густоти посіву та площі живлення відповідно. Спосіб сівби – згідно модельного досліду по вивченню впливу площі живлення на урожайність насіння. Дискування після збору попередника – 12 см. Оранка – 28 см. Шлейфування та передпосівна культивування – 5-6 см. Глибина посіву ~ 4 см. Удобрення: восени NPS 12:24:12+6Ca – 100 кг, весняне під культивування NPK 16:16:16+6S – 180 кг. Засоби захисту рослин котрі застосовувалися під час вирощування: Примекстра TZ Голд 4,5 л/га; Ккласік Форте 30 гр/га; Фюзілад Форте 1,5 л/га + Коннект 0,5 л/га; Амістар Екста – 0,75 л/га.

Погодні умови під час вирощування по ФГ «Грига» використовувалися із власної метеостанції (Davis 6152 Vantage Pro 2) розташованої неподалік поля де проводилися досліді. Умови років досліджень були відмінні. Для комплексної оцінки зволоження регіону розраховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який вираховується за формулою:

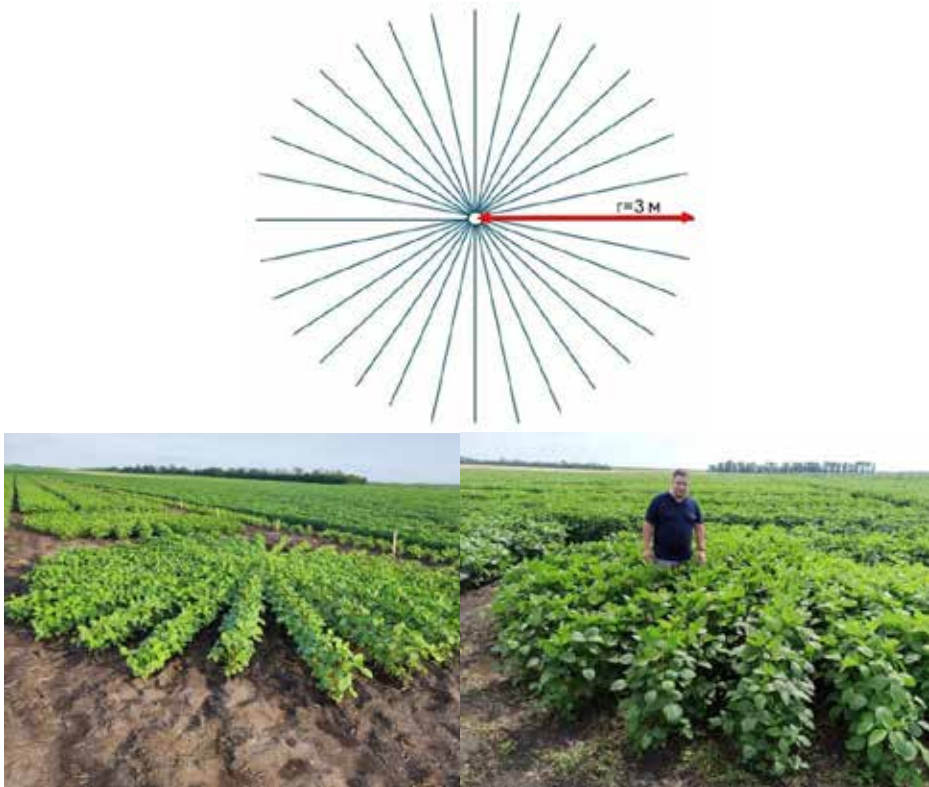
$$\text{ГТК} = r / (0,1 * \sum t > 10^{\circ}\text{C})$$

де  $r$  – сума опадів за період, мм;  $\sum t > 10^{\circ}\text{C}$  – сума активних температур за той же період,  $^{\circ}\text{C}$

У дослідженні використовували метод посіву сої променевим способом, запропонованим та описаними J. A. Nedler, W. Duncan, D. B. Egli у 80-х роках в США. Вченими Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН в 90-х роках, розробили модифікований варіант системної моделі. Під час проведення модельного експерименту створювали умови, за яких площа живлення кожної рослини поступово збільшувалася зі збільшенням її відстані від центру кола.

Модельний дослід неодноразово використовувався для польових досліджень на сортах сої в лабораторії селекції та насінництва сої Полтавського державного аграрного університету. Фахівцями лабораторії та мною особисто були проведені певні зміни в організації закладання дослідів та інтерпретації отриманих даних.

Для мінімізації негативного впливу першочергових рослин сої одна на одну в сусідніх променях, що розходяться від центру кола, а також для створення рівних умов вирощування за варіантами і підвищення достовірності отриманих результатів досліджень, пропонується в центрі великого кола створити додаткове коло. Радіус цього внутрішнього кола в моїх дослідження складав 12 см. Схематично це виглядає як коло, з центру якого розходяться 32 промені (радіуси). Кожен промінь має довжину 3 метри, а відстань між рослинами може варіювати в залежності від поставлених задач в досліді. Під час проведення дослідів у 2022–2024 роках на кожному промені відстань між рослинами у досліді становила 8 см.



*Рис. 1. Схема модельного дослідів на вивчення впливу площі живлення на урожайність сортів сої та вигляд під час вегетації*

Математична обробка одержаних результатів проводилася з використанням програми для роботи з електронними таблицями та інструментом для візуалізації й аналізу даних Microsoft® Excel® для Microsoft 365 (ліцензійна версія).

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Результати проведених досліджень показали, що врожайність насіння досліджуваних сортів сої варіювала залежно як від зміни площі живлення, так і від погодних умов відповідного року.

Протягом вегетаційного періоду опади мали нерівномірний характер розподілу. Особливо засушливим став 2024 р. Кількість опадів, котра випала за вегетаційний період (травень-вересень) склала 89,3 мм, що в 4 рази менше від середньої багаторічної кількості за відповідний період. Температурний режим та кількість опадів за вегетаційний період під час проведення досліджень представлений на рис. 2.

За роки проведення досліджень показники ГТК суттєво відрізнялися. Зволоження за рівнем ГТК умовно можна розділити за такими зонами:

- Надлишково волога (більше -1,6).
- Волога (1,3-1,6).
- Слабо-посушлива (менше 1,0-1,3).
- Посушлива (менше 0,7-1,0).
- Дуже посушлива (0,4-0,7).
- Суха (менше 0,4).

ГТК подекадно за роки досліджень представлений на рис. 2, згідно якого можна прослідкувати вплив температури повітря та опадів на процеси росту та розвитку сортів сої за роки досліджень та мінливість показників ГТК за роками.

Погодні умови 2024 року, зокрема високі температури та відсутність опадів у період наливу і формування насіння у сортів сої, значно вплинули на зниження урожайності та інших показників структурної продуктивності, таких як маса 1000 насінин і загальна кількість насіння, порівняно з попередніми роками досліджень. Цей фактор особливо помітний при загущених посівах, де мала площа живлення призводить до підвищеної конкуренції між рослинами.

Згідно модельного дослідження густота посіву кожного сорту сої становила від 207469 до 1612903 рослин/га., відповідно площа живлення складала від 0,0482 м<sup>2</sup> до 0,0062 м<sup>2</sup> (табл. 1). Вищезгадана густота посіву моделює практично всі можливі варіанти густоти котрі можуть використовуватися у виробничих чи наукових цілях.

Встановлено, що сорти сої на варіантах модельного дослідження мали різну врожайність насіння залежно від густоти стояння рослин (рис. 4). Проводячи аналіз урожайності в залежності від умов року та густоти посіву, виявлено різний вплив на сорти. Вплив умов року (особливо 2024 р.) в першу чергу знизив рівень врожайності у всіх сортах. Найкраще в порівнянні з іншими роками показав сорт Арніка. Відмічено найменше варіювання урожайності, особливо при зменшеній густоті посіву.

У більшості випадків формування врожайності всіх сортів в екстремально засушливих умовах 2024 року суттєво відрізнялося від попередніх років, коли рівень опадів був відносно достатнім. Основним чинником змін стала густота посіву. Аналізуючи вплив площі живлення на рівень врожайності у різні роки, можна помітити варіативність у сортів різного походження. Так, більшість сортів, виведених Полтавським державним аграрним університетом (Авантюрин, Алмаз, Адамос, Антрацит), демонстрували два піки врожайності. Це відбувалося тоді, коли оптимальна індивідуальна продуктивність поєднувалась із найбільш відповідною густотою рослин на площу. Водночас деякі сорти мали одну чітко виражену позначку найвищої врожайності. Це характерно для сортів Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України» (Арніка, Голубка), а також для сорту Інституту кормів та сільського господарства Поділля (Самородок).

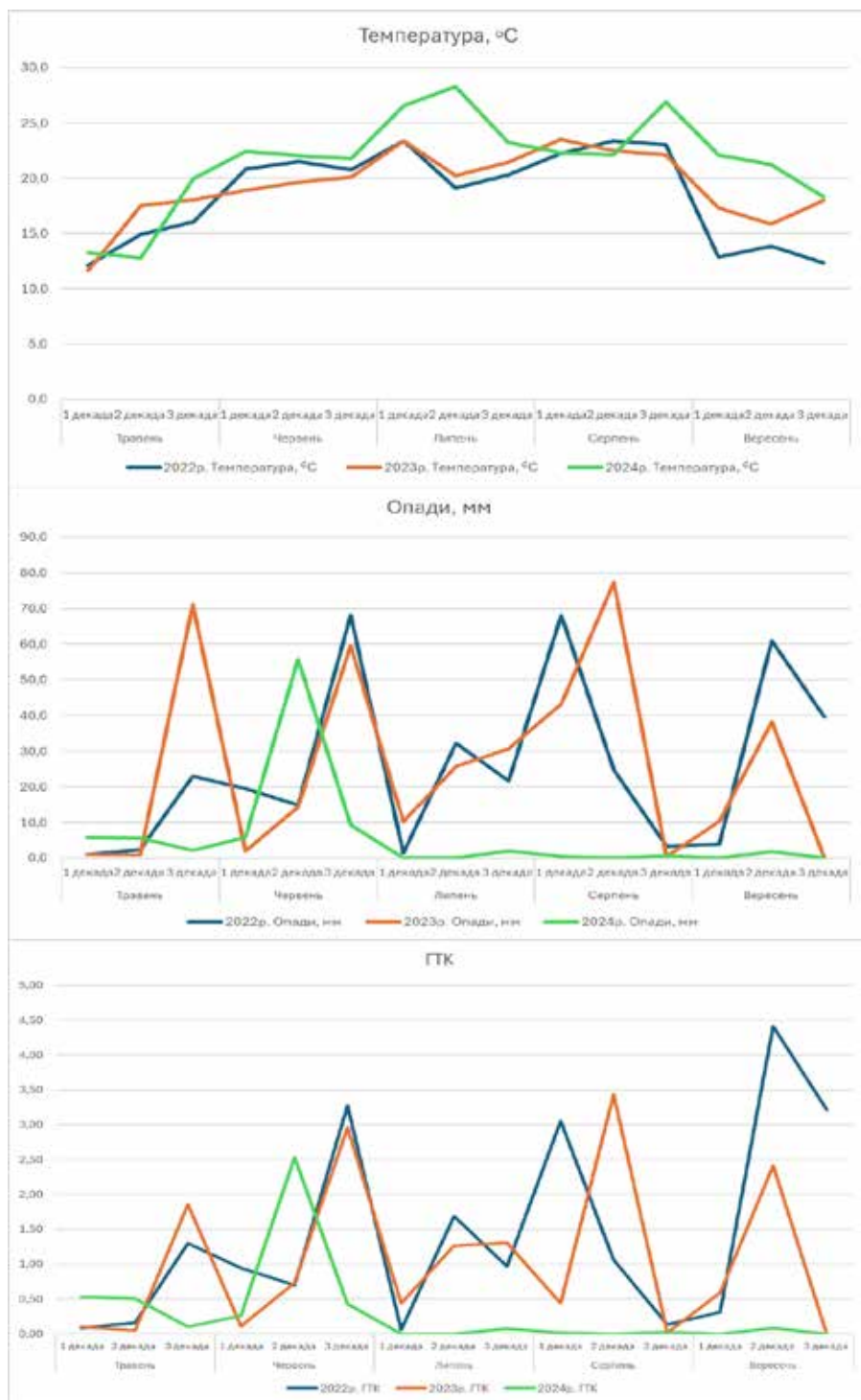


Рис. 2. Погодні умови за вегетаційний період

Таблиця 1

**Площа живлення та густина стояння рослин у модельному досліді**

| <b>Варіант досліді</b> | <b>Густина стояння рослин,<br/>шт/га</b> | <b>Площа живлення, м<sup>2</sup></b> |
|------------------------|--|--------------------------------------|
| 1                      | 207469                                   | 0,0482                               |
| 2                      | 212766                                   | 0,0470                               |
| 3                      | 218341                                   | 0,0458                               |
| 4                      | 224215                                   | 0,0446                               |
| 5                      | 230415                                   | 0,0434                               |
| 6                      | 236967                                   | 0,0422                               |
| 7                      | 243902                                   | 0,0410                               |
| 8                      | 251256                                   | 0,0398                               |
| 9                      | 259067                                   | 0,0386                               |
| 10                     | 267380                                   | 0,0374                               |
| 11                     | 276243                                   | 0,0362                               |
| 12                     | 285714                                   | 0,0350                               |
| 13                     | 295858                                   | 0,0338                               |
| 14                     | 306748                                   | 0,0326                               |
| 15                     | 318471                                   | 0,0314                               |
| 16                     | 331126                                   | 0,0302                               |
| 17                     | 344828                                   | 0,0290                               |
| 18                     | 359712                                   | 0,0278                               |
| 19                     | 375940                                   | 0,0266                               |
| 20                     | 393701                                   | 0,0254                               |
| 21                     | 413223                                   | 0,0242                               |
| 22                     | 434783                                   | 0,0230                               |
| 23                     | 458716                                   | 0,0218                               |
| 24                     | 485437                                   | 0,0206                               |
| 25                     | 515464                                   | 0,0194                               |
| 26                     | 549451                                   | 0,0182                               |
| 27                     | 588235                                   | 0,0170                               |
| 28                     | 632911                                   | 0,0158                               |
| 29                     | 684932                                   | 0,0146                               |
| 30                     | 746269                                   | 0,0134                               |
| 31                     | 819672                                   | 0,0122                               |
| 32                     | 909091                                   | 0,0110                               |
| 33                     | 1020408                                  | 0,0098                               |
| 34                     | 1162791                                  | 0,0086                               |
| 35                     | 1351351                                  | 0,0074                               |
| 36                     | 1612903                                  | 0,0062                               |



Рис. 3. Урожайність сортів сої по варіантах досліді

У дослідженнях найвищу врожайність протягом років демонстрували сорти сої з різними вегетаційними періодами, а саме: Авантюрин, Адамос, Алмаз, Антрацит, Голубка, Муза та Сіверка. Ці сорти вирізнялися стабільно високою продуктивністю протягом усього періоду спостережень, забезпечуючи врожайність понад 40 ц/га за оптимальної густоти посівів. Серед ультраранніх сортів найурожайнішою виявилася Арніка. Цей сорт, із вегетаційним періодом у 85 діб, у певних умовах модельного експерименту досягав врожайності понад 35 ц/га.

**Висновки і пропозиції.** Для сої, як світлолюбної культури, характерна значна варіативність рослин за рівнем продуктивності. Урожайність залежить від таких факторів, як зміна площі живлення, густина посіву, індивідуальна продуктивність рослин та способи їх розташування у посіві. У зв'язку з цим вивчення впливу розмірів і конфігурації площі живлення на конкурентні взаємозв'язки між рослинами в посівах, а також на індивідуальну продуктивність сортів сої, є важливим науковим завданням.

Модельний променевий спосіб розміщення рослин сої, дозволяє ефективно оцінити широкий спектр густоти рослин у великому діапазоні. Це дає змогу дослідити конкурентні взаємодії між рослинами на відносно компактній дослідній площі.

Досліджувані сорти сої показали різні варіанти індивідуальної продуктивності по рокам. У посушливий 2024 рік практично всі показали меншу урожайність та різний характер формування урожаю.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білявська Л.Г., Пилипенко О.В. Поради щодо вибору сорту сої для виробника. *Агроексперт*. 2016. № 3. С. 26–27. URL: <https://agroexpert.ua/poradi-sodoviboru-sortu-soi-dla-virobnika/> (дата звернення 26.03.2025).
2. Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизева Л. Н., Посилаєва О. О., Чернищенко П. В. : *Соя (Glycine max (L.) Merr.)*. Харків: НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. 2016. 400 с.
3. *Соя: модель сорту, новостворені неопущені лінії, насінництво, фітосанітарний стан посівів: колективна монографія /За ред. Л. Г. Білявської*. Полтава: ПДАУ. 2023. 187 с.
4. Ревтьо О.Я., Золін О.О. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату (оглядова). *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 105–112. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.15>
5. Шовкова О.В., Шевніков М.Я., Міленко О.Г. Особливості формування насінневої продуктивності рослинами сої залежно від елементів технології вирощування. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. №. 2(84). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.015>
6. Рябуха С.С., Чернищенко П.В., Святченко С.І., Садовой О.О., Тесля Т.О. Вплив гідротермічних чинників довкілля на врожайність та біохімічний склад насіння сої. *Селекція і насінництво*. 2019. № 115. С 93–102. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2019.172785>
7. Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 65–72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.08>
8. Шевніков М. Я., Логвиненко О. М. Оптимізація площі живлення різних сортів сої шляхом формування інтенсивної структури посіву. *ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 30–33. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2012/02/030.pdf> (дата звернення 26.03.2025).
9. Бахмат О. М. Соя – культура майбутнього, особливості формування високого врожаю. Кам'янець-Подільський. 2009. 208 с.

УДК 635.21:551.583

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.8>

## ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ВЕЛИЧИН НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ІНШІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРТОПЛІ

**Подгасцький А.А.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри біотехнології та хімії,

Сумський національний аграрний університет

**Дрозденко А.Ю.** – аспірант кафедри біотехнології та хімії,

Сумський національний аграрний університет

Картопля, як харчова, технічна та кормова сільськогосподарська культура, є однією з найбільш поширених у світі. За площами посадки вона посідає п'яте місце у світі після пшениці, рису, кукурудзи, сорго, а за валовим виробництвом – четверте, випереджаючи сорго. Великим попитом користується картопля в Україні, де її називають національним овочем, а тому площі, відведені під культуру, останніми роками становили 1,4–1,5 млн. га, зараз у зв'язку з урахуванням тимчасово окупованих територій та падінням виробництва посівні площі під картоплею скоротились майже на 12 %, тобто 880 тис. га.

Для галузі насінництва картоплі надзвичайно важливі сорти, що відзначаються високою насінневою продуктивністю. Вагоме значення у структурі врожаю має вихід насінневої картоплі відповідної якості, маса бульби для посадки та кількість бульб під кущем. Окремо треба виділити коефіцієнт розмноження сортів, як найважливіший показник у насінництві.

Картопля – це важлива культура, яка вимоглива до певних умов у період вегетації. Мінливість кліматичних умов, які наразі стали дуже частими, становлять значний вплив на період росту і розвитку рослин, збирання врожаю, наприклад, посухи, які повторюються кожні три роки, що призводить до зменшення врожаю.

У статті наведені результати дослідження, що дають змогу виділити вплив метеорологічних факторів на врожайність та інші ознаки картоплі. У польових дослідах використані сорти картоплі різних груп стиглості: ранньостиглі – Щедрик і Слаута, середньоранні – Арія і Злагода, середньостиглі – Мирослава і Слов'янка, середньопізні – Случ і Житниця.

Досліджено, що середньомісячні показники температури повітря та кількості опадів, які не можуть повністю розкрити вплив цих факторів на ріст та розвиток рослин та на врожайність, це пояснюємо відхиленням від середніх багаторічних даних. Водночас, і вони не здатні підтвердити суттєвість цих відхилень, тому одним з основних показників, які дозволяють обґрунтовано оцінювати вплив метеорологічних умов на ріст та розвиток рослин.

**Ключові слова:** картопля, сорт, метеорологічні величини, температура повітря, опади, продуктивність.

### **Podhayetskyi A.A., Drozdenko A.Yu. Influence of meteorological variables on yield and other characteristics of potatoes**

Potatoes, as a food, technical and fodder crop, are one of the most widespread in the world. In terms of planting areas, it ranks fifth in the world after wheat, rice, corn, sorghum, and in terms of gross production – fourth, ahead of sorghum. Potatoes are in great demand in Ukraine, where they are called the national vegetable, and therefore the areas allocated for cultivation have in recent years amounted to 1.4–1.5 million hectares, now, due to the taking into account the temporarily occupied territories and the decline in production, the sown areas under potatoes have decreased by almost 12%, i.e. 880 thousand hectares.

For the potato seed industry, varieties that are characterized by high seed productivity are extremely important. The yield of seed potatoes of appropriate quality, the mass of tubers for planting and the number of tubers under the bush are of great importance in the crop structure. Separately, it is necessary to highlight the coefficient of reproduction of varieties, as the most important indicator in seed production.

*Potatoes are an important crop that is demanding on certain conditions during the growing season. The variability of climatic conditions, which have now become very frequent, has a significant impact on the period of plant growth and development, harvesting, for example, droughts that occur every three years, which leads to a decrease in yield.*

*The article presents the results of a study that allows us to highlight the influence of meteorological factors on yield and other characteristics of potatoes. In field experiments, potato varieties of different maturity groups were used: early ripening – Shchedryk and Slauta, medium-early – Ariya and Zlagoda, medium-ripening – Myroslava and Slovyanka, medium-late – Sluch and Zhytnytsia.*

*It was studied that the average monthly air temperature and precipitation, which cannot fully reveal the influence of these factors on plant growth and development and on yield, are explained by the deviation from the average long-term data. At the same time, they are not able to confirm the significance of these deviations, therefore, one of the main indicators that allows a reasonable assessment of the influence of meteorological conditions on the growth and development of plants.*

**Key words:** potato, variety, meteorological values, air temperature, precipitation, productivity.

**Постановка проблеми.** Картопля – це культура, яка добре адаптована до зовнішніх умов [4-6], прояв основних господарсько-цінних ознак сортів значною мірою залежить від зовнішніх факторів [7-10, 11, 22-23], наприклад, метеорологічних. Це пояснюється відмінностями у потребі тепла, вологи під час росту й розвитку рослин, формування бульб [24]. За умови збігу впливу зовнішніх факторів [25, 26] та вимог рослин до них, реалізується у повній мірі норма реакції генотипу [10-11], можливо відбуваються великі втрати врожаю.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед країн Європи найсприятливіші умови для вирощування картоплі у Нідерландах [11], тому голандська картопля має високу урожайність у цій країні, що в середньому дорівнює 45-50 т/га. При щорічних сприятливих умовах для росту і розвитку рослин, формування бульб незначною є мінливість урожайності за роками.

Основними метеорологічними чинниками, що найбільше впливають на формування бульб є кількість опадів та температура повітря [3, 12]. Є випадки, коли середні значення показників не відповідають потребам рослин у певні фази розвитку рослини, тому вони не відображають суті взаємного впливу метеорологічних факторів та вимог рослин до зовнішніх умов, крім того, абсолютні значення показників, відхилення їх від середніх багаторічних даних потребують окремих уточнень [13-17].

**Постановка завдання.** Метою роботи було визначитись з динамікою прояву метеорологічних показників у період вегетації картоплі за роками (2021-2023), величиною та значущістю відхилень їх від середніх багаторічних даних [4].

**Матеріали і методи досліджень.** Експериментальна частина польового дослідження з вивчення насінневої продуктивності сортового складу картоплі відбувалася протягом 2021-2023 років в умовах Північно-східного Лісостепу України на полях Сумського національного аграрного університету, що входить до складу Навчально-науково-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету. Поле СНАУ знаходиться у північно-західній частині міста Суми, на невисокому, хвилястому, вододільному плато довжиною 3,5 км із заходу на схід і 12 км з півночі на південь[2].

Поле рівне, що забезпечує рівномірне надходження вологи від атмосферних опадів до всіх рослин і дозволяє уникнути водної ерозії, та якісного обробітку ґрунту. Ґрунт на дослідного поля є типовим глибоким малогумусним середньосуглинковим великопилюватими наведені дані у таблиці 1.

Ґрунт має поживні речовини що дозволяє, вирощувати всі сільськогосподарські культури, в тому числі картоплю. Це пов'язано з високим вмістом гумусу в ґрунті, нейтральною кислотністю та високим рівнем мінеральних поживних речовин [1].

Таблиця 1

## Агрохімічний склад ґрунту дослідного поля

| Ґрунт  | Гу-мус, % | рН  | ГК, мг-екв./100 г. ґрунту | СВО (Са+Mg), мг-екв./ 100 г. ґрунту | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N-легко-гідролізований |
|--|-----------|-----|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------|
|  |           |     |                           |                                     | мг/кг ґрунту                  |                  |                        |
| Чорнозем типовий глибокий малогумусний середньо-суглинковий, великопилюватий | 3,89      | 5,8 | 1,6                       | 30,2                                | 109                           | 100              | 87                     |

Посадку проводили в ННВК у три строки: 1. За повної стиглості ґрунту. 2. Після накопичення суми ефективних температур 350 °С після першого строку садіння. 3. Після накопичення суми ефективних температур 700 °С після першого строку садіння. Були проведені фенологічні спостереження по кожному із строків садіння окремо.

Вихідним матеріалом в дослідженнях використані сорти різних груп стиглості: ранньостиглі – Щедрик і Слаута, середньоранні – Арія і Злагода, середньостиглі – Мирослава і Слов'янка, середньопізні – Случ і Житниця.

Експерименти виконувались, згідно загальноприйнятих методик [12, 18]. Площа живлення – 70 x 35 см. Ділянки дворядкові, по 11 бульб у рядку. Дослідження проводилися, відповідно до загальноприйнятих методик щодо проведення лабораторних і польових дослідів і суміжних досліджень [16-19, 21]; збирання та облік урожаю, згідно методичних рекомендацій, щодо проведення досліджень із картоплею [18, 20]; структуру отриманого урожаю описували, згідно ДСТУ 4013-2001 «Сортові та посівні якості картоплі насінневої. Технічні умови», Технологія вирощування рекомендована для зони.

Статистична обробка даних дослідів проводилася за методиками В.О. Ушкаренко з використанням програмно-інформаційного комплексу (ПК) “Agrostat”® на основі Microsoft Office® Excel®.

Під час росту і розвитку рослин проводились обліки і спостереження.

**Виклад основного матеріалу.** Дані абсолютного значення кількості опадів за роками (2021-2023), місяцями наведені дані у таблиці 2 свідчать, що дуже мала кількість вологи з дощами надійшла в травні 2023 року – 17 мм. Це виявилось в 3,6 разу менше, ніж у 2021 році.

Посушливим відмічено червень 2023 року, протилежність викладеному, червень 2021 року і, особливо, 2022 року були дощовими.

Дуже мало дощів випало в липні 2021 року всього 7 мм, а у 2022 році та 2023 році було приблизно однаково.

Таблиця 2

**Кількість опадів (мм) за місяцями за період 2021-2023 рр.**

| місяць  | рік  |      |      | Середня багаторічна |
|---------|------|------|------|---------------------|
|         | 2021 | 2022 | 2023 |                     |
| травень | 61   | 26   | 17   | 34,7                |
| червень | 102  | 155  | 71   | 109,3               |
| липень  | 7    | 82   | 80   | 56,3                |
| серпень | 60   | 24   | 122  | 68,7                |

Надзвичайно нерівномірно випадали дощі в серпні практично, їх не було їх у 2022 році. Протилежне відносилось до серпня 2023 року, коли їх кількість перевищувала мінімальне значення показника у 5 раз.

Хоча із меншою різницею аналогічне стосувалося температури повітря наведені дані у таблиці 3. Найнижчий прояв показника відмічено в травні 2022 році – 13,3 °С. Близькі значення температури повітря в цьому місяці відмічені у 2021 та 2023 роках. Порівняно рівномірною була температура повітря за роками в червні, але трішки відрізнялась у 2023 році на 1,1 разу. Найбільш жарким виявився місяць липень у 2021 році з середньою температурою 25,1 °С. Протилежне стосувалося 2022 та 2023 років, хоча різниця між ними була лише в 1,1 раз.

У цілому, найбільш жарким виявився липень мав середнє значення показника було більше 20 °С.

Таблиця 3

**Середня температура повітря (°С) за місяцями в період 2021-2023 рр.**

| місяць  | рік  |      |      | Середня багаторічна |
|---------|------|------|------|---------------------|
|         | 2021 | 2022 | 2023 |                     |
| травень | 15,5 | 13,3 | 15,5 | 14,8                |
| червень | 21,4 | 21   | 19,3 | 20,6                |
| липень  | 25,1 | 21,3 | 21,6 | 22,7                |
| серпень | 22,3 | 23,3 | 22,8 | 22,8                |

Впродовж досліджуваного періоду порівняно жарким виявився липень. За роки дослідження облікова температура повітря в серпні була майже однакова за інші роки.

Абсолютне значення показників приблизно вказує на сутність метеорологічного супроводу вирощування картоплі, адже місяць досить тривалий проміжок часу і в цей період відбуваються значні зміни, як за температурою повітря, так і кількістю опадів. Стосовно останнього слід відмітити швидке випарування вологи в жаркі літні місяці, що потребує регулярного її надходження. У зв'язку з викладеним більш інформативним є використання такого показника, як відхилення від середніх багаторічних даних подекадно. За роки дослідження найкраще себе проявили такі сорти за продуктивністю дані таблиці 4.

Більшість сортів по різному реагували на специфічність метеорологічних умов у роки виконання дослідження, найкраще показав себе сорт Щедрик за продуктивністю 700 г/рослину, та сорт – Злагода 683 г/рослину.

Таблиця 4

**Прояв господарсько-цінних ознак у сортів картоплі за 2021-2023 рр.**

| Сорт             | Продуктивність,<br>г/рослину | Товарність, % |
|------------------|------------------------------|---------------|
| Щедрик ( р.)     | 702                          | 93            |
| Слауга( р.)      | 450                          | 74            |
| Арія( с.р.)      | 411                          | 85            |
| Злагода ( с.р.)  | 683                          | 83            |
| Мирослава (с.с.) | 518                          | 71            |
| Слов'янка (с.с.) | 468                          | 81            |
| Слuch ( с.п.)    | 470                          | 93            |
| Житниця(с.п.)    | 405                          | 76            |

**Висновки.** Серед країн Європи найкомфортніші умови для вирощування картоплі мають Нідерланди [3], цим пояснюється висока врожайність у цій державі, яка в середньому сягає 45-50 т/га. За щорічно сприятливих умов для росту та розвитку рослин, формування бульб відбувається на високому рівні й стабільно є спадковість сортів, тобто незначна мінливість урожайності за роками.

Головні чинники, що найвагомніше впливають на формування бульб, є кількість опадів та температура повітря, але нерідко середні значення показників не відповідають потребам рослин у певні фази розвитку, тому вони не відображають суті взаємного впливу метеорологічних факторів та вимог рослин до зовнішніх умов. До того ж, абсолютні значення показників, відхилення їх від середніх багаторічних даних потребують окремих уточнень.

Дослідження показали, вплив метеорологічних умов на ріст та розвиток рослин основних показників картоплі, динаміку прояву показників у період вегетації картоплі за роками.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Бондаренко М.П., Бондаренко Г.В. Науково-обґрунтована система ведення сільського господарства Сумської області. Суми : ВАТ: «СОД», Козацький Вал, 2004. 662 с.
2. Масалітін П. В., Макарєнко В. М. Агрохімічний та економічний стан орних земель Сумської області. Науково обґрунтована система ведення сільського господарства Сумської області. Суми : ВАТ «СОД», Козацький вал, 2004. С. 77–92.
3. Журнал для запису метеорологічних спостережень метеопоста Інституту сільського господарства Північного Сходу. 2021. 12 с.
4. Подгаєцький А. А., Кравченко Н.В., Подгаєцький А.Ан. Вплив метеорологічних умов на врожайність картоплі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2016. Вип. 2 (31). С. 169–172.
5. Тєслук П. С. Агрометеорологічні ресурси картоплі. Київ : Урожай, 1992. 205 с.
6. Положенєць В.М., Чернілевський М.С., Немирицька Л.В. Агроєкологічні основи вирощування картоплі. Київ : Світ. 2018. 196 с.
7. Бондарчук А.А. Виродження картоплі та прийоми боротьби з ними. Біла Церква : БДАУ. 2017. 103 с.
8. Горкуценко О.В., Бенюх Б.О., Засєць В.І. Виробництво ранньої картоплі. Київ: Урожай. 1988. 164 с.

9. Бондарчук А.А., Колтунов В.А. Картопля: вирощування, якість, збереженість. Київ : КИТ. 2009. 231 с.
  10. Бондарчук А.А., Молоцький М.Я., Куценко В.С. Картопля. Біла Церква. 2007. Т. 3. 536 с.
  11. Кононученко В.В., Молоцький М.Я. Картопля. Біла Церква. 2002. Т. 1. 536 с.
  12. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / за ред. В.В. Кононученка та ін. Немішаєве. 2022. 184 с.
  13. Осипчук А.А. Селекція високоврожайних сортів картоплі. Картоплярство. Київ. 2008. Вип. 37. С. 27–35.
  14. Погорілий С.О. Технологія вирощування картоплі в Лісостепу України: монографія / С.О. Погорілий, М.Я. Молоцький. Біла Церква: БДАУ, 2007. 164 с.
  15. Роїк М.В. Системне наукове забезпечення розвитку сучасної технології селекційного процесу. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ. 2003. № 1. С. 17–36.
  16. Теслюк П.С., Теслюк Л.П. Цікаве картоплярство. Луцьк: Надстир'я. 2009. 290 с.
  17. Подгаєцький А.А. Генофонд картоплі, його складові, характеристика і стратегія використання. *Картопля*. Київ. 2002. Т.1. С. 156–198.
  18. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / УААН, Інститут картоплярства. Немішаєве. 2020. 183 с. С. 3–18.
  19. Теслюк П. С., Молоцький М. Я. Сорти. Картопля. 2002. Т.1. С. 325–354.
  20. Бондарчук А. А. та ін. Каталог сортів картоплі. УААН, Інститут картоплярства. 2008. 116 с.
  21. Осипчук А. А. Новини в селекції картоплі. *Картоплярство*. 2005. № 1. С. 25–27.
  22. The efficiency increase of the nutrition element uptake by various potato cultivars grown in one-crop system and in crop rotation / Vakhnyi S. et al. *Eur Asian Journal of Bio Sciences Eurasia J Biosci*. 2018. Vol.12. P. 1–7.
  23. Бондарчук А.А. Наукове забезпечення виробництва картоплі в Україні. *Картоплярство*. 2004. № 33. С. 3–9.
  24. Leisner, C.P.; Potnis, N.; Sanz-Saez, A. Crosstalk and Trade-Offs: Plant Responses to Climate Change-Associated Abiotic and Biotic Stresses. *Plant Cell Environ*. 2023, 46.
  25. Lisicka, W.; Fikowicz-Krosko, J.; Jafra, S.; Narajczyk, M.; Czapplewska, P.; Czajkowski, R. Oxygen Availability Influences Expression of *Dickeya Solani* Genes Associated with Virulence in Potato (*Solanum tuberosum* L.) and Chicory (*Cichorium intybus* L.). *Front. Plant Sci*. 2018, 9.
  26. Manik, S.M.N.; Pengilley, G.; Dean, G.; Field, B.; Shabala, S.; Zhou, M. Soil and Crop Management Practices to Minimize the Impact of Waterlogging on Crop Productivity. *Front. Plant Sci*. 2019, 10.
  27. Mansfield, J.; Genin, S.; Magori, S.; Citovsky, V.; Sriariyanum, M.; Ronald, P.; Dow, M.; Verdier, V.; Beer, S.V.; Machado, M.A.; et al. Top 10 Plant Pathogenic Bacteria in Molecular Plant Pathology. *Mol. Plant Pathol*. 2012, 13, 614–629.
-

УДК 633.11: 633.16

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.9>

## ПОЛЬОВА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**Почколіна С.В.** – к.с.-г.н., доцент,

завідувачка відділу агромоніторингу та інноваційних технологій  
сільськогосподарських культур,

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України

**Козут І.М.** – к.с.-г.н., доцент,

заступник директора з наукової роботи – учений секретар,  
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України

**Мельник О.Т.** – к.т.н., провідний науковий співробітник,

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України

**Власенко С.В.** – м.н.с., аспірант,

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України

Впровадження нових сортів пшениці озимої і ячменю озимого є ключовим напрямком підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Проте, залишається відкритим питання впливу строків сівби на польову схожість цих сортів, особливо в умовах Південного Степу України, де цей аспект ще недостатньо вивчений.

Мета досліджень – з'ясування впливу різних строків сівби на польову схожість насіння пшениці озимої і ячменю озимого.

Експериментальну частину виконано у 2023/2024 сільськогосподарському році на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично-орієнтованого сільського господарства НААН України, яке розташовано в Одеському районі Одеської області.

У досліді вивчалися по 6 сортів пшениці озимої і ячменю озимого. Сівба проводилася у чотири строки: 25 вересня, 5, 15 і 25 жовтня.

Встановлено, що польова схожість пшениці озимої і ячменю озимого змінюється під впливом строків сівби. В середньому польова схожість пшениці озимої при строку сівби 25 вересня була за середніми показниками нижче порівняно з більш пізніми строками. Різниця складала від 21,2 % до 28,5 %, що можна пояснити втратою схожості насіння, що довгий період (більше 30 днів) знаходилось в сухому ґрунті через посуху.

Більшість сортів мали найвищу польову схожість при строку сівби 25 жовтня. Найбільшу польову схожість мали сорти Довіра одеська (82,7 %), Громада (74,2 %) і Вагома (72,0 %).

В середньому за сортами при всіх строках сівби ці ж самі сорти показали найбільшу польову схожість.

Показано, що польова схожість загалом мала вищі показники в порівнянні з пшеницею озимою, що свідчить про більшу стійкість насіння ячменю до умов знаходження в сухому ґрунті.

В середньому за 6-ма сортами ячменю озимого найбільша польова схожість (93,2 %) спостерігалася при строку сівби 25 жовтня. На другому місці за показником польової

схожості (92,8 %) посідає строк сівби 15 жовтня. Найгірші показники (87,1 %) має строк сівби 25 вересня.

Перевищення схожості при більш пізніх строках сівби склало порівняно з сівбою 25 вересня (6,1–7,0) %. Однак у деяких сортів польова схожість була практично однаковою при всіх строках сівби – це сорти Дев'ятий вал та Валькірія, у середньому 94,5 % і 95,6 % відповідно.

Найменша середня польова схожість була у сорту Гордість Пальміри – 82,2 %.

**Ключові слова:** строки сівби, польова схожість, пшениця озима, ячмінь озимий.

**Pochkolina S.V., Kohut I.M., Melnyk O.T., Vlasenko S.V. Field similarity of winter cereal crop seeds depending on sowing periods in Southern Ukraine**

*The introduction of new varieties of winter wheat and winter barley is a key direction of increasing the productivity of agricultural crops. However, the question of the influence of sowing dates on the field similarity of these varieties remains open, especially in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, where this aspect has not yet been sufficiently studied.*

*The purpose of the research is to find out the influence of different sowing dates on the field germination of winter wheat and winter barley seeds.*

*The experimental part was carried out in the 2023/2024 agricultural year at the experimental field of the Odessa State Agricultural Experimental Station of the Institute of Climate-oriented Agriculture of the National Academy of Sciences of Ukraine, which is located in the Odessa district of the Odessa region.*

*In the experiment, 6 varieties of winter wheat and 6 varieties of winter barley were studied. Sowing was carried out on four dates: September 25, October 5, 15 and 25.*

*It was established that the field similarity of winter wheat and winter barley changes under the influence of sowing dates. On average, the field germination of winter wheat at the time of sowing on September 25 was, on average, lower compared to later times. The difference was from 21.2% to 28.5%, which can be explained by the loss of germination of seeds that were in dry soil for a long period (more than 30 days).*

*Most varieties had the highest field similarity at the time of sowing on October 25. The highest field similarity had the varieties Dovira odeska (82.7%), Gromada (74.2%) and Vahoma (72.0%).*

*On average, by varieties, at all sowing dates, the same varieties showed the greatest field similarity.*

*It was shown that field germination generally had higher indicators compared to winter wheat, which indicates greater resistance of barley seeds to the conditions of being in dry soil.*

*On average, for 6 varieties of winter barley, the highest field germination (93.2%) was observed at the time of sowing on October 25. The October 15 sowing date is in second place in terms of field germination rate (92.8%). The worst indicators (87.1%) have the sowing date of September 25.*

*Compared to sowing on September 25, the increase in germination at later sowing dates was (6.1–7.0) %. However, in some varieties, the field germination was practically the same at all sowing dates – these are the varieties Nine Val and Valkyria, on average 94.5% and 95.6%, respectively.*

*The lowest average field similarity was the Pride of Palmyra variety – 82.2%.*

**Key word:** sowing dates, field similarity, winter wheat, winter barley.

**Постановка проблеми.** Польова схожість має дуже важливе значення для формування урожайності озимих зернових культур. Вона залежить від багатьох факторів, але перш за все основними є наявність вологи в ґрунті та його температура. Значний вплив на польову схожість мають агротехнічні заходи, наприклад, строк сівби, обробіток ґрунту або попередник. Всі ці фактори можуть сприяти її підвищенню або зниженню [1, 2].

Зниження польової схожості особливо критично для пшениці озимої і ячменю озимого, навіть де незначне зниження (1 %) може призвести до значного недобору (1,0–1,5 %) урожайності цих культур, а також перевитрат високоякісного насіння.

Тому, основним завданням агротехніки, від якої залежить густина рослин, площа живлення їх, догляд за посівами і майбутній урожай є одержання високих показників польової схожості.

Вибір оптимальних строків сівби, завдяки яким створюються сприятливі умови для отримання високої польової схожості, дозволяють сформувати здорові рослини з добре розвинутою кореневою системою, які здатні протистояти екстремальним проявам погодних умов на протязі вегетативного періоду. Це потребує глибокого осмислення і вдосконалення теоретичних знань і розробки науково-обґрунтованого комплексу практичних заходів [3].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Вивченням впливу строків сівби на польову схожість насіння пшениці озимої присвятили багато уваги деякі вчені в різних регіонах країни, але результати їх досліджень мають протиріччя.

Так, В.І. Козечко, повідомляє, що сівба 5 вересня сприяє отриманню більш максимального значення цього показника [4]. За даними Я.Є. Ломницького та іншими науковцями [5] найбільша польова схожість (66,8 %) була відмічена при строку сівби 15 вересня. Ю.М. Прядко [6] встановлено, що при ранньому строку сівби, 25 вересня спостерігалася найбільша польова схожість, яка становила 95,1 %. Більш ранні чи пізні строки сівби знижували цей показник. Результати досліджень А.І. Кривенко показують, що при сівбі 5 жовтня спостерігалися найбільш високі показники польової схожості майже у всіх сортів пшениці озимої, крім сортів Кантата одеська і Оранта одеська, а у ячменю озимого вона була високою при сівбі 25 вересня і 5 жовтня [7]. В.Ф. Сайко [8] наголошує, що пізні строки сівби створюють більш сприятливі умови для отримання вищої польової схожості. При цьому дружні сходи пшениці з'являються на протязі 7–8 доби, коли в орному шарі ґрунту міститься 20–30 мм і більше продуктивної вологи. Така кількість вологи дозволяє отримати польову схожість 70–80 %. Незначна кількість запасів вологи в 6–8 мм гальмує з'явлення сходів – на 14–15 день. Польова схожість у даному випадку внаслідок тривалого перебування насіння в ґрунті суттєво знижується до 50–60 %. При наявності вологи в орному шарі ґрунту 5 мм і менше насіння не проростає зовсім. За тривалої відсутності дощу насіння починає пріти та втрачає схожість [6].

Кількість рослин на одиниці площі, які беруть участь у формуванні врожаю, значною мірою залежить від польової схожості. Як відомо, польова схожість завжди нижча лабораторної [9].

Але, польова схожість насіння пшениці озимої і ячменю озимого залежить не лише тільки від лабораторної схожості, а від цілого ряду факторів, а саме: якості насіння, властивостей ґрунту, погодних умов року та агротехнологічних заходів вирощування культури [10].

На сьогодні, для виробників сільськогосподарської продукції досягнути рівень польової схожості 95–98 % є дуже непростим завданням [11], так як в польових умовах 30–40 % насіння, в силу різних причин, не дає сходів [12].

**Мета досліджень** – з'ясування впливу різних строків сівби на польову схожість насіння пшениці озимої і ячменю озимого.

**Матеріал і методика.** Експериментальну частину виконано у 2023/2024 сільськогосподарському році на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично-орієнтованого сільського господарства НААН України, яке розташоване в Одеському районі, Одеської області.

У досліді вивчалися 6 сортів пшениці озимої (табл. 1) і 6 сортів ячменю озимого (табл. 2). Сівба проводилася у чотири строки: 25 вересня, 5, 15 і 25 жовтня.

Основним методом дослідження був польовий, доповнений аналітичними вимірами, підрахунками та спостереженнями згідно із загальноприйнятими методиками та рекомендаціями у землеробстві й рослинництві. Облік урожаю виконували суцільним методом за допомогою селекційного комбайну Сампо-500.

Таблиця 1

**Схема дослід. Пшениця озима м'яка, повторність – 3-х разова**

| Сорт            | Рік реєстрації | Дата сівби |       |       |       |
|-----------------|----------------|------------|-------|-------|-------|
|                 |                | 25.09      | 05.10 | 15.10 | 25.10 |
|                 |                | № ділянки  |       |       |       |
| Кагруся одеська | 2016           | 1          | 7     | 13    | 19    |
| Довіра одеська  | 2020           | 2          | 8     | 14    | 20    |
| Гейзер          | 2020           | 3          | 9     | 15    | 21    |
| Пейзаж          | 2020           | 4          | 10    | 16    | 22    |
| Вагома          | 2021           | 5          | 11    | 17    | 23    |
| Громада         | 2020           | 6          | 12    | 18    | 24    |

Таблиця 2

**Схема дослід. Ячмінь озимий (дворучка), повторність – 3-х разова**

| Сорт              | Рік реєстрації | Дата сівби |       |       |       |
|-------------------|----------------|------------|-------|-------|-------|
|                   |                | 25.09      | 05.10 | 15.10 | 25.10 |
|                   |                | № ділянки  |       |       |       |
| Еволюція          | 2022           | 1          | 7     | 13    | 19    |
| Дев'ятий вал      | 2014           | 2          | 8     | 14    | 20    |
| Валькірія         | 2018           | 3          | 9     | 15    | 21    |
| Гордість Пальміри | 2020           | 4          | 10    | 16    | 22    |
| Скарб Пальміри    | 2020           | 5          | 11    | 17    | 23    |
| Русін             | 2022           | 6          | 12    | 18    | 24    |

Основні агротехнічні заходи під час вирощування озимих зернових культур застосовували відповідно до рекомендацій для суходолу степової зони Одеської області, а також відповідно до інструкції «Управління якістю механізованих робіт у рослинництві» [13].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У наших дослідках максимальний негативний вплив на схожість насіння мало вкрай недостатнє зволоження ґрунту в десяти сантиметровому шарі з сухим періодом в час сівби в різні строки, навіть після кращого попередника пару чорного.

В середньому польова схожість пшениці озимої при строку сівби 25 вересня була за середніми показниками нижче порівняно з більш пізніми строками. Різниця складала від 21,2 % до 28,5 % (табл. 3), що можна пояснити втратою схожості насіння, що довгий період (більше 30 днів) знаходилось в сухому ґрунті.

Слід відмітити, що більшість сортів мали найвищу польову схожість при строку сівби 25 жовтня. Найбільшу польову схожість мали сорти Довіра одеська (82,7 %), Громада (74,2 %) і Вагома (72,0 %).

В середньому за сортами при всіх строках сівби ці ж самі сорти показали найбільшу польову схожість.

Аналіз результатів, які були отримані по ячменю озимому (табл. 4) показує, що польова схожість загалом мала вищі показники в порівнянні з пшеницею озимою, що свідчить про більшу стійкість насіння ячменю до умов знаходження в сухому ґрунті.

Таблиця 3

**Польова схожість насіння різних сортів пшениці озимої  
залежно від строків сівби, % (осінь 2023 р.)**

| Сорти                         | Строки сівби |       |       |       | Середнє за сортами |
|-------------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------------|
|                               | 25.09        | 05.10 | 15.10 | 25.10 |                    |
| Катруся одеська               | 47,8         | 61,1  | 58,6  | 69,1  | 59,2               |
| Довіра одеська                | 70,6         | 80,2  | 82,7  | 82,0  | 78,9               |
| Гейзер                        | 43,1         | 48,0  | 49,2  | 51,1  | 47,9               |
| Пейзаж                        | 45,7         | 60,8  | 61,5  | 63,2  | 57,8               |
| Вагома                        | 54,8         | 67,5  | 71,1  | 72,0  | 66,4               |
| Громада                       | 57,9         | 70,1  | 74,2  | 73,6  | 69,0               |
| Середнє за строками сівби     | 53,3         | 64,6  | 66,2  | 68,5  | 63,2               |
| %, до строку сівби 25 вересня | 100,0        | 121,2 | 124,2 | 128,5 | -                  |

Дані таблиці свідчать, що в середньому за 6-ма сортами ячменю озимого найбільша польова схожість (93,2 %) спостерігалася при строку сівби 25 жовтня. На другому місці за показником польової схожості (92,8 %) посідає строк сівби 15 жовтня. Найгірші показники (87,1 %) має строк сівби 25 вересня.

Таблиця 4

**Польова схожість насіння різних сортів ячменю озимого  
залежно від строків сівби, % (осінь 2023 р.)**

| Сорти                         | Строки сівби |       |       |       | Середнє за сортами |
|-------------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------------|
|                               | 25.09        | 05.10 | 15.10 | 25.10 |                    |
| Еволюція                      | 90,1         | 95,2  | 94,5  | 94,7  | 93,6               |
| Дев'ятий вал                  | 94,6         | 93,6  | 95,0  | 94,6  | 94,5               |
| Валькірія                     | 95,2         | 96,1  | 95,2  | 95,7  | 95,6               |
| Гордість Пальміри             | 72,2         | 87,3  | 84,8  | 84,6  | 82,2               |
| Скарб Пальміри                | 84,3         | 89,2  | 95,3  | 96,1  | 91,2               |
| Русін                         | 85,9         | 93,1  | 92,1  | 93,6  | 91,2               |
| Середнє за строками сівби     | 87,1         | 92,4  | 92,8  | 93,2  | 91,4               |
| %, до строку сівби 25 вересня | 100,0        | 106,1 | 106,5 | 107,0 | -                  |

Перевищення схожості при більш пізніх строках сівби склало порівняно з сівбою 25 вересня (6,1–7,0 %). Але, у деяких сортів польова схожість була практично однаковою при всіх строках сівби – це сорти Дев'ятий вал та Валькірія, у середньому 94,5 % і 95,6 % відповідно.

Найменша середня польова схожість була у сорту Гордість Пальміри – 82,2 %.

**Висновки.** В посушливих умовах осені 2023 року краща польова схожість пшениці та ячменю озимих мала місце при більш пізніх строках сівби. Кращу пристосованість до посіву у сухий ґрунт показало насіння ячменю. При сівбі 25 жовтня спостерігалися найбільш високі показники польової схожості – 82,0 % і 95,7 % відповідно.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Шевніков Д.М. Вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту за вирощування пшениці твердої ярої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, № 2. 2012. С. 203–206.
2. Ефективність технологій вирощування ярої пшениці в західному Лісостепу. Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН (спецвипуск) / [Свідерко М.С., Болахівський В.П., Тимків М.Ю., Кубишин С.Я.]. К. ЕКМО, 2004. 212 с.
3. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України [монографія]. Херсон: Олді плюс, 2011. 460 с.
4. Козечко В.І. Особливості осіннього розвитку рослин різних сортів пшениці озимої при вирощуванні після ріпаку ярого в умовах північного Степу України. *Наук.-тех. бюл. Інституту олійних культур НААН*, 2014. № 20. С. 118–126.
5. Прядко Ю.М. Особливості росту та розвитку рослин пшениці озимої в осінній період вегетації залежно від попередників і строків сівби. *Таврійський науковий вісник* № 92, 2014. № 7. С. 143–147.
6. Ломницький Я.Є., Ройко А.Є., Свідерко М.С. Строки сівби сортів озимої пшениці в західному Лісостепу Української РСР. *Землеробство*. -К.: Урожай, 1976. Вип.44. С. 40–46.
7. Кривенко А.І. Вплив строків сівби на польову схожість та тривалість проходження фенофаз розвитку рослин озимих зернових культур. *Таврійський науковий вісник* № 110, частина І. 2019. С. 103–112.
8. Сайко В.Ф., Грицай А.Д., Гордецька С.П. Озимі зернові культури. К.: Урожай, 1994. С. 228–242.
9. Вожегова Р.А., Заєць С.О., Коваленко О.А. Урожайність різних сортів пшениці озимої залежно від строків сівби в умовах Південного Степу. *Вісник аграрної науки*, 2013. № 13. С. 26–29.
10. Волощук І. С., Стасів О.Ф., Волощук О.П., Глива В.В., Запісоцька М.С. Біологічні та технологічні основи інтенсифікації виробництва високоякісного насіння пшениці озимої в Західному Лісостепу України. *Монографія*. Львів: Сполом, 2021. 306 с.
11. Тогачинська О.В., Тимошук Т.М. Оцінка технології вирощування пшениці озимої за еколого-агрохімічними показниками темно-сірого опідзоленого ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1/2. С. 56–63.
12. Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І., Власенко В.А. Селекція Агронімія Поліщук В.В., Коновалов Д.В. № 6/106, 2023 Наукові доповіді НУБіП України і насінництво сільськогосподарських рослин. Київ: Вища освіта, 2006. 463 с.
13. Ільченко В.Ю., Калініна Л.Ф., Підьосар В.Я. Управління якістю механізованих робіт у рослинництві. -К.:Урожай, 1986. 61 с.

УДК 631.547:57.087  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.10>

## ОСОБЛИВОСТІ УДОБРЕННЯ ПШЕНИЦІ В ОСНОВНИХ РЕГІОНАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Присяжнюк О.І.** – д.с.-г.н.,

завідувач відділу,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

**Кононюк Н.О.** – к.с.-г.н.,

заступник директора,

Державне підприємство «Дослідне господарство «Саливонківське»

Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України»

**Качура Є.В.** – к.с.-г.н.,

Інститут агроекології і природокористування

**Черняк М.О.** – PhD,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

**Мусіч В.В.** – PhD,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

**Гончарук О.М.** – PhD,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Стаття присвячена вивченню питань удобрення пшениці в основних регіонах Лісостепу України та господарського виносу і балансу основних макроелементів, зокрема в Вінницькій, Київській, Полтавській, Сумській, Тернопільській, Харківській, Хмельницькій, Черкаській та Чернівецькій областях за період з 2020 по 2024 роки. Встановлено що в умовах сучасного господарювання агровиробничники застосовують органічні та мінеральні добрива доволі обмежено, чому сприяють ряд суб'єктивних так і об'єктивних причин. Максимальні кількості органіки 1394 кг/га в середньому за роки досліджень вносились лише в Київській області, тоді як решта регіонів Лісостепу України має показники набагато нижчі. Найбільше азотних добрив застосовують на одиницю площі вирощування пшениці в Тернопільській, Вінницькій та Хмельницькій областях – 103,6, 101,5 та 96,7 кг д.р./га. За фосфором кращими були Сумська, Тернопільська, Вінницька та Хмельницька області – 18,6, 16,8, 16,4 та 14,3 кг д.р./га, тоді як за калієм Сумська та Тернопільська – 19,6 та 14,9 кг д.р./га. Також досліджено що в регіонах де формувалась в роки досліджень краща урожайність отримано й вищі показники виносу азоту, особливо в Тернопільській – 182,5 кг/га а також Хмельницькій – 194,3 кг/га областях. Лідерами за господарським виносом фосфору були Тернопільська та Хмельницька області – 72,7 та 77,4 кг. А більше всього калій споживали посіви пшениці що вирощувались в умовах Черкаської, Сумської, Тернопільської та Хмельницької областей – 107,8, 108,1, 115,0 та 122,5 кг/га. При цьому показники споживання азоту, фосфору та калію посівами пшениці були найменшими в умовах вирощування їх в Харківській області – 140,4, 55,9 та 88,0 кг/га. Загалом же ми маємо від'ємний баланс макроелементів по усіх регіонах Лісостепу України, що показує недостатність компенсації витрачених з врожаєм мінеральних сполук надходженням їх в ґрунт.

**Ключові слова:** органічне добриво, азот, фосфор, калій, господарський винос, баланс макроелементів.

**Prisiazhniuk O.I., Kononiuk N.O., Kachura Ye.V., Cherniak M.O., Musich V.V., Honcharuk O.M. Features of wheat fertilization in the main regions of the Forest-Steppe of Ukraine**

This article is dedicated to studying wheat fertilization in the main regions of the Forest-Steppe of Ukraine, as well as the nutrient removal and balance of key macroelements in Vinnytsia, Kyiv, Poltava, Sumy, Ternopil, Kharkiv, Khmelnytskyi, Cherkasy, and Chernivtsi

regions during the 2020–2024 period. It has been established that under modern agricultural management conditions, farmers apply organic and mineral fertilizers rather sparingly, due to both subjective and objective reasons. The maximum amount of organic fertilizer was recorded in Kyiv region, averaging 1,394 kg/ha over the years of research, while the rest of the Forest-Steppe regions had significantly lower values. The highest application rates of nitrogen fertilizers per unit area of wheat cultivation were found in Ternopil (103.6 kg/ha), Vinnytsia (101.5 kg/ha), and Khmelnytskyi (96.7 kg/ha) regions. For phosphorus fertilizers, the leading regions were Sumy (18.6 kg/ha), Ternopil (16.8 kg/ha), Vinnytsia (16.4 kg/ha), and Khmelnytskyi (14.3 kg/ha). For potassium fertilizers, the highest application rates were recorded in Sumy (19.6 kg/ha) and Ternopil (14.9 kg/ha) regions. The study also found that in regions where higher wheat yields were achieved, higher nitrogen uptake was also observed, particularly in Ternopil (182.5 kg/ha) and Khmelnytskyi (194.3 kg/ha) regions. The highest phosphorus removal occurred in Ternopil (72.7 kg/ha) and Khmelnytskyi (77.4 kg/ha) regions. The highest potassium uptake was recorded in Cherkasy (107.8 kg/ha), Sumy (108.1 kg/ha), Ternopil (115.0 kg/ha), and Khmelnytskyi (122.5 kg/ha) regions. Conversely, the lowest nitrogen, phosphorus, and potassium consumption by wheat crops was observed in Kharkiv region, with values of 140.4 kg/ha, 55.9 kg/ha, and 88.0 kg/ha, respectively. Overall, there is a negative balance of macroelements across all Forest-Steppe regions, indicating insufficient replenishment of mineral compounds in the soil compared to the amount removed with the harvested crops.

**Key words:** organic fertilizer, nitrogen, phosphorus, potassium, nutrient removal, macroelement balance.

**Постановка проблеми.** Пшениця належить до однієї з найбільш поширених в світі і важливих для глобальної економіки зернових культур. Саме вона є традиційно вирощуваною культурою в Лісостепу України, регіоні збалансованому за наявністю достатньо гарних теплових ресурсів та вологою.

В умовах Лісостепу України наявні достатньо родючі ґрунти здатні задовольнити потреби більшості с-г культур. Однак, локальні технології вирощування пшениці не завжди адаптовані до умов, що може заважати отриманню гарного врожаю. Адже обсяги добрив в останні десятиліття часто не задовольняють потреби рослин, тим самим сприяючи збідненню ґрунту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Добрива є незамінними елементами технології вирощування адже суттєво покращують урожайність та якість врожаю культур [6; 15]. Тому агропромисловці зазвичай обирають ту кількість добрив яка здатна забезпечити максимальний урожай культури з мінімальними економічними затратами [7; 13].

Бажання отримати вищу прибутковість сприяє тому що фермери застосовують більші кількості добрив на посівах культур які мають кращу економічну цінність. Тому масові культури, такі як пшениця часто залишаються без необхідного рівня удобрення [1; 3; 10]. Також вважається що додаткові добрива можуть замінити певні дорожчі елементи технології завдяки активізації росту рослин [2; 5; 12]. Однак, надмірне застосування їх може завдати серйозної шкоди навколишньому середовищу [4].

Також важливо розуміти, що зменшення обсягів застосування добрив без заміни їх екологічно безпечними компонентами може призвести до збільшення витрат виробництва та сприяти переходу до екстенсивних сільськогосподарських практик [14].

Для вирішення сучасних проблем сільського господарства та навколишнього середовища наразі використовуються сучасні технології точного та органічного землеробства [8; 9; 16]. Проте урожайність пшениці отриманої в органічних системах землеробства як правило нижча, а ринок органічної сировини нараз в Україні не сформовано в достатній мірі [11]. А це в комплексі ускладнює перехід на екологічно безпечні технології вирощування пшениці.

**Постановка завдання.** Метою статті є виявлення особливостей зонального вирощування та удобрення пшениці в Лісостепу України.

Дослідження виконувались в Вінницькій, Київській, Полтавській, Сумській, Тернопільській, Харківській, Хмельницькій, Черкаській та Чернівецькій областях, що належать до зони Лісостепу України.

**В Вінницькій області** в 2020 році літо було жарким, з періодами посухи, тоді як восени була достатня кількість опадів. Зима 2021 року була прохолодною, а навесні відмічена достатня кількість опадів. Літо екстремально жарким, з дефіцитом опадів, а осінь з достатніми опадами. Літо 2022 року було жарким, з періодами посухи, а осінь була з достатньою кількістю опадів. Зима 2023 року мала прохолодні періоди, а навесні була достатня кількість опадів. Літо мало екстремально високі температури з дефіцитом опадів, а восени випала достатня кількість опадів. Літо 2024 року мало високі температури, а осінь була з достатньою кількістю опадів.

**В Київській області** весна та літо 2020 року були теплішими за норму, з періодами спекотної погоди. Натомість 2021 рік був теплим, з аномально високими температурами влітку та періодом посухи. В 2022 році спостерігалось спекотне літо та м'яка зима. 2023 рік був теплим, з аномально високими температурами влітку. Весна 2024 рік була вологою, а влітку опади були нерівномірними, з значними періодами посухи.

**В Полтавській області** весна та літо 2020 року були теплішими норми, з періодами спекотної погоди та нерівномірністю опадів. 2021 рік був теплим, весна вологою, з аномально високими температурами влітку. 2022 рік відзначився спекотним літом та м'якою зимою. В умовах 2023 року спостерігали аномально високі температури влітку. А в 2024 році в області випало лише 267 мм опадів, що становить 51% від багаторічної норми.

**В Сумській області** зима 2020 року була холодною а весна помірно тепла з достатньою кількістю опадів а влітку температури були близькими до середніх. В умовах 2021 року зима була прохолодною а навесні спостерігали періодичні посушливі періоди та спекотне літо з періодами недостатнього зволоження. В 2022 році весна мала достатній рівень опадів, а літо відзначалося підвищенням середніх температур, коли оінь була теплою, але й сухою. В 2023 році весна мала раннє та швидке підвищення температури, а літо було екстремально спекотне з вираженим дефіцитом опадів. Зима 2024 року була м'якою, весна рання і нестабільна а влітку були рекордно високі температури та значний дефіцит опадів.

**В Тернопільській області** навесні 2020 року була достатня кількість опадів, а літні місяці були теплими з кількома спекотними хвилями. В 2021 році весна нестабільною а влітку спостерігали дефіцит опадів, а осінь була теплою з нерівномірним розподілом опадів. Зимовий період 2022 року був теплішим до норми а весна з достатнім зволоженням ґрунтів. В 2023 році весна настала рано і була помірною, а натомість літо було екстремально спекотне з вираженим дефіцитом опадів. В 2024 році весна була нестабільною, а рекордно високі температури та значний дефіцит опадів влітку спричинило виражені посушливі умови.

**В Харківській області** в 2020 році літо було теплим з деякими спекотними хвилями а опади розподілялися нерівномірно. В 2021 році навесні спостерігали різкі зміни теплих та прохолодних періодів та рівня зволоження. Літо було спекотне із тривалими періодами впливу високих температур та дефіцитом опадів. В 2022 році літо було теплішим за норму з періодами дефіциту опадів. А в 2023 році навесні чергувались прохолодні та теплі періоди з періодичними опадами. Літо

було екстремально спекотним з вираженим дефіцитом опадів, а осінь теплою. В 2024 році навесні був нерівномірний розподіл опадів, а влітку зафіксовані високі середньодобові температури повітря із значним дефіцитом опадів.

В **Хмельницькій області** в 2020 році навесні спостерігали стабільне випадання опадів, а літо було тепле з періодичними спекотними хвилями. В 2021 році весна мала періодичні сухі періоди а літо перевищення температур із явними спекотними періодами та дефіцитом опадів. В 2022 році навесні була достатня кількість опадів, а літо було теплим. В 2023 році початок весни був раннім а літо екстремально спекотне з вираженим дефіцитом опадів. А в 2024 році літній період був надмірно спекотним з суттєвим дефіцитом опадів.

В **Черкаській області** в 2020 році навесні спостерігали стабільні опади а літо було тепле із періодичними спекотними хвилями. В умовах 2021 була рання весна з швидким підвищенням температур а влітку спостерігались спекотні періоди зі значним дефіцитом опадів. В 2022 році весна мала достатню кількість дощів а літо було помірно теплим. В 2023 році було екстремально спекотне літо. А в умовах 2024 року весняний період мав суттєві коливання температур і нерівномірний розподіл опадів коли влітку усі місяці були надмірно теплими з значним дефіцитом опадів.

В **Чернівецькій області** в 2020 році навесні була достатня кількість опадів а літо було теплим з періодичними спекотними хвилями. В 2021 році навесні спостерігали раннє потепління з періодами нестабільної погоди, а літо було спекотне. В 2022 році літо було тепле з окремими спекотними періодами. А в 2023 році весна мала ранній початок з швидким підвищенням температури, а літо було екстремально спекотне з тривалими періодами без опадів. В умовах 2024 року навесні спостерігалась нестабільна погода а от літні місяці були спекотними з дефіцитом опадів.

*Грунтові умови.* Чорноземи опідзолені займають близько 60% території Вінницької області. Сірі та темно-сірі лісові ґрунти – найпоширеніші ґрунти Київської області. Чорноземи типові – найпоширеніші ґрунти Полтавської області, займають близько 70% території, мають вміст гумусу до 5–6%. Сірі та темно-сірі лісові ґрунти – займають значну частину території Сумської області. Чорноземи опідзолені – найпоширеніший тип ґрунтів Тернопільської області, високородючі, мають вміст гумусу 3–5%. Чорноземи звичайні та опідзолені – найпоширеніші ґрунти Харківської області, займають понад 60% території. Чорноземи опідзолені – найбільш поширені ґрунти Хмельницької області, містять 3–5% гумусу. Чорноземи опідзолені та типові – найпоширеніші ґрунти Черкаської області, містять 4–6% гумусу. Сірі та темно-сірі лісові ґрунти – займають значну частину Чернівецької області, особливо в передгірських районах.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Визначено, що наскільки ефективно та раціонально агропромисловість використовують органічні (табл. 1) та мінеральні добрива (табл. 2–3) є визначальним фактором що дозволяє сформулювати раціональність заходів з оптимізації живлення культур.

При цьому, в середньому по Україні спостерігаємо досить низькі показники застосування органічних добрив. Проте, досить високі обсяги внесення притаманні Київській області, а найнижчі Чернівецькій, Вінницькій та Сумській. Загалом же ми бачимо тенденцію до збереження обсягів застосування на приблизно однаковому рівні.

Натомість мінеральні добрива більш доступні в усіх регіонах Лісостепу України, проте тенденція використання азотних добрив показує нам планомірне зменшення обсягів внесення з року в рік, причому найбільш вагоме зменшення почалось з 2022 року. Було використано в середньому по Лісостепу України 70 кг/га

добрив, коли в 21 році 82,6, а в 20–85,9 кг д.р./га. І лише в Вінницькій Сумській, Тернопільській та Черкаській областях було застосовано азоту на 31,9, 11,7, 6,3 та 10,5 кг д.р./га більше порівняно до попереднього року. А в умовах 2023 року війна та погіршення закупівельних цін на зерно вплинули також і на обсяги використання мінеральних добрив, тому лиш в Київській та Тернопільській областях був збережений минулорічний рівень застосування азоту.

Таблиця 1

**Застосування органічних добрив на посівах пшениці в середньому по Україні та регіонах зони Лісостепу, 2020–2024 рр., кг/га**

| Регіон         | Рік        |            |            |            |            | Вміст гумусу, % |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
|                | 2024       | 2023       | 2022       | 2021       | 2020       |                 |
| <b>Україна</b> | <b>423</b> | <b>407</b> | <b>488</b> | <b>325</b> | <b>364</b> | <b>3,07</b>     |
| Вінницька      | 230        | 201        | 296        | 285        | 285        | 2,90            |
| Київська       | 1356       | 1430       | 1110       | 1268       | 1808       | 3,10            |
| Полтавська     | 700        | 640        | 710        | 690        | 1127       | 3,29            |
| Сумська        | 312        | 202        | 419        | 401        | 625        | 3,48            |
| Тернопільська  | 835        | 1003       | 788        | 257        | 101        | 3,25            |
| Харківська     | 296        | 398        | 176        | 136        | 175        | 4,30            |
| Хмельницька    | 652        | 684        | 526        | 529        | 359        | 2,76            |
| Черкаська      | 602        | 613        | 565        | 306        | 493        | 2,98            |
| Чернівецька    | 212        | 235        | 197        | 33         | 0          | 2,70            |

Таблиця 2

**Внесено азотних, фосфорних та калійних мінеральних добрив на посівах пшениці в середньому по Україні та регіонах зони Лісостепу, 2020–2024 рр., кг д.р./га**

| Регіон         | Азотних добрив, кг/га | Вміст азоту, мг/кг ґрунту (за Корнілдом) | Фосфорних добрив, кг/га | Вміст фосфору, мг/кг ґрунту (за Чириковим) | Калійних добрив, кг/га | Вміст калію, мг/кг ґрунту (за Чириковим) |
|----------------|-----------------------|--|-------------------------|--|------------------------|--|
| <b>Україна</b> | <b>67,8</b>           | <b>116,7</b>                             | <b>12,7</b>             | <b>116,7</b>                               | <b>8,9</b>             | <b>116,6</b>                             |
| Вінницька      | 101,5                 | 96,0                                     | 16,4                    | 96,0                                       | 13,1                   | 117,0                                    |
| Київська       | 76,7                  | 129,0                                    | 9,8                     | 129,0                                      | 10,4                   | 107,0                                    |
| Полтавська     | 56,3                  | 131,0                                    | 8,2                     | 131,0                                      | 7,2                    | 116,8                                    |
| Сумська        | 86,3                  | 96,0                                     | 18,6                    | 96,0                                       | 19,6                   | 88,0                                     |
| Тернопільська  | 103,6                 | 112,0                                    | 16,8                    | 112,0                                      | 14,9                   | 118,0                                    |
| Харківська     | 60,2                  | 108,4                                    | 10,9                    | 108,4                                      | 5,6                    | 105,8                                    |
| Хмельницька    | 96,7                  | 107,0                                    | 14,3                    | 107,0                                      | 11,6                   | 110,0                                    |
| Черкаська      | 74,6                  | 142,7                                    | 10,1                    | 142,7                                      | 10,4                   | 114,8                                    |
| Чернівецька    | 57,7                  | 56,0                                     | 12,1                    | 56,0                                       | 7,2                    | 78,0                                     |

Також аналогічні динаміки зменшення обсягів застосування добрив торкнулись і використання для підживлення рослин й фосфорних мінеральних добрив. Проте, впродовж 2022–2020 років в середньому по Лісостепу аграрії застосовували 15 кг д.р./га фосфору, а в 2024–2023 – близько 10 кг д.р./га. В межах регіонів значне зменшення доз удобрень (нижче 10 кг/га) посівів фосфором зафіксоване в останні два роки в Київській, Полтавській, Харківській та Черкаській областях.

На відміну від азотних та фосфорних добрив використання для удобрення пшениці калійних добрив зберігалось на приблизно однаковому рівні також до 2022 року включно, та тенденції змін більш подібні до застосування фосфору. Адже в середньому по регіону в 2020–2022 рр. застосовувалось близько 13 кг/га, а в 2023–2024 рр. – близько 10 кг д.р./га.

Традиційно високий рівень застосування калійних добрив спостерігається в господарствах розташованих в Сумській та Тернопільській областях, коли найменш інтенсивно удобрюють посіви калієм в Полтавській, Харківській та Чернівецькій областях що може бути викликано рівнем забезпечення ґрунтів регіону цим елементом живлення. Проте, як бачимо з середньозважених показників вмісту обмінного калію в ґрунтах регіону в Чернівецькій області його міститься найменше по Лісостепу України.

Загалом обсяги застосування мінерального живлення відповідають класичним дослідженням в яких виявлено що в більшості ґрунтів лісостепової зони дуже низький (38,0%) та низький (54,0%) вміст легкогідролізованого азоту, середній (37,0%) та підвищений (37,4%) вміст рухомих форм фосфору та підвищений (41,5%) та високий (28,5%) вміст калію. Тобто аграрії в середньому по Лісостепу застосовують 79,3 кг д.р./га азоту, 13,0 фосфору та 11,1 кг д.р./га калію.

На формування рослин пшениці витрачається певна кількість елементів живлення, тому прорахуємо скільки макроелементів виноситься з врожаєм (основна + побічна продукція) (таблиця 4).

Таблиця 4

**Господарський винос пшеницею азоту, фосфору та калію в середньому по Україні та регіонах зони Лісостепу, середнє за 2020–2024 рр., кг/га**

| Регіон         | Азот  | Фосфор | Калій |
|----------------|-------|--------|-------|
| <b>Україна</b> | 142,1 | 56,6   | 89,5  |
| Вінницька      | 166,2 | 66,2   | 104,9 |
| Київська       | 159,7 | 63,5   | 100,7 |
| Полтавська     | 154,9 | 61,7   | 97,4  |
| Сумська        | 172,2 | 68,6   | 108,1 |
| Тернопільська  | 182,5 | 72,7   | 115,0 |
| Харківська     | 140,4 | 55,9   | 88,0  |
| Хмельницька    | 194,3 | 77,4   | 122,5 |
| Черкаська      | 170,9 | 68,1   | 107,8 |
| Чернівецька    | 158,2 | 62,9   | 99,9  |

Господарський винос елементів живлення напряму залежить від урожайності пшениці, тому в регіонах де формувалась в роки досліджень краща урожайність отримано й вищі показники виносу азоту, особливо в Тернопільській – 182,5 кг/га

а також Хмельницькій – 194,3 кг/га областях. Причому усі регіони Лісостепу України в середньому за п'ять років досліджень мали більші показники господарського виносу азоту чим показники отримані загалом по Україні на 24,5 кг/га азоту.

Лідерами за виносом фосфору були Тернопільська та Хмельницька області – 72,7 та 77,4 кг. При цьому ж за середнього по Україні виносу в 56,6 кг/га регіони Лісостепу мали більші показники на 9,8 кг/га.

Максимум споживання калію також припадав на лісостепові регіони України і порівняно до загальноукраїнського посіви використовували для формування врожаю на 15,4 кг/га більше цього елемента. Більше всього калій споживали посіви пшениці що вирощувались в умовах Черкаської, Сумської, Тернопільської та Хмельницької областей – 107,8, 108,1, 115,0 та 122,5 кг/га. Тобто регіони в яких складались достатньо гарні погодні умови для високої лабільності цих елементів живлення.

При цьому показники споживання азоту, фосфору та калію посівами пшениці були найменшими в умовах вирощування їх в Харківській області – 140,4, 55,9 та 88,0 кг/га.

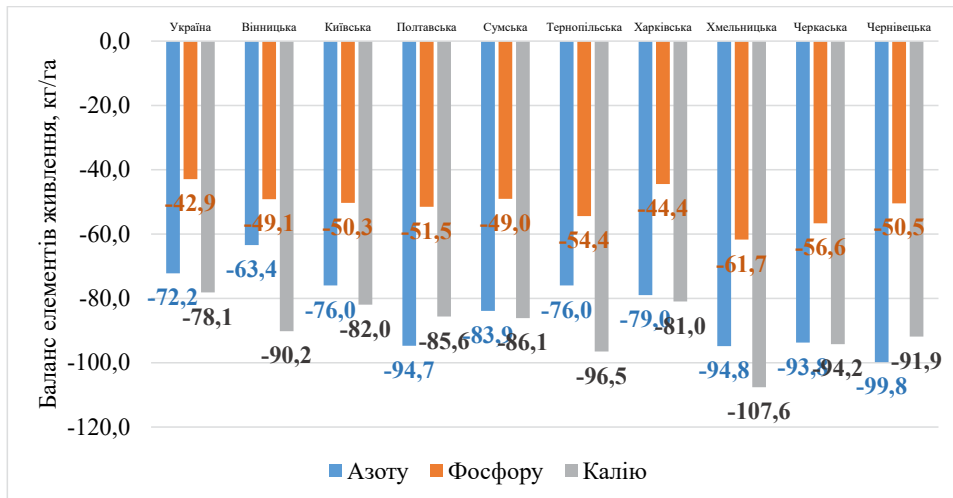


Рис. 1. Баланс макроелементів за вирощування пшениці

Як бачимо з даних рисунку 1 баланс усіх макроелементів по усіх регіонах Лісостепу України є від'ємних, що засвідчує активну експлуатацію родючості ґрунту без достатнього рівня поповнення мінерального живлення.

**Висновки і пропозиції.** В умовах сучасного господарювання агровиробничники застосовують органічні та мінеральні добрива доволі обмежено. Максимальні кількості органіки 1394 кг/га в середньому за роки досліджень вносились лише в Київській області, тоді як решта регіонів Лісостепу України має показники набагато нижчі. Найбільше азотних добрив застосовують на одиницю площі вирощування пшениці в Тернопільській, Вінницькій та Хмельницькій областях – 103,6, 101,5 та 96,7 кг д.р./га. За фосфором кращими були Сумська, Тернопільська, Вінницька та Хмельницька області – 18,6, 16,8, 16,4 та 14,3 кг д.р./га, тоді як за калієм Сумська та Тернопільська – 19,6 та 14,9 кг д.р./га.

В регіонах де формувалась в роки досліджень краща урожайність отримано й вищі показники виносу азоту, особливо в Тернопільській – 182,5 кг/га а також Хмельницькій – 194,3 кг/га областях. Лідерами за господарським виносом фосфору були Тернопільська та Хмельницька області – 72,7 та 77,4 кг. А більше всього калій споживали посіви пшениці що вирощувались в умовах Черкаської, Сумської, Тернопільської та Хмельницької областей – 107,8, 108,1, 115,0 та 122,5 кг/га. Загалом же ми маємо від’ємний баланс макроелементів що показує недостатність компенсації витрачених з врожаєм мінеральних сполук надходженням їх в ґрунт.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abadi B. The determinants of cucumber farmers' pesticide use behavior in central Iran: Implications for the pesticide use management. *Journal of Cleaner Production*, 2018. 205, 1069-1081. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.142>
2. Addison T., Ghoshray A., Stamatogiannis M. P. Agricultural commodity price shocks and their effect on growth in Sub-Saharan Africa. *Journal of Agricultural Economics*, 2016. 67(1), 47-61. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12120>
3. Colaço A. F., Bramley R. G. Do crop sensors promote improved nitrogen management in grain crops? *Field Crops Research*, 2018. 218, 126-140. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.01.007>
4. Eijsackers H., Maboeta M. Pesticide impacts on soil life in southern Africa: Consequences for soil quality and food security. *Environmental Advances*, 2023. 13, 100397. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100397>
5. Erdinc C., Ekinci alp A., Gundogdu M., Eser F., Sensoy S. Bioactive components and antioxidant capacities of different miniature tomato cultivars grown by altered fertilizer applications. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2018. 12, 1519-1529. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9760-1>
6. Fan J. L., Li Z., Huang X., Li K., Zhang X., Lu X., Shen B. A net-zero emissions strategy for China's power sector using carbon-capture utilization and storage. *Nature Communications*, 2023. 14(1), 5972. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41548-4>
7. Fei R., Lin Z., Chunga J. How land transfer affects agricultural land use efficiency: Evidence from China's agricultural sector. *Land Use Policy*, 2021. 103, 105300. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105300>
8. He D.-C., Ma Y.-L., Li Z.-Z., Zhong C.-S., Cheng Z.-B., Zhan J. Crop Rotation Enhances Agricultural Sustainability: From an Empirical Evaluation of Eco-Economic Benefits in Rice Production. *Agriculture*, 2021. 11, 91. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020091>
9. Muhie S.H. Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *J. Agric. Food Res.* 2022, 10, 100446 <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>
10. Mutua-Mutuku M., Nguluu S. N., Akuja T., Lutta M., Bernard P. Factors that influence adoption of integrated soil fertility and water management practices by smallholder farmers in the semi-arid areas of eastern Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2017. 20(1), 141-153.
11. Prysiazhniuk O. I., Kononiuk N. O., Polovynchuk O. Yu., Musich V. V., Honcharuk O. M., Voloshyn P. Yu., Maliarenko O. A., Shevchenko O. P. Determination of critical phases of winter cereal crops based on international unified growth and development scales. *Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 2024. (32), 49–62. <https://doi.org/10.47414/np.32.2024.322938>
12. Qi Y., Yang X., Pelaez A. M., Lwanga E. H., Beriot N., Gertsen H., Geissen V. Macro-and micro-plastics in soil-plant system: Effects of plastic mulch film residues on wheat (*Triticum aestivum*) growth. *Science of the Total Environment*, 2018. 645, 1048-1056.

13. Rezaei A., Hassani H., Hassani S., Jabbari N., Mousavi S. B. F., Rezaei S. Evaluation of groundwater quality and heavy metal pollution indices in Bazman basin, south-eastern Iran. *Groundwater for Sustainable Development*, 2019. 9, 100245. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100245>
  14. Sinha B. B., Dhanalakshmi R. Recent advancements and challenges of In-ternet of Things in smart agriculture: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 2022. 126, 169-184. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.08.043>
  15. Subedi M., Bagwell J. W., Ghimire B., Lopez B., Sapkota S., Babar M. A., Mergoum M. Identifying genomic regions associated with key agro-morphological traits in soft red winter wheat using genome-wide association study. *Crop Science*, 2024. 64(4), 2316-2335. <https://doi.org/10.1002/csc2.20998>
  16. Winkler J., Dvořák J., Hosa J., Martínez Barroso P., Vaverková M.D. Impact of Conservation Tillage Technologies on the Biological Relevance of Weeds. *Land*, 2023, 12, 121. <https://doi.org/10.3390/land12010121>
-

УДК 633/631.95

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.11>

## ВПЛИВ ВАТОЧНИКА СИРІЙСЬКОГО НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

**Ременюк С.О.** – к.с-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії землеробства та гербології,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

**Різнюк В.М.** – к.с-г.н., с.д.,

старший науковий співробітник лабораторії землеробства та гербології,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

**Мошківська С.В.** – к.с-г.н., с.д.,

старший науковий співробітник лабораторії землеробства та гербології,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

**Ременюк Ю.О.** – к.с-г.н., с.н.с.,

старший науковий співробітник відділу обробітку ґрунту і контролювання  
сегетальної рослинності,

Навчально-науковий центр Інституту землеробства

Національної академії аграрних наук України

**Волошин П.Ю.** – завідувач відділу апробації завершених наукових розробок  
і пошукових досліджень,

Державне підприємство «Дослідне господарство «Саливонківське»

Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України»

Ваточник сирійський (*Asclepias syriaca*) є одним з найбільш агресивних бур'янів, що здатний значно знижувати врожайність сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи. Його висока конкурентоспроможність, здатність до швидкого розмноження та регенерації, а також алелопатична активність спричиняють значні економічні втрати, що робить проблему контролювання цього бур'яну надзвичайно актуальною для сільськогосподарських виробників. Для ефективного контролю ваточника сирійського необхідно застосовувати комплексні методи, серед яких важливе місце займають хімічні засоби захисту. Однак, незважаючи на широке використання гербіцидів, питання їх ефективності та оптимального застосування в умовах забур'яненості кукурудзи залишаються недостатньо вивченими.

Метою даного дослідження є оцінка впливу різного рівня забур'яненості ваточником сирійським на ріст, розвиток та урожайність кукурудзи, а також визначення ефективності гербіцидного захисту в умовах середнього та високого рівня забур'яненості цього бур'яну. Завданнями дослідження є визначення впливу забур'яненості на основні агрономічні показники кукурудзи, такі як висота рослин, кількість листків та індекс листової поверхні, а також аналіз урожайності та зниження продуктивності в різних умовах забур'яненості. Окрім цього, необхідно встановити ефективність використання гербіцидних сумішей, зокрема Лаудіс + Метро та Стеллар + Метолат, для збереження високої продуктивності культури в умовах забур'янення. У результаті дослідження було встановлено, що високий рівень забур'яненості ваточником сирійським значно знижує урожайність кукурудзи. В умовах природного фону забур'яненості без обробки, втрати урожаю становили до 80%, що свідчить про серйозну шкодочинність цього бур'яну. Застосування гербіцидів, таких як Лаудіс + Метро та Стеллар + Метолат, забезпечило збереження

урожайності на рівні 90% порівняно з контролем, що підтверджує високу ефективність цих засобів захисту. Застосування гербіцидів значно покращує показники росту кукурудзи, такі як висота рослин, кількість листків та індекс листової поверхні, що забезпечує збереження продуктивності на високому рівні.

Дослідження дозволяє зробити висновок про доцільність використання хімічних засобів для контролювання ваточника сирійського в посівах кукурудзи. Оскільки ваточник є висококонкурентним бур'яном, його контроль є необхідним для забезпечення високої врожайності кукурудзи. Результати роботи можуть бути використані для розробки рекомендацій щодо ефективного застосування гербіцидів в умовах забур'яненості ваточником сирійським, що сприятиме підвищенню продуктивності та економічної ефективності вирощування кукурудзи.

**Ключові слова:** кукурудза, урожайність, продуктивність, індекс листової поверхні, ваточник сирійський, забур'яненість.

**Remeniuk S.O., Riznyk V.M., Moshkivska S.V., Remeniuk Yu.O., Voloshyn P.Yu. The impact of common milkweed (*Asclepias syriaca*) on corn productivity**

*Common milkweed (*Asclepias syriaca*) is one of the most aggressive weeds that can significantly reduce the yield of agricultural crops, particularly corn. Its high competitiveness, ability to rapidly reproduce and regenerate, as well as allelopathic activity, cause substantial economic losses, making the issue of controlling this weed extremely relevant for agricultural producers. Effective control of common milkweed requires the use of integrated methods, among which chemical plant protection products play a key role. However, despite the widespread use of herbicides, their effectiveness and optimal application in conditions of corn weed infestation remain insufficiently studied.*

*The aim of this study is to assess the impact of different levels of common milkweed infestation on the growth, development, and yield of corn, as well as to determine the effectiveness of herbicide protection under moderate and high weed infestation levels. The objectives of the research are to determine the effect of weed infestation on key agronomic indicators of corn, such as plant height, number of leaves, and leaf area index, as well as to analyze yield and productivity loss under different infestation conditions. Additionally, the study aims to evaluate the effectiveness of herbicide mixtures, specifically Laudis + Mero and Stellar + Metolat, in maintaining high crop productivity under weed infestation.*

*The study found that high levels of common milkweed infestation significantly reduce corn yield. In the natural weed infestation background without treatment, yield losses were up to 80%, indicating the severe harm caused by this weed. The application of herbicides such as Laudis + Mero and Stellar + Metolat ensured yield retention at 90% compared to the control, confirming the high effectiveness of these protection products. Herbicide application significantly improved corn growth parameters, including plant height, leaf number, and leaf area index, ensuring the preservation of high productivity.*

*The study concludes that chemical control of common milkweed in corn fields is essential. As common milkweed is a highly competitive weed, its control is necessary to ensure high corn yields. The results of this work can be used to develop recommendations for the effective application of herbicides under conditions of common milkweed infestation, which will contribute to increased productivity and economic efficiency of corn cultivation.*

**Key words:** corn, yield, productivity, leaf area index, common milkweed, weed infestation.

**Постановка проблеми.** Ваточник сирійський (*Asclepias syriaca*) – злісний багаторічний бур'ян, який активно поширюється у посівах кукурудзи, спричиняючи значні агрономічні та економічні втрати. Висока конкурентоспроможність цієї рослини, зумовлена потужною кореневою системою, швидким вегетативним розмноженням та аллопатичною активністю, призводить до зниження врожайності культури через конкуренцію за світло, вологу та поживні речовини. Традиційні методи механічного контролю виявляються малоефективними через здатність ваточника до регенерації, а відсутність належного контролю може призвести до катастрофічних втрат урожаю (до 80%). Водночас застосування хімічних засобів потребує науково обґрунтованого підходу для мінімізації негативного впливу на агроecosистему та максимального збереження продуктивності кукурудзи.

Таким чином, актуальним є дослідження впливу різного рівня забур'яненості ваточником сирійським на ріст, розвиток та урожайність кукурудзи, а також оцінка ефективності сучасних гербіцидів у системі інтегрованого контролю цього небезпечного бур'яну.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ваточник сирійський (*Asclepias syriaca*) є інвазійним бур'яном, який завдає значної шкоди посівам кукурудзи. Різні дослідники вивчали методи його контролю для забезпечення високої врожайності цієї культури. Дослідження, опубліковане в 2024 році, підкреслює швидке поширення цього виду та його здатність до швидкого розмноження, що дозволяє йому швидко заселяти нові території [1, 2]. Дослідження, проведене Вакау, L та співавт. (2014), аналізувало структуру та популяційну динаміку ваточника сирійського в аграрних ландшафтах Словаччини. Робота виявила важливі аспекти щодо поширення та впливу цього виду на сільськогосподарські екосистеми [3, 4].

Дослідження шкідливості ваточника сирійського (*Asclepias syriaca*) в посівах сільськогосподарських культур проводили різні науковці. Зокрема, О. Папка виявила, що ваточник сирійський є дуже стійким і живучим бур'яном, який легко витримує агротехнічні та хімічні заходи, спрямовані на його знищення. Рослина відзначається високою конкурентною здатністю практично до всіх видів сільськогосподарських культур і здатна серйозно знижувати їхню продуктивність [5]. Н. Нечипоренко та ін. вивчили ефективність різних діючих речовин гербіцидів залежно від фази розвитку ваточника сирійського, що дозволяє оптимізувати стратегії його контролю в сільськогосподарських угіддях [6–8]. Савенко В.А. досліджував ефективність різних гербіцидів у боротьбі з цим бур'яном. Він встановив, що застосування певних хімічних препаратів може суттєво знизити чисельність ваточника сирійського та мінімізувати його негативний вплив на урожайність кукурудзи [9].

Попри численні досягнення в сфері контролювання ваточника сирійського, питання оптимізації застосування гербіцидів та механічних методів, а також адаптація стратегій до змін кліматичних умов і характеристик ґрунтів, потребує подальших досліджень. Розробка **екологічно безпечних і ефективних методів контролю** є надзвичайно актуальною, особливо в умовах змін клімату, що можуть впливати на розвиток бур'янів та їх стійкість до захисних засобів.

**Постановка завдання.** Визначення впливу різного рівня забур'яненості ваточником сирійським (*Asclepias syriaca*) на ріст, розвиток та урожайність кукурудзи, а також оцінка ефективності гербіцидного захисту для мінімізації його негативного впливу.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводилося в польових умовах на дослідних ділянках ДПДГ «Саливінківське» з метою оцінки впливу різних рівнів забур'яненості ваточником сирійським (*Asclepias syriaca*) на ріст, розвиток та урожайність кукурудзи. Експеримент був спрямований на оцінку ефективності гербіцидних обробок для контролю цього бур'яну та збереження продуктивності кукурудзи. Кожна експериментальна ділянка мала площу 10 м<sup>2</sup> в чотирикратній повторності. Для експерименту було обрано гібриди кукурудзи, які адаптовані до місцевих кліматичних умов. Кукурудза висівалася з густотою 70 тис. рослин/га. Матеріали та методи, що використовувалися в дослідженні, дозволили всебічно оцінити вплив ваточника сирійського на продуктивність кукурудзи та ефективність гербіцидних обробок у контролі забур'яненості цього бур'яну.

## Схема досліду

|   |  |
|---|--|
| Рівень забур'яненості ваточником сирійським | Система захисту від бур'янів   |
| 1. Відсутність ваточника (контроль)         | Без обробки (природний фон забур'яненості)                                     |
| 2. 1–2 рослини/м <sup>2</sup>               | Обприскування посівів гербіцидом Лаудіс 0,4–0,5 кг/га + Мєро 1,0–2,0 л/га      |
| 3. 8–10 рослин/м <sup>2</sup>               | Обприскування посівів гербіцидом Стеллар 1,25 л/га + ПАР Мєтолат 0,8–1,25 л/га |

**Виклад основного матеріалу.** У контрольному варіанті рослини кукурудзи мали оптимальні параметри росту: висота 220 см, 14 листків, індекс листової поверхні 4,5. Це свідчить про відсутність конкуренції з бур'янами та сприятливі умови для розвитку культури.

Відсутність контролювання сегетальної рослинності у посівах кукурудзи призвело до суттєвого зниження ростових показників кукурудзи. Висота рослин знизилася до 112 см, що майже вдвічі менше порівняно з контролем. Кількість листків також значно зменшилася (до 8), що свідчить про загальне пригнічення розвитку. Індекс листової поверхні знизився до 1,6, що означає обмежені можливості фотосинтезу (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив рівня забур'яненості ваточником сирійським на ріст і розвиток кукурудзи (середнє за 2022–2024 рр.)**

| Рівень забур'яненості  | Висота рослин, см | Кількість листків, шт. | Індекс листової поверхні |
|--|-------------------|------------------------|--------------------------|
| Відсутність ваточника (контроль)   | 220               | 14                     | 4,5                      |
| Без обробки (природний фон забур'яненості)                                   | 112               | 8                      | 1,6                      |
| 1–2 рослини/м <sup>2</sup>   | 197               | 13                     | 4,1                      |
| 8–10 рослин/м <sup>2</sup>   | 153               | 10                     | 2,2                      |
| Обприскування посівів гербіцидом Лаудіс 0,4–0,5 кг/га + Мєро 1,0–2,0 л/га    | 218               | 14                     | 4,4                      |
| Обприскування посівів гербіцидом Стеллар 1,25 л/га+ПАР Мєтолат 0,8–1,25 л/га | 218               | 14                     | 4,4                      |

За присутності у посівах кукурудзи ваточника сирійського в кількості 1–2 шт./м<sup>2</sup> висота рослин знизилася до 197 см, що на 10,5% менше, ніж у контрольному варіанті. Кількість листків зменшилася лише на одну одиницю (13 листків), що вказує на відносно невеликий негативний вплив. При високому рівні забур'яненості посівів кукурудзи ваточником сирійським (8–10 шт./м<sup>2</sup>) рослини кукурудзи були значно пригнічені: їхня висота становить лише 153 см, що на 30,5% менше, ніж у контролі, кількість листків також помітно зменшилася (10 шт.). Індекс листової поверхні впав до 2,2, що вдвічі менше, ніж у контрольному варіанті.

Застосування гербіцидів Лаудіс у нормі витрати 0,4–0,5 кг/га + Меро 1,0–2,0 л/га та Стеллар у нормі витрати 1,25 л/га+ПАР Метолат 0,8–1,25 л/га дозволило підтримувати показники росту кукурудзи на рівні контрольного варіанту, що доводить їхню високу ефективність у контролюванні ваточника сирійського.

Умови високого рівня забур'яненості без будь-якого захисту посівів кукурудзи призвели до критичного зменшення урожайності – до 2,1 т/га. Зниження врожайності на 80% у порівнянні з контролем, свідчить про сильну конкурентну здатність ваточника сирійського в агроценозі кукурудзи (рис. 1).

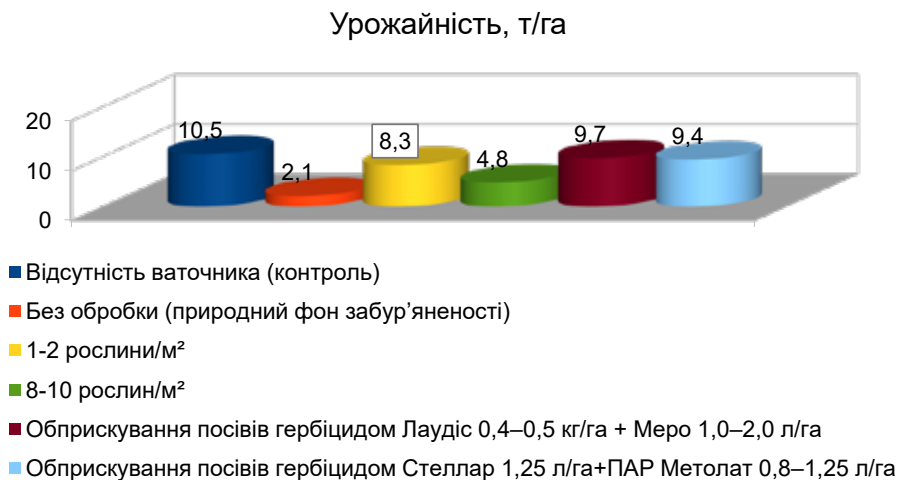


Рис. 1. Урожайність кукурудзи залежно від рівня забур'яненості ваточником сирійським і системи захисту (середнє за 2022–2024 рр.)

При забур'яненості посівів кукурудзи ваточником сирійським у кількості 1–2 шт/м<sup>2</sup> урожайність склала 8,3 т/га, що на 20,9% нижче, ніж у контрольному варіанті. За присутності ваточника сирійського у кількості 8–10 шт/м<sup>2</sup> урожайність зменшилася до 4,8 т/га, що на 54,3% нижче за контроль. Обприскування посівів гербіцидами позитивно вплинуло на урожайність кукурудзи, значно зменшивши її втрати від забур'яненості ваточником сирійським. Обприскування гербіцидами Лаудіс + Меро забезпечило урожайність 9,7 т/га (зниження лише на 7,6% від контролю), а Стеллар + Метолат – 9,4 т/га (зниження на 10,5%). Обидві схеми захисту ефективно знизили негативний вплив бур'яну, дозволяючи зберегти понад 90% урожаю порівняно з контролем. Це свідчить про високу ефективність гербіцидного захисту у контролюванні ваточника сирійського.

**Висновки і перспективи.** Високий рівень забур'яненості ваточником сирійським (8–10 рослин/м<sup>2</sup>) суттєво пригнічує розвиток кукурудзи, зменшуючи висоту, кількість листків і фотосинтетичну активність. Незначна присутність бур'яну (1–2 рослини/м<sup>2</sup>) не викликає катастрофічних втрат урожайності, проте вже призводить до суттєвого зменшення продуктивності культури. Високий рівень конкуренції ваточника не лише зменшує врожайність, а й ускладнює механічне збирання врожаю. Навіть при низькому рівні забур'яненості (1–2 рослини/м<sup>2</sup>) урожайність

знижується на понад 20%, що підтверджує високу конкурентну здатність цього бур'яну. Застосування гербіцидів (Лаудіс + Метро, Стеллар + Метолат) забезпечує ефективний контроль ваточника сирійського та дозволяє зберегти 90% урожаю. Гербіцидний захист є необхідною складовою інтегрованої системи контролю ваточника сирійського для забезпечення стабільної продуктивності кукурудзи.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Meinhardt, S.; Saláta, D.; Tormáné Kovács, E.; Ábrám, Ö.; Morvai, E.; Szirmai, O.; Czóbel, S. The Multifaceted Botanical Impact of the Invasive Common Milkweed (*Asclepias syriaca* L.) in a Protected Sandy Grassland in Central Europe. *Land* 2024, 13, 1594. <https://doi.org/10.3390/land13101594>
2. Gudžinskas, Z., Petrulaitis, L., & Taura, L. (2021). *Asclepias syriaca* L. (Apocynaceae) and its invasiveness in the southern part of the Boreal region of Europe-evidence from Lithuania. *Bioinvasions records.*, 10(2), 436–452. <https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.2.22>
3. Pauková, Ž. Káderová, V. Bakay, L. Structure and population dynamics of *Asclepias syriaca* L. in the agri-cultural land. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 59, 2013, no.4, pp. 161–166 <https://doi.org/10.2478/agri-2013-0014>
4. Avramov, S.; Miljković, D.; Barišić Klisarić, N.; Živković, U.; Tarasjev, A. Multi-Year Monitoring of *Asclepias syriaca* L. Spread in the Deliblato Sands Protected Reserve in Serbia. *Forests* 2024, 15, 347. <https://doi.org/10.3390/f15020347>
5. Папка О. С. Факторний аналіз екологічної ніші ваточника сирійського (*Asclepias syriaca* L.) як основа прогнозу поширення на землях сільськогосподарського призначення : дис... канд. с.-г. наук : [спец]. 03.00.16 – «Екологія» / О. С. Папка; Полтавська державна аграрна академія. – Полтава : 2016. – 186 с. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7720>
6. Коваленко, Н., Поспелова, Г., & Нечипоренко, Н. (2023). Гербіцидний контроль поширення ваточнику сирійського в агроценозах України. *Grail of Science*, (32), 138–143. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.13.10.2023.024>
7. Ковтуненко О. Захист кукурудзи від бур'янів гербіцидом Стеллар. *The Ukrainian Farmer*. No3. 2019. URL: <https://agrotimes.ua/article/zahist-kukurudzy-vid-buryaniv-gerbicidom-stellar/>
8. Ременюк С. Ваточник сирійський в посівах бур'яків цукрових та пшениці озимої. *Пропозиція*. 2013. №6. С. 101–103.
9. Савенко В.А. Хімічне контролювання рослин ваточника сирійського у посівах кукурудзи і сої в умовах сільськогосподарського Товариства з обмеженою відповідальністю «Колос» Криничанського району Дніпропетровської області URL: [https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/3918/1/%D0%A1%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE\\_%D0%92.%D0%90.PDF?utm\\_source=chatgpt.com](https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/3918/1/%D0%A1%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE_%D0%92.%D0%90.PDF?utm_source=chatgpt.com)

УДК 579.262:631.41

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.12>

## ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТУ МІКОФРЕНД У ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ

**Саблук В.Т.** – д.с.-г.н.,

професор,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

**Кожухівський Р.М.** – аспірант,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

**Мета.** Встановлення впливу використання біопрепарату Мікофренд у посівах соняшнику на якісні показники ґрунту.

**Методи.** Польові, лабораторні.

**Результати.** Встановлено, що використання біопрепарату Мікофренд у посівах соняшнику позитивно впливає на такі якісні показники ґрунту як вологоутримуюча здатність, структурно-агрегатний стан та мікробіологічна активність. Зокрема, у варіантах з ним запас продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-30 см був більшим за контроль на 32,7-57,8 %. Особливо помітною була різниця у цьому показнику за більш пізніх термінів вегетації рослин. Так, на 90 день росту та розвитку рослин соняшнику вологоутримуюча здатність ґрунту була на 55,8-57,8 % більшою ніж у контролі, тоді як на 30 день онтогенезу збільшення порівняно з контролем продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-30 см становило 33,0-34,4 %, або було меншим ніж на 90-й день вегетації рослин на 22,8-23,4 %.

Важливою складовою якості ґрунту є його структурно-агрегатний стан, в основі якого лежить наявність у ньому агрономічно-цінних агрегатів розміром 0,25-10,0 мм. Чим менше грудочок розміром більше 10,0 мм і менше 0,25 мм, тим якість ґрунту вища і він найбільше придатний для отримання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур. Цей фактор підтверджується проведеними дослідженнями, якими встановлено, що використання біопрепарату Мікофренд сприяє істотному зменшенню у загальній масі ґрунту грудочок розміром більше 10,0 мм і менше 0,25 мм. Зокрема, у варіантах з біопрепаратом частка грудочок розміром менше 0,25 мм і більше 10,0 мм у загальній масі ґрунту зменшилась на 12,8-23,7 % порівняно з контролем. Водночас визначено, що термін вегетації рослин відіграє помітну роль у цьому процесі. Так, найбільше зменшення агрегатів розміром більше 10,0 мм і менше 0,25 мм відбулось у пізній терміні росту та розвитку рослин, тобто із збільшенням періоду їх вегетації до 90 днів кількість таких агрегатів зменшилась на 8,4-10,4 % порівняно з 30-м днем росту та розвитку рослин. У зв'язку з цим можна припустити, що у даний період маса міцелію мікоризних грибів зростає порівняно з ранішніми термінами росту та розвитку рослин і відповідно вони виділяють у ґрунт більше клеючого компоненту, який склеює частину його пилуватої фракції і додатково формує з неї агрономічно-цінну його складову.

Щодо впливу біопрепарату Мікофренд на мікробіологічну активність ґрунту встановлено, що він сприяє зменшенню закопаної в землю маси лляної тканини через 30 днів на 27,7 %, а через 60 днів на 38,2 %, що більше за контроль на 17,8-25,6 %. Останнє вказує на те, що гриби і бактерії, які є у складі біопрепарату Мікофренд, сприяють накопиченню в агроценозі живих мікроорганізмів, які активно розкладають органічну складову ґрунту.

**Висновок.** За використання у технології вирощування соняшнику біопрепарату Мікофренд покращується вологоутримуюча здатність ґрунту, його структурно-агрегатний стан та мікробіологічна активність. Зокрема, на 90-й день вегетації рослин запас продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-30 см була більшою за контроль на 55,8-57,8 %, частка грудочок розміром менше 0,25 мм і більше 10,0 мм була меншою ніж у контрольному варіанті на 12,8-23,7 %, маса лляної тканини на 30-й день після її закопування в землю зменшилась на 27,7 %, а на 60-й день на 38,2 %, що більше за контроль відповідно на 17,8-25,6 %.

**Ключові слова:** біопрепарат, соняшник, маса листків, листкова поверхня, обводненість, урожайність.

**Sabluk V.T., Kozhukhivskiy R.M. Soil quality indicators under the application of Mikofrend biopreparation in sunflower sowings**

**Purpose.** Determining the effect of Mikofrend biopreparation applied in sunflower sowings on soil quality. **Methods.** Field and laboratory. **Results.** The application of Mikofrend in sunflower sowings positively affected soil quality, specifically field capacity, structural and aggregate characteristics of the soil, and microbiological activity. The content of productive moisture in the 0–30 cm soil layer was 32.7–57.8% higher than in the control. The difference in this indicator was especially noticeable at later stages of vegetation. For example, on the 90th day of sunflower vegetation, field capacity was 55.8–57.8% higher than in the control, while on the 30th day, the increase in productive moisture content in the 0–30 cm soil layer was 33.0–34.4% compared to the control, which was 22.8–23.4% less than on the 90th day of vegetation. An important component of soil quality is its structural characteristics, that is the presence of agronomically valuable soil aggregates from 0.25 to 10.0 mm. The lower the share of aggregates >10.0 mm and <0.25 mm, the higher the soil quality and the more suitable the soil is for obtaining high and stable yields of crops. It was established that the use of the biopreparation Mikofrend contributes to a significant reduction in the share of soil aggregates >10.0 mm and <0.25 mm. In particular, in variants with the biopreparation, the share of clumps smaller than 0.25 mm and larger than 10.0 mm in the total soil mass decreased by 12.8–23.7% compared to the control. At the same time, it was determined that the vegetation period of the plants plays a noticeable role in this process. For example, the greatest decrease in the share of aggregates >10.0 mm and <0.25 mm was observed at later stages of plant growth and development, i.e., as the vegetation period increased to 90 days, the number of such aggregates decreased by 8.4–10.4% compared to the 30th day of plant growth and development. In this regard, it can be assumed that during this period the mass of mycorrhizal fungus mycelium increases compared to earlier growth and development stages, and accordingly, they release more binding components into the soil, which bind part of its dusty fraction and additionally form its agronomically valuable component. Regarding the effect of the biopreparation Mikofrend on the microbiological activity of the soil, it was established that it contributes to the reduction of the weight of buried flax tissue by 27.7% after 30 days and by 38.2% after 60 days, which is 17.8–25.6% higher than the control. The latter indicates that the fungi and bacteria of the Mikofrend biopreparation contribute to the accumulation of living microorganisms in the agrocenosis which actively decompose soil organic matter. **Conclusion.** The application of Mikofrend in the technology of sunflower cultivation improves field capacity, structural quality of the soil, and microbiological activity. On the 90th day of vegetation, the content of productive moisture in the 0–30 cm soil layer was 55.8–57.8% higher than in the control, and the share of aggregates >10.0 mm and <0.25 mm was 12.8–23.7% lower than in the control. The flax tissue mass on the 30th day after burying decreased by 27.7%, and on the 60th day by 38.2%, which is 17.8%–25.6% more than in the control.

**Key words:** biological preparation, sunflower, leaf mass, leaf surface area, water content, yield.

**Постановка проблеми.** Головними чинниками, які визначають продуктивність посівів є родючість ґрунту та забезпечення його вологою. Вода життєво необхідна для розвитку рослин. Вологість ґрунту визначає рівень життєдіяльності не тільки рослин, а й мікроорганізмів, інтенсивність багатьох фізичних і хімічних процесів тощо.

Створення сприятливого водного режиму в ґрунті можливе як за допомогою агротехнічних прийомів, а також завдяки використанню інших технологій таких як симбіоз грибів і бактерій з кореневою системою рослин. Зокрема, збільшення запасів продуктивної вологи у ґрунті відбувається у першу чергу через здатність ниткоподібних гіф мікоризних грибів, що обплітають кореневу систему, проникати у найтонші капіляри і формувати агрономічно-цінну структуру, яка покращує утримання вологи у ґрунті і ефективно її використання рослинами, що вкрай важливо у посушливі роки.

Крім покращення вологозабезпечення рослин використання симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою сприяє збільшенню у ґрунті кількості грудочок розміром 0,25-10,0 мм і відповідно зменшенню числа агрегатів розміром більше

10,0 мм і менше 0,25 мм. Покращення агрегатного стану ґрунту відбувається за рахунок виділення мікоризними грибами клеючого компоненту глікопротеїну гломатиму, який склеює частинки пилюватої (менше 0,25 мм) фракції ґрунту і таким чином формує з неї найбільш цінну його складову.

Щодо мікробіологічної активності ґрунту тут також відбуваються позитивні зміни під впливом грибів і бактерій за їх симбіозу з кореневою системою рослин, які демонструють її зростання порівняно з контролем.

Таким чином, використання симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин може допомогти аграріям отримувати високі врожаї сільськогосподарських культур навіть у посушливі через зміну клімату роки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур останніми роками у світі широко використовують симбіотичні мікроорганізми з різною домінантною складовою, що сприяє поліпшенню живлення рослин [1, 2, 3]. Серед цих мікроорганізмів особливе місце належить грибам арбускулярної мікоризи (АМ), які сприяють збільшенню поглинальної здатності кореневої системи і послаблюють негативний вплив на рослин посухи та засолення ґрунтів [4, 5].

У зв'язку з перспективою розширення площ в Україні під вирощування культур за біологічною системою землеробства, останніми роками зростає інтерес до використання біологічних продуктів для сталого підвищення продуктивності сільського господарства [6].

Ці продукти отримують із живих організмів або їхніх похідних, тому вони є багатообіцяючою перспективою широкого застосування як альтернативи традиційним хімічним засобом [7]. Серед них біопрепарат Мікофренд є потенційним рішенням для подолання обмежень продуктивності соняшнику, з яким стикаються сучасні гібриди цієї культури. Нещодавні дослідження, проведені у Лісостепу України, продемонстрували ефективність даного продукту у підвищенні врожайності соняшнику і покращенні якості його насіння [8].

Але крім позитивного впливу біопрепарату Мікофренд на продуктивність цієї культури, його використання сприяє покращенню якісних показників ґрунту. Зокрема, в роботі Домарецького Є.О. та ін. [9], вказується на те, що підвищення врожайності цієї культури відбувається завдяки покращенню вологозабезпечення ґрунту, його структурно-агрегатного стану та мікробіологічної активності, що є важливою складовою вирішення проблеми збереження довкілля від забруднення хімічними сполуками і відповідає вимогам Європейського Зеленого курсу.

**Матеріали та методика проведення дослідження.** Дослідження проводили в умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції (ВПДСС) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ) НААН, яка знаходиться у зоні типового Лісостепу.

Ґрунти ДСС чорноземи солонцюваті та слабо солонцюваті. Досліди проводили у 3-х кратній повторності. Розмір дослідної ділянки 25 м<sup>2</sup>. Перед сівбою соняшнику його насіння змішували з гранулами біопрепарату Мікофренд у нормі витрати 5,0 кг/т.

Відповідно до програми досліджень визначали вологоутримуючу здатність ґрунту, його структурно-агрегатний стан та мікробіологічну активність у різні терміни вегетації рослин – через 30, 60 і 90 днів. Зокрема, вологоутримуючу здатність ґрунту за використання мікоризоутворюючих грибів із родів *Trichoderma* та *Glomus* VS і бактерій із родів *Bacillus*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* і *Enterobacter*, які входять до складу біопрепарату, визначали за загальноприйнятою методикою [10], шляхом відбору зразків ґрунту на глибині 30 см (у б'ювети, його зважування

і висушування за температури 100 °С у продовж 5 хв і повторного зважування. За різницею у масі ґрунту до висушування і після цього визначали кількість втраченої у ньому вологи порівняно з контролем.

Для встановлення структурно-агрегатного стану, згідно з методикою Булигіна С.Ю., Вітвіцького С.В. [11], на кожні повторності відбирали 100-150 г ґрунту, зважували на лабораторних вагах, просівали на ситах діаметром 0,25 і 10,0 мм і визначали частку грудочок менше 0,25 мм і більше 10,0 мм у загальній його масі.

Для визначення мікробіологічної активності ґрунту використовували метод захопування лляної тканини в землю на глибину 30 см [12]. Тканину зважували перед захопуванням і після знаходження її у землі упродовж 30 і 60 днів. За різницею у масі визначали активність мікроорганізмів, які нею живились упродовж вказаного періоду. Рівень зменшення маси тканини порівняно з контролем визначає активність мікроорганізмів, що мешкають у ґрунті – чим менша маса тканини тим активніша діяльність мікроорганізмів і відповідно були сприятливішими для них умови у тому чи іншому варіанті.

**Результати досліджень.** Враховуючи те, що соняшник розвиває потужну кореневу систему, яка проникає на глибину 2-3 м і таким чином може виснажувати ґрунт на вміст у ньому вологи навіть у глибинних його горизонтах, завжди є потреба у пошуку способів її компенсації за рахунок використання різних технологій, у тому числі симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин цієї культури, який сприяє істотному покращенню забезпечення їх вологою.

Дослідженнями встановлено, що допосівне змішування насіння соняшнику з гранулами біопрепарату Мікофренд, у складі якого є гриби і бактерії, сприяє істотному покращенню вологоутримуючої здатності ґрунту у різні періоди вегетації рослин. У досліджах використовували декілька гібридів цієї культури на фоні однієї норми витрати біопрепарату – 5 кг/т насіння.

Встановлено, що вологоутримуюча здатність ґрунту у варіантах з біопрепаратом Мікофренд у всі терміни вегетації рослин і за використання різних гібридів соняшнику перевищувала показники контролю (табл. 1).

Таблиця 1

**Вологоутримуюча здатність ґрунту у посівах соняшнику за використання біопрепарату Мікофренд, ВПДСС, 2023-2024 рр.**

| № з/п   | Гібрид     | Термін вегетації, днів | Запас продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-30 мм |           | +- до контролю |      |
|---------|------------|------------------------|---|-----------|----------------|------|
|         |            |                        | Контроль  | Мікофренд | мм             | %    |
| 1       | Хайсан 228 | 30                     | 31,5  | 47,5      | 16,0           | 33,7 |
|         |            | 60                     | 18,0  | 37,5      | 19,5           | 52,0 |
|         |            | 90                     | 9,5   | 22,5      | 13,0           | 57,8 |
| 2       | Хайсан 254 | 30                     | 34,5  | 51,5      | 17,0           | 33,0 |
|         |            | 60                     | 20,0  | 40,5      | 20,5           | 50,6 |
|         |            | 90                     | 10,5  | 24,5      | 14,0           | 57,1 |
| 3       | Хайсан 280 | 30                     | 30,5  | 46,5      | 16,0           | 34,4 |
|         |            | 60                     | 17,0  | 36,5      | 19,5           | 53,4 |
|         |            | 90                     | 9,5   | 21,5      | 12,0           | 55,8 |
| P-level |            |                        | 0,009   | 0,009     |                |      |

Так, з даних таблиці видно, що запас продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-30 см з використанням біопрепарату був більшим за контроль на 32,7-57,8 %. Особливо помітною була різниця у цьому показнику за більш пізніх термінів вегетації рослин. Зокрема, у варіантах з усіма гібридами на 30-й день їхнього росту та розвитку вологоутримуюча здатність ґрунту була на 55,8-57,8 % більшою ніж у контролі. Останнє свідчить про те, що застосування біопрепарату Мікофренд сприяє істотному покращенню забезпечення рослин цієї культури вологою.

Важливою складовою якості ґрунту є його структурно-агрегатний стан, в основі якого лежить наявність агрономічно цінних агрегатів розміром 0,25-10,0 мм. Чим менше грудочок у ґрунті розміром більше 10,0 мм і менше 0,25 мм, тим якість ґрунту вища і він найбільше придатний для отримання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур. Як зазначалось, за симбіозу мікоризних грибів з кореневою системою рослин сільськогосподарських культур відбувається покращення агрегатного стану верхнього шару ґрунту за рахунок виділення ними клеючого компоненту, який склеює частинки пилуватої (<025 мм) фракції ґрунту і таким чином додатково формує з неї агрономічно-цінну його складову.

Цей фактор підтверджується результатами досліджень, якими встановлено, що використання біопрепарату Мікофренд сприяє істотному зменшенню у загальній масі ґрунту грудочок розміром більше 10,0 мм і менше 0,25 мм (табл. 2).

Таблиця 2

**Вплив біопрепарату Мікофренд на формування структурно-агрегатного стану ґрунту у посівах соняшнику, ВПДСС, 2023-2024 рр.**

| № з/п | Гібрид     | Термін вегетації, днів | Частка грудочок ґрунту розміром більше 10,0 мм і менше 0,25 мм у його загальній масі, % |           |                 |
|-------|------------|------------------------|---|-----------|-----------------|
|       |            |                        | Контроль  | Мікофренд | +/- до контролю |
| 1     | Хайсан 228 | 30                     | 54,0  | 40,7      | 13,3            |
|       |            | 60                     | 60,6  | 43,6      | 17,0            |
|       |            | 90                     | 70,9  | 48,0      | 22,9            |
| 2     | Хайсан 254 | 30                     | 51,2  | 38,4      | 12,8            |
|       |            | 60                     | 57,5  | 41,1      | 16,4            |
|       |            | 90                     | 66,5  | 45,3      | 21,2            |
| 3     | Хайсан 280 | 30                     | 54,9  | 41,5      | 13,4            |
|       |            | 60                     | 61,5  | 44,6      | 16,9            |
|       |            | 90                     | 72,5  | 48,8      | 23,7            |

Зокрема, у варіантах з різними гібридами соняшнику частка грудочок розміром менше 0,25 мм і більше 10,0 мм у загальній масі ґрунту під впливом біопрепарату зменшилась на 12,8-23,7 % порівняно з контролем, що в свою чергу сприяло збільшенню формування у ньому агрономічно-цінної її складової.

Водночас із даних таблиці 2 видно, що роль гібридів у даному процесі практично відсутня, тобто всі вони за використання біопрепарату однаково реагують на формування структурно-агрегатного стану ґрунту. У той же час термін вегетації рослин відіграє помітну роль у цьому процесі. Встановлено, що найбільше зменшення ґрунтових агрегатів розміром більше 10,0 мм і менше 0,25 мм відбувається у пізніші періоди росту та розвитку рослин, тобто із збільшенням терміну їх

вегетації до 90 днів кількість таких агрегатів зменшились на 8,4-10,9 % порівняно з 30 днем росту та розвитку рослин.

У зв'язку з цим можна припустити, що у даному випадку у цей період маса міцелію мікоризних грибів зростає і відповідно вони більше виділяють клеючого компоненту, який склеює частину пилюватої фракції ґрунту і додатково формує з неї агрономічно-цінну його складову.

Крім впливу мікоризних грибів на водоутримуючу здатність ґрунту і його структурно-агрегатний стан вони сприяють підвищенню у ньому мікробіологічної активності, яка є важливим показником інтенсивності розкладу органічної речовини. Для характеристики цього процесу використовували лляну тканину, яку закопували у ґрунт на глибину 30 см і за зміною її маси через певний період перебування у землі визначали активність життєдіяльності мікроорганізмів. Чим меншою була її маса, тим більшою була активність мікроорганізмів, які нею живились. Встановлено, що біопрепарат Мікофренд сприяє істотному зменшенню маси лляної тканини за певний період її перебування у землі (табл. 3).

Таблиця 3

### Вплив біопрепарату Мікофренд на мікробіологічну активність ґрунту у посівах соняшнику, ВПДСС, 2023 рр.

| № з/п | Назва гібриду | Зменшення маси лляної тканини, % |           |               |           |
|-------|---------------|----------------------------------|-----------|---------------|-----------|
|       |               | через 30 днів                    |           | через 60 днів |           |
|       |               | контроль                         | Мікофренд | контроль      | Мікофренд |
| 1     | Хайсан 228    | 9,7                              | 27,2      | 12,3          | 37,3      |
| 2     | Хайсан 254    | 10,3                             | 29,1      | 13,2          | 40,3      |
| 3     | Хайсан 280    | 9,6                              | 26,7      | 12,2          | 37,1      |
| 4     | X             | 9,9                              | 27,7      | 12,6          | 38,2      |

Так, на 30 день після закопування у ґрунт маса лляної тканини у варіантах з біопрепаратом зменшилась від початкової у середньому у посівах всіх гібридів соняшнику на 27,7 %, а на 60-й день – на 38,2 %, що більше за контроль на 17,8-25,6 %.

Останнє свідчить про те, що наявність грибів і бактерій у складі біопрепарату Мікофренд сприяє накопиченню в агроценозі живих мікроорганізмів, які активно розкладають органічну складову ґрунту.

**Висновки.** За використання біопрепарату Мікофренд у технології вирощування соняшнику, істотно покращується вологоутримуюча здатність ґрунту, його структурно-агрегатний стан та активність мікроорганізмів. Зокрема, на 90-й день вегетації рослин вологоутримуюча здатність ґрунту була на 55,8-57,8 % більшою за контроль, частка грудочок розміром менше 0,25 мм і більше 10,0 мм була меншою ніж у контрольному варіанті на 12,8-23,7 %, а маса лляної тканини на 30 день після її закопування у землю зменшилась від початкової на 27,7 %, а на 60-й день на 38,2 %, що більше за контроль відповідно на 17,8 і 25,6 %.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гамаюнова В.В., Кудріна В. С. Формування надземної маси і врожайності соняшнику під впливом окремих елементів технології вирощування. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип.1. С. 50–57. doi: 10.31521/2313–092X/2020–1(105)-7

2. Вовкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: Монографія. За ред. В.В. Волкогона. К.: Аграрна наука, 2006, 312 с.
  3. Оліферчук В.П., Федорович Д.В. Вплив мікоризного гриба *Tuber melanosporum* на біорізноманіття міксоміцетів ризосфери та ріст і продуктивність фундука. Науковий вісник НЛТУ України, 31 (2), 2021 р., 28–34.
  4. Smith, S.E. Mycorrhizal symbiosis. Read. 3rd ens. London: academic Press, 2008. 845 p.
  5. Trichera A., Testani E., Rocuzzo G. et al. Agroecological Service Crops drive Plant Mycorrhization in Organic Horticultural Systems. *Microorganisms*. 2021. Vol. 9, Iss. 2. Article 409. doi: 10.3390/microorganisms9020410
  6. Моргун В.В., Яворська В.К. та Драговоз І.В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні. Фізіологія і біохімія культурних рослин. Вип. 34. № 5. 2002, С. 371–346.
  7. Гангур В.В., Єремко Л.С., Кочерга А.А. Ефективність біостимуляторів за умови передпосівної обробки насіння соняшнику. Вісник ПДАА. 2020.No2. С. 36–42. doi:10.31210/visnyk2020.03.04
  8. Саблук В.Т., Запольська Н.М., Шендрик К.М. Кожухівський Р.М. Ефективність використання біопрепарату Мікофренд для підвищення продуктивності соняшнику, Біоенергетика № 2, 2024, С. 22–24.
  9. Домарецький Є.О., Добровольський А. В., Домарецький О. О. Вплив багатофункціональних рістрегулюючих препаратів на формування продуктивності гібридів соняшнику високоолеїнового типу. Таврійський науковий вісник. 2020. Вип.115. С. 32–41. doi: 10.32851/2226–0099.2020.115.5
  10. В.О. Єщенко, О.Б. Карнаух, Ю.І. Накльока, С.В. Усик Г.В. Коваль. Методичні поради «Фізичні властивості ґрунту та методи їх визначення» Умань – 2020 рік. 18 с.
  11. Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В. Агрофізика ґрунту. Підручник. К.: НУБіП України, 2021. – 472 с.
  12. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія. Київ : Арістей, 2006. 284 с.
-

УДК 633.15:631.53.01:631.53.048]:631.559:631.527.5:631.674(477.7)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.13>

## ВПЛИВ НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ НА РЕАЛІЗАЦІЮ ГЕНЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГІБРИДІВ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**Скорик В.В.** – к.с.-г.н.,

викладач-стажист кафедри загального землеробства,  
Уманський національний університет садівництва

**Приходько В.О.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,  
Уманський національний університет садівництва

В статті представлено результати вивчення реакції гібридів кукурудзи різних груп стиглості на норми висіву при зрошенні в Степу України. Кукурудза є третьою по кількості посівних площ після рису та пшениці в світовому виробництві зерна і використовується на кормові, технічні та харчові цілі і у фармацевтичній промисловості. Недотримання норм висіву, порушення технології посіву, нерівномірне розміщення рослин в рядку та різна кількість рослин на погонному метрі та гектарі, внаслідок конкуренції рослин за світло та вологу, призводять до істотних недоборів урожаю – до 30%. Метою досліджу було вивчення реакції гібридів кукурудзи різних груп стиглості на зміну густоти та встановлення оптимальної норми висіву насіння для отримання максимального урожаю зерна культури в умовах зрошення півдня України. Дослід проведено в Степу Миколаївської та Херсонської областей на чорноземах південних солонцюватих, з вмістом гумусу 3,1–3,2%, рН 5,8–6,2 на зрошенні методом дощування. Схема посіву була ідентичною по рокам в обох точках випробування. Об'єктами дослідження були 11 гібридів кукурудзи з ФАО від 210 до 370 різного походження. Вивчалися 4 норми висіву насіння для окремих груп стиглості – ФАО 210–250 за контроль прийнято норму висіву 90 тис.шт./га схожих насінин, для групи з ФАО 280–320 – 85 тис.шт./га, для групи з ФАО 350–370 – 80 тис.шт./га. Низькі коефіцієнти варіації по рокам проведення випробування – 7,9–9,0% та 11,7–11,9% по пунктам випробування вказують на одноманітність умов проведення дослідів та можливість точної оцінки реакції гібридів кукурудзи на норму висіву насіння. Статистичний аналіз отриманих результатів свідчить про можливість загущення до 95 тис.шт./га гібридів з ФАО 210–250, що забезпечує істотну прибавку урожайності на +0,4...+0,5 т/га в умовах поливу, та недоцільність формування густоти менше 90 тис.шт./га., де відбувається стабільне зниження урожайності. Група стиглості з ФАО 280–320 формує максимальну урожайність зерна переважно при нормі висіву 90 тис.шт./га схожих насінин, де прибавка урожаю порівняно з контролем коливається по рокам та пунктам випробування відповідно на 4...6%, що складає +0,37...+0,54 т/га. Зменшення густоти призводить до недобору урожаю порівняно з контролем від 10 до 17%, що в фізичному виразі становить від 0,4 т/га до 1,6 т/га по гібридам та варіантам дослідів. Середньостиглі гібриди (ФАО 350) максимальну урожайність (від 9,9 до 12,8 т/га по точкам і рокам проведення дослідів) формують при 80 тис.шт./га, а зміна густоти в «плюс» та «мінус» напрямку істотно знижує урожайність. Для ФАО 370 рекомендованою нормою висіву є 75 тис.шт./га схожих насінин, де є істотна прибавка урожаю порівняно з контролем – в середньому +0,6 т/га, або 5%. Зменшення норми висіву до 70 тис.шт./га та загущення більше 80 тис.шт./га призводить до зниження урожайності порівняно з оптимальною густиною на -5...-7% (-0,6...-0,7 т/га).

**Ключові слова:** кукурудза, урожайність, гібрид, норма висіву, група стиглості, ФАО.

### **Skoryk V.V., Prykhodko V.O. Influence of corn seed sowing rates on the realization of hybrid genetic potential under irrigated conditions in the Southern Ukrainian Steppe**

This article presents the results of a study on the response of different maturity group corn hybrids to seeding rates under irrigation in the Ukrainian Steppe. Corn is the third largest grain crop globally, after rice and wheat, and is used for feed, industrial, food, and pharmaceutical

*purposes. Non-compliance with seeding rates, violations of sowing technology, uneven plant distribution in a row, and different numbers of plants per linear meter and hectare due to plant competition for light and moisture lead to significant yield losses of up to 30%. The aim of the study was to investigate the response of different maturity group corn hybrids to changes in density and to determine the optimal seeding rate for maximum grain yield under irrigated conditions in southern Ukraine. The experiment was conducted in the Steppe regions of Mykolaiv and Kherson on southern solonchic chernozems with a humus content of 3,1–3,2% and pH of 5,8–6,2 under irrigation by sprinkling. The sowing scheme was identical in both years at both test sites. The objects of the study were 11 corn hybrids with FAO from 210 to 370 of different origin. Four seeding rates were studied for each maturity group: for FAO 210–250, the control seeding rate was 90 thousand seeds/ha, for the FAO 280–320 group – 85 thousand seeds/ha, for the FAO 350–370 group – 80 thousand seeds/ha. Low coefficients of variation over the years of the experiment – 7,9–9,0% and 11,7–11,9% at the test sites – indicate the uniformity of the experimental conditions and the possibility of accurately assessing the response of corn hybrids to the seeding rate. Statistical analysis of the obtained results indicates the possibility of increasing the density to 95 thousand seeds/ha for hybrids with FAO 210–250, which provides a significant increase in yield by +0,4...+0,5 t/ha under irrigation conditions, and the inexpediency of forming a density of less than 90 thousand seeds/ha, where a stable decrease in yield occurs. The maturity group with FAO 280–320 forms the maximum grain yield mainly at a seeding rate of 90 thousand seeds/ha, where the yield increase compared to the control varies from year to year and test sites by 4–6%, which is +0,37...+0,54 t/ha. A decrease in density leads to a yield loss compared to the control from 10 to 17%, which is physically expressed from 0,4 t/ha to 1,6 t/ha for hybrids and variants of the experiment. Mid-season hybrids (FAO 350) form the maximum yield (from 9,9 to 12,8 t/ha for points and years of the experiment) at 80 thousand seeds/ha, and a change in density in the «plus» and «minus» direction significantly reduces the yield. For FAO 370, the recommended seeding rate is 75 thousand seeds/ha, where there is a significant increase in yield compared to the control – on average +0,6 t/ha, or 5%. Reducing the seeding rate to 70 thousand seeds/ha and thickening more than 80 thousand seeds/ha leads to a decrease in yield compared to the optimal density by -5...-7% (-0,6...-0,7 t/ha).*

**Key words:** corn, yield, hybrid, seeding rate, maturity group, FAO.

**Постановка проблеми.** Насиченість пропозицій на ринку насіння вирощування в Україні культур, в тому числі і кукурудзи, надзвичайно висока. До Державного реєстру сортів рослин України на сьогодні занесено більше 1000 гібридів та батьківських ліній кукурудзи, які придатні для вирощування [1]. Переважна більшість власників та оригінаторів сортів і гібридів сільськогосподарських культур надають рекомендації стосовно технології вирощування і норм та строків висіву насіння свого виробництва, але в літературних джерелах немає однозначної узагальненої оцінки оптимальної норми висіву та густоти стеблестою на час збирання для певних груп стиглості кукурудзи, оскільки це значним чином залежить від генетичного походження гібриду, його адаптивності, стабільності та пластичності. Також вплив мають регіон вирощування, кліматичні фактори, ґрунтові умови поля та погодні особливості року, строки та норми висіву, мінеральне живлення, попередник, система обробітку ґрунту та хімічного захисту рослин протягом вегетації. Ряд авторів наголошують, що зважаючи на частий прояв екстремальних погодних умов важливим є підібрати оптимальний гібридний склад, який дасть змогу на різних фонах вирощування забезпечувати стабільний урожай зерна [2, с. 284].

Особливо важливим це питання є в умовах сухого Степу, оскільки природні умови регіону та наявність зрошення дають можливість збільшити асортимент вирощуваних культур та реалізувати максимально можливий генетичний потенціал такої економічно привабливої культури як кукурудза. Визначити оптимальну групу стиглості кукурудзи для даних умов на зрошенні та норму висіву насіння для отримання максимального економічного ефекту стало важливим для прогнозованого отримання прибутку [3, с. 18]. Рекомендованим співвідношенням

гібридів по групах стиглості для степової зони за даними деяких дослідників є: середньоранніх – 20–30%, середньостиглих – 70–80% [2, с. 285].

**Аналіз досліджень та публікацій.** Кукурудза – одна з основних економічно вигідних культур сільськогосподарського виробництва в Україні. Площа посіву культури за останні 8 років коливається від 3,975 млн. га (2023р.) і більше 5,47 млн. га (2021р.), а середня урожайність від 5,51 т/га (2017р.) до 7,84 т/га (2018р.) [4; 5, с. 56], (рис. 1).

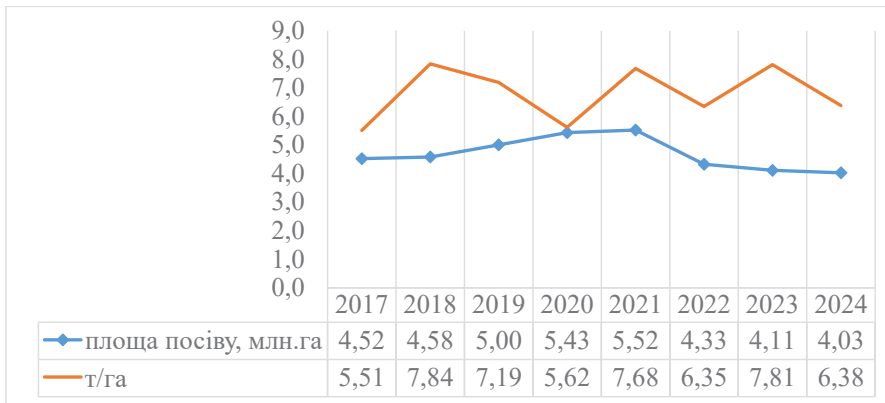


Рис. 1. Середня урожайність зерна та посівні площі кукурудзи в Україні, 2017–2024 рр.

Кукурудза є третьою по кількості посівних площ після рису та пшениці в світовому виробництві зерна і використовується на кормові, технічні та харчові цілі, у фармацевтичній промисловості [6, с. 55; 7, с. 98]. Основними причинами, які впливають на можливість реалізації потенціалу сучасних гібридів і призводить до недоотримання валових зборів зерна є порушення технології вирощування культури та особливості погодних умов.

Недотримання строків і норми висіву, порушення в технології посіву, нерівномірне розміщення рослин в рядку та різна кількість рослин на погонному метрі та гектарі, внаслідок конкуренції рослин за світло та вологу, призводять до істотних недоборів урожаю – до 30%, диференціацію по вологості зерна на час збирання та зниження його якості [8, с. 7, с. 10; 9, с. 137].

Тому питання оптимальної кількості рослин на одиницю площі та рівномірності розміщення їх в рядку надзвичайно важливе для реалізації генетичного потенціалу гібридів культури [10, с. 5]. Ряд авторів стверджують, що збільшення густоти рослин це один з шляхів підвищення валового збору зерна кукурудзи [6, с. 57; 7, с. 98], але при загущенні спостерігається недостатня кількість вологи для формування повноцінного зерна у фазі наливу та досягання, що особливо критично для не зрошуваних площ в посушливі роки [11, с. 71]. Зменшення урожайності можливе із-за меншої кількості початків та квіток в них, зниження крупності зернини (маси 1000) та кількості зерен в початку [12, с. 15; 13, с. 415], особливо це відчутно в регіонах з нестабільним зволоженням.

На зріджених посівах, внаслідок конкуренції з бур'янами та нерівномірного розміщення рослин в рядку, відбуваються втрати ґрунтової вологи за рахунок додаткового випаровування та споживання води шкідливою рослинністю на відкритих

ділянках, що критично для кукурудзи та сорго на початкових етапах росту рослин [14, с. 130]. Фази розвитку рослин в таких посівах відрізняються по строкам, що стає причиною неоднорідності цвітіння, запилення та досягання зерна. Рослини з більшою площею живлення закладають додаткові початки, які, переважно, недорозвинені і мають пізніший строк технічної стиглості. Це призводить до підвищеної вологості під час збирання та додаткових витрат ресурсу на сушку, що істотно впливає на якість зібраного зерна [12, с. 15]. При формуванні оптимальної густоти рослин на одиниці площі можливе зменшення негативного впливу посухи про що свідчать дослідження на богарі [11, с. 68]. Густану на період збирання формують залежно від посівних якостей та маси 1000 насінин нормою висіву культури [15, с. 8].

**Актуальність.** На даний час на ринку України представлені гібриди насінневих компаній різних груп стиглості та рівня продуктивності. Для кожного гібриду кукурудзи притаманні свої фізіологічні особливості розвитку. Результати демонстраційних посівів, які розповсюджені в різних географічних точках, не дають повної інформації про оптимальні кількісні норми висіву, тому постало питання вивчення залежності урожайності зерна гібридів кукурудзи від норми висіву в класичному досліді. Визначення оптимальної густоти стояння для гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення з метою реалізації максимального потенціалу урожайності є актуальним для вивчення.

**Метою досліді** було вивчити реакцію гібридів кукурудзи різних груп стиглості на зміну густоти стояння рослин в різних географічних точках та встановити норму висіву насіння для отримання максимального урожаю зерна культури в умовах зрошення півдня України.

**Завдання дослідження.** Визначити урожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості на зрошенні при змінних нормах висіву насіння. Встановити оптимальну норму висіву насіння гібридів різних груп стиглості для реалізації генетичного потенціалу на зрошенні в умовах Степу.

**Умови проведення дослідження.** Вивчення реакції гібридів кукурудзи на різні норми висіву насіння на гектар проводилися в 2019–2020 роках в двох точках випробування:

1. ФГ «Аграрник-В» – с. Зелений Гай Миколаївського району Миколаївської області на чорноземах південних слабо-солонцюватих, де вміст гумусу становить 3,1–3,2%, рН 5,8–5,9. Сума природніх опадів за період проведення досліді становила в 2019р. – 354,2 мм, а в 2020р. – 215,8 мм при цьому опади в 2020 році мали зливовий характер – за добу в фазі 8 листків кукурудзи випало 84 мм, а в фазі прапорцевого листа – 49 мм одноразово. Максимальна температура 2020 року на поверхні ґрунту в посіві кукурудзи у фазі прапорцевого листка за добу до опадів становила 65°C, а в шарі ґрунту 0–20 см – 35°C. Полив проведено методом дощування фронтальною поливною машиною з регульованою по строкам нормою вилу води – сумарно 2800 м<sup>3</sup> за вегетацію. Норма внесення мінеральних добрив обмежена – N<sub>70</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub>S<sub>10</sub>. Попередником посіву кукурудзи був соняшник. Основний обробіток ґрунту проведено важкою дисковою бороною на глибину 20–22 см.

2. ФГ «Колос» – с. Ковильне Новотроїцького району Херсонської області на південних солонцюватих чорноземах з вмістом гумусу до 3,2% з близькою до нейтральної реакцією рН 6,1–6,2. Загальна кількість опадів за період вегетації кукурудзи (з 1 квітня по 1 вересня) становила в 134,6 мм в 2019 році та 195,8 мм в 2020 році. За період проведення досліді максимальне зафіксоване в господарстві нагрівання поверхні ґрунту на полі у посіві в фазі прапорцевого листка культури в 2020 році становила +67°C на поверхні ґрунту, +33°C на глибині 0–20 см

і +43°C – температура повітря в тіні. Полив проводився дощувальним агрегатом «Фрегат», сумарна норма вилуви води становила 4000 м<sup>3</sup>/га за період вегетації кукурудзи. Інтенсивні зливові опади в 2020 році (68 мм за добу) на території господарства спостерігалися в період молочної стиглості зерна кукурудзи. Сумарна норма внесених добрив по діючій речовині становила N<sub>90</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub>S<sub>10</sub> – ідентична за обидва роки проведення дослідів. Попередником кукурудзи був соняшник. Основний обробіток ґрунту передбачав проведення глибокого розпушування диско-лаповою бороною в осінній період на глибину до 35 см.

Температурний режим та характер опадів в 2019 році був істотно сприятливішим для росту і розвитку кукурудзи в порівнянні із 2020 роком, який характеризувався високими температурами і відносно малою кількістю опадів в період вегетації, тому на полях без зрошення сформувався дуже низький урожай зерна кукурудзи всіх без виключення гібридів. На поливі, внаслідок регульованої подачі води, урожайність кукурудзи достатньо висока.

**Об'єкти та методика досліджень.** До випробування були залучені 7 гібридів кукурудзи вітчизняної селекції та 4 гібриди іноземного походження з різними групами стиглості (табл. 1).

Таблиця 1

**Гібриди кукурудзи на випробуванні норми висіву на зрошенні, 2019–2020 рр.**

| №, п/п | Назва гібрида | ФАО | Норми висіву, тис.шт/га, схожих насінин для групи стиглості |
|--------|---------------|-----|---|
| 1      | Гран 220      | 210 | 80, 85, <b>90(контроль)</b> , 95                            |
| 2      | P8521         | 220 |   |
| 3      | Гран 310      | 250 |   |
| 4      | ДКС 3795      | 250 |   |
| 5      | ВН 63         | 280 | 75, 80, <b>85(контроль)</b> , 90                            |
| 6      | Гран 6        | 300 |   |
| 7      | PR38N86       | 320 |   |
| 8      | ВН 6763       | 320 |   |
| 9      | Тесла         | 350 | 70, 75, <b>80(контроль)</b> , 85                            |
| 10     | КВС 381       | 350 |   |
| 11     | Гран 1        | 370 |   |

Вивчалися 4 норми висіву насіння для окремих груп стиглості які були обрані на підставі літературних джерел та аналізу регіональних особливостей і традиційних вподобань товаровиробників з диференціацією для встановлення оптимальної [6, с. 60; 10, с. 6; 15].

Для групи стиглості з ФАО 210–250 було прийнято за контроль норму висіву 90 тис.шт/га схожих насінин, для групи з ФАО 280–320 – 85 тис.шт./га, для групи з ФАО 350–370 – 80 тис.шт./га.

В кожній точці випробування регульовані умови проведення дослідів були однаковими за два роки – норма і схема внесення мінерального живлення, норма вилуви води при зрошенні, попередник, система обробітку ґрунту та схема хімічного захисту рослин. Посів проведено сівалкою УПС-5,6 в другій декаді квітня. Кількість повторень – 3, розміщення ділянок рендомізоване, площа облікової ділянки – 0,224 га. Схема посіву була ідентичною по рокам в обох точках випробування.

Хімічний захист включав застосування страхового гербіциду МайсТер 0,15 кг/га + 1,5 л/га Біопауер у фазі 4–5 листка культури, гербіциди ґрунтової дії не використовувалися. Листкові підживлення проведено дворазово за вегетацію, ідентично по точкам випробування та рокам в фазу 6 листа і фазу 9 листа: карбамід ( $N_5$ ) + сульфат магнію (2 кг/га) + гумат калію (2 л/га) + Zn, у фазу 9 листа в бакову суміш додано інсектицид Кораген 0,2 л/га.

Збирання зерна та облік урожайності проведено ваговим методом в кінці вересня при вологості зерна 12,2–15,5% по гібридам з перерахунком урожайності на 14,0%. Отримані результати підлягали статистичній оцінці після дисперсійного аналізу [17].

**Результати і обговорення.** Вирощування кукурудзи на зерно в умовах Степу України за останні 15 років стало неможливим без зрошення. Враховуючи особливості температурного та водного режиму ґрунту в період вегетації культури в 2019 та 2020 роках в пунктах проведення дослідів проводився моніторинг вологості ґрунту і зрошення відбувалося за потреби та в найбільш критичні по споживанню вологи періоди розвитку рослин кукурудзи. Аналізуючи отримані експериментальні дані необхідно зазначити, що екстремальні погодні умови 2020 року мало вплинули на продуктивність вивчених гібридів кукурудзи на зрошенні порівняно з 2019 роком. Результати урожайності залежно від густоти посіву вивчених гібридів по роках проведення дослідів та точкам випробування представлено в таблиці 2.

Різниця середніх значень показника урожайності ( $\bar{x} \pm 2S_{\bar{x}}$ ) в досліді по роках в обох точках випробування знаходиться в межах помилки середнього значення, а низькі коефіцієнти варіації по роках проведення випробування – 7,9–9,0% в одній точці та 11,7–11,9% в іншій точці, відповідно, свідчать про однотипність умов проведення дослідів по роках.

Таблиця 2

**Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від норми висіву насіння на зрошенні в різних географічних точках півдня України, 2019–20 рр.**

| Назва гібриду | Норма висіву, тис. шт/га | 1. Миколаївська обл. |         |           | 2. Херсонська обл. |         |           |
|---------------|--------------------------|----------------------|---------|-----------|--------------------|---------|-----------|
|               |                          | 2019 р.              | 2020 р. | $\bar{x}$ | 2019 р.            | 2020 р. | $\bar{x}$ |
| 1             | 2                        | 3                    | 4       | 5         | 6                  | 7       | 8         |
| Гран 220      | 80                       | 7,49                 | 7,19    | 7,34      | 9,03               | 8,91    | 8,97      |
|               | 85                       | 7,62                 | 7,76    | 7,69      | 9,31               | 8,64    | 8,98      |
|               | 90 (st.)                 | 7,98                 | 8,10    | 8,04      | 9,60               | 9,07    | 9,34      |
|               | 95                       | 8,38                 | 8,47    | 8,43      | 9,98               | 9,08    | 9,53      |
| P8521         | 80                       | 8,26                 | 7,69    | 7,98      | 8,31               | 8,12    | 8,22      |
|               | 85                       | 8,38                 | 7,99    | 8,19      | 8,58               | 8,61    | 8,60      |
|               | 90 (st.)                 | 8,39                 | 8,12    | 8,26      | 8,95               | 8,69    | 8,82      |
|               | 95                       | 8,84                 | 8,62    | 8,73      | 9,16               | 9,06    | 9,11      |
| Гран 310      | 80                       | 7,56                 | 7,49    | 7,53      | 9,06               | 8,56    | 8,81      |
|               | 85                       | 7,89                 | 8,06    | 7,98      | 9,22               | 9,10    | 9,16      |
|               | 90 (st.)                 | 8,34                 | 8,19    | 8,27      | 10,30              | 10,03   | 10,17     |
|               | 95                       | 7,82                 | 7,68    | 7,75      | 9,94               | 10,26   | 10,10     |

Закінчення табл. 2

| 1                         | 2        | 3           | 4           | 5    | 6            | 7            | 8     |
|---------------------------|----------|-------------|-------------|------|--------------|--------------|-------|
| ДКС 3795                  | 80       | 8,08        | 7,12        | 7,60 | 9,62         | 9,81         | 9,72  |
|                           | 85       | 8,09        | 7,62        | 7,86 | 9,72         | 9,79         | 9,76  |
|                           | 90 (st.) | 8,39        | 7,95        | 8,17 | 10,14        | 10,03        | 10,09 |
|                           | 95       | 8,16        | 7,54        | 7,85 | 10,06        | 9,68         | 9,87  |
| ВН 63                     | 75       | 7,67        | 8,32        | 8,00 | 8,69         | 8,37         | 8,53  |
|                           | 80       | 8,12        | 8,37        | 8,25 | 8,98         | 8,90         | 8,94  |
|                           | 85 (st.) | 8,95        | 8,79        | 8,87 | 8,93         | 9,07         | 9,00  |
|                           | 90       | 9,32        | 9,18        | 9,25 | 9,24         | 9,64         | 9,44  |
| Гран 6                    | 75       | 8,38        | 8,90        | 8,64 | 10,19        | 10,85        | 10,52 |
|                           | 80       | 8,29        | 9,31        | 8,80 | 10,82        | 10,65        | 10,74 |
|                           | 85 (st.) | 9,31        | 9,20        | 9,26 | 11,16        | 11,03        | 11,10 |
|                           | 90       | 9,38        | 9,45        | 9,42 | 11,62        | 11,57        | 11,60 |
| PR38N86                   | 75       | 8,02        | 7,22        | 7,62 | 10,79        | 10,75        | 10,77 |
|                           | 80       | 8,21        | 7,60        | 7,91 | 11,31        | 11,29        | 11,30 |
|                           | 85 (st.) | 8,48        | 7,94        | 8,21 | 11,96        | 12,15        | 12,06 |
|                           | 90       | 8,42        | 7,51        | 7,97 | 11,07        | 11,22        | 11,15 |
| ВН 6763                   | 75       | 8,18        | 7,78        | 7,98 | 11,04        | 10,83        | 10,94 |
|                           | 80       | 8,29        | 8,10        | 8,20 | 11,20        | 10,01        | 10,61 |
|                           | 85 (st.) | 8,39        | 8,41        | 8,55 | 11,16        | 11,59        | 11,38 |
|                           | 90       | 8,46        | 8,91        | 8,69 | 11,74        | 11,37        | 11,56 |
| Тесла                     | 70       | 9,28        | 8,56        | 8,92 | 12,08        | 11,60        | 11,84 |
|                           | 75       | 9,46        | 9,00        | 9,23 | 11,78        | 12,00        | 11,89 |
|                           | 80 (st.) | 9,91        | 9,82        | 9,87 | 12,80        | 12,09        | 12,45 |
|                           | 85       | 9,49        | 9,29        | 9,39 | 12,05        | 12,43        | 12,24 |
| КВС 381                   | 70       | 9,32        | 9,83        | 9,58 | 11,24        | 11,05        | 11,15 |
|                           | 75       | 10,01       | 9,12        | 9,57 | 11,49        | 11,07        | 11,28 |
|                           | 80 (st.) | 10,02       | 9,68        | 9,85 | 11,92        | 11,88        | 11,90 |
|                           | 85       | 9,63        | 9,89        | 9,76 | 11,69        | 11,34        | 11,52 |
| Гран 1                    | 70       | 8,65        | 8,11        | 8,38 | 11,83        | 11,02        | 11,43 |
|                           | 75       | 9,34        | 8,91        | 9,13 | 12,45        | 11,67        | 12,06 |
|                           | 80 (st.) | 9,04        | 8,36        | 8,70 | 11,86        | 11,19        | 11,53 |
|                           | 85       | 8,93        | 8,60        | 8,77 | 11,59        | 11,00        | 11,30 |
| $\bar{x}$                 |          | 8,61 ± 0,20 | 8,40 ± 0,22 | 8,51 | 10,53 ± 0,38 | 10,34 ± 0,36 | 10,44 |
| V, %                      |          | 7,90        | 9,04        |      | 11,75        | 11,87        |       |
| <b>НІР<sub>0,95</sub></b> |          | <b>0,29</b> | <b>0,32</b> |      | <b>0,53</b>  | <b>0,52</b>  |       |

Неістотна різниця коефіцієнтів варіації урожайності вивчених гібридів по точкам випробування вказують на подібність реакції гібридів на зміни густоти посіву незалежно від точки випробування на зрошенні, отже отримані результати досліджу

дають можливість правильно оцінити реакцію гібридів кукурудзи на норму висіву насіння.

Для середньоранніх гібридів (група з ФАО 210–250) спільним є істотно нижча урожайність ( $>NIP_{0,95}$ ) порівняно з контролем при посіві з густиною нижче 90 тис.шт/га незалежно від року вирощування та точки випробування, що складає 3,1–4,5%. Гібрид Гран 220 (ФАО 210) при посіві нормою 95 тис.шт/га забезпечує істотну прибавку урожайності порівняно з контролем відповідно по рокам на +0,40 т/га і +0,37 т/га в точці 1 та не істотну прибавку в межах помилки досліду +0,38 т/га (+3,9%) в 2019 році та на рівні контролю в 2020 році в пункті 2 (табл. 2).

Аналогічна реакція на збільшення норми висіву від контролю і в гібриду Р8521 (ФАО 220) – істотна прибавка в точці 1 – +0,45...+0,50 т/га (+5,1%...+5,8% відповідно) та неістотна прибавка в межах помилки досліду в іншому пункті (+0,21 та +0,47 т/га) відповідно по рокам.

Зниження норми висіву цих гібридів призводить до стабільного зменшення рівня урожайності по рокам та точкам випробування. Отже гібриди Гран 220 та Р8521 забезпечують вищу урожайність на загущених посівах (95 тис.шт./га) в умовах зрошення.

Гібриди Гран 310 та ДКС 3795 (ФАО 250) істотну прибавку урожайності зерна формують при контрольній нормі висіву 90 тис.шт/га в обох точках випробування по рокам.

Збільшення та зменшення норми висіву від контрольного варіанту призводить до недобору урожаю зерна цих гібридів на зрошенні незалежно від точки випробування та року на 0,23–1,08 т/га, що відповідає 2,8–11,7% відповідно. Тобто оптимальною нормою висіву для вивчених гібридів ФАО 250 в умовах поливу є 90 тис.шт/га схожих насінин.

Для групи стиглості з ФАО 280–320 характерним є стабільний прояв вищої урожайності по рокам та точкам випробування при нормі висіву 90 тис.шт./га схожих насінин – гібриди ВН 63, Гран 6, ВН 6763 – прибавка урожаю порівняно з контролем коливається по рокам та пунктам випробування відповідно на 4–6%, що складає +0,37...+ 0,54 т/га. Зменшення густоти посіву від 85 тис. і нижче для цих гібридів недоцільне, оскільки призводить до істотного недобору урожаю зерна від 6 до 17% порівняно із оптимальною густиною, що підтверджено експериментально.

Гібрид PR38N86 (ФАО 320) є виключенням і формує вищу урожайність при густоті контрольного висіву – 85 тис.шт./га., що в середньому складає від 7,94 до 12,15 т/га по рокам та точкам випробування. Зміна норми висіву на 5 тис.шт./га в «плюс» чи «мінус» напрямку від контролю призводить до зниження урожайності цього гібриду на 5–7%.

Норма висіву менше 85 тис.шт./га на зрошенні для гібридів з ФАО 280–320 недоцільна, оскільки відмічене істотне зниження урожайності зерна порівняно з контролем від 10 до 17%, що в фізичному виразі становить від 0,4 т/га до 1,6 т/га по гібридам та варіантам досліду.

Для середньостиглих гібридів Тесла та КВС 381 з ФАО 350 оптимальною є норма висіву контрольного варіанту 80 тис.шт./га, що забезпечує максимальний прояв урожайності від 9,9 до 12,8 т/га по точкам і рокам проведення досліду. Збільшення та зменшення густоти на 5 тис. істотно ( $>NIP_{0,95}$ ) знижує урожайність зерна цих гібридів кукурудзи в умовах зрошення. Збільшення норми висіву цих гібридів знижує урожайність на 2,0–4,7%, що в фізичному виразі становить -0,23...-0,53 т/га по рокам та гібридам, а зменшення норми висіву від

контролю – знижує урожайність зерна цих гібридів на -0,09...-0,82 т/га, або -1,1...-8,9% відповідно.

Для гібриду Гран 1 (ФАО 370) рекомендованою нормою висіву є 75 тис.шт./га схожих насінин, оскільки при цій густоті є істотна прибавка урожаю порівняно з контролем – в середньому +0,5 т/га, або 5%. Зміна норми висіву насіння для цього гібрида в «плюс» та «мінус» напрямку від вказаної величини дають істотне зниження урожайності зерна. Зменшення норми висіву до 70 тис.шт./га призводить до зниження урожайності порівняно з оптимальною густотою на 5–7% (-0,6...-0,7 т/га). Цей гібрид істотно негативно реагує на загушення посіву, про що свідчать отримані результати – зниження урожайності при густоті 85 тис.шт./га становить -0,31...-0,86 т/га, або 4–7% відповідно по рокам та точкам випробування.

**Висновки.** В Степу України на зрошенні вивчені гібриди кукурудзи забезпечують максимальну урожайність зерна з такими нормами висіву схожих насінин по групам стиглості:

ФАО 210–220 – 95 тис.шт./га

ФАО 250–320 – 90 тис.шт./га

ФАО 350 – 80 тис.шт./га

ФАО 370 – 75 тис.шт./га.

В умовах зрошення методом дощування доцільним є вирощування гібридів кукурудзи з ФАО >300 одиниць, оскільки вони забезпечують стабільно високу прибавку урожайності зерна.

Максимальну урожайність зерна (більше 11 т/га) на обмеженому мінеральному живленні  $N_{90}P_{10}K_{10}S_{10}$  із вивчених гібридів формують Тесла, КВС 381 та Гран 1 з ФАО 350–370.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr>
2. Чернобай Л.М., Музафаров Н.М., Барсуков І.П., Понуренко С.Г., Васьківська С.В. Аналіз складу гібридів кукурудзи, занесених до Державного реєстру сортів рослин України. *Селекція і насінництво*. 2012. Випуск 101. С. 279-288. ISSN 0582-5075.
3. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від стимуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки. Рослинництво, кормовиробництво*. 2016. № 7. С. 17-21. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201607-03>
4. Держстат України. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch\\_pvzu\\_reg.htm](https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvzu_reg.htm)
5. Поліщук М. І. Хавхун А. А. Шляхи підвищення врожайності гібридів кукурудзи в умовах потепління клімату. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. Випуск 2. № 39. С. 54-59. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2>. URL: [https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian\\_bulletin/article/view/207/180](https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/207/180)
6. Гетман Н.Я. Формування врожаю кукурудзи залежно від густоти стояння рослин за мінерального фону живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 2 (33). С. 42-54. DOI:10.37128/2707-5826-2024-2-5
7. 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 Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 97-105. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2021/01/11.pdf>

8. Базиленко Є.О., Марченко Т.Ю. Урожайність та збиральна вологість зерна гібридів кукурудзи за різних строків сівби. *Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2024. № 23. С. 7-15. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.1>

9. Дробіт О.С. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від агротехнічних заходів в умовах зрошення південного степу України: дис. ... канд.с.-г.наук : 06.01.09 / Херсон 2018, 247 с. [https://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty\\_dysertaciyi/Дисертація\\_Дробіт\\_О.С.pdf](https://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty_dysertaciyi/Дисертація_Дробіт_О.С.pdf)

10. Вожегова Р.А., Белов Я.В. Динаміка накопичення надземної біомаси гібридами кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення за вирощування в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 109. Ч. 1. С. 3-9. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.1>

11. Красненков С. В., Дудка М. І., Чабан В. І., Носов С. С., Березовський С. В. Реакція гібридів кукурудзи на густоту стояння рослин у північній підзоні Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 66-71. URL: <https://journal-grain-crops.com/uk/arhiv/view/5b17949c0d6e0.pdf>

12. Пашенко Ю.М., Пащенко Н.О., Лобко Т.К. Строки сівби і густота стояння рослин гібридів кукурудзи в посушливому степу. *Вісник Дніпропетровського Державного аграрно-економічного Університету*. 2016. № 2. С. 14-18. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/2152/1/732-Article%20Text-1467-1-10-20161126%20%281%29.pdf>

13. Каленська С.М., Таран В.Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Var. Stud. Prot.* 2018. Т. 14 (4). С. 415-421.

14. Коваленко О. А., Чернова А. В. Вплив норм висіву насіння на формування густоти стояння рослин сортів сорго цукрового в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3. С. 129-136 URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2705/1/n95v3r2017chernova.pdf>

15. Скорик В.В. Норма висіву – математична модель формування урожаю. *Collection of abstracts XXXIII International Scientific and Practical Conference « State of Scientific Research: Methods and Prospects for Development Across Different Fields».* Graz, Austria. 2024. С. 8-11. ISBN 978-617-8427-44-3. URL:[http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/14066/1/Flehantova Anna %20The%20Role%20of%20Application%20of%20Business%20English%20in%20Economic%20Scientific%20Research.pdf](http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/14066/1/Flehantova%20Anna%20The%20Role%20of%20Application%20of%20Business%20English%20in%20Economic%20Scientific%20Research.pdf)

16. Малярчук А.С., Марченко Т.Ю., Малярчук В.М., Мігальов А.О. Зрошення посівів кукурудзи стає гострою необхідністю. *Агробізнес сьогодні*. 2023. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/22021-zroshennia-posiviv-kukurudzy-staie-hostroiu-neobkhdnistiu.html>

17. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Вінниця : ПП «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

УДК 595.7:574.3](091)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.14>

## СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ДИНАМІКУ ПОПУЛЯЦІЙ КОМАХ: МИНУЛЕ, ТЕПЕРІШНЄ, МАЙБУТНЄ. СИНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД

**Станкевич С.В.** – к.с.-г.н.,

доцент 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

**Меленті В.О.** – PhD,

старший викладач кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого  
захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

Проблема динаміки популяцій – одна із центральних проблем екології. Комахи, як одна із найбільш давніх і найбільш численних груп тварин, що з'явилися на Землі понад 400 млн років тому, мають «генетичну пам'ять» минулого і, відповідно, передають генетичну інформацію від покоління до покоління за допомогою генетичного коду згідно з еволюційною тріадою: спадковість, мінливість і природний відбір, котрий особливо посилюється під час масових розмножень, які повторюються циклічно, тобто через різні часові проміжки між початками чергових або так званих популяційних циклів. Авторами статті шляхом аналізу досліджень вітчизняних і зарубіжних учених виконано теоретичний синтез інформації щодо закономірностей популяційної динаміки найбільш поширених комах-шкідників сільськогосподарських рослин, лісових і плодово-ягідних насаджень на основі минулого та теперішнього, проведено аналіз сучасних уявлень щодо динаміки популяцій комах і теорій, які пояснюють сезонні та річні зміни їхньої чисельності. Авторами статті обґрунтовано, що поява паразитарної, кліматичної, трофічної та інших теорій – закономірний історичний етап екологічних досліджень, які відображали методологію того чи іншого періоду розвитку екології популяцій. Існування теорій, які пояснюють динаміку популяцій на основі їхньої взаємодії з одним-двома чинниками середовища, може бути лише тимчасовим, бо безперервно накопичуються факти, які не вкладаються в рамки цих теорій. В екології комах назріла необхідність теоретичного синтезу, що передбачає появу нової теорії, в якій буде діалектично знято обмеженість попередніх теорій. Будь-яка істинно наукова теорія повинна виконувати описову, пояснювальну, синтезуючу, а головне, прогностичну функції, і цій вимозі не відповідають існуючі нині теорії динаміки популяцій. Для створення теорії, що пояснює повторюваність і циклічність масового розмноження комах, необхідний синергетичний синтез з урахуванням системних закономірностей їх розвитку та взаємодії з системами вищого рівня організації, нелінійності популяційної динаміки та хаосу, режимів із заго-стренням та обмеженістю прогнозів.

**Ключові слова:** комахи, шкідники, теорії, динаміка популяцій, циклічність, прогноз, синергетика.

**Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Melenti V.O. Modern concepts of insect population dynamics: past, present, future. A synergetic approach**

The problem of population dynamics is one of the central problems of ecology. Insects, as one of the oldest and most numerous groups of animals that appeared on Earth more than 400 million years ago, have a "genetic memory" of the past and, accordingly, transmit genetic information from generation to generation using the genetic code according to the evolutionary triad: heredity,

*variability and natural selection, which is especially amplified during mass reproductions that are repeated cyclically, that is, at different time intervals between the beginnings of successive or so-called population cycles. The authors of the article, by analyzing the research of domestic and foreign scientists, have performed a theoretical synthesis of information on the patterns of population dynamics of the most common insect pests of agricultural plants, forest and fruit and berry plantations based on the past and present, and have analyzed modern ideas about the dynamics of insect populations and theories that explain seasonal and annual changes in their numbers. The authors of the article substantiate that the emergence of parasitic, climatic, trophic and other theories is a natural historical stage of ecological research, which reflected the methodology of a particular period of development of population ecology. The existence of theories that explain population dynamics based on their interaction with one or two environmental factors can only be temporary, because facts are constantly accumulating that do not fit into the framework of these theories. In insect ecology, the need for theoretical synthesis has become urgent, which involves the emergence of a new theory in which the limitations of previous theories will be dialectically removed. Any truly scientific theory must perform descriptive, explanatory, synthesizing, and most importantly, predictive functions, and the currently existing theories of population dynamics do not meet this requirement. To create a theory that explains the repeatability and cyclicity of mass insect reproduction, a synergistic synthesis is necessary, taking into account the systemic patterns of their development and interaction with higher-level organizational systems, the nonlinearity of population dynamics and chaos, and regimes with exacerbation and limited forecasts.*

**Key words:** *insects, pests, theories, population dynamics, cyclicity, forecast, synergy.*

Проблема динаміки популяцій – одна із центральних проблем екології. Вона виникла ще з появою людства, особливо з розвитком сільськогосподарської діяльності, та визначається з часовими вимірами: минуле, сьогоднішнє, майбутнє. Тому прогнозування – це історія, орієнтована з минулого у майбутнє. Таке порівняння має певний сенс, оскільки між прогнозуванням і минулим має місце певна симетрія, вісью якої є теперішнє, а прогнозування масових розмножень комах – це відображення історії чи хронологічної послідовності динаміки їх популяцій у часі. Хроніка масових розмножень комах уже містить у собі інформацію про результати взаємодії популяцій з усіма чинниками довкілля [4, 5, 35, 37].

Комахи, як одна із найбільш давніх і найбільш численних груп тварин, що з'явилися на Землі понад 400 млн років тому, мають «генетичну пам'ять» минулого і, відповідно, передають генетичну інформацію від покоління до покоління за допомогою генетичного коду згідно з еволюційною тріадою: спадковість, мінливість і природний відбір, котрий особливо посилюється під час масових розмножень, які повторюються циклічно, тобто через різні часові проміжки між початками чергових або так званих популяційних циклів [35]. Однак, як нині відомо, популяційні цикли не є точним повторенням минулого у майбутньому. Вони містять у собі інформацію минулого, але разом із тим уже закономірно змінюються генетична та екологічна структура (організація) популяції.

Теорія – це узагальнена система наукового знання. Вона має виконувати такі основні функції: описову, пояснювальну, синтезуючу та прогностичну (це головна функція). Теорія прогнозування має показати, як можна синтезувати сценарій майбутнього за умови дуже слабкого знання механізму тих процесів, які зумовлені втручанням людини у природу [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Динаміка популяції – це сума взаємодії чинників середовища і популяції, які безпосередньо чи опосередковано впливають на динаміку її щільності і чисельності. У реальних природних популяціях одночасно існують і взаємодіють усі основні фактори популяційної динаміки: популяційні цикли, мутаційний процес, ізоляція та природний відбір, тобто еволюційна тріада Дарвіна [36, 37, 38, 39].

**Матеріали та методика.** Шляхом аналізу досліджень вітчизняних і зарубіжних учених виконано теоретичний синтез інформації щодо закономірностей популяційної динаміки найбільш поширених комах-шкідників сільськогосподарських рослин, лісових і плодово-ягідних насаджень на основі минулого та теперішнього, проведено аналіз сучасних уявлень щодо динаміки популяцій комах і теорій, які пояснюють сезонні та річні зміни їхньої чисельності.

**Результати досліджень.** На загальний характер коливань чисельності особин у природних популяціях і можливе еволюційне значення цього явища вперше вказав ще С.С. Четвериков [35] на прикладі так званих «хвиль життя» комах. Згодом генетики та еволюціоністи показали, що популяційні хвилі є елементарним фактором мікроеволюції. Вони призводять до послаблення природного відбору з одночасним збільшенням чисельності особин у природних популяціях і посилення природного відбору під час зниження чисельності особин у природних популяціях. У роботі «Про деякі моменти еволюційного процесу з погляду сучасної генетики» С.С. Четвериков виконав теоретичний синтез дарвінізму та генетики і фактично заклав основи популяційної генетики та генетичної теорії видоутворення. Завдяки роботам С.С. Четверикова у біології затвердилося фундаментальне значення популяцій, з яких складається будь-який вид. Стало зрозуміло, що саме на рівні популяції відбуваються всі еволюційні зміни, котрі у кінці 30-х рр. XX ст. Н.В. Тимофєєв-Ресовський назвав мікроеволюцією [35].

Детальні дослідження генетики популяцій на прикладі комах було виконано у 30-х рр. XX ст. вченими Н.П. Дубініним та Д.Д. Ромашовим, котрі обґрунтували теорію генетико-автоматичних процесів, які пояснювали закономірності масових розмножень комах. Виконаний авторами аналіз показав, що протягом існування популяцій у них відбуваються генетико-автоматичні процеси [35]. Ці процеси перебігають у популяціях із постійною чисельністю, але особливо інтенсивні вони у період зниження чисельності, коли відбувається розбудова генетичної структури популяцій. Під час наростання чисельності перебіг генетико-автоматичних процесів є надзвичайно повільним, але триває безперервна диференціація генетичного складу популяцій. Генетико-автоматичні процеси можуть впливати на перебіг динаміки чисельності, змінюючи плодючість та життєздатність особин у популяціях, особливо в той час, коли та чи інша мутація, потрапляє під тиск природного відбору. Зміни чисельності популяцій є вираженням різноманітних екологічних залежностей між середовищем та організмом. За їх допомогою зовнішнє середовище реалізує частину свого впливу на генетичну будову виду та його еволюційний процес. Отже, теорія генетико-автоматичних процесів розкрила деякі причини коливань чисельності комах, в основі яких лежить динаміка генетичного складу популяцій.

Питання динаміки популяцій шкідливих комах і гризунів як обмеження паніксії було представлено у роботах всесвітньовідомого українського біолога-еволюціоніста І.І. Шмальгаузена [35]. Для теорії динаміки популяцій у методологічному аспекті важливі висновки вченого про чотири фази змін чисельності та наслідки, що з них випливають.

Фаза I – зростання чисельності за сприятливих умов, під час ослаблення дії природного відбору – пов'язані з накопиченням і комбінуванням мутацій (збільшення індивідуальної мінливості).

Фаза II – відносна стабілізація, що супроводжується посиленням конкуренції, а також прямої боротьби за існування – пов'язана з ефективним відбором найбільш сприятливих комбінацій та скороченням мінливості.

Фаза III – більш-менш різке скорочення чисельності під тиском потужних елімінуючих чинників – пов'язані з подальшим скороченням мінливості і, частково, з випадковим переживанням деяких сприятливіших комбінацій.

Фаза IV – нове розмноження – пов'язана зі швидким поширенням комбінацій, які вижили, і подальшим накопиченням нових мутацій.

І.І. Шмальгаузен вважав, що циклічні зміни чисельності популяцій вносять лише часткове обмеження панміксії у періоди депресії, проте їхнє еволюційне значення не підлягає сумніву.

Для пізнання закономірностей динаміки популяцій комах важливі такі висновки:

1) популяції здатні підтримувати свою чисельність у стані динамічної рівноваги, незважаючи на постійні зміни факторів довкілля, що досягається адаптивними гомеостатичними реакціями окремих особин, динамікою екологічної структури популяції та зміною її генетичного складу;

2) коливання якості популяції – такий же характерний її атрибут, як і коливання чисельності.

Неодмінною умовою підтримки життєздатності популяції в умовах середовища, як вважав І.І. Шмальгаузен, є високий ступінь її генетичної різноманітності, що забезпечується екологічними механізмами: різним способом життя різних внутрішньопопуляційних груп тварин, суворими закономірностями формування пар, різною швидкістю статевого дозрівання самців і самиць, різним співвідношенням статей у різних вікових групах та ін.

За С.С. Шварцом [35] екологічні механізми еволюційного процесу проявляються у 3-х найважливіших формах, які засновані на зміні вікової структури популяції (віковий відбір), зміні чисельності (невибіркова елімінація) та зміні просторової структури популяції.

Різкі зміни чисельності – найважливіший чинник перетворення популяції, причому, всупереч загальноновизнаному уявленню, цей чинник (невибіркова елімінація) впливає на екологічну структуру популяції, зазвичай, суворо вибірково, перетворюючи їх у певних напрямках, відповідно до змін середовища. Різкі коливання чисельності популяцій, подібно до вікового відбору, сприяють швидкій мобілізації резервів популяції і, як правило, є одним з чинників її адаптивної еволюції [35, 36, 40].

Нині існує багато фактів, які свідчать, що збагачення генетичного фонду популяцій має фундаментальне значення, тому мають існувати спеціальні механізми підтримки гетерогенності популяцій. Один із таких механізмів – підвищена життєздатність гетерозигот. Гетерозиготність у популяціях досягається за рахунок перемішування особин особливо у періоди міграцій, коли збільшується ймовірність парування особин із популяцій, різних за генетичною структурою. Міграції та перемішування є для комах одним з основних механізмів підтримки генетичної гетерогенності популяцій та запобігання збіднення загального генофонду.

Генетична різноманітність популяцій є однією із передумов мікроеволюційних перетворень. Проте, як слушно вказував С.С. Шварц: «... Природний відбір неспроможний працювати в кредит. Це означає, що генетична різноманітність популяцій не лише спричинює їхні перетворення, а й підвищує життєстійкість популяції в даний момент її історії».

Завдяки дослідженням С.С. Шварца [35] та інших екологів-еволюціоністів намітилося зближення еволюційних та екологічних уявлень. Було започатковано новий етап вивчення екологічних механізмів мікроеволюційного процесу

у розвитку сучасної синтетичної теорії еволюції. Для цього етапу досліджень було характерним пізнання екологічної своєрідності популяцій, співвідношення між рівнем і типом динаміки чисельності, плодючістю, тривалістю життя, їхніми екологічною та генетичною структурами. Зміна екологічної структури популяції, зокрема і зміна її чисельності, веде як до генетичного дрейфу, тобто до випадкової зміни частоти трапляння різних генотипів, до спрямованого перетворення генетичного складу популяцій (екологічні механізми еволюційного процесу). Всебічне вивчення цих закономірностей створює передумови розробки теорії управління якісним складом популяції.

Синтез еволюційних та екологічних уявлень, створення єдиного еволюційно-екологічного підходу до вивчення проблем життя сприяло виходу біологічного пізнання за рамки емпіричної конкретності та ознаменувало новий етап теоретизації біології.

Проблема масових розмножень комах протягом багатьох десятиліть займає одне із центральних місць в екологічних дослідженнях. Однак повторюваність спалахів масових розмножень деяких видів шкідливих комах залишається предметом роздумів і понині, а їхні закономірності майже не вивчені [21].

Вже давно дослідники помітили багаторічну повторюваність масових розмножень комах та інших тварин. Цим питанням займалися ще Реомюр, Дарвін і Уоллес, але закономірний характер цього явища вперше було показано Федором Кеппенем [35] на прикладі аналізу масових появ і міграцій шкідливих саранових в Європі у період з 592 по 1866 рр. Аналізуючи історичні дані, у сер. 20-х – на поч. 30-х рр. ХХ ст. екологами були висунуті теоретичні уявлення щодо періодичності масових розмножень гризунів і комах, їхній зв'язок і взаємодію з циклами сонячної активності, кліматом і природними ворогами (зоофагами та ентомофагами). Для пояснення причин циклічних коливань чисельності було запропоновано кілька різних теорій: метеорологічна теорія, теорія випадкових коливань, теорія взаємодії популяцій (хижак – жертва, паразит – господар) і теорія трофічних рівнів. Але всі спроби пов'язати циклічні коливання чисельності з кліматичними факторами поки що залишаються безуспішними [35].

У вітчизняній та зарубіжній екологічній літературі давно дискутується питання зв'язку популяційних циклів комах та інших тварин із багаторічною динамікою сонячної активності. Це питання, яке виросло в теоретичну проблему щодо можливості використання показників останньої як критерію для прогнозування появи шкідників сільськогосподарських культур, завжди зачіпало основи теорії динаміки популяцій [22].

Згаданий вище Федор Кеппен, проаналізувавши масові розмноження і міграції шкідливих саранових у Європі майже за 1300 років, зіставив їх з багаторічною динамікою сонячних плям і зробив висновок про те, що періоди з особливо сильними розмноженнями і далекими міграціями саранових у переважній більшості випадків починалися в епоху мінімумів сонячної активності, за рік до мінімуму, або через рік після нього. Так, за його даними, грандіозні спалахи чисельності саранових мали місце у 1333–1339, 1689–1693, 1800–1806, 1822–1829, 1855–1862 рр. Ці періоди тривали кілька років і закінчувалися на шостий чи сьомий рік після мінімуму сонячних плям [11, 35, 36, 40].

Через півстоліття до цієї проблеми знову повернувся М.М. Кулагін, систематизувавши історичні матеріали масових розмножень саранових у Європі у XVIII–XIX ст. і зіставивши їх з динамікою сонячних плям. Таким чином він дійшов висновку, що періодичність у динаміці чисельності саранових відсутня.

Це пояснюється складністю тих чинників, котрі зумовлюють динаміку їхніх популяцій. Загалом же масові розмноження саранових частіше спостерігалися у теплі роки, ніж у холодні, хоча бували і винятки [11, 35].

У 1930 р. М.М. Конаков узагальнив хроніку масових розмножень лучного метелика в центральній чорноземній смузі за 1854–1929 рр. і констатував їхні збіги з динамікою сонячної активності. Протягом 61 року, з 1854 по 1915 рр., спалахи чисельності цього шкідника відмічені 5 разів (1855, 1867, 1889, 1901 і 1912 рр.) і були приурочені до мінімуму сонячних плям або до року, що передує йому. Тільки в 1878 р. (рік мінімуму) лучного метелика не було, зате в масі з'явилися саранові, хлібні жуки, совка-гама, непарний і сосновий шовкопряди. Починаючи з 1916 по 1922 рр. спалахи чисельності лучного метелика та сарани азіатської спостерігалися щорічно, а в 1922 р. відмічене масове розмноження совки-гами та яблунової молі [11, 35].

З середини 50-х рр. ХХ ст. проблема обумовлених сонцем спалахів чисельності комах особливо інтенсивно розроблялася М.С. Щербиновським для пустельної сарани (шистоцерки) [11, 35]. Він зазначав, що циклічність – одна з характерних рис життя і розмноження пустельної сарани. За його даними, спалахи розмноження цього шкідника за 150 років спостерігалися 13 разів і повторювалися із середніми проміжками між максимумами спалахів 11,5 року. Крім того, спостерігалася синхронність у початках, перебігу та згасанні спалахів чисельності пустельної сарани на величезній території двох материків, від Індії до Марокко. Ці факти вказують на те, що розмноження шистоцерки залежить не тільки від екологічних умов місць її існування, а й від якихось процесів, котрі охоплюють цілі континенти і зумовлюють більш-менш аналогічні зміни екологічного середовища у постійних резерваціях шкідника, віддалених одна від одної на десятки тисяч кілометрів. Основна причина циклічності масових розмножень пустельної сарани на думку М.С. Щербиновського – зміна сонячної активності, що впливає на динаміку та циркуляційний режим атмосфери і, відповідно, погоду в зоні первинних осередків розмноження цього шкідника. Саме на ці зміни шистоцерка реагує циклічністю розмноження та міграціями зграй, що відлітають на тисячі кілометрів від своїх первинних осередків. Автор вважав, що в умовах саван, пустель і напівпустель еволюційно змінювалася форма існування шистоцерки та міграції її зграй як кожного року, так і під час циклів її масових розмножень, які можуть бути оцінені як реакція виду на геологічний перебіг ритмів погодних умов у пустельних зонах основного її існування. У період мусонів у посушливих районах тропічної зони починається бурхливе зростання рослинності, а це, у свою чергу, призводить до різкого збільшення чисельності сарани, утворення нею стадної форми, яка здійснює далекі міграції. Він довів, що міграціям властиві ті самі цикли, що і сонячній активності. При цьому учений рішучо відкидав усі антинаукові пояснення причин тимчасових масових розмножень і вимирань комах, як саморегулювання видового життя організмів або «рухлива рівновага» між «господарями» та їхніми паразитами і прагнув діалектичними методами розкрити існуючі у природі матеріальні причини спостережуваних явищ, що йде до нас від єдиного, джерела енергії нашої планетної системи – Сонця» [11, 35].

Пізніше, вже у 60-х рр. ХХ ст. М.С. Щербиновський розвинув уявлення про сонячно обумовлені спалахи чисельності всіх шкідливих комах, а для покращення методів прогнозу їхніх масових розмножень рекомендував враховувати тричленну залежність та обумовленість:

– ритміку змінної сонячної активності;

- режим циркуляції атмосфери, підпорядкований як обертанню Землі навколо осі, а й імпульсам хвильової і корпускулярної радіації Сонця;
- екологічні зміни в біоценозах, які викликаються мінливими у просторі та часі сезонними змінами режиму погоди під впливом сонячної активності та діяльності людини.

Основні роботи М.С. Щербиновського стали вагомим внеском в обґрунтування проблеми «Сонце – біосфера», які свого часу гідно були оцінені О.Л. Чижевським [16].

Однак, на той час, ці роботи не отримали визнання серед ентомологів, головним чином тому, що природознавство ще не мало переконливих доказів реальності зв'язків між Землею і космічним простором – проблемою дуже складною і мало знайомою екологам [17].

Детальні дослідження закономірностей змін чисельності непарного шовкопряда було виконано В.І. Бенкевичем [35]. Він проаналізував хроніки масових розмножень цього шкідника у європейській частині СРСР за останні 100 років і показав їхній зв'язок із сонячною активністю, циркуляційним режимом атмосфери, погодою та кліматом. Так, більшість спалахів чисельності непарного шовкопряда, як установив автор, мали місце на гілці спаду і в мінімумі 11-річних циклів сонячної активності або через 2, 3, 4 роки після максимуму індексу рекурентності і максимуму розвитку меридіальних процесів атмосферної циркуляції в травні – червні, чи у лютому – березні. Сонячна активність створює циклічний фон масових розмножень непарного шовкопряда, причому вона є рядовим модифікуючим чинником. Регулююча роль активності Сонця проявляється у впорядкуванні потужності впливу інших модифікуючих факторів та наданні їм властивої циклічності [35].

Акридолог О.М. Добрецов [35] також вважав, що між популяційними циклами сарачових та сонячними циклами є тісний зв'язок. Так, аналізуючи циклічність спалахів чисельності нестатних саранових у Красноярському краї, він дійшов висновку про їхній зв'язок із посухами, які в цьому регіоні припадають в основному на 9-й або 10-й роки 11-річного сонячного циклу.

З циклічністю сонячної активності пов'язували спалахи масових розмножень шкідливих комах багато зарубіжних екологів [5, 6].

Проте гіпотезу Сонячно-Земних зв'язків масових розмножень комах із сонячною активністю не визнавав відомий японський еколог Міяшита. Він заперечував періодичність масових розмножень шкідливих комах та його сонячну обумовленість. Показовими є результати його досліджень із детальним аналізом багаторічних (за 60–70 років) змін чисельності 12 видів шкідників сільського та лісового господарства у різних регіонах Японії [31]. Основний висновок автора: спалахи масових розмножень більшості видів шкідників нерегулярні, а їхня тривалість неоднакова. Виняток становлять лише стадні саранові, динаміка чисельності яких збігається з багаторічними змінами сонячної активності. Масові розмноження шкідників лісу та динаміка активності Сонця в різних областях Німеччини асинхронні – такий висновок німецького еколога Кліметцека [29].

Головна причина скепсису, на нашу думку, полягає в застарілому методологічному підході до оцінки циклічності динаміки популяцій, що полягає в однозначному поясненні цього складного екологічного процесу, у спробі звести зміни чисельності до одного або кількох чинників середовища, виділити з них головний, якого, з точки зору системного підходу, бути не може!

Не менш важливою причиною протиріч, що є в екологічній літературі, є лінійний підхід пояснення характеристик сонячної активності та її земних проявів,

а нерідко і незрозуміння факту про наявність у самоорганізованих системах, якими є популяції, біогеоценози та біосфера, прямих і зворотних зв'язків і взаємозв'язків, що забезпечують ієрархічність, взаємодію, синхронізацію та гомеостаз. Згідно із сучасними уявленнями, сонячна активність це складна відкрита система з дивними атрactorами і хаосом, вона має чутливість до початкових умов, а її показник  $W$  (число Вольфа) вимірюється досить грубо, тому можна розраховувати тільки на прогноз кількох довготривалих коливань сонячної активності. Тому справедливі вказівки опонентів на відсутність аналізу та підтвердження сполученості сонячно-екологічних зв'язків [8, 9, 10, 12].

У зв'язку з цим, Г.О. Вікторов [35] писав, що «встановлення зв'язку між коливаннями чисельності та ритмікою сонячної активності вимагає більш ґрунтовних доказів, заснованих на з'ясуванні причинних залежностей, а не на простій констатації циклічності з певним середнім періодом коливань».

Ця обставина, цілком природно, викликала певний скептицизм серед частини вітчизняних та зарубіжних екологів, навіть у тих випадках, коли сонячно-екологічна синхронізація була встановлена на основі якісної моделі.

Ситуацію в геліобіології свого часу успішно охарактеризував Ю.І. Вітінський [35] указавши, що в даний час скептиків відносно реальності впливу сонячної активності на біосферу, особливо серед біологів та медиків, поки що не менше, ніж прихильників цієї точки зору.

На нашу думку, це певною мірою пояснюється і тим, що нерідко дослідники сонячно-земних зв'язків ототожнюють терміни періодичність, ритмічність і циклічність. З метою чіткого розмежування цих понять та необхідності теоретичного обґрунтування закономірностей масових розмножень комах, ми вважаємо за необхідне у своїх узагальненнях та дослідженнях використовувати такі терміни та поняття.

Цикл – закінчений або незакінчений (перерваний) процес, елементи якого (фази, стадії, етапи і т. д.), слідуючи один за одним або чергуючись, становлять єдиний ряд, єдине ціле [35].

Циклічність – наявність, існування циклу чи циклів у розвитку (чи будові) чогось [35].

Ритм – закономірне (рівномірне) чергування, слідування (співвідношення) та (або) повторення будь-яких елементів, властиве розвитку, перебігу будь-якої системи у просторі та в часі [35].

Ритмічність – наявність ритму у розвитку (чи будові) чогось. Ритм і ритмічність проявляються у поєднанні, чергуванні та повторенні циклів, а й у самих циклах, усередині них. Не зовсім правильно зводити значення терміну «ритм» лише до рівномірної повторюваності, періодичності, бо остання, хоч і поширеніший, але лише окремий випадок ритмічності. Таким чином, ритм – це найбільш загальна властивість організації неживої та живої матерії, а прояв його закономірностей безмежний [35].

Період – проміжок часу (або іншого виміру), протягом якого щось відбувається (починається, розвивається та закінчується). Отже, період циклу – це проміжок часу, протягом якого він протікає (від початку до закінчення) [35].

Періодичність – закономірна (у тому числі рівномірна) повторюваність будь-яких (закінчених) явищ, процесів (циклів) у часі та (або) у просторі через певні, але обов'язково рівні одиниці будь-якої системи вимірювання. Відмінність понять циклу, ритму та періоду ми коротко сформулювали так: цикл – це процес, явище; ритм – його характеристика, внутрішня організація, структура; період – міра (у будь-яких одиницях виміру) процесу, явища від початку остаточно [35].

Така характеристика процесів та явищ, що протікають у неорганічному та органічному світі, багато в чому співзвучна діалектичній концепції розвитку, згідно з якою повторюваність (циклічність) – це необхідна ознака будь-якого закону, наявність у процесів та явищ внутрішньої закономірності, що носить об'єктивний характер.

На думку вчених біологічні процеси та явища циклічні. Їхня циклічність пояснюється, з одного боку, постійним впливом зовнішніх космічних чинників, а з іншого – автоколиваннями, властивими будь-якій матеріальній системі [26, 27, 28, 32].

Історичні відомості про закономірності динаміки чисельності комах є нечисленними та фрагментарними. Найбільш ранні дослідження екології комах виконані французьким натуралістом Р. Реомюром. У роботі, виданій 1735 р., наведено оригінальні спостереження впливу деяких чинників середовища в розвитку комах. У тому ж році Реомюр вперше описав масову появу совки-гами у Франції, а в наступні кілька років виконав цілу низку спостережень за розвитком комах за різних режимів температури. Реомюру належать класичні дослідження паразитизму серед комах. Його по праву вважають засновником паразитарної та метеорологічної концепцій динаміки популяцій комах.

З винаходом термометра температура стала найбільш очевидним фактором зовнішнього середовища, тому, цілком природно, перші дослідження в галузі екології комах передусім стосувалися саме цього чинника. Найбільш ранні спостереження впливу верхніх температурних меж на онтогенез і виживання комах були виконані ще Ніколі у 1841 р., Бютчлі в 1874 р. і Грабер в 1887 р.

Виявлення реакції комах на різні зміни температури, опадів, відносної вологості повітря та їхніх різних поєднань слугувало основою для формування на початку ХІХ ст. кліматичної концепції регуляції чисельності комах. Одночасно було сформульовано дві теоретичні концепції динаміки чисельності популяцій: «рухомої рівноваги» [35] і трофокліматична К.Ф. Рулье (1814–1858). Їхня сутність та концептуальні основи були викладені в оглядовій роботі І.Я. Полякова, який в історичному аспекті показав становлення основних теоретичних уявлень про динаміку популяцій [33].

По справжньому науковою стала теорія еволюції Чарльза Дарвіна. У світлі його уявлень, чисельність тварин і рослинних організмів коливається в природних умовах більш менш регулярно, залежно від середовищних і популяційних змін, а в основі цих коливань – саморегуляція популяцій, як і будь-яких інших біологічних систем. Незважаючи на те, що Дарвін поділяв погляди Мальтуса щодо питання коливання чисельності популяцій, він підкреслив закономірний характер цього процесу і заклав основи для розвитку сучасної популяційної екології та біології в цілому. «Ця теорія, пізніше модифікована і витлумачена на основі положень генетики, служить зараз тим стрижнем, навколо якого будується вся сучасна біологія» [30, 34, 45].

Основні положення дарвінівської теорії еволюції, насамперед динаміки популяцій, стали потужним стимулом подальших досліджень популяційної екології, розробки та вдосконалення теоретичних уявлень про динаміку чисельності тварин. Проблема динаміки популяцій швидко висунулася одне з чільних місць у екологічних дослідженнях.

Наприкінці 30-х – на початку 40-х рр. ХХ ст. вітчизняними та зарубіжними вченими одночасно були сформульовані факторіальні теорії динаміки популяцій: паразитарна, біоценотична та кліматична [35]. Характерною особливістю цих

теоретичних уявлень була негласна спроба повністю пояснити причини коливання чисельності будь-яких організмів їхньою реакцією на ті чи інші абіотичні фактори. Подібного роду підхід в екології О.М. Гіляров [35], кваліфікував як «аутекологічний редукціонізм». Останній, як зазначає автор, був прогресивною методологією і панував в екології приблизно до 60-х рр. XX ст.

На початку та в середині 50-х років XX ст. І.Я. Поляков на прикладі мишоподібних гризунів сформулював теоретичну концепцію зміни життєздатності популяцій у процесі градацій їхньої чисельності. Її сутність полягає в тому, що життєвість популяції в даний період (її структура, фізіологічний стан окремих вікових груп, темпи розвитку, інтенсивність розмноження, виживання, стійкість до різних несприятливих факторів) визначається тими умовами, в яких розвивалися ті вікові групи, з яких вона складається. Автор цієї концепції вважав, що популяції розрізняються як за віковим складом, співвідношенням статей, розмірами тіла, а й за характером реакцій на одні й самі чинники середовища. Ця мінливість формується під безпосереднім впливом умов харчування та кліматичних факторів, у яких відбуваються окремі етапи онтогенезу особини або відповідних вікових фракцій популяцій. Він вважав, що шкідники сільськогосподарських культур відносяться до таких груп тварин, для котрих вирішальне значення у поступовій динаміці популяцій мають фізичні чинники і кормові ресурси середовища. Під впливом цих факторів формуються морфофізіологічні властивості популяцій, їхні реакції на енергетичні ресурси і кліматичні чинники, характер внутрішньопопуляційних і міжвидових відносин і значення останніх для тенденцій зміни чисельності. Основне і принципово нове становище цієї теорії полягало в тому, що вона дозволяла заздалегідь судити про динаміку чисельності і про можливі чинники, здатні на неї впливати, за станом кормової бази, фізичного середовища та морфофізіологічних властивостей популяції. Це робить її прийнятною для вирішення завдань прогнозу [10, 35].

Наприкінці XX ст. серед вітчизняних і зарубіжних екологів були популярними теоретичні концепції, названі Г.О. Вікторовим [35] стохастизмом і регуляціонізмом, а сучасний етап дослідження популяційної динаміки пошуком механізмів регуляції чисельності.

Прибічники першого напрямку вважали вплив чинників довкілля на популяції випадковим. Комбінації різних чинників визначають зміни чисельності комах (підйоми і спади), причому сприятливе поєднання умов, які визначають підйоми чисельності, спостерігається у природі набагато рідше, ніж несприятливе.

Представники другого напрямку розглядають коливання чисельності як регульований процес. Вони вважають, що її випадкові зміни, викликані прямим чи непрямим впливом абіотичних (переважно фізичних) чинників, компенсуються діяльністю регуляторних механізмів, які керуються змінами щільності популяцій за принципом негативного зворотнього зв'язку. На думку прихильників регуляціонізму, у цій ролі можуть бути біотичні чинники середовища, які реагують зміни чисельності інших організмів.

Відповідно до уявлень більшості сучасних екологів, зміна чисельності комах сприймається як взаємодія різних механізмів. Г.О. Вікторов підрозділив їх на модифікуючі та регулюючі. До модифікуючих він відніс кліматичні та інші географічні чинники середовища, а до регулюючих – природних ворогів (паразити, хижаки, збудники хвороб), внутрішньовидові відносини (конкуренція), а також трофічні чинники (кількість, якість та доступність їжі).

Понад 80 років тому на прикладі лісових комах було сформульовано трофічну теорію динаміки популяцій. Засновник цієї теорії Д.Ф. Руднев вважав головним

чинником динаміки чисельності стовбурових і хвогризучих комах кількість та якість корму. Погода та інші екологічні чинники, на думку цього автора, опосередковано впливають на чисельність популяцій через стан кормових рослин, «... можуть лише прискорити чи уповільнити темпи зростання чисельності, основний напрям якого визначається фізіологічним станом самих рослин».

Наприкінці 60-х, на початку 70-х рр. ХХ ст. П.М. Рафес обґрунтував біогеоценотичну теорію динаміки популяції лісових комах. Її концептуальна основа – залежність формування та величини, а також змін популяції від біогеоценозу як надсистеми, взаємозалежності попередньої (рослини) та подальшої (фітофага) ланок у ланцюгах живлення. Відповідно до цієї теорії, популяція разом із регулюючими її чисельність чинниками є не самостійною системою, а окремим елементом у біогеоценозі. При цьому стан популяції та зміни, які вона зазнає, визначаються потоком речовини, що проходить через неї ланцюгами живлення і здійснює кругообіг речовини в даному біогеоценозі [33, 35]. П.М. Рафес на прикладі непарного шовкопряда зробив висновок про те, що масові розмноження будь-яких рослиноїдних комах – це ознака того, що швидкість надходження його кормового ресурсу зростає, оскільки покращилася якість корму та збільшилася (наприклад, завдяки погоді) можливість його споживання. Отже, кругообіг речовини та потік енергії в біогеоценозі детермінує продуктивність (величину) кожної популяції, а тим самим і співвідношення чисельності партнерів по трофічним зв'язкам. Оцінюючи біогеоценотичну теорію П.М. Рафеса, як спробу системного підходу до аналізу динаміки популяцій, слід визнати, що вона була одним з варіантів трофічної теорії.

#### **Висновки**

1. Поява паразитарної, кліматичної, трофічної та інших теорій – закономірний історичний етап екологічних досліджень, які відображали методологію того чи іншого періоду розвитку екології популяцій.

2. Існування теорій, які пояснюють динаміку популяцій на основі їхньої взаємодії з одним-двома чинниками середовища, може бути лише тимчасовим, бо безперервно накопичуються факти, які не вкладаються в рамки цих теорій.

3. В екології комах назріла необхідність теоретичного синтезу, що передбачає появу нової теорії, в якій буде діалектично знято обмеженість попередніх теорій.

4. Будь-яка істинно наукова теорія повинна виконувати описову, пояснювальну, синтезуючу, а головне, прогностичну функції, і цій вимозі не відповідають існуючі нині теорії динаміки популяцій.

5. Для створення теорії, що пояснює повторюваність і циклічність масового розмноження комах, необхідний синергетичний синтез з урахуванням системних закономірностей їх розвитку та взаємодії з системами вищого рівня організації, нелінійності популяційної динаміки та хаосу, режимів із загостренням та обмеженістю прогнозів.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Білецький Є.М., Туренко В.П. Методологія прогнозу. *Захист рослин*. 2002. № 7. С. 2–4.
2. Білецька Н.С. Закономірності і прогноз масового розмноження локальних популяцій шкідливої черепашки. *Захист рослин*. 2003. № 1. С. 6–8.
3. Білецький Є.М. Закономірності прогнозу масового розмноження лучного метелика. *Карантин і захист рослин*. 2004. № 9. С. 11–13.
4. Білецький Є.М. Теорія і технологія багаторічного прогнозу. *Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття: матер. Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: Аспект-Поліграф, 2004. С. 29–36.

5. Білецький Є. Теорія і технологія багаторічного прогнозу в захисті рослин. *Науковий вісник АНВШУ*. Київ, 2005. № 3 (29). С. 57–70.
  6. Білецький Є.М. Харківські екологи – засновники фітосанітарного прогнозування. *Вісник ХНАУ. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2013. № 10. С. 33–45.
  7. Білецький Є.М., Малюкіна Д.І. Про екологічний та фітосанітарний стан агроценозів в Україні. *Економіка АПК: міжнародний науково-виробничий журнал*. 2015. № 11. С. 30–35.
  8. Білецький Є.М., Станкевич С.В. Нелінійна динаміка популяцій комах. Режими із загостренням і можливістю прогнозування. *Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 85-річчю факультету захисту рослин (1932–2017) Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва «Фундаментальні і прикладні проблеми сучасної екології та захисту рослин»*. 14–15 вересня 2017 р. Харків: ХНАУ, 2017. С. 16–18.
  9. Білецький Є.М., Станкевич С.В. Теорія циклічності динаміки популяцій комах. *Перші Сазановські читання: матер. Всеукр. наук.-практич. Конф., присвяченій 100-річчю заснування Полтавської державної аграрної академії, м. Полтава, 27 листопада 2020 р.* Полтава: ПДАА, 2020. С. 115–119.
  10. Довгань С.В. Моделі прогнозу розвитку та розмноження фітофагів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 208 с.
  11. Кравченко В.П., Чайка В.М. Стан популяції лугового метелика в Україні. *Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб.* 2002. Вип. 48. С. 17–25.
  12. Станкевич С.В. Динаміка чисельності популяцій комах як елементарний фактор мікроволоудії. *Наукове мислення: Збірник статей учасників вісімнадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної інтернет-конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього»*. 28 лютого по 11 березня 2018р. Дніпро: Видавництво НМ., 2018. С. 35–37.
  13. Станкевич С.В. Нелінійність масових розмножень комах як аналоги режимів із загостренням і можливий механізм їхньої катастрофічної чисельності з позиції синергетики. *The international research and practical conference «The development of nature sciences: problems and solutions»*. *Proceedings of the Conference Flora i Vegetation, Zoology, Medico-biological research*. April 27-28, 2018. Czech Republic, Brno, 2018. С. 115–119.
  14. Станкевич С.В., Забродіна І.А. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур. Харків: Бровін О.В., 2016. 216 с.
  15. Станкевич С.В. Управління чисельністю комах-фітофагів. Харків: ФОП Бровін О.В., 2015. 178 с.
  16. Станкевич С.В., Забродіна І.В., Немерицька Л.В. Популяційні цикли комах (у просторі та часі). *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 3–19. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.19>
  17. Станкевич С.В., Немерицька Л.В., Журавська І.А. Просторово-часова синхронізація масових розмножень комах. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 210–220. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.29>
  18. Стригун О.О. Вплив метеорологічних умов на багаторічну динаміку чисельності звичайного бурякового довгоносик. *Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб.* 2002. Вип. 48. С. 128–139.
  19. Трибель С., Стригун О. Увага – небезпека! Спалах масового розмноження лучного метелика. *Пропозиція*. 2012. № 7. С. 76–80. (Початок).
  20. Трибель С., Стригун О. Увага – небезпека! Спалах масового розмноження лучного метелика. *Пропозиція*. 2012. № 9. С. 18–71. (Закінчення).
  21. Чайка В.М. Екологічне обґрунтування прогнозу розповсюдження основних шкідників польових культур в агроценозах України. *Інтегрований захист рослин на початку XXI століття: матер. Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: Аспект-Поліграф, 2004. С. 119–125.
-

22. Чайка В.М. Еколого-фізіологічні аспекти динаміки популяцій комах фітофагів. *Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб.* 2000. Вип. 48. С. 3–10.
23. Чайка В.М. Моніторинг фітосанітарного стану агроценозів. Стратегія і тактика захисту рослин. Т.1. Стратегія. Київ: Альфа-стевія, 2012. Р. 10. С. 409–416.
24. Чайка В.М., Бакланова О.В., Сердюк І.С. Поширення саранових. Екологічні закономірності на території України. *Карантин і захист рослин.* 2010. № 8. С. 2–5.
25. Чайка В.М., Мельничук М.Д., Бакланова О.В., Сердюк І.С. Саранові. Екологія популяцій, моніторинг, прогноз. Київ, 2009. 246 с.
26. Constanito R.F., Deshamais R.A., Cushing J.M., Brian D. Caetic dynamics in an insect population. *Scence.* 1997. V. 275, № 5298. P. 389–391.
27. Cushing J. Nonlinear dynamics in insect populations From egulibna to chaos, from mathematical models to laboratory experiments. *Tagungsber. Math. Forschun, Oberwolttach.* 1996. № 40. P. 4–5.
28. Logan J.A., Allen I.S. Nonlinear dynamics and chaos in insect populations. *Arn. Rov. Entomol.* 1992. V. 37. P. 455–477.
29. Klimetzek D. Insektenvermehrungen und Sonnen – flecken. *Forst. Wissensch. Cenbriff.* 1976. S. 226–238.
30. Mayr E. The growth of biological thought. Cambridge: Harvard University Press, 1982. 975 p.
31. Miyashita K Outbreaks and population fluctuau – tions of insects,with special reference to agricultural insect pest i Japan. *Bull. Wat., just. Agric. Sci.* 1963. № 15. S. 19–50.
32. Spencer H. A theory of population, deducted from the general law of animal fertility. *Westminster.* 1852. № 57. S. 468–501.
33. Stankevych S., Zabrodina I., Zhukova L., Bezpalko V., Nemerytska L. Mass breeding technology of the predatory mite phytoseiulus by the box method and its application in plant protection. Ecology, Biotechnology, Agriculture and Forestry in the 21st century: problems and solutions. Monograph. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn: Teadmus OÜ, 2024. P. 170–176.
34. Stankevych S.V. Algorithms of forecasting beginning of the next mass reproduction of some. *Austria science.* 2018. № 17. P. 17–21.
35. Stankevych S.V., Biletskyj Ye.M., Golovan L.V. Polycyclic character, synchronism and nonlinearity of insect population dynamics and prognostication problem: monograph. Kharkiv: Publishing House I. Ivanchenko, 2020. 133 p
36. Stankevych, S.V., Baidyk, H.V., Lezhenina, I.P. et al. Wandering of mass reproduction of harmful insects within the natural habitat. *Ukrainian Journal of Ecology,* 2019. 9(4), 578–583. 10.15421/2019\_793
37. Stankevych, S.V., Biletskyj, Ye.M., Zabrodina, I.V. et al. Cycle populations dynamics of harmful insects. *Ukrainian Journal of Ecology,* 2020. 10(3), 147–161. 10.15421/2020\_148
38. Stankevych, S.V., Biletskyj, Ye.M., Zabrodina, I.V. et al. Prognostication algorithms and predictability ranges of mass reproduction of harmful insects according to the method of nonlinear dynamics. *Ukrainian Journal of Ecology,* 2020. 10(1), 37–42. 10.15421/2020\_8
39. Stankevych, S.V., Biletskyj, Ye.M., Zabrodina, I.V. et al. Prognostication in plant protection. Review of the past, present and future of nonlinear dynamics method. *Ukrainian Journal of Ecology,* 2020. 10(4), 225–234. 10.15421/2020\_192
40. Stankevych, S.V., Vasylieva, Yu.V., Golovan, L.V. et al. Chronicle of insect pests massive reproduction. *Ukrainian Journal of Ecology,* 2019. 9(1), 262–274.

УДК 633.854:631

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.15>

## МОРФОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНОГЕНЕЗУ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* (L.) В РІЗНИХ ФІТОЦЕНОЗАХ

**Сторожик Л.І.** – д.с-г.н., професорка,  
головний науковий співробітник лабораторії насіннєзнавства, насінництва  
та розсадництва,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

**Балян І.В.** – PhD, заступник директора з науково-організаційних  
та господарських питань,

Інститут аграрних ресурсів та регіонального розвитку

Національної академії аграрних наук України

**Завгородня С.В.** – PhD,

старший викладач кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів та природокористування України

**Кулик Г.А.** – к.с-г.н.,

доцент кафедри загального землеробства,

Центральноукраїнський національний технічний університет України

У статті представлені результати досліджень щодо морфометричних показників *Ambrosia artemisiifolia* (L.) ценопопуляції Києва та Берегівського району Закарпатської області. З обстеженою загальною площею 70 тис. га у Києві амброзію виявили на 0,91 тис. га, у Закарпатській області з обстежених 1234,8 тис. га сеgetальний бур'ян поширився у фітоценози на 12,44 тис. га. У ценопопуляціях Києва сходи амброзії полинолістої з'являлись у травні, з глибини до 1–5 см, на Закарпатті на два тижні раніше. Вегетативний період тривав біля 150–180 діб: від появи сходів до початку бутонізації 100–120 діб, від бутонізації до дозрівання насіння 50–60 діб. Загалом морфометричні показники амброзії полинолістої у досліджуваних фітоценозах (фаза дозрівання) різнились: мінімальна висота рослин амброзії у ценопопуляціях Києва становила майже 160 см, максимальна – більше 200 см, діаметр стебла – 4,8–5,2 мм, у ценопопуляції Закарпаття відповідно 186 та 220 см, та 5,3–5,9 мм. Кількість листків, їх довжина та ширина мали показники децю більші у фітоценозах Закарпаття. Кількість бічних пагонів суттєво не різнились, а от довжина рослин київської ценопопуляції амброзії була в межах 58–63 см, у закарпатської на 6 см довша. Репродуктивні показники (чоловічі суцвіття та жіночі квітки) у фітоценозах Закарпаття були в середньому на 10–12 шт. більші, порівняно з ценопопуляцією Києва. З'ясовано, що лінійні розміри зібраного насіння різнились не суттєво, а якісні показники мали різницю залежно від фракції (крупна та середня фракції насіння ценопопуляції Києва мали схожість в середньому 57 %, Закарпатська ценопопуляція на 10 % більше). Загальна насіннева продуктивність доволі висока і становила 741,6 шт./рослину у фітоценозах Києва та 853,2 шт./рослину у фітоценозах Закарпатської області.

**Ключові слова:** насіння, рослини, *Ambrosia artemisiifolia* (L.), морфометричні показники, фітоценози.

### **Storozhyk L.I., Balyan I.V., Zavorodnia S.V., Kulyk G.A. Morphobiology features of organogenesis of *Ambrosia Artemisiifolia* (L.) in various phytocenoses**

The article presents the results of studies on the morphometric indicators of *Ambrosia artemisiifolia* (L.) cenopopulations of Kyiv and Beregov district of the Transcarpathian region. Out of the total surveyed area of 70 thousand ha in Kyiv, ragweed was found on 0.91 thousand ha, in the Transcarpathian region out of the surveyed 1234.8 thousand ha, the segetal weed spread in phytocenoses on 12.44 thousand ha. In the Kyiv cenopopulations, shoots of ragweed appeared in

May, from a depth of 1–5 cm, in Transcarpathia two weeks earlier. The vegetative period lasted about 150–180 days: from the appearance of shoots to the beginning of budding 100–120 days, from budding to seed ripening 50–60 days. In general, the morphometric indicators of ragweed in the studied phytocenoses (maturation phase) differed: the minimum height of ragweed plants in the cenopopulations of Kyiv was almost 160 cm, the maximum – more than 200 cm, the stem diameter – 4.8–5.2 mm, in the cenopopulation of Transcarpathia, respectively, 186 and 220 cm, and 5.3–5.9 mm. The number of leaves, their length and width had slightly higher indicators in the phytocenoses of Transcarpathia. The number of lateral shoots did not differ significantly, but the length of the plants of the Kyiv cenopopulation of ragweed was within 58–63 cm, in the Transcarpathian one it was 6 cm longer. Reproductive indicators (male inflorescences and female flowers) in the phytocenoses of Transcarpathia were on average 10–12 pcs. higher, compared to the cenopopulation of Kyiv. It was found that the linear dimensions of the collected seeds did not differ significantly, and the qualitative indicators differed depending on the fraction (the large and medium fractions of the seeds of the Kyiv cenopopulation had an average similarity of 57%, the Transcarpathian cenopopulation was 10% more). The total seed productivity was quite high and amounted to 741.6 pcs./plant in the phytocenoses of Kyiv and 853.2 pcs./plant in the phytocenoses of the Transcarpathian region.

**Key words:** seeds, plants, *Ambrosia artemisiifolia* (L.), morphometric indicators, phytocenoses.

**Постановка проблеми.** Антропогенне поширення адвентивних видів у нові ареали часто провокує порушення функціонування природних чи антропогенних екосистем і тягне серйозні екологічні, соціальні та економічні наслідки. Розповсюдження *Ambrosia artemisiifolia* спричиняє в Європі тай і в Україні одну із гострих екологічних проблем. В останні роки Амброзія полинолиста (*A. artemisiifolia* L.) стала домінуючим бур'яном у більшій частині Європи, Азії та Америці, а за прогнозами аналітиків, ще більше буде поширюватися із потеплінням клімату. Наслідком такого процесу, окрім антропогенної діяльності, є передусім потужні інвазійні властивості амброзії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** *A. artemisiifolia* є однорічною насіннєвою рослиною, агресивним чужорідним видом-конкурентом бур'янів, що негативно позначається на видовому різноманітті, стабільності і функціонування екосистем [1]. *A. artemisiifolia* не має специфічного механізму свого поширення. Насіння розноситься вітром на кілька метрів навколо материнських рослин та водою. Іноді розповсюдження може відбуватися через птахів, які поїдають насіння. На схожість насіння суттєво впливають температура і її ритмічність, освітленість, вологість, концентрація CO<sub>2</sub> [2]. Тим не менш, вважається, що основна причина швидкого розповсюдження амброзії має антропогенне походження. Науковці відмічають, що високі температури спекотного посушливого літа спричиняють вторинний стан спокою насіння. Більшість зрілого насіння перебуває в стані спокою в ґрунті, лише незначна частка (близько 10%) сходять протягом року. Проростання може затриматись і низькою температурою та підвищеною вологістю, поганою інтенсивністю освітлення та високою концентрацією солі [3]. Hall та ін. [4] досліджували масу насіння популяцій, і виявили, що вага насіння амброзії коливається від 4,7 мг до 8,8 мг. Також встановлено, що ні маса насіння, ні співвідношення вуглецю/азоту істотно не впливають на швидкість проростання схожість різних популяцій насіння. А от місце походження та вік (термін знаходження у ґрунті) насіння амброзії може суттєво впливати на швидкість проростання. Молодше насіння може прорости раніше, ніж старше насіння. Встановлено, що насіння може прорости з шару ґрунту до 7 см, а то й глибше, але сходи не можуть вийти на поверхню ґрунту (вони проростають, але не сходять). Ці проростки гинуть у ґрунті після вичерпання запасів живлення ендосперму [5].

За свідченнями Guillemain and Chauvel, (2011) [3], максимальна глибина проростання становить 8 см. Зважаючи на дослідження Sang та ін. [6], насіння, висіяне на глибину 0–4 см у ґрунт, проростало у 75% випадків, тоді як насіння, заглиблене на глибину 6 см, проростало лише в 2,5–0,5% випадків. В Угорщині більшість насіння *A. artemisiifolia* проростає з верхніх шарів ґрунту (2,6–3 см) і може втратити життєздатність вже через чотири роки. Насіння з глибших шарів ґрунту (35–45 см), може зберігати свою життєздатність упродовж 30–40 років [9].

Встановлено, що світло сприяє проростанню, а насіння, піддане 12-годинному освітленню, проростає на 97%, тоді як насіння занурене у темряву на 75%. Загалом, потреба в освітленні для проростання суттєво залежить від рівня спокою, місця походження, віку та умов зберігання до проростання. Однак, фактором впливу може бути і температурний режим проростання [7]. Банк насіння стійких бур'янів може залишатися життєздатним десятиліттями. Silc [8] вказує, що насіння амброзії може зберігати свою життєздатність у ґрунті понад 20 років. A Chikoye [9] і Oberdorfer [10] відмітили, що насіння може зберігати свою життєздатність протягом 30–35 років. Життєздатність значною мірою залежить від типу ґрунту та глибини залягання. Крім того, існують значні внутрішньовидові відмінності щодо проростання між популяціями насіння, отриманими з ценозів узбіч доріг і орних полів. Willernsen, R.W [11] відзначав, що 4 °C є оптимальною температурою (2 тижні у вологих і темних умовах) для переривання стану спокою насіння. Для повного дозрівання насіння амброзії потрібна холодна стратифікація від 4 до 11 °C протягом 15 тижнів. Також дослідники відмічали про зниження швидкості проростання амброзії при зберіганні насіння 5 років в сухих умовах. *A. artemisiifolia* належить до C3 фотосинтетичного типу рослин [12]. Після появи сходів у травні та червні починається інтенсивний вегетативний розвиток і триває до піку цвітіння в серпні та вересні. Інтенсивність органогенезу значною мірою залежить від температури. Вегетаційний період амброзії звичайної в Україні починається в квітні. Пік появи сходів припадає на середину травня. Час появи сходів впливає на біомасу, виробництво пилку та формування та дозрівання насіння. В агроecosистемах насіння, яке зійшло у квітні, здатне продукувати 3000–4000 насінин з однієї рослини, тоді як насіння, яке сходить пізніше (у серпні), може давати лише 12–16 насінин [2]. Рослини після цвітіння продовжують свій ріст, але тільки з подовженням міжвузлів. Розгалуження пагонів відбувається на 3–4 см від поверхні ґрунту. Після механічного пошкодження придаткові бруньки можуть відростати та розвивати додаткові пагони [10], а також можуть виникати і додаткові корені з пагонів. Максимальна швидкість вегетативного розвитку амброзії відбувається до появи чоловічих квіток. Після цвітіння вегетативний розвиток сповільнюється, але не припиняється. Оптимальний ріст пагонів і коренів відбувається від 29,5 °C до 31,4 °C. Рослина припиняє свій ріст при температурі вище 43 °C [1].

Зменшення тривалості дня впливає на період цвітіння. Час настання цвітіння затримується, якщо фотоперіод не довший за 14 год [12]. Складний механізм регуляції у вегетативній фазі амброзії зумовлює подальший розвиток квіткових меристем до чоловічих або жіночих квіток. Амброзія є вітрозапильним видом, і задля отримання повністю дозрілого насіння потрібно 40–60 діб після запліднення [2]. У кожній рослині амброзії чоловічих і жіночих квіток приблизно 50х50, але співвідношення може зміщуватись через пізню появу сходів [6]. Діаметр чоловічого суцвіття близько 2–3 мм. Чоловіче цвітіння зазвичай починається в середині липня і триває довго: більше 2–2,5 місяців. Жіночі квітки починають цвісти через

два тижні після чоловічих і цей процес продовжується до перших заморозків. Як правило, в одному суцвітті 17 чоловічих квіток. Одна квітка містить близько 7000 пилкових зерен, тому з 1 чоловічого суцвіття може розсіятися 119 тис. пилкових зерен [13,14, 15].

**Мета роботи** дослідити морфометричні показники насіння та біологічні особливості рослин амброзії полинолистої (*A. Artemisiifoli*) в різних ценозах.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили в лабораторії насіннезнавства, насінництва та розсадництва Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Обстеження ареалів амброзії полинолистої проводили в ценозах міста Києва та селища Велика Бакта, Берегівського району, Закарпатської області. Насіння *Ambrosia artemisiifolia* L відбирались у природних ценозах, де на застосовувались пестициди. Запаси насіння бур'яну у ґрунті та чисельність її сходів визначали на весні, відбирали зразки ґрунту у 5-ти місцях кожної ділянки. Відбір зразків проводився методом конверта: на глибину 0–7 та 8–15 см, шириною 20 см та довжиною 20 см. Для визначення енергії проростання та лабораторної схожості проводили холодову ( $-4^{\circ}\text{C}$ ) стратифікацію насіння упродовж 12 тижнів. Кількість насінин у повторенні становила 100 шт. Насіння амброзії полинолистої пророщували у чашках Петрі за температури  $22\text{--}25^{\circ}\text{C}$ , вологість повітря  $75\text{--}80\%$ , світловий період 16 годин протягом 20 діб. Облік проводили щодня, енергію проростання визначали на п'яту добу після закладання дослідів, лабораторну схожість на 15 добу [16]. Експеримент повторювали чотири рази. Статистичну обробку даних проводили з використанням програм «Microsoft Excel 2010» та «Agrostat».

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Екологічна пластичність та широкий поліморфізм амброзії полинолистої: велика продуктивність насіння (Fumanal та ін., 2008), високі алопатичні властивості (Сторожик, Михайловин, 2024), стійкість до несприятливих абіотичних умов (листки амброзії можуть втратити 71% води без незворотніх пошкоджень) [17, 18]. А розвиток резистентності до різних гербіцидів (Kazinczi та ін., 2008), дозволяє рослині освоювати різні екосистеми (Genton та ін., 2005). [19, 20]. Цьому також сприяє відсутність у місцях інвазії спеціалізованих фітофагів, які харчуються цією бур'яною рослиною, та повільне звикання до нього багатодітних видів [21].

У Києві амброзія полинолиста розповсюджена спорадично, осередками (узбіччя залізниць і шосейних доріг, прибудинкових територіях та інші біоценози). За результатами наших досліджень в фітоценозах міста Києва перші проростки рослини амброзії з'являлись у кінці квітня, цвіли упродовж 80 діб і потребували 155 діб для дозрівання насіння. Чоловічі суцвіття розкривалися на 7–10 діб раніше жіночих квіток, а на головному пагоні цвітіння починалось раніше, ніж на гілках. Квітки амброзії полинолистої одностатеві. Кошики з тичинковими квітками напівкулясті, зібрані у верхівкові гроновидні або колосовидні загальні суцвіття, які містять до 200 чоловічих квіток [14]. Жіночі квітки поодинокі або по 2–5 зібрані в клубочки, що розташовані в підставі гілок або в пазухах верхніх листків (Рис. 1А). В кінці липня першими зацвітають чоловічі квіти, жіночі квітки з'являються через тиждень на початку серпня (Рис. 1В) Амброзія полинолиста є вітрозапильною рослиною. Великі рослини можуть продукувати більше 60 тис. насіння (Рис. 1С).

Амброзія полинолиста завдяки своїй невибагливості до умов існування, представлена в багатьох фітоценозах. Заселяючи новий ареал, зазначений сеgetальний бур'ян суттєво змінює зростаючу там рослинну синузю. З обстеженою загальною площею 70 тис. га у Києві амброзію виявили на 0,91 тис. га, порівняно з Київською

областю (обстежено 2578,9 тис. га, засмічених амброзією угідь становить 1,42 га. У Закарпатській області з обстежених 1234,8 тис. га сеgetальний бур'ян поширився у фітоценози на 12,44 тис. га. Ареал розповсюдження збільшився майже у 2,2 рази, порівняно з 2010 роком. Таку інтенсивність розповсюдження можна пояснити близькістю регіону до Угорщини, в якій проблема поширення амброзії стоїть дуже гостро, із якої почалася інвазія в західні області України.

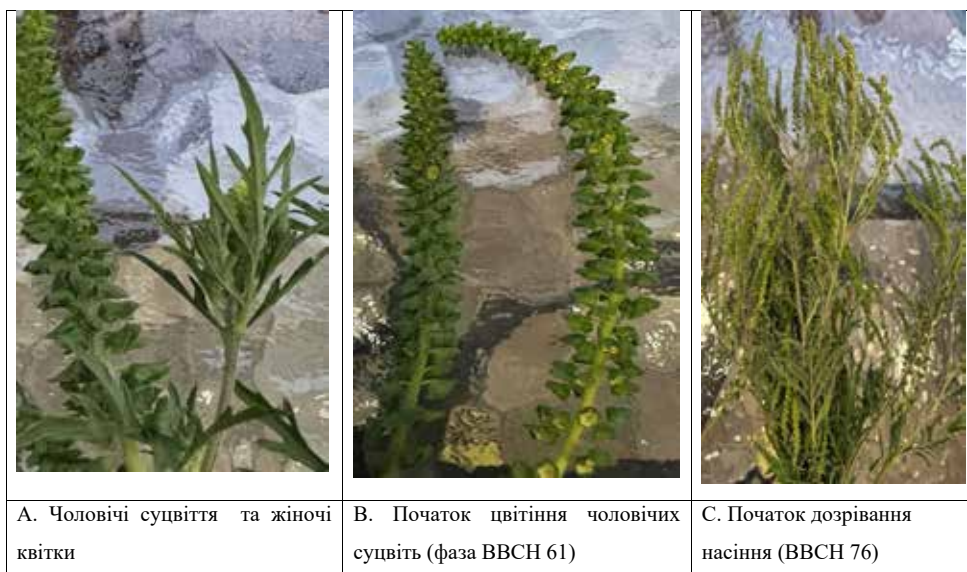


Рис. 1. Генеративний період амброзії полинолистої (*A. artemisiifolia* L.)

Деякі параметри морфогенезу амброзії свідчать про пристосувальний характер ознак до стресових ситуацій, які пов'язані, як правило, з ростовими процесами. Характер зростання та диференціації є найважливішими показниками стану рослинного організму, так як вони найповніше розкривають особливості морфогенезу особини (виникнення форми, морфологічний статус, становище у популяції).

У ценопопуляціях Києва сходи амброзії полинолистої з'являлись у травні, з глибини до 1–5 см, у Закарпатті на два тижні раніше. Масова поява сходів відбувається в квітні-травні з глибини до 8 см, за позитивних температур та достатньої зволоженості ґрунту сеgetальний бур'ян проростав упродовж усього літа. На початку органогенезу амброзія інтенсивно вкорінюється, тому надземна частина росла повільно. Приблизно з кінця червня розпочався інтенсивний ріст вегетативної маси. На початок липня рослини виростили до 60 сантиметрів, до кінця вегетації були висотою більше 2 метрів. Цвіла амброзія в кінці липня-серпні, хоча і може цей процес тривав і у вересні – навіть у жовтні. Вегетативний період тривав біля 150–180 діб: від появи сходів до початку бутонізації 100–120 діб, від бутонізації до дозрівання насіння 50–60 діб. Загалом морфометричні показники амброзії полинолистої у досліджуваних фітоценозах (фаза дозрівання) різнились. Так мінімальна висота рослин амброзії у ценопопуляції Києва становила майже 160 см, максимальна – більше 200 см, причому діаметр стебла становив 4,8–5,2 мм, у ценопопуляціях Закарпаття відповідно 186 та 220 см, та 5,3–5,9 мм. Сформована коренева

система київської ценопопуляції сегетального бур'яну була в межах 11,3–16,1 см, закарпатської – на 2 см більше (Рис. 2). Кількість листків, їх довжина та ширина мали показники дещо більші у фітоценозах Закарпаття. Кількість бічних пагонів суттєво не різнилися, а от довжина київської ценопопуляції рослин амброзії була в межах 58–63 см, у закарпатської на 6 см довша.

Таблиця 1

**Морфометричні показники росту амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia* L.) залежно від фітоценозу (2021–2024 рр.)**

| Лінійні показники                             | місто Київ |          | Берегівський р-н, Закарпатської обл. |           |
|---|------------|----------|--------------------------------------|-----------|
|   | Min        | Max      | Min                                  | Max       |
| Висота рослини, см                            | 160±6,9    | 210±4,3  | 186,2±4,5                            | 220,9±5,1 |
| Діаметр стебла, мм                            | 4,8±1,3    | 5,2±0,3  | 5,3±0,4                              | 5,9±0,3   |
| Довжина кореневої системи, см                 | 11,3±1,2   | 16,1±1,5 | 12,6±2,2                             | 17,4±2,1  |
| Кількість листків на центральному пагоні, шт. | 11±3,2     | 14±2,1   | 12,6±3,2                             | 15,4±2,2  |
| Довжина листка, см                            | 9,7±0,2    | 10,1±0,3 | 10,3±1,1                             | 10,5±0,7  |
| Ширина листка, см                             | 5,6±0,3    | 5,8±0,2  | 6,2±0,3                              | 6,4±0,1   |
| Кількість бічних пагонів, шт.                 | 9±1,2      | 11±1,1   | 10±0,9                               | 13±1,1    |
| Довжина бічного пагона, см                    | 58,1±2,5   | 63,3±2,9 | 64,4±2,5                             | 67,8±1,7  |
| Кількість чоловічих суцвіть, шт.              | 73,7±2,1   | 78,1±2,3 | 81,3±3,3                             | 87,9±5,4  |
| Кількість жіночих квіток, шт.                 | 19,6±2,1   | 20,3±1,5 | 26,4±3,4                             | 29,1±4,1  |



Рис. 2. Коренева система амброзії полинолистої (*A. artemisiifolia* L.) у фітоценозах Києва

Щодо репродуктивних показників, то слід зазначити, що кількість чоловічих суцвіть фітоценозу Києва становила від 73,7 до 78,4 шт. на рослині, жіночих квіток майже 20 шт. У фітоценозах Закарпаття чоловічих суцвіть в середньому на рослину було від 81 до 88 шт., а жіночих квіток від 26 до 29 шт./рослину. Так як морфологічний статус будь-якої рослини характеризується певним набором

ознак, то популяція амброзії полинолистої у фітоценозах Закарпатської області Березівського району біль потужніша і супроводжується мінливістю за біометричними показниками, порівняно з ценопопуляцією Києва. Загальна насіннева продуктивність доволі висока і становила 741,6 шт./рослину у фітоценозах Києва та 853,2 шт./рослину у фітоценозах Закарпатської області. Тому і зібране насіння амброзії відрізнялось за фракцією та лінійними розмірами.

Так, у ценозах Березівського району крупна фракція дозрівших зернівок амброзії мала довжину з шипом 4,3 мм, без шипа 3,2 мм, ширину 2,1 мм, товщину 1,8 мм. У ценопопуляції Києва зазначені лінійні показники зібраних зернівок становили відповідно 3,8 мм, 3,1 мм, 2,1 мм та 1,7 мм. Маса 1000 шт. насінин – 3,9 та 3,6 г відповідно (Рис. 3). Різниця у показниках відмічена тільки по довжині зернівок: у закарпатській популяції довжина була більшою на 0,3 мм; ширина та товщина майже однакові.

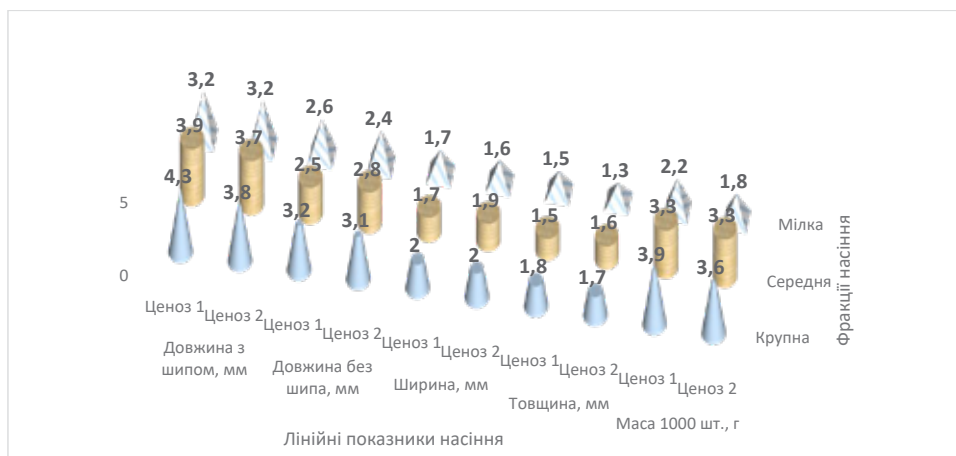


Рис. 3. Лінійні показники насіння амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia* L.) зібраного в ценозах: 1 – Березівського району Закарпатської області та 2 – Київ

Середня фракція зібраного у фітоценозах Березівському районі Закарпатської області та міста Києва насіння представлена такими лінійними показниками: довжина з шипом відповідно – 3,9–3,7 мм, без шипа – довша у київській популяції – 2,8 мм, у березівській 2,5 мм; ширина та товщина також була більша у київській популяції на 1,2 мм та і маса 1000 шт. зернівок однакова 3,3 г. А от маса мілкої фракції у березівської популяції була більшою всього на 0,4 г, порівняно з київською, тоді як вище зазначені показники не відрізнялись. Насіння амброзії не суттєво різнилось між собою за розмірами, масою, формою та зернівки залежно від фітоценозу.

Проростання насіння це морфофізіологічний процес перетворення зародка в проросток з включенням всіх метаболітичних механізмів взаємодії в фітоценозі. Високі показники енергії проростання та схожості характеризують одночасність проростання насіння, розвиток проростків та спроможність сформувати повні сходи. Висока спроможність насіння до інтенсивності проростання значною мірою залежить від його розміру. Різноманітність насіння за розмірами певною мірою впливає на динаміку появи проростків та лабораторну схожість насіння загалом

(Табл. 2). Щоденний підрахунок кількості зернівок, зібраних у фітоценозах Березівського району, які зійшли протягом семи діб, починаючи з доби появи сходів, показав, що за розміром середнє та крупнє насіння проростає інтенсивніше: вже на п'яту добу з початку появи сходів кількість пророслих насінин досягає відповідно 66,1 та 58,7%, тоді як дрібнє насіння проросло лише на 25,3%.

Таблиця 2

**Енергія проростання та лабораторна схожість насіння (%) амброзії  
полинолістої (*Ambrosia artemisiifolia* L.) залежно від фракції  
зібраного насіння, 2022–2024 рр.**

| Насіння зібране в фітоценозах                 | Якісні показники насіння, % | Крупнє | Середнє | Мілке |
|---|-----------------------------|--------|---------|-------|
| Берегівського району<br>Закарпатської області | Енергія проростання         | 58,7   | 66,1    | 25,3  |
|   | Лабораторна схожість        | 63,5   | 68,5    | 33    |
| Міста Києва                                   | Енергія проростання         | 54,2   | 49,3    | 29,1  |
|   | Лабораторна схожість        | 59,8   | 50,5    | 36    |

Така ж тенденція спостерігалась і на сьому добу: лабораторна схожість насіння найменшої фракції була нижчою у 2 рази, порівняно з середньою та крупною фракціями – 68,5 та 63,5% відповідно. Насіння зібране у фітоценозах міста Києва мало нищі показники енергії проростання та схожості зернівок. Так, мілке насіння мало енергію проростання всього 29,1% та схожість 36%, середнє за розмірами на 20,1% більшу енергію та 14,5% схожість, а крупнє насіння відповідно мало вищі показники енергії на 25,1%, а схожості на 23%, порівняно з мілкою фракцією та на 4,9% і 9,3%, порівняно з середнім за розміром насіння.

Зміна клімату може спричинити фізіологічні, біохімічні та фенологічні зміни у видів рослин, що зустрічаються у певних фітоценозах. У зв'язку з цим можна очікувати поширення *A. artemisiifolia*, оскільки змінюється температурний режим, а паралельно з цим – адаптація популяції амброзії до нього. Підвищений рівень CO<sub>2</sub> навколишнього середовища може сприяти її успішному поширенню. Крім того, через високу температуру, яка спостерігається навесні, проростання амброзії відбуватиметься раніше, так і наступні фази орнаогенезу цвітіння та дозрівання почнуться раніше, а період розповсюдження пилку подовжиться. А з іншої сторони, інтенсивні літні посухи та екстремальні значення температури внаслідок зміни клімату можуть бути серйозними обмежуючими факторами для розповсюдження амброзії.

**Висновки.** Результати, отримані в цьому дослідженні, показали, що з обстеженою загальною площею 70 тис. га у Києві амброзію виявили на 0,91 тис. га, у Закарпатській області з обстежених 1234,8 тис. га сегетальний бур'ян поширився у фітоценози на 12,44 тис. га. Морфометричні показники амброзії полинолістої у досліджуваних фітоценозах (фаза дозрівання) різнились за висотою рослин, кількістю листків, їх довжиною та шириною та мали покази більші (до 6 см) у фітоценозах Закарпаття. Репродуктивні показники (чоловічі суцвіття та жіночі квітки) у фітоценозах Закарпаття були в середньому на 10–12 шт. вищі, порівняно з ценопопуляцією Києва. Лінійні розміри зібраного насіння різнились не суттєво, а якісні показники мали різницю залежно від фракції (крупна та середня фракції насіння ценопопуляції Києва мали схожість в середньому 57%, Берегівська ценопопуляція на 10% більше).

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Київ : «Світ», 2001. 234 с.
2. Essl, F.; Biró, K.; Brandes, D.; Broennimann, O.; Bullock, J.M.; Chapman, D.S.; Chauvel, B.; Dullinger, S.; Fumanal, B.; Guisan, A.; et al. Biological Flora of the British Isles: *Ambrosia artemisiifolia*. *Journal Ecology*. 2015, V. 103, P.1069–1098 <https://translate.google.com/website?sl=en&tl=uk&hl=uk&prev=search&u=https://doi.org/10.1111/1365-2745.12424>
3. Guillemin, J.-P.; Chauvel, B. Effects of the seed weight and burial depth on the seed behavior of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Weed Biology and Management*. 2011, V.11, P. 217–223. <https://translate.google.com/website?sl=en&tl=uk&hl=uk&prev=search&u=https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2011.00423.x>
4. Hall, R.M.; Urban, B.; Wagentristl, H.; Karrer, G.; Winter, A.; Czerny, R.; Kaul, H.-P. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) Causes Severe Yield Losses in Soybean and Impairs *Bradyrhizobium japonicum* Infection. *Agronomy*. 2021, V. 11, P. 1616.
5. Makra, L.; Matyasovszky, I.; Hufnagel, L.; Tusnády, G. The history of ragweed in the world. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2015, V. 13(02): P. 489–512 [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1302\\_489512](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1302_489512)
6. Sang, W.; Liu, X.; Axmacher, J.C. Germination and emergence of *Ambrosia artemisiifolia* L. under changing environmental conditions in China. *Plant Species Biology*. 2011, V. 26, P. 125–133. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-1984.2011.00314.x>
7. Skálová, H. Performance of *Ambrosia artemisiifolia* and Its Potential Competitors in an Experimental Temperature and Salinity Gradient and Implications for Management. *Management of Biological Invasions*. 2019. V. 10(2): 359–376. <https://doi.org/10.3391/mbi.2019.10.2.10>
8. Silc, U. *Odontito-Ambrosietum Jarolimek* et al. 1997—A ruderal association new to Slovenia. *Acta Botanica Croatica*. 2002. V. 61. P. 179–198.
9. Chikoye, D.; Weise, S.F.; Swanton, C.J. Influence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) time of emergence and density on white bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Science*. 1995, V. 43, P. 375–380.
10. Oberdorfer, E. *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete*, 8th ed.; Eugen Ulmer: Stuttgart, Germany, 2001. p. 1051 <http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-3249069/v1>
11. Willernsen, R.W. Effect of stratification temperature and germination temperature on germination and the induction of secondary dormancy in common ragweed seeds. *American Journal of Botany*. 1975, V. 62, P. 1–5.
12. Fumanal, B.; Girod, C.; Fried, G.; Bretagnolle, F.; Chauvel, B. Can the large ecological amplitude of *Ambrosia artemisiifolia* explain its invasive success in France? *Weed Research*. 2020. V. 48: P. 349–359. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.2008.00627.x>
13. Case, M.J.; Stinson, K.A. Climate change impacts on the distribution of the allergenic plant, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in the eastern United States. *PLoS ONE*. 2018, 13 P. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205677>
14. Неїлик М.М., Цицюра Я.Г. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.): систематика, біологія, адаптивний потенціал та стратегія контролю. Монографія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ТОВ «Друк плюс», 2020. 700 с.
15. Afonin, A.N.; Luneva, N.N.; Fedorova, Y.A.; Kletchkovskiy, E.; Chebanovskaya, A.F. History of introduction and distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in the European part of the Russian Federation and in the Ukraine. *EPPO Bulletin* 2018, 48, 266–273. <http://dx.doi.org/10.1111/epp.12484>
16. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.

17. Fumanal B., Gaudot I., Bretagnolle F. Seed-bank dynamics in the invasive plant, *Ambrosia artemisiifolia* L. *Seed Science Research*. 2008. V.18: 101–114. <https://doi.org/10.1017/S0960258508974316>
  18. Сторожик Л.І. Михайловин Ю.М. Хімічний складник та алелопатична дія метаболітів, продукованих амброзією полинолістою (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Новітні агротехнології*, 2024, Т. 12, № 3. <https://doi.org/10.47414/na.12.3.2024.317152>
  19. G. Kazinczi, I. Béres, R. Novák, K. Bíró, Z. Pathy. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): A review with special regards to the results in Hungary. I. Taxonomy, origin and distribution, morphology, life cycle and reproduction strategy. *Herbologia*. 2008. V. 9(1): 55–91.
  20. Genton B.J., Shykoff J.A., Giraud T. High genetic diversity in French invasive populations of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*, as a result of multiple sources of introduction. *Molecular Ecology Notes*. 2005. V.14(14): 4275–4285. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294x.2005.02750.x>
  21. MacKay J., Kotanen P.M. Local escape of an invasive plant, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), from above-ground and below-ground enemies in its native area. *Journal of Ecology*. 2008. V.96(6): 1152–1161. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01426.x>
-

УДК 631.51:631.559:633.15

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.16>

## ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ЗЕРНОВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

**Стоцька С.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій у рослинництві,

Поліський національний університет

**Дідора В.Г.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри технологій у рослинництві,

Поліський національний університет

**Клименко Т.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,

Поліський національний університет

**Коткова Т.М.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри геодезії та землеустрою,

Поліський національний університет

У статті подані результати досліджень з вивчення впливу особливостей гібридів та удобрення на формування висоти рослин, площі асиміляційної поверхні та врожайності зерна кукурудзи в умовах зони Лісостепу. Виробничі дослідження проводились впродовж 2018–2020 років у ТОВ «СІГНЕТ-ЦЕНТР» Попільнянського району Житомирської області. Фактор А – гібриди кукурудзи: ЛГ 31388, ДКС 3969, Зузан. Фактор Б – удобрення: без добрив (контроль),  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{80}P_{80}K_{80}$ . Гібриди кукурудзи вирощували в чотириріпільній сівозміні, де попередником була соя. Площа дослідної ділянки становила 50 м<sup>2</sup>. В середньому за три роки проведених досліджень максимальна висота рослин на кінець вегетації (цвітіння) була відмічена в гібриду Зузан на удобреному варіанті з дозою внесення  $N_{80}P_{80}K_{80}$ . Вона становила 260 см, що на 10 см більше, ніж на варіанті без добрив (контроль). Найменша висота рослин – на рівні 240 см – була відмічена в гібриду ДКС 3969 у контрольному варіанті (без добрив). Нами встановлено, що на формування площі асиміляційної поверхні гібридів кукурудзи значний вплив мали удобрення. Найбільша площа листкової поверхні була відмічена у фазу цвітіння на варіанті з дозою внесення  $N_{80}P_{80}K_{80}$  у гібридів ЛГ 31388 і Зузан.

Показники площі асиміляційної поверхні знаходилися на рівні 44,6 та 45,8 тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за роками). Надбавка до контролю (без добрив) складала 5,5 і 5,6 тис. м<sup>2</sup>/га. На контрольному варіанті (без добрив) показники площі листкової поверхні знаходились майже на одному рівні та становили у гібридів ЛГ 31388 на 39,1, ДКС 3969 – 38,5, у Зузана – 40,2 тис. м<sup>2</sup>/га.

Аналіз продуктивності показав, що завдяки застосуванню удобрення в дозі  $N_{80}P_{80}K_{80}$  максимальну врожайність зерна кукурудзи – 10,30 т/га забезпечив гібрид Зузан. Серед усіх досліджуваних гібридів кукурудзи він виявився найбільш адаптованим до агроекологічних умов вирощування та повноцінно реалізував свої біологічні особливості.

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, удобрення, висота рослин, листкова поверхня, врожайність зерна.

**Stotska S.V., Didora V.H., Klymenko T.V., Kotkova T.M. The impact of elements of cultivation technology on the grain productivity of corn**

The article presents the results of research on the influence of hybrid features and fertilization on the formation of plant height, assimilation surface area and corn grain yield in the conditions of the Forest-Steppe zone. Production experiments were conducted during 2018–2020 at LLC “SIGNET-CENTER” in the Popilnya district of the Zhytomyr region. Factor A – corn hybrids: LG 31388, DKS 3969, Zuzan. Factor B – fertilizer: without fertilizers (control),  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{80}P_{80}K_{80}$ .

*Corn hybrids were grown in a four-pill crop rotation, where soybeans were their predecessor. The area of the experimental site was 50 m<sup>2</sup>. On average, for three years of research, the maximum height of plants at the end of vegetation*

*(flowering) was noted in the Zuzan hybrid on a fertilized variant with a dose of application N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>. It was 260 cm, which is 10 cm more than on the version without fertilizers (control). The smallest height of plants – at the level of 240 cm – was noted in the hybrid DKS 3969 in the control version (without fertilizers). We found that fertilizers had a significant impact on the formation of the assimilation surface area of corn hybrids. The largest leaf surface area was noted in the flowering phase on the application dose variant N80P80K80 in hybrids LG 31388 and Zuzan. The indicators of the area of the assimilation surface were at the level of 44,6 and 45,8 thousand m<sup>2</sup>/ha (average for the years). The surcharge for control (without fertilizers) was 5,5 and 5,6 thousand m<sup>2</sup>/ha. In the control version (without fertilizers), the indicators of the leaf surface area were almost at the same level and amounted to 39,1 in hybrids LH 31388, DKS 3969 – 38,5, in Zuzan – 40,2 thousand m<sup>2</sup>/ha.*

*The productivity analysis showed that thanks to the use of fertilizer in the N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> dose, the maximum yield of corn grain – 10,30 t/ha was provided by the Zuzan hybrid. Among all the corn hybrids studied, it turned out to be the most adapted to agroecological growing conditions and fully realized its biological characteristics.*

**Key words:** corn, hybrid, fertilization, plant height, leaf surface, grain yield.

**Постановка проблеми.** Кукурудза є однією з найважливіших стратегічних культур у світі. Маючи високу потенційну врожайність і найкращу поживну цінність зерна вона широко використовується у продовольчих, кормових та технічних цілях. У балансі світового виробництва зерна частка кукурудзи – 29,2 %. На корм використовують 70 % її зерна, на продовольчі потреби – 15–20, на технічні – 10–15 %. В умовах сьогодення кукурудзу застосовують в якості відновлюваної сировини для виробництва електроенергії з біогазу [1, с. 212, 8, с. 34, 14, с. 11].

Нині основною проблемою, яка впливає на продуктивність кукурудзи та інших сільськогосподарських культур, є погіршення кліматичних умов вирощування. З урахуванням кліматичних змін, які наразі відбуваються, а саме, дефіцит вологи (зниження гідротермічного коефіцієнта), підвищення середньодобової температури (температурні стреси), суховії, перед виробничникам постає питання щодо необхідності оптимізації елементів технологій вирощування польових культур. Завдяки селекційному прогресу, особливо у відношенні створення більш ранньостиглих і стійких до стресових факторів гібридів, кордони вирощування кукурудзи останнім часом просунулися далеко на північ. Нині, в Європі для виробництва нових гібридів вихідним матеріалом є різновиди кременистих і зубоподібних форм кукурудзи, які значно відрізняються за властивостями через відмінності в розвитку, обумовлені особливостями кліматичних умов. З огляду на це, висока продуктивність кукурудзи забезпечується створенням оптимальних агроєкологічних умов для оптимального росту і розвитку, що вимагають біологічні особливості культури [2, с. 124].

Тому наразі з'являються нові підходи до сортової агротехніки кукурудзи, знижують ризик появи екологічних проблем під час їх вирощування.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Впродовж останніх десятиліть проведено велику кількість наукових досліджень, які пов'язані з підбором сучасних гібридів кукурудзи для різних ґрунтово-кліматичних зон України з різним ритмом розвитку ФАО. Виробництву були запропоновані системи мінерального живлення і комплексні системи інтегрованого захисту кукурудзи від шкочинних чинників та багато іншого [3, с. 22, 13, с. 12].

Наразі серед просовидних культур кукурудза є однією з найбільших за величиною і стійкістю врожаїв зерна. Виробництво зерна кукурудзи у світі зосереджено

у Північній Америці, Європі, Південній Америці та Африці. Основним її виробником є США, де вона за продуктивністю, валовими зборами і вартістю продукції посідає перше місце. На другому місці за виробництвом зерна знаходиться Китай, а на третьому місці – Бразилія. У сумі у них 48,5 % світової площі посіву культури [9, с. 349].

За загальною площею вирощування кукурудзи на зерно і силос Україна входить до країн світу, які найбільше висівають кукурудзи. Сучасні дослідження і світова практика показують, що кукурудзу на силос слід збирати наприкінці молочно-воскової і воскової стиглості насіння. За даними Інституту кормів НААН, якраз у цей період – від молочної до воскової стиглості – щодня приростає 1,5–2 ц/га зерна кукурудзи, а на зрошені – 2,8–3,5. В одному центнері силосу міститься до 32 кормових одиниць і до 1,8 кг перетравного протеїну [5, с. 252].

Досвід вирощування кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних зонах України показує, що високі показники врожайності отримують на полях, які удобрені під попередню культуру. Дослідження, проведені в умовах Лісостепу, свідчать, що за внесення повного мінерального добрива знижувалися витрати води рослинами на 1 центнер сухої речовини з 213,8 до 135,7 ц. Адже, на кожний центнер зерна з листостебловою масою кукурудза використовує 75 м<sup>3</sup> води, що дорівнює 7,5 мм ефективних опадів, а за врахування еватранспірації і стоку води з поверхні ґрунту (30 %) – 9–10 мм. За таких умов знижувався транспіраційний коефіцієнт з 191 до 150, відповідно критична нестача вологи в період формування початків призводить до утворення одного з двох качанів або вони не утворюються взагалі. Тому волога, поживні речовини та інші біологічні чинники є вирішальними у формуванні врожайності гібридів кукурудзи [7, с. 8, 12, с. 197].

За результатами досліджень, проведених в умовах Лівобережного Лісостепу України (ТОВ «Українська молочна компанія») на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах, встановлено, що максимальну врожайність зерна – 9,8 т/га (середнє за роками) було відмічено в гібриду кукурудзи Аякс на варіанті з комплексним застосуванням мікродобрив «Нутрібор», «Нутрімкс» і «Мікро-Мінераліс» за дворазової обробки посівів [4, с. 65]. Більшість дослідників вважають, що врожайність сільськогосподарських культур знаходиться у прямій залежності від формування листкового апарату рослин. Довжина вегетаційної фази росту, вегетативна маса та індекс листкової поверхні безпосередньо пов'язані з групою стиглості, до якої належить сорт або гібрид. Підтвердженням цього є дослідження, які проводилися в умовах «Корпорації Колос ВС» Борщівського району Тернопільської області, де вивчали вплив норм внесення макро- і мікро-добрив на формування площі листкової поверхні та врожайності зерна кукурудзи різних груп стиглості. Встановлено, що найбільші показники асиміляційної поверхні (23,9–24 тис. м<sup>2</sup>/га) і максимальну продуктивність зерна (10,9–11,6 т/га) забезпечили гібриди КВС 2323 (середньоранній) та КВС 381 (середньостиглий) на варіантах з нормами макро- і мікро-добрива – 2 і 3 л/га [6, с. 81].

**Постановка завдання.** Метою наших досліджень є одержання високої врожайності зерна кукурудзи залежно від особливостей гібридів та удобрення в умовах Лісостепу. Польові дослідження виконували в умовах ТОВ «СІГНЕТ-ЦЕНТР» Попільнянського району Житомирської області. Схема досліду: фактор А – гібриди кукурудзи: ЛГ 31388, ДКС 3969, Зузан; фактор Б – удобрення: без добрив (контроль), N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>. Площа дослідної ділянки становила 50 м<sup>2</sup> з чотириразовою повторністю. Облік висоти рослин і врожайність зерна

кукурудзи виконували згідно з методикою Волкова В. В. [10]. Площу асиміляційної поверхні кукурудзи визначали за методикою В. Г. Дідори [11].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження, проведені впродовж 2018–2020 рр., свідчать, що показники висоти рослин гібридів кукурудзи були різними за фазами вегетації і більшою мірою залежали від удобрення (табл. 1). Зокрема, висота рослин у гібрида ЛГ 31388 знаходилася в межах від 59 до 255 см незалежно від фази вегетації та удобрення. Тоді як у гібридів ДКС 3969 і Зузан висота рослин була в межах 46–250 та 51–260 см (середнє за роками).

Інтенсивне наростання висоти рослин відмічено на варіантах з підвищеною дозою внесення  $N_{80}P_{80}K_{80}$ . У фазу цвітіння в гібридів вона становила: ЛГ 31388 – 255, ДКС 3969 – 250, Зузан – 260 см. Надбавка до контрольного варіанту зроста на 9,0, 4,0 і 10 см.

Дещо менший приріст у висоті рослин спостерігався у фазі цвітіння на варіантах де застосовували удобрення в дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 5,0 (ЛГ 31388), 6,0 (ДКС 3969) і 4,0 см (Зузан).

Зміна висоти рослин гібридів кукурудзи простежувалася за фазами вегетації. Найменша висота рослин була відмічена на варіанті без добрив (контроль). Приріст на цьому варіанті (контроль) між гібридами Зузан і ЛГ 31388 становив у фазу цвітіння 4,0 см, а в гібриду ДКС 3969, навпаки, була менша висота рослин на 6,0 см.

Таблиця 1

**Висота рослин кукурудзи залежно від досліджуваних факторів, см,  
(середнє за 2018–2020 рр.)**

| Гібриди  | Удобрення                | Фази вегетації  |                  |                   |                   |          |
|----------|--------------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------|
|          |                          | 6–8<br>листіків | 8–10<br>листіків | 10–12<br>листіків | 12–14<br>листіків | цвітіння |
| ЛГ 31388 | Без добрив<br>(контроль) | 59              | 90               | 126               | 184               | 246      |
|          | $N_{60}P_{60}K_{60}$     | 63              | 95               | 135               | 188               | 251      |
|          | $N_{80}P_{80}K_{80}$     | 69              | 102              | 138               | 225               | 255      |
| ДКС 3969 | Без добрив<br>(контроль) | 46              | 80               | 114               | 182               | 240      |
|          | $N_{60}P_{60}K_{60}$     | 55              | 87               | 127               | 186               | 246      |
|          | $N_{80}P_{80}K_{80}$     | 67              | 101              | 142               | 219               | 250      |
| Зузан    | Без добрив<br>(контроль) | 51              | 82               | 119               | 190               | 250      |
|          | $N_{60}P_{60}K_{60}$     | 61              | 92               | 120               | 192               | 254      |
|          | $N_{80}P_{80}K_{80}$     | 82              | 112              | 164               | 231               | 260      |

Аналіз висоти рослин серед гібридів кукурудзи показав, що гібрид Зузан у фазу цвітіння за висотою переважав гібрид ДКС 3969 на 10 см, а гібрид ЛГ 31388 на 5,0 см на удобреному варіанті ( $N_{80}P_{80}K_{80}$ ).

Отже, найбільш високорослим виявився гібрид кукурудзи Зузан, який сформував максимальну висоту рослин 260 см у фазу цвітіння на варіанті з внесенням удобрення в дозі  $N_{80}P_{80}K_{80}$ .

Листкова поверхня є одним із засобів накопичення пластичних речовин для формування продуктивності зерна. Передумовою отримання високої врожайності є збільшення площі асиміляційної поверхні [5, с. 59].

Аналіз результатів досліджень показав, що площа наростання асиміляційної поверхні залежала від удобрення та біологічних особливостей гібридів кукурудзи (рис. 1). Дослідженнями встановлено, що найбільшу площу листової поверхні отримали на варіанті з удобренням  $N_{80}P_{80}K_{80}$  у гібриду Зузан 45,8 тис.  $m^2/га$  (середнє за роками). У порівнянні з варіантом без добрив (контроль) надбавка площі асиміляційної поверхні становила 5,6 тис.  $m^2/га$ .

Вирощування гібридів кукурудзи за внесення удобрення в дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  сприяло збільшенню площі листової поверхні у гібриду ЛГ 31388 на 4,1, ДКС 3969 – 4,4 і Зузана – 4,2 тис.  $m^2/га$ .

Внесення удобрення в дозі  $N_{80}P_{80}K_{80}$  у порівнянні з дозою  $N_{60}P_{60}K_{60}$  забезпечило приріст асиміляційної поверхні у досліджуваних гібридів кукурудзи, на 1,4, 0,9 і 1,4 тис.  $m^2/га$  відповідно. Майже однакові показники площі листової поверхні відмічені на варіанті без добрив (контроль). Вони становили у гібридів ЛГ 31388 на 39,1, ДКС 3969 – 38,5, у Зузана – 40,2 тис.  $m^2/га$ .

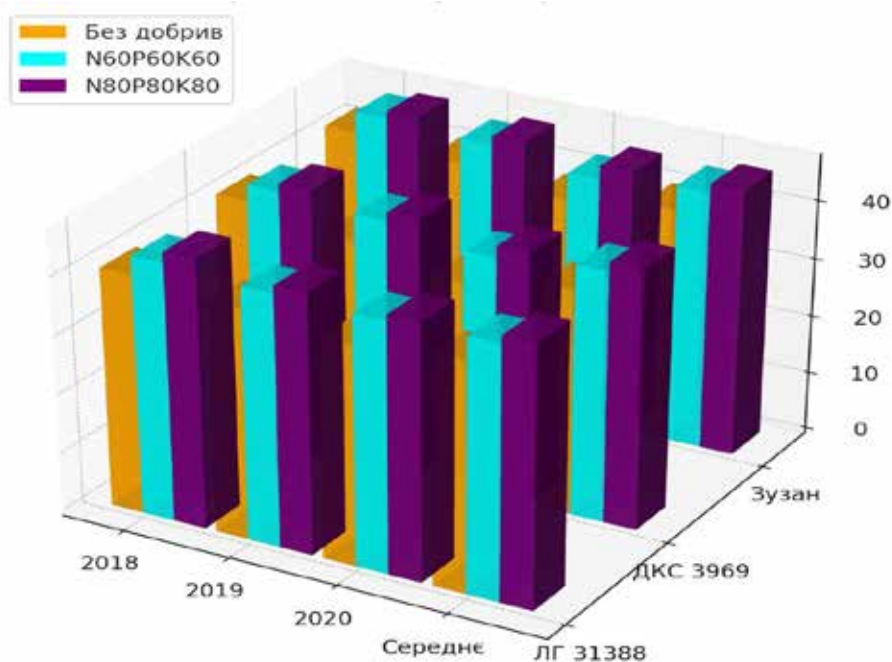


Рис. 1. Площа листової поверхні кукурудзи залежно від особливостей гібридів та удобрення, фаза цвітіння, тис.  $m^2/га$

Максимальну площу листової поверхні забезпечили досліджувані гібриди кукурудзи при внесенні удобрення в дозі  $N_{80}P_{80}K_{80}$ . Дані свідчать, що гібриди ЛГ 31388 і Зузан формували площу асиміляційної поверхні на рівні 44,6 та 45,8 тис.  $m^2/га$  (середнє за роками).

Проведені дослідження щодо формування продуктивності зерна кукурудзи показали, що у середньому за три роки ефективність від застосування удобрення та особливостей гібридів суттєво різняться (табл. 2). Показники врожайності зерна кукурудзи знаходилися в межах 7,37–8,28, у гібриду ЛГ 31388, в гібриду ДКС 3969 – 7,28–8,26 та в гібриду Зузан – 9,26–10,30 т/га (середнє за роками).

Збільшення врожайності зерна кукурудзи відмічено на варіанті, де вносили удобрення в дозі  $N_{80}P_{80}K_{80}$ . При цьому величина врожайності зерна становила в гібриду ЛГ 31388 – 8,28 т/га, і мала приріст 0,91 т/га перед контрольним варіантом, а у відсотковому співвідношенні – 12,34 %. Гібрид кукурудзи ДКС 3969 мав більший приріст до контролю і становив 0,98 т/га (13,46 %).

Таблиця 2

**Врожайність зерна кукурудзи залежно від досліджуваних факторів, т/га**

| Гібриди                  | Удобрєння             | 2018 р. | 2019 р. | 2020 р. | Середнє | Прибавка |       |
|--------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------|
|                          |                       |         |         |         |         | т/га     | %     |
| ЛГ 31388                 | Без добрив (контроль) | 8,32    | 7,84    | 5,86    | 7,37    | -        | -     |
|                          | $N_{60}P_{60}K_{60}$  | 8,96    | 8,51    | 6,29    | 7,95    | 0,58     | 7,88  |
|                          | $N_{80}P_{80}K_{80}$  | 9,20    | 8,93    | 6,72    | 8,28    | 0,91     | 12,34 |
| ДКС 3969                 | Без добрив (контроль) | 9,09    | 7,96    | 4,79    | 7,28    | -        | -     |
|                          | $N_{60}P_{60}K_{60}$  | 9,81    | 8,68    | 5,14    | 7,88    | 0,60     | 8,24  |
|                          | $N_{80}P_{80}K_{80}$  | 10,15   | 9,12    | 5,50    | 8,26    | 0,98     | 13,46 |
| Зузан                    | Без добрив (контроль) | 11,98   | 10,91   | 4,98    | 9,26    | -        | -     |
|                          | $N_{60}P_{60}K_{60}$  | 12,61   | 11,52   | 5,44    | 9,86    | 0,60     | 6,47  |
|                          | $N_{80}P_{80}K_{80}$  | 13,00   | 12,00   | 5,91    | 10,30   | 1,04     | 11,23 |
| НР <sub>05</sub> (А і В) |                       | 0,05    | 0,05    | 0,08    |         |          |       |
| НР <sub>05</sub> (АВ)    |                       | 0,08    | 0,09    | 0,14    |         |          |       |

Дещо менший приріст урожайності зерна відмічено на варіанті з внесенням помірних доз добрив ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ). Прибавка до контрольного варіанту (без добрив) у середньому за роками в досліджуваних гібридів становила: 0,58 т/га (ЛГ 31388) і 0,60 т/га (ДКС 3969) та 0,60 т/га (Зузан).

На основі отриманих результатів найбільшу врожайність зерна 10,30 т/га отримали в гібрида Зузан на варіанті з внесенням удобрення в дозі  $N_{80}P_{80}K_{80}$ , де прибавка досягла значення 1,04 т/га (11,23 %) щодо контролю (без добрив).

**Висновки та пропозиції.** В умовах ТОВ «СІГНЕТ-ЦЕНТР» максимальну висоту рослин у фазу цвітіння – 260 см – сформував гібрид Зузан на варіанті з внесенням удобрення у дозі  $N_{80}P_{80}K_{80}$ . Встановлено, що в середньому за роки досліджень найбільша площа асиміляційної поверхні 44,6 та 45,8 тис. м<sup>2</sup>/га була відмічена у гібридів ЛГ 31388 і Зузан на удобреному варіанті ( $N_{80}P_{80}K_{80}$ ). Отримані дані показують, що завдяки ефективному застосуванню мінеральних добрив гібрид Зузан забезпечив високу врожайність зерна кукурудзи на рівні 10,30 т/га (середнє за роками).

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові культури : монографія. Київ : Аграр. наука, 1996. 570 с.
2. Бугайов В. Д., Васильківський С. П., Власенко В. А. та ін. Спеціальна селекція польових культур : навч. посібник. Біла Церква, 2010. 368 с.
3. Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В. та ін. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36.
4. Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4. С. 63–65.
1. 5. Зінченко О. І. Рослинництво : підруч., вид. третє, доповн. і перероб. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2016. 612 с.
5. Іванишин О. С. Площа асиміляційної поверхні листків та урожайність гібридів кукурудзи залежно від удобрення в умовах Лісостепу Західного. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 77–81.
6. Крамарьов С. М., Писаренко П. В., Красенков С. В. та ін. Водоспоживання гібридів кукурудзи та їх батьківських форм у залежності від строків сівби, густоти рослин і мінеральних добрив в умовах Північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 2. С. 6–15.
7. Крот А. М., Клімчук В. М., Жук В. С., Купрейчук В. М., Стоцька С. В. Динаміка висоти рослин у сумісних посівах кукурудзи з бобами кормовими. «Ефективність агротехнологій Житомирщини»: зб. тез доп. II Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир, ЖАФК. 2022. С. 34–35.
8. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Івашук П. В. Зерновиробництво. Львів, 2008. 624 с.
9. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Загальна частина / за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2000. Вип. 1. 100 с.
10. Методика наукових досліджень в агрономії / В. Г. Дідора та ін. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
11. Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні / Петриченко В. Ф., Квітко Г. П., Царенко М. К. та ін.: за ред. Петриченка В. Ф., Царенка М. К. Вінниця : Данилюк В. Г., 2008. 240 с.
12. Пашенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкін О. Ю. Адаптивні і ресурсозбежні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
13. Böse, S. Die richtige Maissorte für Biogas. Praxisnah, 2005. № 1. S. 10–11.

УДК 633.11:631.55:631.811.98:631.67(477.7)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.17>

## ВПЛИВ БІОТЕХНОЛОГІЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

**Тогачинська О.В.** – к.с.-г.н., доцент, с.н.с.,  
доцент кафедри екології та екоменеджменту,  
Національний університет харчових технологій  
**Капусняк В.В.** – аспірант кафедри ґрунтознавства та землеробства,  
Поліський національний університет  
**Тимчий К.І.** – к.с.-г.н.,  
доцент кафедри біотехнології та безпеки життєдіяльності,  
Український державний університет науки і технологій

Сучасне сільське господарство стикається з викликами глобального масштабу, такими як зміни клімату, зростання попиту на продовольство, виснаження ґрунтових ресурсів і необхідність зменшення екологічного впливу. У цих умовах впровадження біотехнологій є перспективним напрямом для забезпечення стійкого розвитку аграрного сектору, підвищення врожайності, покращення якості продукції та зменшення залежності від хімічних добрив і пестицидів. Для України, яка є одним із провідних світових експортерів зернових, інтеграція сучасних біотехнологій у виробництво є не лише потребою, але й стратегічним завданням для забезпечення конкурентоспроможності на міжнародних ринках.

Метою дослідження є аналіз сучасного стану впровадження біотехнологій у сільське господарство України, вивчення ефективності застосування генної інженерії, маркерно-орієнтованої селекції та біостимуляторів росту, а також розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо їх інтеграції в аграрний сектор України.

У дослідженні використано системний підхід, який охоплює аналіз літературних джерел, огляд світових і українських практик застосування біотехнологій.

У результатах дослідження доведено, що впровадження біотехнологій, зокрема використання біопрепаратів для підживлення ґрунтів і захисту рослин, дозволяє підвищити врожайність і якість зернових культур на 20–30%. Застосування генної інженерії забезпечує створення сортів із покращеними характеристиками, зокрема стійкістю до стресових факторів. Маркерно-орієнтована селекція скорочує час на виведення нових сортів і підвищує їхню генетичну стабільність. Біостимулятори росту сприяють оптимізації використання поживних речовин і покращенню стійкості культур до хвороб.

У висновках зазначено, що інтеграція сучасних біотехнологій в аграрний сектор України сприятиме підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва, зменшенню екологічного впливу та забезпеченню продовольчої безпеки.

**Ключові слова:** генетична модифікація, сільськогосподарські інновації, урожайність культур, екологічна стійкість, технології селекції.

### **Togachynska O.V., Kapusniak V.V., Timchyi K.I. Impact of biotechnology on the productivity and quality of cereal crops in Ukraine**

Modern agriculture is facing global challenges, such as climate change, increasing demand for food, depletion of soil resources and the need to reduce environmental impact. In these conditions, the introduction of biotechnology is a promising direction for ensuring sustainable development of the agricultural sector, increasing yields, improving product quality and reducing dependence on chemical fertilizers and pesticides. For Ukraine, which is one of the world's leading exporters of grain, the integration of modern biotechnology into production is not only a need, but also a strategic task to ensure competitiveness in international markets.

The purpose of the study is to analyze the current state of the introduction of biotechnology into Ukrainian agriculture, to study the effectiveness of the use of genetic engineering, marker-based selection and growth biostimulants, as well as to develop scientifically based recommendations for their integration into the agricultural sector of Ukraine.

*The study used a systematic approach that includes an analysis of literary sources and a review of global and Ukrainian practices in the application of biotechnology.*

*Based on these data, recommendations were formulated for the introduction of biotechnology into the national agricultural sector. The study showed that the introduction of biotechnology, in particular drought-resistant crop varieties, the use of biological products for soil fertilization and plant protection, allows to increase the yield and quality of grain crops by 20–30%. The use of genetic engineering ensures the creation of varieties with improved characteristics, in particular resistance to stress factors. Marker-guided breeding reduces the time for developing new varieties and increases their genetic stability. Growth biostimulants help optimize nutrient use and improve crop resistance to diseases.*

*Integration of modern biotechnology into the agricultural sector of Ukraine will help increase the efficiency of agricultural production, reduce environmental impact and ensure food security.*

**Key words:** *genetic modification, agricultural innovations, crop yield, environmental sustainability, breeding technologies.*

**Постановка проблеми.** У сучасному світі сільське господарство стикається з численними викликами, серед яких збільшення кількості населення, зміни клімату, деградація ґрунтів та обмеженість ресурсів. Ці фактори вимагають впровадження інноваційних підходів до виробництва сільськогосподарської продукції, особливо зернових культур, які є основою продовольчої безпеки України та світу загалом.

В Україні, яка є одним із найбільших світових експортерів зернових, важливість підвищення продуктивності та якості зернових культур важко переоцінити. Проте традиційні методи аграрного виробництва часто не дозволяють ефективно протидіяти негативним наслідкам природних і техногенних факторів. У таких умовах використання сучасних біотехнологій є важливим інструментом для забезпечення стійкого розвитку аграрного сектору.

Біотехнології, зокрема генна інженерія, маркерно-орієнтована селекція та біопрепарати, мають потенціал значно підвищити врожайність, поліпшити якісні показники зерна, підвищити стійкість рослин до шкідників, хвороб і стресових умов навколишнього середовища. Проте їх упровадження в Україні супроводжується низкою проблем, таких як обмежене фінансування наукових досліджень, нечіткість нормативно-правової бази для використання генетично модифікованих організмів (далі – ГМО), а також сумніви щодо безпеки біотехнологічних рішень. Таким чином, постає нагальна потреба в комплексному дослідженні впливу біотехнологій на продуктивність та якість зернових культур в Україні. Це передбачає оцінку їхньої ефективності, екологічної та економічної доцільності, а також розробку рекомендацій щодо їх практичного застосування з урахуванням міжнародного досвіду.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивчення наукового доробку з обраної проблематики засвідчує, що використання біотехнологій у зерновому господарстві України розглядається як перспективний інструмент для підвищення продуктивності та покращення якості зернових культур в умовах сучасних викликів. Зокрема, дослідники D. Gandasari, D. Dwidienawati, S. Wahyuni [1], L. Xiangjuan, X. Li [2] з'ясували, що зміни клімату, зокрема збільшення температури та зменшення кількості опадів, мають негативний вплив на врожайність, що створює значні труднощі для агрономів і фермерів. У цьому контексті важливою є роль технологічних елементів вирощування, таких як застосування добрив, біопрепаратів, а також покращення агротехнічних заходів для збереження й підвищення врожайності.

Автори І. В. Фурман [3], С. Г. Черемісіна [4] довели, що використання ГМО здатне підвищити стійкість сільськогосподарських культур до впливу шкідників і стресових факторів, що відкриває значні можливості для збільшення

продуктивності в умовах кліматичних змін. Однак науковці також акцентують на ризиках і можливих негативних наслідках для екосистеми, що вимагає додаткових досліджень для оцінювання довгострокових екологічних впливів ГМО на ґрунт та біорізноманіття. Таким чином, хоча вплив ГМО на урожайність був доведений, існує необхідність глибшого аналізу ризиків для екології.

Інші вчені, такі як V. Mukhailenko [5] та Ю. Перегуда [6], зосереджувалися на маркерно-орієнтованій селекції, що дозволяє значно прискорити виведення високопродуктивних сортів пшениці. Автори підтвердили ефективність цього методу у створенні сортів, які мають покращену стійкість до стресових факторів, таких як посуха чи хвороби. Проте зазначили, що на сьогодні ці технології ще не є доступними для широкого використання в аграрному виробництві через високі витрати на їх впровадження та обмежену доступність відповідних ресурсів. Відповідно, важливим завданням є подальше вдосконалення та адаптація маркерно-орієнтованої селекції до конкретних умов.

У контексті впливу технології вирощування на врожайність пшениці озимої варто акцентувати на дослідженнях, що стосуються застосування біопрепаратів. Зокрема, науковці О. Є. Марковська, Т. А. Гречишкіна, Н. М. Лавренко [7], О. О. Вінюков, О. Б. Бондарева, О. М. Коробова, Г. А. Чугрій [8], О. А. Коваленко, К. В. Мельникова [9] вивчали ефективність біопрепаратів для підвищення продуктивності пшениці в умовах Донецької області, виявивши позитивний вплив на стійкість рослин до стресових факторів, таких як посуха, а також значне покращення врожайності та якості зерна. Використання біологічних засобів дозволяє значно поліпшити умови для розвитку сільськогосподарських культур, що підтверджують результати досліджень.

Однак важливо зазначити, що досі існує проблема недостатньої кількості даних, що стосуються економічної ефективності таких технологій, а також їх адаптації до різних регіональних умов, де екологічні й кліматичні фактори можуть істотно варіюватися.

Незважаючи на значний прогрес у цій галузі, існують прогалини, які потребують подальшого вивчення. Йдеться про недостатню кількість досліджень щодо економічної ефективності впровадження біотехнологій в українських умовах, а також екологічних наслідків використання генетично модифікованих культур. Не менш важливими є соціальні аспекти, пов'язані зі сприйняттям біотехнологій суспільством. Розв'язання цих проблем стане важливим кроком на шляху до сталого розвитку аграрного сектору України та підвищення його конкурентоспроможності на міжнародному ринку.

**Постановка завдання.** Метою статті є визначення впливу сучасних біотехнологій на продуктивність та якість зернових культур в умовах України, а також розроблення рекомендацій щодо їх впровадження в аграрний сектор.

Для досягнення мети сформульовано такі завдання:

- 1) проаналізувати сучасний стан впровадження біотехнологій у сільське господарство України та світу;
- 2) вивчити результати використання генної інженерії, маркерно-орієнтованої селекції та біостимуляторів росту для підвищення врожайності та якості зернових культур;
- 3) розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо інтеграції сучасних біотехнологій в аграрний сектор України.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Ефективне функціонування зернового ринку України є визначальним фактором для забезпечення стабільності

аграрного сектору економіки та отримання значних валютних надходжень [10]. Як одна з провідних галузей зерновий ринок забезпечує щорічно близько 10 мільярдів доларів експортної виручки, водночас створюючи сприятливі умови для прибуткової діяльності сільськогосподарських виробників.

Протягом 2017–2021 років в Україні спостерігався стійкий розвиток зернового ринку. Валовий збір зернових і зернобобових культур за цей період зріс на 38,9% – з 61,9 млн тонн у 2017 році до 86 млн тонн у 2021 році. Найбільшого зростання досягнуто у виробництві кукурудзи, показники якого збільшились на 70,7% (або на 17,4 млн тонн), що пояснюється значним розширенням посівних площ під цією культурою – на 22,3% (або на 1 млн га). Виробництво пшениці зросло на 22,9% (або на 6 млн тонн), а ячменю – на 13,9% (або на 1,2 млн тонн). Загальна площа посівів під зерновими культурами за цей період збільшилась на 9,5%, досягнувши 15,9 млн га [4, с. 81–82].

Проте початок повномасштабної війни з росією у 2022 році суттєво дестабілізував роботу зернового ринку. Зменшення посівних площ та порушення агротехнічного циклу призвели до значного скорочення обсягів виробництва. Загальний валовий збір зернових культур у 2022 році становив 53,9 млн тонн, що на 37,3% менше, ніж у 2021 році. Виробництво пшениці скоротилося на 35,7% (або на 11,5 млн тонн), кукурудзи – на 37,8% (або на 15,8 млн тонн), ячменю – на 40,7% (або на 3,8 млн тонн). Загальна площа посівів зернових культур зменшилась на 23,3% – з 15,9 млн га у 2021 році до 12,2 млн га у 2022 році [4, с. 81–82].

Серед найважливіших зернових культур пшениця озима за посівними площами займає в Україні перше місце (5–7 млн га) і є головною продовольчою культурою. Значний резерв підвищення продуктивності цієї культури криється у використанні генетичного потенціалу нового покоління адаптованих сортів, загалом по країні він реалізується лише на 40–45%. Тому виникає вельми складне біотехнологічне завдання – поєднати в одному сорті високий потенціал продуктивності, стабільну стійкість проти хвороб, шкідників та несприятливих факторів навколишнього середовища, якість продукції.

Основними причинами такого значного скорочення виробництва є окупація частини територій, пошкодження або втрата сільськогосподарської інфраструктури, скорочення доступу до добрив, пального, техніки та інших ресурсів. Блокада чорноморських портів також значно ускладнила експорт зернових, що зумовило перенасичення внутрішнього ринку та падіння цін на продукцію, погіршивши фінансовий стан аграріїв.

Ефективність функціонування зернового ринку України зазнала значного впливу внаслідок воєнних дій. Незважаючи на складні умови, галузь продовжує відігравати важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни та світу. Останніми роками в Україні спостерігається помітне зростання інтересу до впровадження біологічних технологій у виробництво зерна. Ця тенденція зумовлена низкою важливих факторів, які визначають сучасний розвиток аграрного сектору.

Одним із головних чинників є зростання суспільного усвідомлення екологічних проблем та необхідності зменшення негативного впливу сільського господарства на довкілля [11, с. 75]. Надмірне використання хімічних добрив та пестицидів призводить до деградації ґрунтів, забруднення водних ресурсів і зниження біорізноманіття. У цьому контексті біологічні технології, які передбачають застосування біологічних мікроорганізмів для підживлення ґрунту, покращення його структури та родючості, а також для захисту рослин від шкідників і хвороб, є альтернативою традиційним хімічним методам.

Попит на екологічно чисті продукти також є важливим стимулом для розвитку біологічних технологій. Споживачі як в Україні, так і за її межами все більше звертають увагу на якість та безпечність харчових продуктів. Це створює потребу у вирощуванні зернових культур із дотриманням принципів екологічної сталості. Особливо актуальним це є для експортної орієнтації українського зернового ринку, оскільки вимоги до екологічності та якості продукції на міжнародних ринках постійно посилюються.

Економічна складова також відіграє важливу роль у популяризації біологічних технологій. Використання біологічних препаратів сприяє зменшенню витрат на дорогі хімічні засоби захисту рослин і мінеральні добрива, водночас підвищуючи врожайність і якість зерна. Крім того, біологічні технології дозволяють забезпечити тривале збереження родючості ґрунтів, що є важливим чинником для стабільного розвитку сільського господарства в умовах зростання світового попиту на продовольство.

Ще одним важливим аспектом є підтримка сталого розвитку сільського господарства. Впровадження біологічних технологій допомагає зменшити негативний вплив аграрної діяльності на екосистему, сприяючи збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь. Це відповідає світовим тенденціям розвитку аграрної політики, де акцент робиться на інтеграцію екологічних і соціальних цілей. У таблиці 1 узагальнено основні чинники впровадження біологічних технологій у виробництво зернових культур в Україні.

Таблиця 1

### Основні чинники впровадження біологічних технологій у виробництво зернових культур в Україні

| Чинник                                  | Характеристика впливу   |
|---|---|
| Екологічні чинники                      | Зменшення негативного впливу сільського господарства на довкілля. Запобігання деградації ґрунтів, забрудненню водних ресурсів та зниженню біорізноманіття.        |
| Попит на екологічно чисті продукти      | Зростання вимог споживачів до якості й безпечності продукції. Орієнтація на експортні ринки з підвищеними стандартами екологічності.                              |
| Економічні переваги                     | Зниження витрат на хімічні добрива й пестициди. Підвищення врожайності та якості зерна, що забезпечує вищі прибутки. Збереження довгострокової родючості ґрунтів. |
| Сталий розвиток сільського господарства | Відповідність сучасним тенденціям інтеграції екологічних і соціальних цілей. Збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.                                |
| Міжнародні вимоги та стандарти          | Підвищення конкурентоспроможності українського зерна на світовому ринку. Зростання важливості сертифікації продукції відповідно до екологічних стандартів.        |

*Джерело: систематизовано авторами на основі [11, с. 75–76]*

Посилення інтересу до біологічних технологій у виробництві зерна в Україні є результатом дії комплексу економічних, екологічних і соціальних чинників. Їх широке застосування не лише відповідає вимогам внутрішнього й зовнішнього

ринків, але й створює передумови для стійкого розвитку аграрного сектору та підвищення конкурентоспроможності українського зерна.

До основних біотехнологій належать генна інженерія, маркерно-орієнтована селекція та використання біопрепаратів (табл. 2).

Таблиця 2

**Біотехнології, що використовуються для підвищення ефективності зернового виробництва**

| <b>Назва</b>                  | <b>Характеристика</b>  |
|-------------------------------|--|
| Генна інженерія               | Підвищення врожайності шляхом модифікації генів, відповідальних за продуктивність рослин.<br>Стійкість до стресових умов, зокрема, до посухи, високих температур, засолення ґрунтів та низьких температур, що є актуальним для регіонів України з різними кліматичними умовами.<br>Резистентність до шкідників і хвороб через створення сортів, які продукують природні інсектициди (наприклад, Vt-зернові культури).  |
| Маркерно-орієнтована селекція | Дозволяє скоротити час виведення нових сортів порівняно з традиційною селекцією.<br>Забезпечує виявлення рослин із заданими характеристиками (наприклад, стійкість до хвороб чи адаптація до певних умов).<br>Дає змогу зменшити потребу в польових випробуваннях та зробити селекційні програми більш ефективними.  |
| Біопрепарати                  | Біодобрива містять корисні мікроорганізми, які покращують родючість ґрунту та сприяють засвоєнню рослинами поживних речовин (наприклад, азоту та фосфору).<br>Біоінсектициди та біофунгіциди використовуються для боротьби зі шкідниками та хворобами рослин. Їхня дія базується на природних механізмах, що створює безпечність для екосистеми.<br>Біостимулятори росту активізують розвиток кореневої системи, підвищують енергію проростання насіння та покращують загальний стан рослин. |

*Джерело: власна розробка авторів*

Генна інженерія дає змогу створювати сорти зернових культур із покращеними властивостями, спрямованими на підвищення врожайності, стійкості до шкідників і хвороб, а також адаптації до стресових умов, таких як посуха, засолення ґрунтів чи температурні коливання. Наприклад, завдяки модифікації генів, що регулюють продуктивність рослин, створюються культури з вищим рівнем урожайності, а генетичні зміни, спрямовані на посилення природних механізмів захисту, сприяють зниженню потреби в хімічних пестицидах.

Міжнародні компанії та корпорації ставлять за мету збільшити генетичний потенціал урожайності таких основних культур, як пшениця, кукурудза та рис, на 50–100% упродовж наступних 20 років [12, с. 91]. Завдяки впровадженню інноваційних підходів у генетиці та селекції вже створено сорти пшениці озимої та ячменю інтенсивного типу, потенційна врожайність яких сягає 11,0–14,0 т/га.

Проте, незважаючи на значний генетичний потенціал цих сортів, рівень їхньої реальної середньої врожайності в умовах виробництва залишається значно нижчим [13, с. 99]. За оцінками експертів, середній рівень використання генетичного

потенціалу сучасних сортів зернових культур становить лише близько 45% [14, с. 48]. У деяких господарствах цей показник може бути трохи вищим, однак загалом існує значна відмінність між потенційними та фактичними показниками врожайності.

Не менш важливу роль у розвитку біотехнологій відіграє маркерно-орієнтована селекція (далі – МОС), яка дає змогу значно пришвидшити процес виведення нових сортів. Завдяки використанню генетичних маркерів стає можливим ідентифікувати рослини, що мають задані характеристики, наприклад, стійкість до хвороб чи здатність до адаптації в різних кліматичних умовах. МОС забезпечує високу точність і надійність селекційного процесу, що значно скорочує час і витрати на польові випробування, дозволяючи ефективніше впроваджувати інноваційні рішення у виробництві.

Окрім того, у сучасному виробництві зерна активно використовуються біопрепарати, які є екологічно безпечною альтернативою хімічним засобам. До таких біопрепаратів належать біодобрива, які збагачують ґрунт корисними мікроорганізмами, що сприяють засвоєнню рослинами поживних речовин, таких як азот і фосфор. Біоінсектициди та біофунгіциди забезпечують природний захист рослин від шкідників і хвороб, знижуючи екологічне навантаження на агроєкосистеми. Також важливим є використання біостимуляторів росту, які сприяють розвитку кореневої системи, підвищують енергію проростання насіння і покращують загальний стан рослин, що позитивно впливає на врожайність і якість зерна.

Україна має кілька провідних підприємств і наукових установ, які активно працюють у сфері розробки та впровадження промислових технологій біологізації рослинництва. Серед них особливе місце посідають Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» (далі – ІТІ «Біотехніка») НААН, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва (далі – ІСМАВ) НААН і ТОВ «Компанія «БТУ-Центр» [11, с. 75]. Їхня діяльність охоплює виробництво біопрепаратів, що використовуються для захисту та стимулювання росту рослин, а також відповідають вимогам органічного землеробства, підтвердженого сертифікаційним органом «Organic Standard».

Продукція цих підприємств базується на застосуванні корисних мікроорганізмів, які виконують кілька важливих функцій. Зокрема, вони забезпечують ефективний захист рослин від патогенів і шкідників, сприяють кращому засвоєнню поживних речовин із ґрунту, стимулюють розвиток кореневої системи й активізують біологічні процеси, що сприяють формуванню врожаю. Такий підхід дозволяє не лише підвищити врожайність і якість зерна, але й значно зменшити хімічне навантаження на агроєкосистеми.

Однією з переваг використання біопрепаратів є їхня екологічна безпека, яка стає все більш важливим чинником у сучасних умовах. Наприклад, продукти ІТІ «Біотехніка» орієнтовані на оптимізацію біологічних процесів у ґрунті, тоді як ІСМАВ НААН спеціалізується на мікробіологічних розробках, спрямованих на захист і живлення рослин. ТОВ «Компанія «БТУ-Центр» активно впроваджує інноваційні біотехнологічні рішення, розробляючи препарати, які ефективно працюють в умовах органічного землеробства.

Використання таких технологій є стратегічно важливим для забезпечення конкурентоспроможності українського зернового виробництва на міжнародному ринку, де екологічність продукції є одним з основних критеріїв. Прикладом впливу біотехнологій на сільське господарство є суттєве підвищення рівня середньої врожайності сільськогосподарських культур у багатьох країнах світу за

останні два десятиліття. Це свідчить про значний прогрес у впровадженні інноваційних рішень, які стали основою для модернізації агросектору та підвищення його ефективності.

У країнах Північної Америки, зокрема в США і Канаді, завдяки активному використанню біотехнологій, урожайність кукурудзи перевищує 11 тонн із гектара, цукрових буряків – понад 70 тонн, а помідорів – майже 100 тонн із гектара [15]. У європейських країнах, де зосереджено значну кількість біотехнологічних компаній, також спостерігається стійке зростання врожайності. Наприклад, у Нідерландах середня врожайність ячменю становить 6,62 тонни з гектара, пшениці – понад 8 тонн, а цукрових буряків – понад 80 тонн із гектара.

За прогнозами FAO, до 2030 року ресурсоефективна циркулярна біоекономіка може досягти вартості 7,7 трлн доларів. На сьогодні понад 60 країн і регіонів уже мають стратегії розвитку біоекономіки, ще 10 – знаходяться на стадії їх розробки [15]. Концепція біоекономіки, яка отримала офіційне визначення на Глобальному саміті 2020 року, передбачає виробництво, використання, збереження та відновлення біологічних ресурсів у поєднанні з сучасними науковими знаннями та технологіями. Вона спрямована на забезпечення сталого розвитку економіки та подолання екологічних, продовольчих і соціальних викликів.

Світовими лідерами в розвитку біотехнологій є США, Німеччина, Франція, Південна Корея, Іспанія, Італія, Туреччина, Швейцарія, Бельгія та інші країни. Їхній досвід доводить, що активне впровадження інновацій у сільське господарство створює умови для досягнення економічного добробуту та підвищення конкурентоспроможності на світовому ринку.

Ці глобальні тенденції в наступні десятиліття визначатимуть, які країни зможуть успішно впоратися з викликами, що стоять перед аграрним сектором, а які залишаться осторонь. Для України ці процеси є надзвичайно важливими, адже забезпечення стійкого розвитку агробізнесу потребує значних інвестицій у наукові дослідження, особливо в галузі біотехнологій. У сучасних умовах експорт виключно сировинних зернових і технічних культур або продукції первинної переробки вже не може забезпечити необхідний рівень доходів для підтримки конкурентоспроможності аграрного сектору. З огляду на це, інтеграція сучасних біотехнологічних рішень має стати стратегічним пріоритетом для українського агробізнесу. Застосування цих біотехнологій у комплексі відкриває широкі можливості для розвитку українського зернового виробництва.

Для ефективної інтеграції сучасних біотехнологій в аграрний сектор України необхідно розробити науково обґрунтовані рекомендації, які враховуватимуть глобальні тренди, екологічні виклики та економічну доцільність. Одним із важливих напрямів є розробка та впровадження посухостійких сортів і гібридів сільськогосподарських культур. В умовах кліматичних змін і ризиків посухи створення сортів, адаптованих до екстремальних погодних умов, є критично важливим завданням. Використання методів генної інженерії та маркерно-орієнтованої селекції дозволить забезпечити стабільність врожаїв, підвищуючи ефективність аграрного виробництва.

Не менш перспективним напрямом є розвиток біопаливної індустрії другого та третього покоління. Біопаливо другого покоління виготовляється з лігноцелюлозної біомаси, включаючи залишкові нехарчові частини рослин, такі як стебла, листя, лушпиння, а також деревну стружку та інші побічні продукти. Це дозволяє ефективно використовувати відходи сільськогосподарського виробництва, скорочувати залежність від викопного палива та суттєво зменшувати викиди парникових газів.

Інноваційні технології захисту рослин і забезпечення здоров'я тварин також відіграють важливу роль у модернізації аграрного сектору. Використання біопрепаратів на основі корисних мікроорганізмів дозволяє знизити залежність від хімічних засобів захисту рослин, сприяє підвищенню врожайності та якості продукції, а також підтримує розвиток органічного землеробства.

Для успішної інтеграції біотехнологій важливо забезпечити належне фінансування наукових досліджень і розробок. Залучення приватних інвестицій, створення державних програм підтримки та стимулювання співпраці між бізнесом і науковими установами дозволить реалізувати потенціал біоекономіки. Крім того, важливою складовою є розвиток освітніх програм і підготовка висококваліфікованих фахівців, які працюватимуть у галузі біотехнологій.

**Висновки і пропозиції.** Аналіз сучасного стану впровадження біотехнологій у сільське господарство України та світу засвідчив, що застосування біотехнологій набуває все більшого поширення. У світі це зумовлено глобальними викликами, такими як збільшення кількості населення, кліматичні зміни та необхідність сталого розвитку. В Україні впровадження біотехнологій наразі перебуває на етапі поступового розвитку, зосередженого на адаптації сучасних підходів до місцевих умов. Основними напрямками є використання біологічних препаратів, посухостійких сортів культур і технологій підвищення стійкості рослин до захворювань та стресів.

Вивчення результатів використання генної інженерії, маркерно-орієнтованої селекції та біостимуляторів росту показало, що ці технології значно підвищують врожайність та якість зернових культур. Генна інженерія сприяє створенню сортів, адаптованих до екстремальних умов середовища. Маркерно-орієнтована селекція дозволяє значно пришвидшити процес виведення нових сортів із високими показниками продуктивності. Біостимулятори росту забезпечують підвищення стійкості рослин до стресових факторів, покращують поглинання поживних речовин і сприяють оптимальному розвитку рослин у різних умовах вирощування.

Розроблені науково обґрунтовані рекомендації щодо інтеграції сучасних біотехнологій в аграрний сектор України передбачають впровадження посухостійких сортів культур для зменшення залежності від несприятливих кліматичних умов; розвиток виробництва та використання біопалива другого і третього покоління для забезпечення енергетичної незалежності аграрного сектору; розширення застосування біопрепаратів для підвищення ефективності використання ресурсів і зниження екологічного навантаження; державну підтримку досліджень у галузі біотехнологій та розвиток партнерства між науковими установами, приватним сектором і міжнародними організаціями; популяризацію інноваційних технологій серед агровиробників шляхом впровадження освітніх програм, проведення семінарів і консультацій.

Таким чином, застосування сучасних біотехнологій у сільському господарстві України є необхідною умовою для забезпечення конкурентоспроможності аграрного сектору, підвищення продуктивності та стійкості виробництва, а також задоволення вимог внутрішнього та зовнішнього ринків.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gandasari D., Dwidienawati D., Wahyuni Sri. Analysis of Innovation Attributes in The Innovation Adoption of Agricultural Mechanization Technology in Farmers. *Journal of Development Communication*. 2020. Vol. 19. № 01. P. 38–51. DOI: 10.46937/19202132705.

2. Xiangjuan L., Li X. The Influence of Agricultural Production Mechanization on Grain Production Capacity and Efficiency. *Processes*. 2023. Vol. 11. № 2. Art. 487. DOI: 10.3390/pr11020487
  3. Фурман І. В. Теоретичні основи формування стратегії розвитку аграрних підприємств зернового напрямку. *Інвестиції: практика та досвід*. 2019. № 23. С. 80–87. DOI: 10.32702/2306 6814.2019.23.80.
  4. Черемісіна С. Г. Моніторинг ефективності зернового господарства України: фактори впливу та повоєнні перспективи. *Economics: time realities*. 2024. Вип. 3(73). С. 79–93. DOI: 10.15276/ETR.03.2024.8
  5. Mykhailenko V. Biological wastewater treatment plants as sources of environmental pollution by persistent organic pollutants (on the example of Odesa industrial-and-urban agglomeration). *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series «Geology. Geography. Ecology»*. 2023. № 58. DOI: 10.26565/2410-7360-2023-58-26
  6. Перегуда Ю. Дослідження конкурентоспроможності українського молока та молочних продуктів на національному і світовому ринках. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 52. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-7>
  7. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А., Лавренко Н. М. Вплив елементів технології вирощування на урожайність та якість зерна сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Colloquium-Journal. Agricultural Sciences*. 2020. Vol. 19. № 71. DOI:10.24411/2520-6990-2020-12053
  8. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коробова О. М., Чугрій Г. А. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої на різних фонах живлення в умовах Донецької області. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11(788). С. 41–47 DOI:10.31073/agrovisnyk201811-06
  9. Коваленко О. А., Мельникова К. В. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої за умов південного степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали III Міжнарод. наук.-практ. конф.* (м. Миколаїв, 4–6 листопада 2020 р.). Миколаїв: МНАУ, 2020. С. 18–20. URL: [https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/grabovska\\_1\\_2017.pdf](https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/grabovska_1_2017.pdf) (дата звернення: 20.01.2025).
  10. Савенко І., Седікова І., Седіков Д. Російсько-український конфлікт: виклики для зернового ринку. *Food Industry Economics*, 2022. № 14(2). DOI: 10.15673/fe.v14i2.2320.
  11. Засць С. О., Онуфран Л. І., Юзюк С. М., Фундират К. С., Пілярський В. Г. Вплив різних систем біологічного захисту рослин на врожайність та якість зерна пшениці озимої в органічному землеробстві. *Аграрні інновації*. 2024. Вип. 23. С. 75–82. DOI:10.32848/agrar.innov.2024.23.11
  12. Пикало С. В., Демидов О. А., Юрченко Т. В., Прокопик Н. І., Харченко М. В., Рибка К. М. Розроблення способів добору in vitro генотипів зернових культур на стійкість до несприятливих чинників довкілля. *Екологічні науки*. 2021. № 4(37). С. 90–97. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.13>
  13. Коць С. Я. Хлібний достаток країни – мета наукового пошуку (до 80-річчя академіка НАН України ВВ Моргуна). *Вісник НАН України*. 2018. № 3. С. 96–108. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/132273> (дата звернення: 20.01.2025).
  14. Васильківський С. П., Гудзенко В. М., Кочмарський В. С., Кириленко В. В. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої проблеми. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 21. С. 47–51. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/feeo\\_2017\\_21\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/feeo_2017_21_10) (дата звернення: 20.01.2025).
  15. Кернасюк Ю. Як біотехнологія змінює сільське господарство. *Агрономія сьогодні*. 01.04.2024. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/2372-yak-biotekhnohohiia-zminiuiie-silске-hospodarstvo.html> (дата звернення: 20.01.2025).
-

УДК 635.21:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.18>

## ВПЛИВ ДОБРИВ НА ПРОЦЕСИ ФОРМУВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕЛЕНУ МАСУ

**Фурман В.М.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

**Мороз О.С.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

**Солодка Т.М.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

**Люсак А.В.** – к.т.н.,

доцент кафедри землеустрою, кадастру, моніторингу земель

та геоінформатики,

Національний університет водного господарства та природокористування

В результаті проведених досліджень по вивченню впливу добрив на процеси формування та продуктивність кукурудзи на зелену масу на чорноземі вилугуваному, неглибокому, малогумусному встановлено, що: застосування мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зелену масу, яке включає основне внесення повного мінерального добрива в дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$ , а також припосівне внесення фосфорних добрива в дозі  $P_{10}$  з подальшим підживленням азотом в дозі  $N_{20}$  дає можливість скоротити час проходження фаз росту та розвитку рослин кукурудзи (від сходів до збирання врожаю) на 12 днів; найвищі біометричні показники рослин кукурудзи при вирощуванні її на зелену масу відмічені на варіанті із основним внесенням  $N_{80}P_{60}K_{60}$  та подальшим припосівним застосуванням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р.; а також підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р. На цьому варіанті висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння становила 224 см, а площа листової поверхні – 35,1 м<sup>2</sup>/га, найкраще накопичення сирової (47,5 т/га) та сухої (32,2 т/га) біомаси кукурудзи сприяло застосування мінеральних добрив в дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$  для основного внесення з подальшим припосівним внесенням фосфору в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р., найкращі показники хімічного складу зеленої маси кукурудзи були на варіанті із основним внесенням  $N_{80}P_{60}K_{60}$  з подальшим припосівним внесенням фосфору в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р. і становили: крохмаль – 37,1 %, сирій протейн – 9,7 %, сира зола – 7,5 %, сира клітковина – 25,0 %, целюлоза – 29,2 %; найбільший рівень урожайності зеленої маси кукурудзи – 46,7 т/га, забезпечило застосування для основного удобрення  $N_{80}P_{60}K_{60}$  з подальшим внесенням при посіві  $P_{10}$  та підживленням  $N_{20}$ .

На чорноземі вилугуваному неглибокому малогумусному з метою отримання високого рівня врожаю зеленої маси кукурудзи на рівні 46,7 т/га нами рекомендується використовувати мінеральні добрива в дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$  для основного внесення з подальшим припосівним застосуванням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р.

**Ключові слова:** кукурудза, зелена маса, добрива, чорнозем вилугуваний, продуктивність, процеси формування.

**Furman V.M., Moroz O.S., Solodka T.M., Lusak A.V. Influence of fertilizers on the processes of formation and productivity of corn on green mass**

As a result of the conducted research on the influence of fertilizers on the processes of formation and productivity of corn for green mass on leached, shallow, low-humus chernozem, it was established that: the use of mineral fertilizers when growing corn for green mass, which

*includes the main application of complete mineral fertilizer at a dose of  $N_{80}P_{60}K_{60}$ , as well as the application of phosphorus fertilizers at a dose of P10 at sowing time with subsequent nitrogen fertilization at a dose of N20, makes it possible to reduce the time of the growth and development phases of corn plants (from germination to harvest) by 12 days, the highest biometric indicators of corn plants when growing it for green mass were noted in the variant with the main application of  $N_{80}P_{60}K_{60}$  and subsequent application of phosphorus fertilizers at a dose of 10 kg/ha d.r., as well as fertilization with nitrogen fertilizers at a dose of 20 kg/ha d.r. In this variant, the height of corn plants in the flowering phase was 224 cm, and the leaf surface area was 35.1 m<sup>2</sup>/ha, the best accumulation of raw (47.5 t/ha) and dry (32.2 t/ha) corn biomass was facilitated by the use of mineral fertilizers at a dose of  $N_{80}P_{60}K_{60}$  for the main application with subsequent sowing phosphorus application at a dose of 10 kg/ha d.r. and nitrogen fertilization at a dose of 20 kg/ha d.r. and were: starch – 37.1%, crude protein – 9.7%, crude ash – 7.5%, crude fiber – 25.0%, cellulose – 29.2%, the highest level of yield of green mass of corn – 46.7 t/ha, provided the use of  $N_{80}P_{60}K_{60}$  fertilizer for the main application with subsequent application at sowing  $P_{10}$  and top dressing  $N_{20}$ .*

**Key words:** corn, green mass, fertilizers, leached black soil, productivity, formation processes.

**Постановка проблеми.** Кукурудза відрізняється не лише високою урожайністю, але і різнобічним використанням. Саме тому, вона займає одне з провідних місць серед кормових рослин і є основною силосною культурою. Підвищення її продуктивності в сучасних умовах є важливим резервом стабілізації кормовиробництва і продуктивності тваринництва.

Одним із головних факторів, що забезпечує підвищення продуктивності при вирощуванні кукурудзи на зелену масу є достатній рівень мінерального живлення. Хоча застосування мінеральних добрив підвищує загальні витрати на технологію вирощування, однак дає змогу суттєво збільшити урожай зеленої маси кукурудзи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним із пріоритетних напрямків заощадження виробничих та енергетичних витрат є обґрунтований підхід щодо вирощування сільськогосподарських культур і забезпечення мінеральним живленням впродовж всього періоду вегетації. В умовах глобальної зміни клімату, високої вартості мінеральних добрив важливе значення має оптимізація системи удобрення кукурудзи та забезпечення максимальної окупності витрат при її вирощуванні, зокрема при вирощуванні на силос [1, с. 220].

Урожайність кукурудзи значною мірою залежить від забезпечення макроелементами під час росту й розвитку рослин, зокрема азотом, фосфором та калієм [2, с. 39].

Кукурудза позитивно реагує на позакореневе підживлення азотними та азотно-фосфорними добривами в ранні фази росту та розвитку. Позакореневе внесення азоту може бути ефективнішим, ніж внесення азоту у ґрунт [3, с. 104].

Важливе значення при аналізі процесів росту, розвитку і формування урожаю зеленої маси кукурудзи має послідовність етапів індивідуального розвитку рослин кукурудзи упродовж періоду вегетації. В залежності від гідротермічних особливостей, а також рівня мінерального живлення рослин кукурудзи змінюється як тривалість окремих міжфазних періодів, так і тривалість періоду вегетації кукурудзи загалом.

Фотосинтетична діяльність листкового апарату рослин кукурудзи, її рівень, а також інтенсивність, визначає загальну продуктивність та кінцевий її врожай. Активність процесів фотосинтезу в рослинах залежить від генетичних та біологічних властивостей, а також від умов зовнішнього середовища (світло, температура, вологість, забезпечення елементами мінерального живлення і т. д.) [5, с. 123].

Одним із показників, який характеризує діяльність фотосинтетичного апарату, є процес накопичення сухої речовини в надземних та підземних частинах рослини на одиницю площі поверхні ґрунту [6, с. 48].

Досить важливим чинником інтенсифікації вирощування кукурудзи на зелену масу є збалансоване мінеральне живлення, яке базується на раціональному використанні мінеральних добрив. Саме без добрив продуктивність культур різко знижується. Правильне застосування добрив сприяє підвищенню стійкості рослин до низьких температур, збільшує частку качанів у врожаї зеленої маси, збільшує вихід сухої речовини з площі посіву [7, с. 27, 8, с. 30].

З вище проаналізованих літературних джерел стає зрозуміло, що застосування добрив безпосередньо впливає на розвиток та продуктивність кукурудзи при вирощуванні на зелену масу.

**Постановка завдання.** Метою роботи було вивчення впливу добрив на процеси формування та продуктивність кукурудзи на зелену масу на чорноземі вилугуваному неглибокому малогумусному.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- оцінити вплив застосування добрив на тривалість фаз росту та розвитку і біометричні показники рослин кукурудзи за вирощування її на зелену масу;
- визначити фотосинтетичний потенціал кукурудзи за різного рівня застосування мінеральних добрив та провести оцінку впливу застосування добрив на процеси накопичення сирої та сухої біомаси кукурудзи;
- проаналізувати рівень урожайності зеленої маси кукурудзи під впливом використання мінеральних добрив.

Дослідження щодо оцінки ефективності використання мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зелену масу проводилися на землях ТОВ «Акріс Агро Груп» на території Житомирського району Житомирської області упродовж 2022–2024 рр. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем вилугуваний, неглибокий малогумусний.

Схема дослідів по вивченню впливу добрив на урожай зеленої маси кукурудзи:

1. Контроль (без застосування добрив);
2.  $N_{80}P_{60}K_{60}$  (основне внесення);
3.  $N_{80}P_{60}K_{60}$  (основне внесення) +  $P_{10}$  (при посіві);
4.  $N_{80}P_{60}K_{60}$  (основне внесення) +  $N_{20}$  (підживлення);
5.  $N_{80}P_{60}K_{60}$  (основне внесення) +  $P_{10}$  (при посіві) +  $N_{20}$  (підживлення).

Загальна посівна площа ділянки становила 100 м<sup>2</sup> (5х20 м). Площа облікової ділянки становила 76 м<sup>2</sup>, повторність в досліді триразова. В досліді вирощували гібрид кукурудзи ДН Орільський.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Результати досліджень щодо тривалості фаз росту та розвитку рослин кукурудзи за вирощування її на зелену масу під впливом застосування добрив представлені в таблиці 1. Як видно із таблиці застосування добрив забезпечує скорочення тривалості періоду від «сходів» до «воскової стиглості». Саме період «воскової стиглості» є оптимальним для збирання врожаю зеленої маси кукурудзи.

Якщо на контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, тривалість періоду «сходи-воскова стиглість» становила 107 днів, то застосування добрив дало можливість скоротити цей час до 95–101 днів. Основне внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$  прискорило настання часу від сходів до настання воскової стиглості на 6 днів у порівнянні із контролем.

За поєднання основного удобрення із припосівним внесенням фосфорних добрив у дозі  $P_{10}$ , а також основного удобрення з припосівним ( $P_{10}$ ) та підживленням ( $N_{20}$ ) дало можливість скоротити тривалість періоду від сходів до збирання врожаю зеленої маси кукурудзи аж на 12 днів, при цьому тривалість періоду «сходи-воскова стиглість» становила 95 днів.

Таблиця 1

Тривалість фаз росту рослин (середнє за 2022–2024 рр.)

| № п/п | Варіант   | Фази росту та розвитку кукурудзи, тривалість (днів) |             |           |            |          |                   |                   | Тривалість періоду «сходи-воскова стиглість» |
|-------|---|---|-------------|-----------|------------|----------|-------------------|-------------------|--|
|       |   | сходи   | 3-5 листків | 7 листків | 15 листків | цвітіння | молочна стиглість | воскова стиглість |  |
| 1     | Контроль  | 13  | 11          | 14        | 18         | 13       | 21                | 17                | 107  |
| 2     | $N_{80}P_{60}K_{60}$  | 12  | 10          | 14        | 17         | 12       | 20                | 16                | 101  |
| 3     | $N_{80}P_{60}K_{60} + P_{10}$ (при посіві)                          | 10  | 10          | 13        | 16         | 12       | 19                | 15                | 95   |
| 4     | $N_{80}P_{60}K_{60} + N_{20}$ (підживлення)                         | 11  | 11          | 13        | 16         | 12       | 19                | 15                | 97   |
| 5     | $N_{80}P_{60}K_{60} + P_{10}$ (при посіві) + $N_{20}$ (підживлення) | 10  | 11          | 13        | 16         | 12       | 181               | 15                | 95   |

Як вказують дані таблиці 2 застосування добрив мало позитивний вплив на висоту рослин кукурудзи (дослідження проводилися у фазу цвітіння). Так, якщо на контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння становила 204 см, то при застосуванні добрив цей показник складав 214–224 см. При застосуванні добрив в основне внесення в дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$  висота рослин кукурудзи у порівнянні із варіантом, де добрива не застосовувалися, була вищою на 10 см і становила 214 см. Додаткове припосівне внесення фосфорних добрив в дозі  $P_{10}$  забезпечило висоту рослин кукурудзи на рівні 219 см, а при підживленні азотом в дозі  $N_{20}$  висота рослин кукурудзи становила 222 см. Найбільшу висоту рослин кукурудзи – 224 см, забезпечив варіант із основним внесенням  $N_{80}P_{60}K_{60}$  у поєднанні із припосівним внесенням  $P_{10}$  та підживленням азотом в дозі  $N_{20}$ .

Аналогічна тенденція відмічається і стосовно площі листової поверхні (табл. 2).

За одного лише основного внесення мінеральних добрив площа листової поверхні кукурудзи становила 28,0 м<sup>2</sup>/га. За додаткового припосівного внесення фосфорних добрив в дозі  $P_{10}$  площа листової поверхні становила 30,1 м<sup>2</sup>/га. За поєднання основного внесення  $N_{80}P_{60}K_{60}$  та підживлення азотними добривами в дозі  $N_{20}$  площа листової поверхні рослин кукурудзи становила 33,2 м<sup>2</sup>/га. Найвищою площею листової поверхні рослин кукурудзи – 35,1 м<sup>2</sup>/га була на варіанті із основним внесенням  $N_{80}P_{60}K_{60}$  у поєднанні із припосівним внесенням  $P_{10}$  та підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р.

Застосування добрив мало вплив на чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи при вирощуванні її на зелену масу.

Так, на контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, чиста продуктивність фотосинтезу становила 6,2 г/м<sup>2</sup>. При застосуванні добрив цей показник зріс до рівня 8,8–10,7 г/м<sup>2</sup>. За одного лише основного внесення мінеральних добрив в дозі N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> чиста продуктивність фотосинтезу становила 8,8 г/м<sup>2</sup>. Додаткове припосівне внесення фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. забезпечило чисту продуктивність фотосинтезу посівів кукурудзи на рівні 9,1 г/м<sup>2</sup>. При поєднанні підживлення в дозі N<sub>20</sub> із основним внесенням мінеральних добрив в дозі N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> чиста продуктивність фотосинтезу складала 10,6 г/м<sup>2</sup>.

Таблиця 2

**Біометричні показники рослин кукурудзи при вирощуванні її на зелену (середнє за 2022–2024 рр.)**

| № п/п | Варіант  | Висота рослин, см (у фазу цвітіння) | Площа листової поверхні, тис. м <sup>2</sup> /га |
|-------|--|-------------------------------------|--|
| 1     | Контроль   | 204                                 | 24,4   |
| 2     | N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>  | 214                                 | 28,0   |
| 3     | N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + P <sub>10</sub> (при посіві)                                 | 219                                 | 30,1   |
| 4     | N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>20</sub> (підживлення)                                | 222                                 | 33,2   |
| 5     | N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + P <sub>10</sub> (при посіві) + N <sub>20</sub> (підживлення) | 224                                 | 35,1   |

Застосування добрив сприяло накопиченню як сирової так і сухої біомаси кукурудзи. Якщо без застосування добрив вміст сирової біомаси в рослинах кукурудзи становив 39,3 т/га, то при застосуванні добрив сира біомаса рослин кукурудзи складала 44,1–47,5 т/га. Найвищим цей показник був на варіанті, де в основне внесення застосовували N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> із подальшим припосівним внесенням фосфору (P<sub>10</sub>) та підживленням (N<sub>20</sub>). Суха біомаса рослин кукурудзи без застосування добрив становила 21,1 т/га. При застосуванні мінеральних добрив вона складала 24,2–32,2 т/га, будучи найвищою на варіанті N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + P<sub>10</sub> + N<sub>20</sub>.

Дослідження вказують на те, що застосування добрив сприяло покращенню хімічного складу зеленої маси кукурудзи. Найбільш суттєвий вплив добрива мали на вміст крохмалю, сирого протеїну та целюлози. Якщо на контролі вміст крохмалю в зеленій масі кукурудзи становив 35,7 %, то при застосуванні добрив – 36,5–37,1 %. Без застосування добрив вміст сирого протеїну у зеленій масі кукурудзи становив 8,9 %, а під впливом добрив цей показник зріс до 9,4–9,7 %. Без використання добрив вміст целюлози в зеленій масі кукурудзи складав 28,4 %, а за використання добрив – 28,9–29,2 %.

Застосування добрив позитивно впливає на урожай зеленої маси кукурудзи (Таблиця 3). Якщо на контролі, де добрива не застосовувалися, урожайність зеленої маси кукурудзи в середньому за роки проведення досліджень становила 38,1 т/га, то застосування мінеральних добрив в дозі N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> для основного внесення забезпечило урожайність зеленої маси на рівні 43,2 т/га, що на 5,1 т/га або на 13,4 % більше, ніж на контролі. Припосівне внесення фосфору в дозі 10 кг/га д.р. поряд із основним внесенням N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> забезпечило урожайність зеленої маси кукурудзи на рівні 45,3 т/га (на 7,2 т/га або на 18,9 % більше, ніж на контролі).

Основне внесення мінеральних добрив в дозі N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з подальшим підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р. дало можливість отримати

45,8 т/га зеленої маси кукурудзи, що більше у порівнянні із варіантом, де добрива не застосовувалися на 7,7 т/га або на 20,2 %.

Таблиця 3

## Урожайність зеленої маси кукурудзи під впливом застосування добрив (т/га)

| № п/п | Варіант   | Середня за 2022–2024 рр. | Приріст до контролю |      |
|-------|---|--------------------------|---------------------|------|
|       |   |                          | т/га                | %    |
| 1     | Контроль  | 38,1                     | -                   | -    |
| 2     | $N_{80}P_{60}K_{60}$  | 43,2                     | 5,1                 | 13,4 |
| 3     | $N_{80}P_{60}K_{60} + P_{10}$ (при посіві)                          | 45,3                     | 7,2                 | 18,9 |
| 4     | $N_{80}P_{60}K_{60} + N_{20}$ (підживлення)                         | 45,8                     | 7,7                 | 20,2 |
| 5     | $N_{80}P_{60}K_{60} + P_{10}$ (при посіві) + $N_{20}$ (підживлення) | 46,7                     | 8,6                 | 22,6 |

$HIP_{05} 0,45$

Найвищу урожайність отримали на варіанті, де застосовували добрива для основного внесення, припосівного, а також підживлення – 46,7 т/га. Це більше у порівнянні із контролем на 8,6 т/га або на 22,6 %.

**Висновки і пропозиції.** 1. Застосування мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зелену масу, яке включає основне внесення повного мінерального добрива в дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$ , а також припосівне внесення фосфорних добрива в дозі  $P_{10}$  з подальшим підживленням азотом в дозі  $N_{20}$ , дає можливість скоротити час проходження фаз росту та розвитку рослин кукурудзи (від сходів до збирання врожаю) на 12 днів у порівнянні із варіантом, де добрива не застосовувалися.

2. Найвищі біометричні показники рослин кукурудзи при вирощуванні її на зелену масу відмічені на варіанті із основним внесенням  $N_{80}P_{60}K_{60}$  та подальшим припосівним застосуванням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р., а також підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р. На цьому варіанті висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння становила 224 см, а площа листової поверхні – 35,1 м<sup>2</sup>/га.

3. Найвищі чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал забезпечив варіант, де для основного внесення застосовували добрива в дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$  з наступним внесенням при посіві фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р. Ці показники склали відповідно 10,9 г/м<sup>2</sup> та 2,76 млн.м<sup>2</sup>хднів/га.

4. Найкраще накопиченню сирової (47,5 т/га) та сухої (32,2 т/га) біомаси кукурудзи сприяло застосування мінеральних добрив в дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$  для основного внесення з подальшим припосівним внесенням фосфору в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р.

5. Найкращі показники хімічного складу зеленої маси кукурудзи були на варіанті із основним внесенням  $N_{80}P_{60}K_{60}$  з подальшим припосівним внесенням фосфору в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р. і становили: крохмаль – 37,1%, сирий протеїн – 9,7 %, сира зола – 7,5 %, сира клітковина – 25,0 %, целюлоза – 29,2 %.

6. Найбільший рівень урожайності зеленої маси кукурудзи – 46,7 т/га, забезпечило застосування для основного удобрення  $N_{80}P_{60}K_{60}$  з подальшим внесенням при посіві  $P_{10}$  та підживленням  $N_{20}$ .

7. З економічної точки зору найбільш ефективним був варіант, де при вирощуванні кукурудзи на зелену масу для основного внесення застосовували мінеральні добрива в дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$  з подальшим припосівним внесенням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р. Так, на цьому варіанті вартість валової продукції становила 44832 грн/га, умовно чистий дохід – 12532 грн/га, собівартість зеленої маси кукурудзи – 692 грн/т, а рівень рентабельності – 38,8 %.

На чорноземі вилугуваному неглибокому малогумусному з метою отримання високого рівня урожаю зеленої маси кукурудзи на рівні 46,7 т /га нами рекомендується використовувати мінеральні добрива в дозі  $N8_0P_{60}K_{60}$  для основного внесення з подальшим припосівним застосуванням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сатановська І. П. Використання регуляторів росту та хелатних добрив при формуванні продуктивності різностиглих гібридів кукурудзи на силос. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 218–224.
2. Квітка Г. Кукурудза – «за» євроінтеграцію! *Пропозиція*. 2013. № 12 (222). С. 38–40.
3. Городній М. М., Мельник С. І., Маліновський А. С. Агрохімія. Київ : Алефа, 2003. 778 с.
4. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. *Агроном*. 2009. № 2. С. 102–104.
5. Господаренко Г. М. Агрохімія мінеральних добрив. Київ : Науковий світ, 2003. 136 с.
6. Маренич М. М., Капленко В. О., Коба К. В., Голуб О. Р. Особливості управління врожайністю кукурудзи в умовах нестійкого зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 43–50.
7. Городній М. М., Павлик Р. М. Вплив систематичного використання добрив в сівозміні на формування асиміляційного апарату посівів та продуктивність кукурудзи на силос. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. № 149. С. 54.
8. Грабовський М. Б., Павліченко К. В. Накопичення сухої маси рослинами кукурудзи залежно від удобрення та позакореневого підживлення. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів, молодих учених та спеціалістів, 3 грудня 2021 року, м. Харків. С. 26–27.

УДК 633.854.78 : 631. 51

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.19>

## ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ДИНАМІКУ ГУМУСУ ТА МАКРОЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У СІВОЗМІНІ

**Шевченко М.С.** – д.с.-г.н., професор,

завідувач лабораторії землеробства та родючості ґрунтів,

Державна установа Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України

**Шевченко С.М.** – д.с.-г.н., с.н.с.,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Десятник Л.М.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

провідний науковий співробітник лабораторії землеробства та родючості ґрунтів,

Державна установа Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України

**Деревенець-Шевченко К.А.** – к.б.н., с.н.с.,

провідний науковий співробітник лабораторії захисту рослин,

Державна установа Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України

**Новіков Д.І.** – аспірант кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

В умовах інтенсифікації землеробства та зростаючого дефіциту органічних і мінеральних добрив особливої актуальності набуває проблема збереження родючості ґрунтів та оптимізації живлення рослин. Важливим фактором є вибір системи основного обробітку ґрунту, що визначає рівень гумусового балансу та доступність макроелементів у сівозміні. Метою дослідження було визначення впливу різних способів основного обробітку ґрунту (оранка, чизельне розпушення, дискування) на вміст гумусу та макроелементів живлення (азот, фосфор, калій) у чорноземі звичайному під культурами 5-пільної сівозміни. Методи включали довготривалі польові експерименти, відбір ґрунтових зразків на різних горизонтах (0–10, 10–20, 20–30 см) та лабораторний аналіз вмісту поживних речовин за стандартними агрохімічними методиками. Вивчалися варіанти з внесенням мінеральних добрив ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ) та без них, що дозволило оцінити їх роль у підтриманні родючості ґрунтів. Результати досліджень показали, що систематичне застосування чизельного обробітку та дискування сприяє збереженню вмісту гумусу у верхньому шарі (0–10 см), проте викликає значну диференціацію агрохімічних показників у межах орного горизонту. На фоні оранки спостерігалось рівномірніше розподілення макроелементів у профілі ґрунту, що сприяло кращому забезпеченню рослин елементами живлення. При мінімізації обробітку відзначено зниження запасів рухомого азоту на 1,6–2,0 мг/кг, фосфору – на 7–15 мг/кг, калію – на 1–12 мг/кг порівняно з традиційною оранкою. Застосування мінеральних добрив забезпечувало компенсаторний ефект, зменшуючи негативний вплив мінімального обробітку. Динаміка вмісту гумусу протягом ротації сівозміни підтвердила стійкість чорноземів до втрати родючості, хоча тривале зменшення механічного втручання може спричинити локальне виснаження запасів поживних речовин. Висновки свідчать, що для збереження родючості ґрунтів та стабільності агроєкосистем необхідно враховувати довгострокові наслідки застосування різних систем обробітку. Оптиміальним підходом є раціональне поєднання механічного обробітку з внесенням добрив, що дозволяє підтримувати баланс гумусу і макроелементів у ґрунті та підвищувати ефективність сівозміни.

**Ключові слова:** сівозміна, макроелементи, гумусовий баланс, удобрення, механічний обробіток, агрохімічні властивості, чорнозем.

**Shevchenko M.S., Shevchenko S.M., Desiatnyk L.M., Derevenets-Shevchenko K.A., Novikov D.I. The influence of main tillage on the dynamics of humus and macronutrients in crop rotation**

*In the context of agricultural intensification and the increasing deficit of organic and mineral fertilisers, the issue of soil fertility preservation and crop nutrition optimisation has become particularly relevant. A key factor influencing these processes is the choice of primary tillage system, which determines the humus balance and the availability of macroelements within the crop rotation system. The aim of this study was to assess the impact of different primary tillage methods (ploughing, chisel ploughing, and disc harrowing) on humus content and macroelement availability (nitrogen, phosphorus, and potassium) in ordinary chernozem under crops in a five-field crop rotation system. The methodology included long-term field experiments, soil sampling at different depths (0–10, 10–20, 20–30 cm), and laboratory analysis of nutrient content using standard agrochemical techniques. The study examined variants with and without mineral fertilisation ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ), allowing an assessment of their role in maintaining soil fertility. The results demonstrated that systematic application of chisel ploughing and disc harrowing contributes to the preservation of humus content in the upper soil layer (0–10 cm); however, it also leads to significant differentiation of agrochemical parameters within the arable horizon. Ploughing ensured a more uniform distribution of macroelements throughout the soil profile, facilitating improved plant nutrition. Under reduced tillage conditions, a decline in mobile nitrogen reserves by 1.6–2.0 mg/kg, phosphorus by 7–15 mg/kg, and potassium by 1–12 mg/kg was observed compared to traditional ploughing. The use of mineral fertilisers had a compensatory effect, mitigating the negative impact of minimal tillage. The dynamics of humus content throughout crop rotation cycles confirmed the resilience of chernozem to fertility loss; however, prolonged reduction of mechanical intervention may lead to local depletion of nutrient reserves. The findings indicate that preserving soil fertility and ensuring agroecosystem stability requires consideration of the long-term consequences of various tillage systems. The optimal approach involves a balanced combination of mechanical tillage and fertiliser application, which maintains the humus and macroelement balance in the soil and enhances crop rotation efficiency.*

**Key words:** crop rotation, macroelements, humus balance, fertilisation, mechanical tillage, agrochemical properties, chernozem.

**Постановка проблеми.** В умовах стрімкого зростання інтенсивності землеробства на основі максимальної експлуатації екоресурсів і потенціалу врожайності сільськогосподарських культур на систему добрив покладається дві найважливіші функції – підвищення продуктивності виробництва і збереження родючості ґрунтів. При цьому посилення використання потужної енергонасиченої техніки, засобів хімізації і високопродуктивних сортів все більше потребує організації системних заходів щодо захисту ґрунтів від техногенної депресії та втрати їх природної якості [6, 10, 12].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За останні 100 років руйнування ґрунтів домінувало з різною силою залежно від стадії розвитку матеріальної бази землеробства і технологічних традицій кожного періоду. На початку ХХ століття це перехід до механізованого обробітку ґрунту, в другій половині – тотальна оранка і сучасний режим експлуатації чорноземів зі значним дефіцитом внесення добрив та високим відчуженням поживних речовин з урожаєм [1, 4, 5, 17].

Небезпечним для підтримання високої якості агрохімічного та агрофізичного стану ґрунтів залишається дефіцит балансу поживних речовин, який викликаний недостатніми обсягами внесення добрив. Проте, слід зауважити, що чорноземи мають ще достатній запас елементів живлення, який здатний підтримувати високий рівень урожайності сільськогосподарських культур. За такої дилеми – або подолати існуючий дефіцит балансу поживних речовин, або покладатися повністю на природний ресурс – важливо розробити фундаментальну модель колообігу ресурсів в різних агросистемах [2, 16].

Значна частина досліджень вказує на основні агротехнологічні важелі трансформації регулювання потенціалу родючості, але не враховує довгострокової динаміки агрохімічних показників, які мають накопичувальний характер протягом десятиліть. Стаціонарні польові досліді відкривають широкі можливості для формування теорії трансформації родючості ґрунтів, розробки технологічних моделей в сівозмінах, підтримки бездефіцитного балансу в агробіоценозах та прогнозування розвитку агроєкосистем [8, 11, 14, 16, 17].

**Постановка завдання.** Методичне втілення мети досліджень процесів формування агрохімічного фону здійснювалося шляхом відбору ґрунтових зразків по шарах від 0 до 30 см для визначення рівня однорідності та диференційованості концентрації елементів живлення в ризосфері культур сівозміни. Для досягнення об'єктивної співставності показників вмісту зольних елементів в ґрунті зразки відбирали в другій половині травня – першій половині червня, коли рослини розпочинають період активного їх засвоювання. Важливо, що в цей час підтримується достатньо активний перехід поживних елементів в доступні рухомі форми для рослин.

Ґрунтові зразки для агрохімічних аналізів відбирали навесні на глибину 0–10, 10–20 і 20–30 см по всіх варіантах досліді в п'яти точках ділянки по діагоналі поля в першому і третьому повторенні. Рослинні зразки відбирали перед збиранням урожаю польових культур. Відбір і підготовку зразків до аналізу проводили відповідно до методики, розробленої Ю. К. Кудзіним [3, 7].

Ґрунтовий агрохімічний контроль в 5-пільній сівозміні було розпочато в 2009 році, коли була пройдена повна ротація сівозміни і всі культури (чорний пар – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза на зерно) були засіяні в ротаційній схемі. Такий просторово-часовий методологічний підхід дозволив синхронізувати момент стартового відбору ґрунтових зразків для агрохімічного аналізу та коректно проводити порівняння результатів досліджень.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Агрохімічна історія експериментальної сівозміни розпочиналася із значного розкиду показників в межах впливу сільськогосподарських культур та прийомів основного обробітку ґрунту. Так, показники вмісту азоту в орному шарі коливалися в межах від 8,9 до 15,6 мг сухого ґрунту на кг його маси, рухомого фосфору від 127 до 168 мг/кг, обмінного калію від 99 до 156 мг/кг. При цьому слід зазначити, що наведена дисперсія показників вмісту N, P і K в ґрунті була характерною для умов, коли мінеральні добрива в сівозміні не вносилися (табл. 1).

На динаміку запасів поживних елементів в ґрунті впливали також сільськогосподарські культури шляхом різних обсягів їх виносу агроценозом, регулювання вологості ґрунту і рівня мобілізації або консервації основних елементів живлення. Найвищий рівень мобілізації елементів живлення спостерігався в умовах парового поля, де агрохімічні показники становили на фоні оранки: N – 14,6 мг/кг, P – 168 мг/кг і K – 156 мг/кг. Мінімальні показники вмісту доступних форм азоту, фосфору і калію були зафіксовані на посівах пшениці озимої (N – 9,2 мг/кг, P – 138 мг/кг, K – 124 мг/кг) як наслідок високого виносу зольних елементів у фазі формування зерна цієї культури та в результаті зневоднення ґрунту і припинення мікробіологічних процесів.

Відновлення концентрації NPK в орному шарі до рівня, характерного для чорнозему дослідної ділянки без застосування мінеральних добрив, відбувалося в полі ячменю ярого і кукурудзи на зерно. В даному випадку спрацював механізм недостатньо високого виносу NPK урожаєм ячменю ярого.

Таблиця 1

**Динаміка основних елементів живлення в сівозміні залежно від прийомів обробітку ґрунту, мг/кг, фон – без добрив (середнє за 2015–2017 рр.)**

| Культура           | Шар ґрунту, см | Оранка            |                               |                  | Чизельний         |                               |                  | Дисковий          |                               |                  |
|--------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|                    |                | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Пар чорний         | 0–10           | 16,6              | 209                           | 187              | 13,9              | 201                           | 179              | 13,1              | 195                           | 177              |
|                    | 10–20          | 14,2              | 151                           | 149              | 11,5              | 155                           | 147              | 10,7              | 157                           | 145              |
|                    | 20–30          | 13,0              | 144                           | 132              | 10,3              | 142                           | 136              | 10,1              | 140                           | 137              |
|                    | 0–30           | 14,6              | 168                           | 156              | 11,9              | 166                           | 154              | 11,3              | 164                           | 153              |
| Пшениця озима      | 0–10           | 10,8              | 165                           | 152              | 9,6               | 167                           | 134              | 11,2              | 172                           | 139              |
|                    | 10–20          | 9,0               | 129                           | 114              | 8,5               | 126                           | 122              | 8,0               | 135                           | 108              |
|                    | 20–30          | 7,8               | 120                           | 106              | 7,7               | 118                           | 110              | 7,5               | 119                           | 98               |
|                    | 0–30           | 9,2               | 138                           | 124              | 8,6               | 137                           | 122              | 8,9               | 142                           | 115              |
| Соняшник           | 0–10           | 13,4              | 161                           | 129              | 11,5              | 166                           | 120              | 12,1              | 158                           | 125              |
|                    | 10–20          | 12,2              | 128                           | 106              | 9,9               | 125                           | 96               | 9,2               | 124                           | 88               |
|                    | 20–30          | 10,7              | 122                           | 101              | 9,2               | 117                           | 87               | 8,4               | 117                           | 84               |
|                    | 0–30           | 12,1              | 137                           | 112              | 10,2              | 136                           | 101              | 9,9               | 133                           | 99               |
| Ячмінь ярий        | 0–10           | 17,6              | 140                           | 185              | 15,4              | 149                           | 168              | 14,9              | 136                           | 166              |
|                    | 10–20          | 15,4              | 126                           | 141              | 13,0              | 104                           | 140              | 10,8              | 103                           | 118              |
|                    | 20–30          | 13,8              | 115                           | 130              | 12,4              | 98                            | 127              | 11,5              | 97                            | 103              |
|                    | 0–30           | 15,6              | 127                           | 152              | 13,6              | 117                           | 145              | 12,4              | 112                           | 129              |
| Кукурудза на зерно | 0–10           | 16,5              | 171                           | 175              | 14,8              | 162                           | 167              | 15,8              | 148                           | 152              |
|                    | 10–20          | 15,4              | 131                           | 130              | 12,8              | 123                           | 133              | 12,9              | 116                           | 122              |
|                    | 20–30          | 13,7              | 118                           | 124              | 12,0              | 114                           | 126              | 12,1              | 111                           | 119              |
|                    | 0–30           | 15,2              | 140                           | 143              | 13,2              | 133                           | 142              | 13,6              | 125                           | 131              |

Аналогічна тенденція щодо впливу сільськогосподарських культур на розподіл рівня вмісту основних елементів живлення в сівозміні повторювалась також на фоні чизельного обробітку та мілкого дискування. Взагалі проблема залежності вмісту поживних речовин у ґрунті і формування урожаю як в прямому, так і в зворотному напрямку є дуже багатофакторною, тому методи моніторингового контролю агрохімічного стану ґрунтів дозволять розробити нову теоретичну базу цього питання.

В той же час спостерігався і інший вектор трансформації показників вмісту НРК, пов'язаний з інтенсивністю обробітку ґрунту.

Погіршення умов аерації орного шару після проведення чизельного і мілкого обробітку супроводжувалось зниженням показників вмісту основних елементів живлення в 0–30 см шарі чорнозему. В різному ступені явище погіршення живлення відмічалось у всіх полях сівозміни як наслідок зменшення механічного переміщення ґрунту. На прикладі кукурудзи на зерно досить чітко видно, що з переходом від оранки до чизельного розпушення і мілкого дискування вміст азоту в шарі 0–30 см знижувався на 1,6–2,0 мг/кг, фосфору на 7–15 мг/кг та калію на 1–12 мг/кг.

Достатньо важливим регулятором позиційного розподілу у вертикальному розрізі поживних речовин також виступає прийом обробітку ґрунту. Навіть за

відсутності внесення мінеральних добрив ґрунтозахисні безполицеві прийоми основного обробітку викликають більш помітну диференціацію орного шару за агрохімічними показниками. Порівняльний аналіз показав, що в шарі ґрунту 0–10 см на фоні оранки концентрація азоту становила 16,5 мг/кг, а вже при проведенні мілкого дискування в шарі 20–30 см вміст цього елемента знижувався до 12,1 мг/кг. За аналогічною порівняльною схемою вміст фосфору на мілкому обробітку знижувався на 60 мг/кг, а калію відповідно на 56 мг/кг. В межах мілкого дискування диференціація орного шару ґрунту за вмістом фосфору і калію проявлялася в тому, що з поглибленням обробітку вміст цих елементів знижувався на 33–39 %.

Систематичне застосування мінеральних добрив на початку освоєння сівозміни суттєво позначилося на агрохімічному фоні під посівами різних сільськогосподарських культур. Одночасно можна стверджувати, що принципові закономірності щодо реакції динаміки показників вмісту поживних елементів залежно від сівозміни і прийомів основного обробітку мали аналогічні характеристики з варіантом без добрив. Тобто мінімізація обробітку ґрунту супроводжувалась зниженням вмісту азоту, фосфору і калію в орному шарі, а також посилювалася диференціація його на агрогоризонти з різною концентрацією елементів живлення.

Агрохімічна панорама на фоні внесення під культуру сівозміни  $N_{45}P_{45}K_{45}$  вміщувалась між максимальними і мінімальними показниками вмісту азоту в межах 11,5–27,7 мг/кг (табл. 2), що перевищувало неудобрені ділянки на 3,1–11,1 мг/кг.

На типовому прикладі соняшнику внесення мінеральних добрив забезпечило зростання вмісту в 0–30 см шарі ґрунту на фоні оранки порівняно з природними запасами елементів живлення: N на 8,6 мг/кг, P на 27 мг/кг і K на 26 мг/кг. При цьому внаслідок того, що вміст рухомих форм фосфору і калію на порядок вище, ніж азоту, внесення мінеральних добрив дозою  $N_{45}P_{45}K_{45}$  більш радикально впливало на зростання азоту – на 31,5 %.

Поряд із зниженням загальних показників вмісту основних елементів живлення на фоні безполицевих прийомів обробітку внаслідок погіршення аерації і мікробіологічної діяльності тут спостерігалось поглиблення диференціації орного шару за агрохімічними ознаками. Так, на прикладі пшениці озимої видно, що при проведенні оранки вміст азоту в шарі 20–30 см порівняно з верхнім шаром 0–10 см знижувався на 22,5 %, а на фоні мілкого дискового обробітку ця різниця зростала до 40,3 %.

Поряд з тим, що застосування мінеральних добрив в сівозміні сприяє в цілому підвищенню забезпеченості всіх сільськогосподарських культур елементами живлення, в процесі систематичного поповнення запасів зольних елементів у ґрунті відбувається вирівнювання агрохімічних показників в різних полях сівозміни.

Підтвердженням цього наукового положення є показники вмісту у 0–30 см шарі ґрунту азоту, які знаходяться у вузькому коридорі 20,7–23,2 мг/кг з дисперсією до 10 %, в той же час як на фоні без внесення добрив розбіжність між показниками досягала 44 %. В даній ситуації можна говорити про те, що застосування мінеральних добрив при послідовному чергуванні культур в сівозміні виступає фактором стабілізації агрохімічних складових і родючості ґрунтів.

Базові агрохімічні показники продовжували трансформуватись в контрольованих агротехнологічних умовах в наступних трьох ротаціях 5-пільної сівозміни.

Трансформація вмісту основних елементів в ґрунті під впливом сівозміни, обробітку ґрунту і часу (тривалості застосування заходів) має декілька векторів їх спрямування: перший, збільшення агрохімічних показників при тимчасовому

застосуванні мінеральних добрив; другий, продовження зростання вмісту азоту, фосфору і калію при систематичному внесенні добрив; третій, падіння рівня агрохімічного забезпечення у випадку систематичної відмови від внесення мінеральних елементів живлення (табл. 3).

Таблиця 2

**Динаміка основних елементів живлення в сівозміні залежно від прийомів обробітку ґрунту, мг/кг, (середнє за 2015–2017 рр.), фон – N45P45K45**

| Культура           | Шар ґрунту, см | Оранка            |                               |                  | Чизельний         |                               |                  | Дисковий          |                               |                  |
|--------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|                    |                | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Пар чорний         | 0–10           | 27,7              | 215                           | 219              | 26,5              | 203                           | 208              | 26,0              | 194                           | 203              |
|                    | 10–20          | 21,8              | 160                           | 166              | 20,0              | 146                           | 151              | 18,8              | 140                           | 147              |
|                    | 20–30          | 20,1              | 138                           | 143              | 18,0              | 131                           | 136              | 17,9              | 125                           | 130              |
|                    | 0–30           | 23,2              | 171                           | 176              | 21,5              | 160                           | 165              | 20,9              | 153                           | 160              |
| Пшениця озима      | 0–10           | 27,1              | 207                           | 200              | 24,9              | 183                           | 187              | 23,8              | 178                           | 188              |
|                    | 10–20          | 20,9              | 149                           | 151              | 18,6              | 136                           | 139              | 18,0              | 128                           | 135              |
|                    | 20–30          | 20,4              | 124                           | 138              | 17,7              | 122                           | 124              | 17,0              | 120                           | 124              |
|                    | 0–30           | 22,8              | 160                           | 163              | 20,4              | 147                           | 150              | 19,6              | 142                           | 149              |
| Соняшник           | 0–10           | 24,5              | 198                           | 167              | 24,4              | 191                           | 173              | 24,6              | 196                           | 165              |
|                    | 10–20          | 19,2              | 155                           | 125              | 18,2              | 141                           | 123              | 18,3              | 148                           | 118              |
|                    | 20–30          | 18,4              | 139                           | 122              | 17,7              | 133                           | 112              | 17,4              | 136                           | 110              |
|                    | 0–30           | 20,7              | 164                           | 138              | 20,1              | 155                           | 136              | 20,1              | 160                           | 131              |
| Ячмінь ярий        | 0–10           | 27,2              | 192                           | 170              | 23,4              | 172                           | 181              | 22,8              | 153                           | 165              |
|                    | 10–20          | 19,0              | 150                           | 138              | 17,8              | 129                           | 131              | 16,9              | 114                           | 123              |
|                    | 20–30          | 18,6              | 132                           | 119              | 17,0              | 119                           | 120              | 16,1              | 108                           | 108              |
|                    | 0–30           | 21,6              | 158                           | 142              | 19,4              | 140                           | 144              | 18,6              | 125                           | 132              |
| Кукурудза на зерно | 0–10           | 26,4              | 195                           | 185              | 25,1              | 164                           | 187              | 29,3              | 183                           | 178              |
|                    | 10–20          | 19,6              | 149                           | 148              | 18,7              | 116                           | 134              | 18,3              | 120                           | 128              |
|                    | 20–30          | 18,8              | 139                           | 132              | 18,0              | 110                           | 120              | 11,5              | 111                           | 117              |
|                    | 0–30           | 21,6              | 161                           | 155              | 20,6              | 130                           | 147              | 19,7              | 138                           | 141              |

На прикладі динаміки вмісту азоту в 0–30 см шарі ґрунту в полі соняшнику прослідковується історична траєкторія корекції цього елемента в системі агрозаходів. Якщо на початку освоєння сівозміни запаси доступного азоту становили 12,1 мг/кг, то через 15 років експлуатації землі без застосування мінеральних добрив він знижувався до 10,8 мг/кг. Одночасно регулярне внесення під культури сівозміни N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> протягом 15 років сприяло зростанню вмісту азоту з 20,7 до 22,4 мг/кг. Розподіл рухомого фосфору в 0–30 см шарі ґрунту характеризувався аналогічними тенденціями з азотом. За відсутності удобрення вміст фосфору знижувався з 127 до 113 мг/кг та зростав з 164 до 174 мг/кг на фоні регулярного внесення N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> (табл. 4).

Ефективність мінеральних добрив залежить не тільки від вмісту поживних елементів у ґрунті, але і від того, наскільки вони суміщаються з активними зонами кореневої системи рослин. У цьому випадку важливого значення набувають

прийоми основного обробітку ґрунту, які регулюють позиційне розміщення в орному шарі як добрив, так і кореневої маси рослин.

Таблиця 3

**Динаміка основних елементів живлення в сівозміні залежно від прийомів обробітку ґрунту, мг/кг (середнє за 2019–2021 р.) фон – без добрив**

| Культура           | Шар ґрунту, см | Оранка            |                               |                  | Чизельний         |                               |                  | Дисковий          |                               |                  |
|--------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|                    |                | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Пар чорний         | 0–10           | 15,6              | 200                           | 176              | 11,9              | 188                           | 165              | 11,1              | 182                           | 164              |
|                    | 10–20          | 13,2              | 140                           | 135              | 9,5               | 138                           | 130              | 7,7               | 139                           | 129              |
|                    | 20–30          | 11,0              | 127                           | 114              | 8,3               | 123                           | 115              | 6,1               | 118                           | 115              |
|                    | 0–30           | 13,3              | 156                           | 142              | 9,9               | 150                           | 137              | 8,3               | 146                           | 136              |
| Пшениця озима      | 0–10           | 9,8               | 154                           | 140              | 6,6               | 153                           | 122              | 8,2               | 157                           | 123              |
|                    | 10–20          | 7,0               | 114                           | 97               | 6,5               | 108                           | 104              | 5,0               | 117                           | 89               |
|                    | 20–30          | 5,8               | 101                           | 86               | 4,4               | 97                            | 90               | 2,5               | 96                            | 74               |
|                    | 0–30           | 7,5               | 123                           | 108              | 5,9               | 119                           | 105              | 5,2               | 123                           | 95               |
| Соняшник           | 0–10           | 12,4              | 149                           | 115              | 10,6              | 151                           | 106              | 10,1              | 142                           | 110              |
|                    | 10–20          | 11,2              | 112                           | 89               | 7,9               | 109                           | 80               | 5,2               | 105                           | 69               |
|                    | 20–30          | 8,7               | 104                           | 80               | 6,2               | 96                            | 65               | 4,4               | 94                            | 61               |
|                    | 0–30           | 10,8              | 122                           | 95               | 8,2               | 119                           | 84               | 6,6               | 114                           | 80               |
| Ячмінь ярий        | 0–10           | 15,6              | 130                           | 172              | 13,4              | 134                           | 158              | 11,9              | 121                           | 149              |
|                    | 10–20          | 14,4              | 113                           | 125              | 11,0              | 85                            | 125              | 7,8               | 84                            | 99               |
|                    | 20–30          | 11,8              | 98                            | 112              | 9,4               | 76                            | 108              | 7,5               | 75                            | 79               |
|                    | 0–30           | 13,9              | 114                           | 136              | 11,3              | 98                            | 130              | 9,1               | 93                            | 109              |
| Кукурудза на зерно | 0–10           | 14,5              | 130                           | 161              | 12,8              | 148                           | 151              | 14,8              | 131                           | 136              |
|                    | 10–20          | 13,4              | 116                           | 115              | 11,8              | 105                           | 117              | 10,9              | 99                            | 103              |
|                    | 20–30          | 11,7              | 99                            | 105              | 9,0               | 93                            | 108              | 9,1               | 89                            | 97               |
|                    | 0–30           | 13,2              | 115                           | 127              | 11,2              | 115                           | 125              | 11,6              | 106                           | 112              |

Як видно, при впровадженні ґрунтозахисних прийомів обробітку без обертання скиби та м'якого розпушування проявлялися процеси поглиблення диференціації ріллі за вмістом поживних речовин.

Переконливим прикладом у цьому контексті є порівняння вмісту NPK на фоні оранки і м'якого дискування при регулярному внесенні мінеральних добрив протягом 15 років. Якщо оранка забезпечувала вертикальний розподіл поживних речовин, при якому вміст рухомого фосфору в 0–10 см шарі ґрунту на посівах кукурудзи становив 206 мг/кг, то в нижній частині ріллі 20–30 см – 148 мг/кг. За м'якого дискового обробітку у верхньому шарі концентрація фосфору була меншою на 11 мг/кг, а у нижньому – на 30 мг/кг.

Показовим прикладом впливу оранки на більш глибоке проникнення добрив в ґрунт є динаміка вмісту фосфору в шарі 20–30 см залежно від прийому обробітку в посівах кукурудзи. Так, за систематичного внесення добрив на фоні оранки порівняно з неудобреними варіантами в шарі ґрунту 20–30 см зростав на 59 мг/кг, а при м'якому обробітку – лише на 3 мг/кг. Тобто, глибока оранка більш активно включала в колообіг поживні елементи ґрунту.

Таблиця 4

Динаміка основних елементів живлення в сівозміні залежно від прийомів обробітку ґрунту, мг/кг (середнє за 2019–2021 рр.) фон –  $N_{45}P_{45}K_{45}$

| Культура           | Шар ґрунту, см | Оранка            |                               |                  | Чизельний         |                               |                  | Дисковий          |                               |                  |
|--------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|                    |                | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N-NO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Пар чорний         | 0–10           | 29,7              | 227                           | 226              | 29,5              | 215                           | 222              | 29,0              | 206                           | 216              |
|                    | 10–20          | 23,8              | 170                           | 173              | 22,0              | 154                           | 161              | 20,8              | 150                           | 155              |
|                    | 20–30          | 21,1              | 146                           | 148              | 19,0              | 139                           | 141              | 18,9              | 131                           | 137              |
|                    | 0–30           | 24,9              | 181                           | 182              | 23,5              | 169                           | 175              | 22,9              | 162                           | 169              |
| Пшениця озима      | 0–10           | 29,1              | 218                           | 213              | 26,9              | 196                           | 199              | 25,8              | 189                           | 201              |
|                    | 10–20          | 21,9              | 158                           | 161              | 19,6              | 145                           | 148              | 19,0              | 137                           | 142              |
|                    | 20–30          | 21,4              | 132                           | 146              | 18,7              | 128                           | 128              | 18,0              | 126                           | 130              |
|                    | 0–30           | 24,1              | 169                           | 173              | 21,7              | 156                           | 158              | 20,9              | 150                           | 158              |
| Соняшник           | 0–10           | 26,5              | 208                           | 179              | 27,4              | 203                           | 184              | 27,6              | 210                           | 179              |
|                    | 10–20          | 21,2              | 165                           | 134              | 19,2              | 148                           | 132              | 20,3              | 158                           | 128              |
|                    | 20–30          | 19,4              | 148                           | 129              | 17,7              | 141                           | 118              | 17,4              | 144                           | 116              |
|                    | 0–30           | 22,4              | 174                           | 147              | 21,4              | 164                           | 145              | 21,8              | 171                           | 141              |
| Ячмінь ярий        | 0–10           | 29,2              | 204                           | 182              | 25,4              | 184                           | 193              | 24,8              | 164                           | 177              |
|                    | 10–20          | 20,0              | 160                           | 146              | 19,8              | 138                           | 141              | 18,9              | 123                           | 132              |
|                    | 20–30          | 19,6              | 140                           | 126              | 18,0              | 126                           | 126              | 17,1              | 115                           | 113              |
|                    | 0–30           | 22,9              | 168                           | 151              | 21,1              | 149                           | 153              | 20,3              | 134                           | 141              |
| Кукурудза на зерно | 0–10           | 29,4              | 206                           | 198              | 28,1              | 175                           | 199              | 32,3              | 195                           | 190              |
|                    | 10–20          | 21,6              | 159                           | 157              | 20,7              | 125                           | 144              | 20,3              | 130                           | 136              |
|                    | 20–30          | 19,8              | 148                           | 138              | 19,0              | 117                           | 126              | 116               | 118                           | 124              |
|                    | 0–30           | 23,6              | 171                           | 164              | 22,6              | 139                           | 156              | 56,2              | 148                           | 150              |

Тривала експлуатація чорноземів на основі різних агротехнологічних принципів супроводжується відповідною динамікою трансформації показників родючості ґрунтів. Не дивлячись на значну кількість показників родючості ґрунтів найбільш асоційованим її вираженням є ростова реакція сільськогосподарських культур на якісне наповнення ґрунтового середовища факторами життєзабезпечення [1, 9, 13, 15].

Рівень гумусованості чорнозему, з одного боку, відноситься до консервативного фактору, а, з іншого, він здатний змінюватись під впливом агротехнологічних заходів. Як встановлено нами, природна буферність гумусових сполук дозволяла утримувати показники вмісту гумусу в орному шарі достатньо у вузькому діапазоні 4,21–4,39 %, не дивлячись на радикальний вплив добрив і обробітку ґрунту протягом 10 років контролювання режиму родючості (табл. 5).

Проте, в розрізі окремих шарів інтенсивність обробітку ґрунту і застосування добрив, процеси трансформації показників вмісту гумусу проявляються більш активно, що свідчить про значну регулятивну роль агроприймів. Максимуму різниці вмісту гумусу досягала на фоні No-till технології при внесенні  $N_{45}P_{45}K_{45}$  між шарами ґрунту 0–10 см – 4,7 % і 20–30 см, де вміст гумусу знижувався до 4,05 %, або на 0,65 %.

Таблиця 5

## Вплив обробітку ґрунту і добрив на вміст гумусу у сівозміні, %

| Добрива  | Обробіток ґрунту | Шари ґрунту, см |       |       |      |
|--|------------------|-----------------|-------|-------|------|
|  |                  | 0–10            | 10–20 | 20–30 | 0–30 |
| середнє за 2009–2011 рр. дані Горобця А.Г., Циліорика О.І.                 |                  |                 |       |       |      |
| Без добрив   | Оранка           | 4,43            | 4,22  | 3,98  | 4,21 |
|  | Мілкий           | 4,42            | 4,24  | 4,05  | 4,24 |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>                            | Оранка           | 4,62            | 4,18  | 3,93  | 4,24 |
|  | Мілкий           | 4,62            | 4,25  | 4,00  | 4,29 |
| середнє за 2019–2021 рр.   |                  |                 |       |       |      |
| Без добрив   | Оранка           | 4,45            | 4,22  | 4,05  | 4,26 |
|  | No-till          | 4,51            | 4,34  | 4,08  | 4,31 |
| N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>                            | Оранка           | 4,66            | 4,33  | 4,06  | 4,35 |
|  | No-till          | 4,70            | 4,42  | 4,05  | 4,39 |
| НР <sub>05</sub> , т/га: обробіток ґрунту – 0,07–0,10; добрива – 0,08–0,09 |                  |                 |       |       |      |

Регулярне застосування біорешток попередніх культур в сівозміні виявилось одним з найважливіших факторів стабілізації гумусового балансу в ґрунті. Введення у колообіг рослинних решток до 14–16 т/га за ротацію сівозміні сприяло зростанню вмісту гумусу як на фоні внесення, так і без застосування добрив на 0,5–0,7 %, а також інтенсивному та мінімальному обробітку ґрунту на 0,3–0,5 %.

**Висновки та пропозиції.** Таким чином, в 5-пільній сівозміні з вивчення тривалого впливу мінеральних добрив, прийомів основного обробітку ґрунту на вміст основних елементів в чорноземі звичайному засвідчило, що агрохімічні показники знаходились під комплексним впливом організаційних і технологічних прийомів.

Систематичне внесення мінеральних добрив N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> під основні культури сівозміні супроводжувалось зростанням вмісту азоту, фосфору і калію на всіх фонах основного обробітку ґрунту в кожному з полів зерно-паро-просапної сівозміні.

Вирощування сільськогосподарських культур в сівозміні без компенсації вносу поживних речовин урожаєм приводить до зниження вмісту основних елементів живлення в ґрунті на 9–30 %.

Збільшення тривалості незмінного використання безполицевих прийомів обробітку ґрунту викликає посилення диференціації орного шару за агрохімічними параметрами з підвищенням концентрації у верхньому шарі ріллі.

При значній мінливості показників вмісту азоту, фосфору і калію в ґрунті під впливом комплексу агротехнологічних заходів чорнозем звичайний відрізнявся достатньо стійкою буферністю і здатністю підтримувати високий рівень урожайності культур в сівозміні.

Орний шар ґрунту чорнозему за умов акумуляції біорешток продуктиваних сільськогосподарськими культурами забезпечує стійку тенденцію до зростання вмісту гумусу при широкому спектрі агротехнологічних модифікацій.

Розподіл надземних біорешток та відмерлої кореневої системи рослин в орному шарі ґрунту відбувався таким чином, що зростання показників вмісту гумусу спостерігалось по всьому профілю ріллі. Найбільш активно процеси гуміфікації проходили у верхньому 0–10 см шарі, де вміст гумусу зростав до 4,45–4,70 %. В менш активному 0–30 см шарі за період досліджень гумус також зростав до 4,05–4,08 % як на фоні оранки, так і No-till.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Балюк С.А., Мірошніченко М.М., Медведєв В.В. Наукові засади управління ґрунтовими ресурсами України. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2018. № 11 (788). С. 5–12.
2. Гадзало Я. М., Ібатуллін І. І., Лузан Ю. Я. Інституціональне забезпечення функціонування продовольчої системи України в сучасних кризових умовах. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2022. № 8. С. 5–15.
3. Гордієнко В. П., Геркял О. М., Опришко В. П. Землеробство. К. : Вища школа, 1991. 268 с.
4. Камінський В. Ф., Сокирко П. Г. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від впливу різних систем обробітку ґрунту. Посібник українського хлібороба (науково-виробничий щомісячник). Київ, 2010. № 1. С. 93–95.
5. Крамарьов С. М., Бандура Л. П., Артеменко С. Ф., Крамарьов О. С., Писаренко П. В. Зміни агрофізичних властивостей чорнозему звичайного за умови довготривалого землекористування та економічне стимулювання їхнього відновлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2021. № 2. С. 94–106.
6. Лебідь Є. М. Науковий фундамент проблем степового землеробства. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2006. № 3–4. С. 23–25.
7. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Вінниця : ВЦ ТОВ «ТВОРИ», 2020. 204 с.
8. Медведєв В. В. Оптимізація ґрунтово-агрохімічних факторів. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2001. № 2. С. 9–12.
9. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Системи обробітку ґрунту в Україні. К. : ВД «ЕМКО», 2007. 44 с.
10. Шевченко М. С., Шевченко С. М. Агротехнології як бар'єр проти посухи. *Хранение и переработка зерна*. Дніпропетровськ, 2013. № 9 (174) С. 51–53.
11. Busari M. A., Kukal S. S., Kaur A., Bhatt R., Dulazi A. A. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*. 2015. 3 (2), 119–129.
12. Kaminskyi V., Bulgakov V., Tkachenko M., Kolomiets M., Kaminska V., Ptashnik M., Kiernicki, Z. Research into Comparative Performance of Different Tillage and Fertilization Systems Applied to Grey Forest Soil of Forest Steppe in Grain Crop Rotation. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. Vol. 23. № 12. P. 163–178.
13. Kassam A., Friedrich T., Derpsch, R. Global spread of conservation agriculture. *International Journal of Environmental Studies*. 2019. 76(1), 29–51. doi: 10.1080/00207233.2018.
14. Munkholm L. J., Schonning P., Rasmussen K. J., Tandrup K. Spatial and temporal effects of direct drilling on soil structure in the seeding environment. *Soil Till.* 2003. Res. 71, P.163–173.
15. Qi J.Y., Yao X. B., Zhang X. C., Fan M. Y., Xue J.-F., Cao J. L., Virk A. L., Pan S.-G., Tang X.-R. Effects of tillage practices on soil organic carbon, microbial community and necromass in a double rice cropping system. *Applied Soil Ecology*. 2024. 194, 105190.
16. Rzaliev A., Goloborodko V., Bekmuhametov S., Ospanbayev Z, Sembayeva, A. Influence of tillage methods on food security and its agrophysical and water-physical properties. *Food Science and Technology*. 2023. 43, e76221
17. Shevchenko S., Derevenets-Shevchenko K., Desyatnyk L., Shevchenko M., Sologub I., Shevchenko O. Tillage effects on soil physical properties and maize phenology. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81:1. 393–402. doi: 10.1080/00207233.2024.2320032.

УДК 633.11"324":631.811:631.861.87

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.20>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДЖИВЛЕННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ДИГЕСТАТОМ

**Шевчук О.В.** – аспірант кафедри агрохімії і ґрунтознавства,

Уманський національний університет садівництва

**Господаренко Г.М.** – д.с.-г.н., професор,

професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства,

Уманський національний університет садівництва

Дослідження щодо вивчення можливості підживлення пшениці м'якої озимої рідким дигестатом, вихідним продуктом якого був курячий послід, проводили у 2022–2023 рр. у польових дослідах на землях Ладизинської міської ради у Бузько-Середньо-Дніпровському окрузі Лісостепової Правобережної провінції із географічними координатами 48°64' пн. ш. і 29°21' сх. д. Дигестат для дослідів із середнім вмістом 1,1 % азоту, 0,97 –  $P_2O_5$  і 0,81 %  $K_2O$  брали у відокремленому підрозділі «Біогаз Ладизин», що входить до складу ТОВ «Вінницька птахофабрика». Підживлення пшениці озимої дигестатом (10 м<sup>3</sup>/га, 20 і 30 м<sup>3</sup>/га) проводили наповесні поверхнево. На ділянках досліду виробничого контролю підживлення проводили наповесні аміачною селітрою (100 кг/га), а також КАС-32 на стадії ВВСН 28–29 – загальна доза азоту 109 кг/га. Дигестат вносили агрегатом Holmer Terra Variant 585. Фосфорних і калійних добрив не вносили, що обґрунтовували дуже високим вмістом у ґрунті рухомих сполук фосфору й калію та низьким – азоту легкогідролізованих сполук. Ґрунт дослідних ділянок – темно-сірий лісовий середньо суглинкового гранулометричного складу (за класифікацією FAO/WRB, 2022 – Phaeosems).

Встановлено, що підживлення пшениці озимої дигестатом дозою 10 м<sup>3</sup>/га забезпечує живлення рослин азотом за показниками приладу N-тестер на рівні виробничого контролю ( $N_{109}$ ), тоді як за дози дигестату 20–30 м<sup>3</sup>/га забезпеченість рослин азотом достовірно підвищується. Удобрення пшениці озимої азотними добривами (109 кг/га д. р.) і дигестатом забезпечує приріст урожайності 0,60–2,4 т/га або на 10–41 % і знижується зі збільшенням дози внесення дигестату з 10 до 20–30 м<sup>3</sup>/га. За дози дигестату 10 м<sup>3</sup>/га спостерігається лише тенденція до зниження врожайності зерна порівняно з виробничим контролем ( $N_{109}$ ) на 0,31 т/га або на 4 %. Ранньовесняне підживлення пшениці озимої дигестатом у дозі 10–30 м<sup>3</sup>/га за впливом на показники якості зерна не поступається традиційній системі її удобрення синтетичними азотними добривами. Зі збільшенням дози дигестату до 20 і 30 м<sup>3</sup>/га збір білка з одиниці площі посіву знижується відповідно на 16 і 42 %, що пояснюється зменшенням урожайності зерна.

**Ключові слова:** удобрення, азот, урожайність зерна, якість зерна, збір білка, погодні умови.

### **Shevchuk O.V., Hospodarenko H.M. Effectiveness of feeding winter wheat with digestate**

Research on the possibility of feeding soft winter wheat with liquid digestate, the initial product of which was chicken droppings, was conducted in 2022–2023 in field experiments on the lands of the Ladyzhyn city council in the Buzka-Middle-Dnipro district of the Forest-Steppe Right Bank province with geographical coordinates 48°64' N and 29°21' E. Experiment digestate with an average content of nitrogen – 1.1 %,  $P_2O_5$  – 0.97 % and  $K_2O$  – 0.81 % was taken from a separate Biogas Ladyzhyn subdivision, which is part of Vinnytska Ptakhofabryka LLC. Feeding of winter wheat with digestate (10 m<sup>3</sup>/ha, 20 and 30 m<sup>3</sup>/ha) was carried out in the spring on the surface. In the plots of the production control experiment, feeding was carried out in the spring with ammonium nitrate (100 kg/ha), as well as KAS-32 at the stage of ВВСН 28–29 – a total nitrogen dose of 109 kg/ha. Digestate was applied with a Holmer Terra Variant 585 unit. Phosphorous and potassium fertilizers were not applied which was justified by the very high content of mobile phosphorus and potassium compounds in the soil and the low content of easily hydrolyzable nitrogen compounds. The soil of the experimental plots is dark grey forest soil of medium loamy granulometric composition (according to the FAO/WRB classification, 2022 – Phaeosems).

*It was established that winter wheat feeding with digestate at a dose of 10 m<sup>3</sup>/ha ensures nitrogen nutrition of plants according to the indicators of the N-tester device at the level of production control (N<sub>109</sub>), while with digestate doses of 20–30 m<sup>3</sup>/ha, the supply of plants with nitrogen significantly increases. Fertilizing winter wheat with nitrogen fertilizers (109 kg/ha active ingredient) and digestate provides an increase in yield by 0.60–2.4 t/ha or by 10–41 % and decreases with an increase in the dose of digestate application from 10 to 20–30 m<sup>3</sup>/ha. At a digestate dose of 10 m<sup>3</sup>/ha, there is only a tendency to reduce grain yield compared to the production control (N<sub>109</sub>) by 0.31 t/ha or by 4 %. Early spring feeding of winter wheat with digestate at a dose of 10–30 m<sup>3</sup>/ha is not inferior in terms of its effect on grain quality indicators to the traditional system of fertilizing it with synthetic nitrogen fertilizers. Increasing digestate dose to 20 and 30 m<sup>3</sup>/ha, protein collection from a unit of sowing area decreases by 16 and 42 %, respectively, which is explained by a decrease in grain yield.*

**Key words:** fertilizer, nitrogen, grain yield, grain quality, protein yield, weather conditions.

**Постановка проблеми.** За останнє десятиріччя виробництво біогазу у світі анаеробним бродіння зросло втричі. При цьому значно збільшилась кількість супутніх продуктів його виробництва – дигестатів [7]. Анаеробний дигестат є ефективним добривом завдяки вмісту в ньому легкодоступного елементів живлення та органічних сполук різного складу. Властивості цього продукту, його вплив на ґрунт, урожайність сільськогосподарських культур та технологічні властивості зерна до кінця не вивчені і можуть відрізнятися від інших органічних і мінеральних добрив.

Вже проведено багато дослідження щодо застосування дигестату на сільськогосподарських угіддях в багатьох країнах світу, але через різні природно-кліматичні умови, особливості сільськогосподарських культур існують значні відмінності ефективності його застосування. Дигестат має різні фізичні та хімічні властивості, що може спричинити зниження ефективності системи удобрення, пригнічення росту рослин, зниження якості врожаю та інші негативні наслідки. Тому його застосування має бути адаптоване до місцевих умов. Дослідження ефективності застосування дигестату в системі удобрення пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу не проводились. Використання його, швидше за все, зменшить залежність від мінеральних добрив і допоможе розробити кліматично нейтральні технології вирощування сільськогосподарських культур.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У польовому досліді, проведеному в Литві, дигестат свинячого гною та аміачну селітру під пшеницю озиму вносили двічі: 90 кг/га азоту на початку вегетації рослин після зими і 80 кг/га – під час прощупування другого вузла на стеблі [1]. Було встановлено однаковий вплив на формування врожаю пшениці дигестату свинячого гною і мінеральних добрив.

За даними [12], поєднане застосування мінерального та органічного азоту для удобрення рослин може збільшити урожайність пшениці озимої і поліпшити якість зерна. У дослідях [17] заміна 50 % азоту карбаміду із дози 180 кг/га азотом гною ВРХ підвищує продуктивність пшениці озимої і сприяє ефективному використанню ресурсів.

Застосування дигестату сприяло підвищенню продуктивності пшениці озимою завдяки ліпшому куцінню [9]. Оптимальна доза заміни мінеральних добрив дигестатом становила 60–75 м<sup>3</sup>/га.

Значний вплив на якісні та кількісні характеристики зерна пшениці озимої мають технологічні й кліматичні чинники. З усіх елементів живлення азот має найбільше значення для накопичення білка в зерні пшениці [14], який вважається одним із чинників формування якості хліба. Хоча збільшення збору білка із зерном пов'язане з внесенням азотом значно менше (12,2 %), порівняно з урожайністю

зерна (43,1 %), це також важливо для формування стратегії застосування азотних добрив [18]. Аналогічні дані були отримані і в дослідженнях [23].

Важливими чинниками формування якісних показників зерна пшениці озимої – вмісту протеїну та вмісту клейковини є погодні умови і живлення азотом, а на загальну врожайність значний вплив має азотний режим ґрунту [5, 13]. З іншого боку, застосування азотних добрив певною мірою підвищує стійкість рослин і зменшує негативний вплив посухи на формування врожаю пшениці [4, 15]. Порівняно з мінеральними добривами, дигестат зі свинячого гною істотно не впливав на якість зерна пшениці озимої [2, 16].

У умовах Литви рідкі органічні різного походження та гранульовані мінеральні азотні добрива, якими підживлювали пшеницю озиму були рівноцінними за впливом на формування якості зерна та його технологічні властивості [11].

Отже, необхідно досліджувати доцільність застосування дигестату в різних природних умовах, а також його вплив на формування врожаю пшениці озимої, і визначити оптимальну дозу дигестату в Правобережному Лісостепу, щоб обґрунтувати умови ефективного і безпечного застосування.

**Постановка завдання.** Дослідження щодо вивчення можливості підживлення пшениці м'якої озимої рідким дигестатом, вихідним продуктом якого був курячий послід, проводили у 2022–2023 рр. у польових дослідях на землях с. Лукашівка Ладизинської міської ради у Бузько-Середньо-Дніпровському окрузі Лісостепової Правобережної провінції із географічними координатами 48°64' пн. ш. і 29°21' сх. д.

За даними метеостанції Умань середньорічна кількість опадів у регіоні становить 586 мм. В окремі роки бувають значні відхилення від цієї величини, погода характеризується нестійкими умовами зволоження.

Дигестат для дослідів із середнім вмістом 1,1 % азоту, 0,97 –  $P_2O_5$  і 0,81 %  $K_2O$  брали у відокремленому підрозділі «Біогаз Ладизин», що входить до складу ТОВ «Вінницька птахофабрика», яка є одним з найбільших підприємств галузі. Підживлення пшениці озимої різними дозами (10 м<sup>3</sup>/га, 20 і 30 м<sup>3</sup>/га) дигестату проводили напровесні поверхнево. На ділянках дослідів виробничого контролю підживлення проводили напровесні аміачною селітрою (100 кг/га), а також КАС-32 на стадії ВВСН 28–29 – загальна доза азоту 109 кг/га. Дигестат вносили агрегатом Holmer Terra Variant 585. Фосфорних і калійних добрив не вносили, що обґрунтовували дуже високим вмістом у ґрунті рухомих сполук фосфору й калію та низьким – азоту легкогідролізованих сполук. Ґрунт дослідних ділянок – темно-сірий лісовий середньо суглинкового гранулометричного складу (за класифікацією FAO/WRB, 2022 – *Phaeosems*) [6].

Загальна площа дослідів становила 8–10 га, повторність варіантів – триразова, площа облікової ділянки 400 м<sup>2</sup>. Вирощували пшеницю м'яку озиму сорту Артист (оригінатор компанія DSV) після соняшнику.

Дослідження проводилися згідно загальноприйнятих методик [21].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Забезпеченість пшениці озимої азотом змінювалася як від особливостей удобрення, фази росту й розвитку рослин, так і від погодних умов і становила 310–731 од. приладу (табл. 1). При цьому необхідно зазначити, що рослини краще були забезпечені азотом за погодних умов 2023 року. Так, на контрольних ділянках посіву показник приладу був вищим на стадії кушіння рослин на 10 %, а колосіння – на 6 %. У виробничому контролі ці показники відповідно становили 11 і 9 %, що свідчить про вплив погодних умов на ефективність впливу азоту добрив забезпечувати ним рослини.

Таблиця 1

**Забезпеченість пшениці озимої азотом за показниками  
портативного приладу «N-тестер», од.**

| Варіант дослідю                | Фаза росту й розвитку рослин |         |           |         |
|--------------------------------|------------------------------|---------|-----------|---------|
|                                | Кущіння                      |         | Колосіння |         |
|                                | 2022 р.                      | 2023 р. | 2022 р.   | 2023 р. |
| Без добрив (контроль)          | 311                          | 342     | 389       | 411     |
| N <sub>109</sub>               | 435                          | 484     | 463       | 505     |
| Дигестат 10 м <sup>3</sup> /га | 438                          | 533     | 472       | 546     |
| Дигестат 20 м <sup>3</sup> /га | 534                          | 692     | 563       | 642     |
| Дигестат 30 м <sup>3</sup> /га | 624                          | 724     | 652       | 731     |
| НІР <sub>05</sub>              | 36                           | 41      | 31        | 45      |

На ділянках дослідю з підживленням посівів дигестатом вже в дозі 10 м<sup>3</sup>/га забезпеченість пшениці озимої азотом не поступалась виробничому контролю, а в 2023 році у фазу кущіння рослин навіть була ліпшою – 533 проти 484 од. за НІР<sub>05</sub> 41 од. З підвищенням доз внесення дигестату до 20–30 м<sup>3</sup>/га забезпеченість рослин азотом достовірно підвищувалася незалежно від погодних умов і стадії розвитку рослин.

Отже, за заміни у традиційній системі удобрення синтетичних азотних добрив дигестатом спостерігалась тенденція поліпшення азотного живлення рослин пшениці озимої в кінці вегетації.

Урожайність і складові продуктивності урожаю пшениці озимої тісно пов'язані між собою [19]. Дослідженнями встановлено, що внесення дигестату в дозах від 10 до 30 м<sup>3</sup>/га у вигляді ранньовесняного підживлення по різному впливало на формування врожайності пшениці озимої (табл. 2). Як дигестат, так і внесення синтетичних азотних добрив збільшили урожайність пшениці озимої і забезпечували достовірну різницю порівняно з контролем.

Таблиця 2

**Урожайність пшениці озимої залежно від підживлення азотними  
добривами і дигестатом, т/га**

| Варіант дослідю                | Рік                   |      | Середня<br>за два<br>роки | Приріст урожайності<br>до контролю |    |
|--------------------------------|-----------------------|------|---------------------------|------------------------------------|----|
|                                | 2022                  | 2023 |                           | т/га                               | %  |
|                                | Без добрив (контроль) | 5,42 | 6,57                      | 6,00                               | –  |
| N <sub>109</sub>               | 7,86                  | 9,04 | 8,47                      | 2,47                               | 41 |
| Дигестат 10 м <sup>3</sup> /га | 7,64                  | 8,68 | 8,16                      | 2,16                               | 36 |
| Дигестат 20 м <sup>3</sup> /га | 7,46                  | 7,18 | 7,32                      | 1,32                               | 22 |
| Дигестат 30 м <sup>3</sup> /га | 6,79                  | 6,41 | 6,60                      | 0,60                               | 10 |
| НІР <sub>05</sub>              | 0,39                  | 0,49 |                           |                                    |    |

Як видно з даних табл. 2, врожайність зерна змінювалася від 5,42 до 9,04 т/га залежно від варіанту дослідю та погодних умов, тобто зміни склали 67 %.

Умови довкілля впродовж вегетаційного періоду мають вирішальний вплив на формування врожаю [3, 22]. Встановлено, що кращі умови формування зерна склалися в 2023 році, коли приріст урожайності порівняно з 2022 роком на контрольних ділянках склав 1,15 т/га або 21 %, а у виробничому контролі (варіант N<sub>109</sub>) – 1,18 т/га або 15 %.

В умовах 2022 року за підживлення пшениці озимої дигестатом у дозі 10 м<sup>3</sup>/га зниження врожайності зерна порівняно з варіантом дослід з внесення азотних добрив у дозі 109 кг/га д. р. було в межах помилки дослід. Підвищення дози дигестату до 20 і 30 м<sup>3</sup>/га дозволяло отримати достовірні прирости урожайності зерна – відповідно 2,04 і 1,37 т/га (за врожайності на контролі 5,42 т/га). При цьому вони були нижчими, порівняно з ділянками дослід, де пшеницю озиму підживлювали синтетичними азотними добривами.

В умовах 2023 року спостерігалась така ж закономірність дії варіантів системи удобрення на формування врожайності пшениці озимої, але порівняно з 2022 роком підвищення дози внесення дигестату з 10 до 20 м<sup>3</sup>/га достовірно знижувало врожайність зерна – на 0,50 т/га або на 13 %.

У середньому за два роки проведення досліджень приріст урожайності зерна пшениці озимої залежно від систем удобрення був 0,60–2,47 т/га або на 10–41 %. При цьому необхідно зазначити, що за внесення дигестату в дозі 10 м<sup>3</sup>/га врожайність порівняно з виробничим контролем (підживлення азотними добрива, 109 кг/га д. р.) знижувалася лише на 0,31 т/га або на 4 %. Це можна пояснити низкою чинників. Підживлення пшениці озимої у варіанті виробничого контролю азотними добривами проводилося двічі за вегетаційний період, а дигестат вносили лише напровесні. Крім того, в дигестаті не весь азот знаходиться у формі легкодоступних мінеральних сполук, що сприяє продовженню його дії у часі, тобто він може бути засвоєний рослинами у кінці вегетації, коли рівень урожаю був уже сформований. Такий азот може впливати на поліпшення показників якості зерна.

Отже, з проведених досліджень можна зробити висновок, що за ранньовесняного підживлення пшениці озимої дигестатом у дозі 10 м<sup>3</sup>/га спостерігалась лише тенденція зниження врожайності зерна (на 4 %) порівняно з традиційною системою удобрення, яка передбачає внесення азотних добрив у дозі 109 кг/га д. р. у два строки. Підвищення дози внесення дигестату до 20 і 30 м<sup>3</sup>/га знижувало врожайність зерна відповідно на 14 % і 22 %.

Важливим чинником продуктивності пшениці озимої є якість зерна, яка визначається різними показниками. Хімічний склад зерна пшениці, який включає вуглеводи, білки, харчові волокна, ліпіди, мінерали та вітаміни [10], робить його цінним джерелом їжі та має важливе значення у виробництві високоякісних продуктів переробки [5]. Наприклад, вміст білка суттєво впливає на якість, технологічні властивості та харчову цінність борошна, що робить його важливим чинником для фермерів при виборі сортів пшениці та встановленні агрономічних стратегій управління формування врожаю [8]. Азотні добрива підвищують вміст білка та клейковини у зерні пшениці озимої, що позитивно впливає на його якість [5].

Застосування дигестату, отриманого анаеробною ферментацією свинячого гною, порівняно з мінеральними добривами, не мало істотного впливу на якість зерна пшениці озимої [2, 16]. У дослідженнях [20] із системами сівозмін, встановлено, що дигестат може замінити на озимих пшениці й ріпаку внесення мінеральних добрив і частково поліпшити якість зерна пшениці.

Проведеними дослідженнями встановлено, що показники якості зерна пшениці озимої змінювалися як від погодних умов, так і від особливостей удобрення

(табл. 3). Тоді як погодні умови для формування врожаю зерна були більш сприятливими у 2023 році, то для формування його якості – у 2022 році.

Таблиця 3

## Показники якості зерна пшениці озимої за різних систем удобрення

| Показник                      | Варіант досліджу         |                  |                                    |      |      | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------|--------------------------|------------------|------------------------------------|------|------|-------------------|
|                               | Без добрив<br>(контроль) | N <sub>109</sub> | Доза дигестату, м <sup>3</sup> /га |      |      |                   |
|                               |                          |                  | 10                                 | 20   | 30   |                   |
| 2022 рік                      |                          |                  |                                    |      |      |                   |
| Маса 1000 зерен, г            | 31,4                     | 33,7             | 34,1                               | 37,2 | 36,5 | 0,9               |
| Невиповнені зерна, %          | 6,22                     | 4,36             | 4,21                               | 4,11 | 4,02 | 0,32              |
| Натура, г/л                   | 592                      | 721              | 726                                | 729  | 731  | 48                |
| Вміст білка, %                | 9,0                      | 11,1             | 11,4                               | 11,7 | 11,8 | 1,2               |
| Склоподібні зерна, %          | 14                       | 23               | 26                                 | 30   | 32   | 2                 |
| Склоподібність, %             | 20                       | 27               | 31                                 | 35   | 37   | 3                 |
| Вміст клейковини, %           | 19,7                     | 24,6             | 25,8                               | 25,9 | 26,9 | 1,5               |
| Якість клейковини, од.        | 80                       | 84               | 82                                 | 83   | 84   | 6                 |
| Число падіння, с              | 286                      | 290              | 295                                | 300  | 306  | 16                |
| Сажкове зерно, %              | 0,08                     | 0,07             | 0,06                               | 0,07 | 0,05 | 0,01              |
| Фузаріозні зерна, %           | 0,10                     | 0,12             | 0,13                               | 0,24 | 0,32 | 0,08              |
| 2023 рік                      |                          |                  |                                    |      |      |                   |
| Маса 1000 зерен, г            | 31,0                     | 32,4             | 32,8                               | 32,7 | 32,4 | 1,7               |
| Невиповнені зерна, %          | 5,34                     | 3,12             | 3,02                               | 2,78 | 2,71 | 0,15              |
| Натура, г/л                   | 602                      | 713              | 719                                | 722  | 725  | 38                |
| Вміст білка, %                | 8,5                      | 10,3             | 10,7                               | 11,2 | 11,6 | 0,6               |
| Склоподібні зерна, %          | 13                       | 20               | 24                                 | 28   | 30   | 2                 |
| Склоподібність, %             | 16                       | 23               | 28                                 | 30   | 32   | 3                 |
| Вміст клейковини, %           | 19,1                     | 22,8             | 23,6                               | 24,9 | 25,9 | 1,5               |
| Якість клейковини, од.        | 74                       | 79               | 77                                 | 80   | 81   | 5                 |
| Число падіння, с              | 301                      | 322              | 325                                | 329  | 334  | 17                |
| Сажкове зерно, %              | 0,13                     | 0,11             | 0,11                               | 0,10 | 0,12 | 0,05              |
| Фузаріозні зерна, %           | 0,08                     | 0,11             | 0,12                               | 0,19 | 0,26 | 0,07              |
| У середньому за 2022–2023 рр. |                          |                  |                                    |      |      |                   |
| Маса 1000 зерен, г            | 31,2                     | 33,1             | 33,5                               | 35,0 | 34,5 |                   |
| Невиповнені зерна, %          | 5,78                     | 3,74             | 3,61                               | 3,45 | 3,37 |                   |
| Натура, г/л                   | 597                      | 717              | 723                                | 723  | 728  |                   |
| Вміст білка, %                | 8,8                      | 10,7             | 11,1                               | 11,5 | 11,7 |                   |
| Склоподібні зерна, %          | 14                       | 22               | 25                                 | 29   | 31   |                   |
| Склоподібність, %             | 18                       | 25               | 30                                 | 33   | 35   |                   |
| Вміст клейковини, %           | 19,4                     | 23,7             | 24,7                               | 25,4 | 26,4 |                   |
| Якість клейковини, од.        | 77                       | 82               | 80                                 | 82   | 83   |                   |
| Число падіння, с              | 294                      | 306              | 310                                | 315  | 320  |                   |
| Сажкове зерно, %              | 0,11                     | 0,09             | 0,09                               | 0,09 | 0,09 |                   |
| Фузаріозні зерна, %           | 0,09                     | 0,12             | 0,13                               | 0,22 | 0,29 |                   |

У середньому за два роки проведення досліджень удобрення сприяло підвищенню маси 1000 зерен з 31,2 до 33,1–35,0 г або на 6–12 %. При цьому простежувалась тенденція її підвищення за удобрення дигестатом порівняно з варіантом досліді N<sub>100</sub>. Це можна пояснити зменшенням кількості невивірених зерен з 3,74 % до 3,37–3,61 % залежно від дози дигестату. При цьому натура зерна підвищувалась від внесення добрив на 20–22 % але не залежала від системи їх застосування.

Системи удобрення, що вивчалися в досліді сприяли підвищенню вмісту білка в зерні. При цьому необхідно зазначити, що у варіантах досліді з внесенням дигестату спостерігалась тенденція підвищення вмісту білка в зерні порівняно з виробничим контролем на 4–9 %. Це можна пояснити ліпшим забезпеченням пшениці озимої азотом у кінці вегетації, коли він необхідний рослинам для формування якості. Краще забезпечення азотом сприяло також збільшенню в зерновій масі кількості склоподібних зерен на 57–121 % і склоподібність зерна з 18 до 25–35 % залежно від варіанту досліді. Порівняно з виробничим контролем склоподібність зерна підвищувалась за підживлення дигестатом на 20–40 % залежно від дози його внесення.

В середньому за два роки проведення досліджень за різних систем удобрення вміст клейковини у зерні був вищим порівняно з абсолютним контролем на 22–36 %. При цьому, порівняно з виробничим контролем, достовірно підвищення вмісту клейковини у зерні в обидва роки проведення досліджень спостерігалось за дози внесення дигестату 30 м<sup>3</sup>/га, тоді як за дози 20 м<sup>3</sup>/га перевага була лише в умовах 2023 року.

Поряд з кількістю клейковини у зерні, удобрення сприяло підвищенню її якості на 5–6 од. і числа падіння на 12–26 с за показників на контролі відповідно 77 од. і 294 с. При цьому істотної різниці між системами удобрення за два роки проведення досліджень не було виявлено.

Щодо ураження зерна пшениці озимої хворобами, як погодні умови у період вегетації, так і системи застосування добрив також мали певний вплив. Так, в умовах 2022 року за удобрення дигестатом частка сажкових зерен зменшувалась з 0,08 % до 0,05–0,07 % залежно від дози його внесення. При цьому частка фузаріозних зерен була меншою в 2,5–3 рази за дози дигестату 20–30 м<sup>3</sup>/га.

В умовах 2023 року частка сажкових зерен у зерновій масі була більшою, проте різниця між варіантами досліді була в межах помилки досліді. При цьому частка фузаріозних зерен достовірно підвищувалась порівняно з контролем (на 138–225 %) за дози внесення дигестату 20–30 м<sup>3</sup>/га.

Отже, можна зробити висновок, що ранньовесняне підживлення пшениці озимої дигестатом у дозах 10–30 м<sup>3</sup>/га не поступається традиційній системі її удобрення синтетичними азотними добривами.

Збір білка з урожаєм зерна з одиниці площі посіву пшениці озимої залежав як від систем застосування добрив, так і від погодних умов (табл. 4).

Як видно з даних табл. 4, добрива сприяють підвищенню збору білка на 217–379 кг/га або на 41–72 % залежно від систем удобрення пшениці озимої. Підживлення пшениці озимої дигестатом у дозі 10 м<sup>3</sup>/га дозволяло в середньому за два роки проведення досліджень отримувати збір білка на рівні традиційної системи удобрення, тоді як підвищення дози дигестату до 20 і 30 м<sup>3</sup>/га знижувала цей показник відповідно на 16 і 42 %. Це свідчить про недоцільність ранньовесняного підживлення посівів пшениці озимої високими дозами дигестату.

Таблиця 4

**Збір білка з урожаєм зерна пшениці озимої залежно від системи застосування добрив, кг/га**

| Варіант досліджу               | Рік  |      | Середнє за два роки | Приріст до контролю |    |
|--------------------------------|------|------|---------------------|---------------------|----|
|                                | 2022 | 2023 |                     | кг/га               | %  |
| Без добрив (контроль)          | 488  | 558  | 523                 | –                   | –  |
| N <sub>109</sub>               | 872  | 931  | 902                 | 379                 | 72 |
| Дигестат 10 м <sup>3</sup> /га | 871  | 929  | 900                 | 377                 | 72 |
| Дигестат 20 м <sup>3</sup> /га | 873  | 804  | 839                 | 316                 | 60 |
| Дигестат 30 м <sup>3</sup> /га | 801  | 679  | 740                 | 217                 | 41 |

**Висновки і пропозиції.** 1. Підживлення пшениці озимої дигестатом дозою 10 м<sup>3</sup>/га забезпечує живлення рослин азотом за показниками приладу N-тестер на рівні виробничого контролю (N<sub>109</sub>), тоді як за дози дигестату 20–30 м<sup>3</sup>/га забезпеченість рослин азотом достовірно підвищується.

2. Удобрення пшениці озимої азотними добривами (109 кг/га д. р.) і дигестатом забезпечує приріст урожайності 0,60–2,4 т/га або на 10–41 % і знижується зі збільшенням дози внесення дигестату з 10 до 20–30 м<sup>3</sup>/га. За дози дигестату 10 м<sup>3</sup>/га спостерігається лише тенденція до зниження врожайності зерна порівняно з виробничим контролем (N<sub>109</sub>) на 0,31 т/га або на 4 %.

3. Ранньовесняне підживлення пшениці озимої дигестатом у дозі 10–30 м<sup>3</sup>/га за впливом на показники якості зерна не поступається традиційній системі її удобрення синтетичними азотними добривами. Зі збільшенням дози дигестату до 20 і 30 м<sup>3</sup>/га збір білка з одиниці площі посіву знижується відповідно на 16 і 42 %, що пояснюється зменшенням урожайності зерна.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Baksinskaite A., Doyeni M. O., Tilvikiene V. Influence of *Artemisia dubia* Wall and Pig Manual Digestate on Winter Wheat Productivity and Grain Quality. *Agriculture*. 2024. 14. 1819. <https://doi.org/10.3390/agriculture14101819>
2. Doyeni M. O., Stulpinaite U., Baksinskaite A., Suproniene S. and Tilvikiene V. The Effectiveness of Digestate Use for Fertilization in an Agricultural Cropping System. *Plants* (Basel). 2021. 10(8). DOI: 10.3390/plants10081734.
3. Dumbravă M., Ion V., Bășa Gh. A., Dușa E. M., Epure L. I. Study regarding the yield components and the yield quality at some wheat varieties. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2019. Vol. 62 (2). P. 77–82. [https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/2\\_0203508119](https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/2_0203508119)
4. Fahad S., Sönmez O., Saud S., Wang D., Wu C., Adnan M. & Turan V. (eds.). *Plant growth regulators for climate-smart agriculture*, First Edn. Boca Raton, FL: CRC Press, 2021. 224 p. DOI: 10.1201/9781003109013.
5. Hospodarenko H. M. and Liubych V. V. Formation of yield and quality of winterdurum wheat grain depending on long-term fertilization. In 28th International Scientific Conference Research for Rural Development, 18–19 May 2022. Vol. 37 (*Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies*). 2022. P. 13–20. DOI: 10.22616/rrd.28.2022.002.
6. IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.

URL: [https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2023/02/wrb\\_fourth\\_edition\\_2022-12-18.pdf](https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2023/02/wrb_fourth_edition_2022-12-18.pdf).

7. Karimi B., Sadet-Bourgeteau S., Cannavacciuolo M., Chauvin C., Flamin C., Haumont A., Jean-Baptiste V., Reibel A., Vrignaud G. and Ranjard L. Impact of biogas digestates on soil microbiota in agriculture: a review. *Environmental Chemistry Letters*. 2022. 20. P. 3265–3288. DOI: 10.1007/s10311-022-01451-8.

8. Lachutta K., Jankowski K. J. The quality of winter wheat grain by different sowing strategies and nitrogen fertilizer rates: A case study in northeastern Poland. *Agriculture*. 2024. 14. 552. <https://doi.org/10.3390/agriculture14040552>

9. Li Y.Q., Seng K., Peng S. J., Meng Z. W. & Dong, Z. R. Effects of biogas slurry on wheat yield and the physical and chemical properties of soil. *Chinese Agricultural Science Bulletin*. 2014. 30(12). P. 181–186.

10. Mitura K., Cacak-Pietrzak G., Feledyn-Szewczyk B., Szablewski T., Studnicki M. Yield and grain quality of common wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on the different farming systems (organic vs. integrated vs. conventional). *Plants*. 2023. 12(5). 1022. <https://doi.org/10.3390/plants12051022>.

11. Petraitytė D. The effect of liquid organic fertilisers on agrocenoses of different winter wheat varieties. Doctoral Dissertation Agricultural Sciences, Agronomy (A 001). Kaunas, 2024. 198 s.

12. Rahaman M. A., Zhan X., Zhang Q., Li S. Q., Lv H., Long Y., & Zeng H. Ammonia Volatilization Reduced by Combined Application of Biogas Slurry and Chemical Fertilizer in Maize–Wheat Rotation System in North China Plain. *Sustainability*. 2020. No. 12(11). 4400. DOI: 10.3390/su12114400.

13. Rekowski A., Wimmer M. A., Henkelmann G., Zörb C. Is a Change of Protein Composition after Late Application of Nitrogen Sufficient to Improve the Baking Quality of Winter Wheat? *Agriculture*. 2019. 9. 101. <https://doi.org/10.3390/agriculture9050101>

14. Shewry P. R. Darwin review. 2009. 60. P. 1537–1553. DOI: 10.1093/jxb/erp058.

15. Silva N., Lucrecia M., Ramos G. et al. Water stress alters physical and chemical quality in grains of common bean, triticale and wheat. *Agric. Water Manag.* 2020. 231. 106023. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106023.

16. Šimon T., Kunzová E. and Friedlová M. The effect of digestate, cattle slurry and mineral fertilization on the winter wheat yield and soil quality parameters. *Plant, Soil and Environment*. 2015. 61(11). P. 522–527. DOI: 10.17221/530/2015-PSE.

17. Wang L., Bi J., Chen J. et al. Energy, environmental footprints and economic benefit of substituting inorganic fertilizer with organic manure for winter wheat in Huanghuaihai Plain. *European Journal of Agronomy*. 2025. Vol. 162, 127394. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127394>.

18. Wang Y., Peng Y., Lin, J., Wang L., Jia Z., & Zhang R. Optimal nitrogen management to achieve high wheat grain yield, grain protein content, and water productivity: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*. 2023. 290. 108587.

19. Zhang X. Effects of long-term biogas slurry application on soil properties and crop yield in the North China Plain : Manuscript Thesis for a Doctor Philosophy Degree (PhD): 201. Sumy, 2023. 151 p.

20. Wang F. Q., Sun J. B., Zhao Y. K., Fan Z. H., Xie W. J., Xu J. H., Shen C. & Cai, L. J. Effect of biogas fertilizer on wheat and rape yield, quality and soil improvement. *China Biogas*. 2015. 33(6). P. 98–101.

21. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

22. Мостіпан М. І., Умрихін Н. Л., Ковальов М. М. Вміст білка у зерні пшениці озимої залежно від погодних умов у ранньовесняний період. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 73. С 73–79.

23. Шевчук О. В., Господаренко Г. М. Використання рідкого дигестату біогазового виробництва для підживлення пшениці озимої. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2023. Вип. 103. Ч. 1. С. 18–26. DOI: 10.32782/2415-8240-2023-103-1-18-26.

УДК 631.6:631.67:631.675.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.21>

## ПРОДУКТИВІСТЬ КРОПУ ПАХУЧОГО (*ANETHUM GRAVEOLENS L.*) ЗАЛЕЖНО ВІД ЗВОЛОЖЕННЯ ГРУНТУ ТА ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

**Шепель А.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті досліджено вплив ступеня зволоження ґрунту та фонів живлення на продуктивність кропу пахучого (*Anethum graveolens L.*) в умовах Півдня України. Доведено, що інтенсивність зрошення та внесення мінеральних добрив значно впливають на ріст, урожайність зеленої маси, насіння та вміст ефірної олії в рослинах. Експериментальна схема передбачала вивчення двох основних факторів: режиму зволоження ґрунту (без зрошення та полив при 70% НВ) та різних фонів живлення (природний фон без добрив, внесення N30P30, N60P60, N90P90).

Результати досліджень показали, що за відсутності зрошення висота рослин кропу значно нижча, ніж за умов поливу (різниця у фазі цвітіння становила 10-18 см на користь зрошення). Найбільший приріст біомаси спостерігався при внесенні N60P60 та N90P90, особливо за умов поливу (до 120,7 см у фазі цвітіння). Урожайність зеленої маси без зрошення коливалася в межах 16,07-18,21 т/га, тоді як при поливах на рівні 70% НВ цей показник зростав до 20,68-24,64 т/га. Максимальний урожай зеленої маси отримано при внесенні N90P90 на фоні зрошення – 24,64 т/га, що на 4,96 т/га більше, ніж без добрив у тих самих умовах. Урожайність насіння без зрошення була значно нижчою (0,552-0,729 т/га), тоді як застосування зрошення підвищило цей показник до 0,864-1,271 т/га. Максимальна врожайність насіння відзначена при внесенні N90P90 та поливі (1,271 т/га). Аналіз хімічного складу насіння кропу показав, що вміст ефірної олії варіював залежно від рівня зволоження. Без зрошення вміст ефірної олії був найвищим (3,53%), тоді як при поливі цей показник знижувався до 3,02-3,48%. Масова частка карвону, основного компонента ефірної олії, була максимальною за відсутності зрошення при внесенні N90P90 (54,41%), тоді як за умов поливу цей показник знижувався до 46,15%. Натомість вміст лімонену, який відповідає за цитрусовий аромат, зростав при поливі (52,73% у варіанті без добрив). Для підвищення вмісту ефірної олії оптимальним є вирощування кропу без зрошення та без надмірного внесення добрив. Для збільшення врожайності насіння рекомендується поєднання мінерального живлення (N90P90) та зрошення при передполивній вологості ґрунту 70% НВ.

**Ключові слова:** кріп пахучий, ступінь зволоження ґрунту, фони живлення, урожайність, вміст та якість ефірної олії.

### **Shepel A.V. Productivity of dill (*Anethum graveolens L.*) depending on soil moisture and nutrient background in the South of Ukraine**

The article investigates the impact of soil moisture levels and nutrient backgrounds on the productivity of dill (*Anethum graveolens L.*) in the conditions of southern Ukraine. It has been proven that the intensity of irrigation and the application of mineral fertilizers significantly affect plant growth, green mass yield, seed yield, and the essential oil content in plants. The experimental scheme involved studying two main factors: soil moisture regime (no irrigation and irrigation at 70% of field capacity) and different nutrient backgrounds (natural background without fertilizers, application of N30P30, N60P60, N90P90).

The research results showed that, in the absence of irrigation, the height of dill plants was significantly lower than under irrigation conditions (the difference in the flowering phase was 10-18 cm in favor of irrigation). The highest biomass growth was observed with the application of N60P60 and N90P90, especially under irrigation conditions (up to 120.7 cm at the flowering stage). The green mass yield without irrigation ranged from 16.07 to 18.21 t/ha, while under irrigation at 70% field capacity, this indicator increased to 20.68-24.64 t/ha. The maximum

green mass yield was obtained with N90P90 under irrigation – 24.64 t/ha, which was 4.96 t/ha more than without fertilizers under the same conditions. The seed yield without irrigation was significantly lower (0.552-0.729 t/ha), while irrigation increased this figure to 0.864-1.271 t/ha. The highest seed yield was recorded with N90P90 application and irrigation (1.271 t/ha).

Chemical analysis of dill seeds showed that the essential oil content varied depending on the moisture level. Without irrigation, the essential oil content was the highest (3.53%), while under irrigation, this indicator decreased to 3.02-3.48%. The mass fraction of carvone, the main component of essential oil, was the highest in the absence of irrigation with N90P90 application (54.41%), whereas under irrigation, this indicator decreased to 46.15%. Conversely, the content of limonene, responsible for the citrus aroma, increased with irrigation (52.73% in the variant without fertilizers). To enhance the essential oil content, optimal cultivation conditions involve growing dill without irrigation and without excessive fertilizer application. To increase seed yield, it is recommended to combine mineral nutrition (N90P90) with irrigation at a pre-irrigation soil moisture level of 70% field capacity.

**Key words:** dill, degree of soil moisture, productivity of green mass and seeds, content and conditional collection of essential oil.

**Постановка проблеми.** Кріп пахучий (*Anethum graveolens* L.) є однією з найбільш популярних і затребуваних пряно-зелених культур у світі завдяки своїм високим поживним і лікувальним властивостям. Ця рослина багата на вітаміни групи В, вітамін С, різні кислоти, мінерали (кальцій, магній, залізо, фосфор) та ефірні олії, які надають їй характерний аромат і смак та сприяють нормалізації обміну речовин. Лікувальні властивості кропу досить різноманітні, і ця культура має велике значення в харчуванні людини. Батьківщиною кропу є регіони Середземномор'я. Основне застосування культури полягає в ароматизації страв. Кріп використовують свіжим як пряність для приготування різноманітних страв, а також можуть висушувати, заморожувати або консервувати. Стебла та зонтики кропу додають при засолюванні і маринуванні овочів, грибів і в процесі переробки інших продуктів. Водний настій з кропу, якщо вживати його по ½ склянки за 30 хвилин до їжі, має сечогінну дію [1]. У Центральній та Східній Європі, Скандинавії, країнах Балтії та Україні кріп, поряд з петрушкою та зеленою цибулею, є важливою кулінарним інгредієнтом. Свіже нарізане листя кропу використовують як приправу до супів, особливо до гарячого борщу і холодного борщу, який змішують із сиром, кефіром, йогуртом чи сметаною. Таку страву часто подають в спекотну літню погоду і називають окрошкою. Влітку популярні напої, такі як ряжанка, змішана з кропом, іноді з іншими травами [1]. Кріп є ароматною трав'янистою рослиною, що походить зі Східної Індії, хоча деякі джерела вказують, що він родом із Середземномор'я. Комерційно його вирощують в Центральній та Східній Європі, на Близькому Сході та в Північній Америці. Водночас, його можна знайти й у дикому вигляді в Середземномор'ї та частині Азії [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирощування ароматичних рослин є перспективною галуззю, яка має економічну значущість завдяки стабільним цінам і довгостроковій прибутковості, а також сприяє розвитку сільських територій. Це важливо для задоволення зростаючого попиту на продукцію харчової, фармацевтичної та косметичної промисловості на світовому ринку. Кріп зазвичай росте в регіонах з теплим і помірним кліматом, проте він здатен витримувати й більш низькі температури. Ця рослина може зростати до висоти 600 м над рівнем моря, надаючи перевагу сонячним, легким, вологим, родючим і добре дренованим ґрунтам [2]. Кріп має короткий вегетаційний період: від 50 до 80 днів для збирання зелені та від 100 до 120 днів для отримання фізіологічно зрілого насіння.

У промисловому вирощуванні кропу для зелені популярні сучасні кущові сорти, що відзначаються високою врожайністю (до 30-35 т/га), насиченим зеленим

кольором листя, гарною ароматністю та тривалим терміном зберігання. Такі сорти мають здатність швидко відновлюватися після скошування, що дозволяє збирати врожай кілька разів за сезон [3, 4, 5]. Вони характеризуються короткими нижніми міжвузлями, що дозволяє листю залишатися зеленим довше, а з пазух листків розвиваються бічні пагони, що значно підвищує облистяність рослини і, відповідно, врожайність.

Вирощування кущового кропу є економічно вигідним і має кілька переваг: зниження витрат на посівний матеріал на одиницю площі та зменшення кількості повторних посівів. Для забезпечення безперервного постачання свіжої зелені протягом сезону застосування багаторазового збору дозволяє проводити посіви з інтервалом 20-25 днів, що вдвічі менше, ніж при вирощуванні звичайних сортів. Це також дозволяє зменшити витрати на трудові та матеріальні ресурси завдяки рідшим посівам. Рослини інтенсивно набирають масу, і через три тижні урожай досягає рівня, який звичайні сорти досягають лише через шість тижнів після сходів. Крім того, завдяки більшому накопиченню ефірних олій, рослини мають вищий урожай та більш насичений аромат під час старіння. Тривалий вегетаційний період дозволяє поступово реалізовувати продукцію, не хвилюючись про те, що рослини переростуть і втратять товарний вигляд.

Цікавими є результати використання ефірної олії кропу як альтернативи антибіотичним стимуляторам росту (AGP) при вирощуванні бройлерів [6]. Подібне дослідження, але з використанням насіння кропу, проводили Walaa Z. Shnain і Hasanain N. Ezzat у Багдадському університеті [7]. Вони досліджували вплив додавання насіння кропу до корму в кількості 0,3, 0,6, 0,9 і 1,2% від маси корму. Результати експерименту показали значне зниження рівня холестерину та тригліцеридів у крові птиці, що, у свою чергу, покращило показники конверсії корму. Подібні результати щодо позитивного впливу кропу на продуктивність бройлерів отримали дослідники Ali J. Hammod, Ayman H. Abd El-Aziz, Ammarh Areaaer, Khalil A. Alfertosi [8]. Вони встановили, що додавання порошку листя кропу в кількості 1 г/кг раціону значно покращувало споживання корму, збільшувало живу масу та приріст тіла птиці порівняно з контрольною групою. В Україні у Реєстрі сортів затверджено 15 сортів кропу, серед яких: Аллігатор, Амброзія, Анет, Атлант, Голдкрон, Грін Слівс, Делікатесний, Ділл КЛ, Елла, Кронос, Монарх, Мораван, Олівер, Харківський 85, Тедді [9]. Отже, дослідження впливу зрошення і фонів живлення на врожайність та якість насіння кропу пахучого в умовах південного регіону України є важливим та перспективним напрямком наукових досліджень.

**Постановка завдання.** Метою наших досліджень було встановити вплив ступеня зволоження ґрунту та фонів живлення на врожайність зеленої маси кропу пахучого, насіння та його якість на півдні України. Польові експериментальні дослідження проводили впродовж 2024 р. на темно-каштановому середньо суглинковому ґрунті СТОВ «Мрія», що знаходиться в Херсонському районі Херсонської області. В нашому досліді висівався такий сорт культури як Харківський 85. Даний сорт створений в Інституті овочівництва і баштанництва НААН. Має наступні періоди свого розвитку: від масових сходів до стеблуння – 30-44, цвітіння – 51-71, утворення насіння – 89-105 діб. Призначення: універсальне. Розетка: розлога, 6-10 крупних листків; висота, см: 29-33. Черешок: довжина, см: 5-6. Насінневий кущ: висота, см: 108-132. Урожайність, т/га: розетки листків – 10,5-36,2; в технічній стиглості – 21,6-53,2; насіння – 0,1-1,4. Відносно стійкий до хвороб.

Схема досліду передбачала вивчення двох факторів: перший – режим зволоження ґрунту – без зрошення та поливу, а другим фактором були фони живлення,

які ми створили внесенням мінеральних добрив дозами N30P30, N60P60 та N90P90. Повторність досліду – трьохкратна. Площа досліду – 2,44 га. Форма ділянок прямокутна. Водний режим ґрунту контролювали шляхом визначення вологості ґрунту термостатно-ваговим методом. Строки поливів визначалися по вологості активного шару ґрунту – 0,5 м. Перед поливний поріг вологості ґрунту складав 70% НВ. Одержані результати досліду обробляли методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми «Agrostat» [10].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** За результатами спостережень, проведених у 2024 р., встановлено, що висота рослин кропу в польовому досліді закономірно залежали від ступеня зволоження ґрунту і фонів живлення, які ми створили шляхом внесення мінеральних добрив у різних дозах (табл. 1).

Таблиця 1

**Висота рослин кропу пахучого залежно від ступеня зволоження ґрунту та фонів живлення, см (2024 р.)**

| Ступінь зволоження ґрунту | Фенологічна фаза | Фон живлення           |        |        |        |
|---------------------------|------------------|------------------------|--------|--------|--------|
|                           |                  | Природний (без добрив) | N30P30 | N60P60 | N90P90 |
| Без зрошення              | Стеблування      | 18,2                   | 22,9   | 24,1   | 24,1   |
|                           | Цвітіння         | 102,4                  | 104,1  | 108,7  | 102,3  |
| Поливи при 70% НВ         | Стеблування      | 22,8                   | 23,3   | 27,2   | 29,6   |
|                           | Цвітіння         | 115,4                  | 117,6  | 118,1  | 120,7  |

Аналізуючи наведені дані, можна зробити такі висновки: вплив зволоження ґрунту: за умов відсутності зрошення висота рослин кропу значно нижча, ніж при додатковому зволоженні (полив при 70% НВ). У фазі стеблування різниця в середньому становить 4-5 см, а у фазі цвітіння – 10-18 см на користь поливу. Щодо впливу фонів живлення, то за обох режимів зволоження внесення добрив сприяє збільшенню висоти рослин. Найбільший ефект спостерігається при внесенні N60P60 та N90P90, особливо за поливу при 70% НВ (120,7 см у фазі цвітіння). Відсутність внесення добрив призводить до найнижчих показників росту. Варіювання у фазі стеблування висоти рослин без зрошення – від 18,2 см (без добрив) до 24,1 см (N60P60, N90P90), висота рослин при поливі – від 22,8 см (без добрив) до 29,6 см (N90P90), полив сприяє збільшенню висоти рослин у середньому на 4-5 см. Найбільший приріст від внесення добрив спостерігається при N90P90 – збільшення висоти на 11,4 см у порівнянні з природним фоном без поливу. Показники у фазу цвітіння коливаються – висота рослин без зрошення від 102,3 см до 108,7 см, висота рослин при поливі: від 115,4 см до 120,7 см. Полив сприяє збільшенню висоти рослин у середньому на 10-18 см. Максимальні показники висоти досягаються при N90P90 та поливі – 120,7 см.

Найменші показники висоти у всіх фазах розвитку визначені за природним фоном. Полив при 70% НВ покращує результати, але без добрив рослини все одно поступаються іншим варіантам живлення. Без поливу висота в фазі цвітіння досягає 108,7 см, що на 6,3 см більше за природний фон. При зрошенні цей показник зростає до 118,1 см. Полив суттєво покращує ріст рослин на всіх фонах живлення. Оптимальне співвідношення добрив – N60P60 або N90P90. Без добрив рослини суттєво відстають у рості. У фазі цвітіння позитивний ефект від поливу та добрив проявляється найбільше.

В табл. 2 представлені обліки урожайності зеленої маси кропу пахучого, які були проведені у фазу цвітіння культури.

Таблиця 2

**Урожайність зеленої маси кропу пахучого залежно від ступеня зволоження ґрунту та фонів живлення, т/га\* (2024 р.)**

| Ступінь зволоження ґрунту – фактор А | Фон живлення – фактор В |        |        |        |
|--------------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
|                                      | Природний (без добрив)  | N30P30 | N60P60 | N90P90 |
| Без зрошення                         | 16,07                   | 17,78  | 18,21  | 17,86  |
| Поливи при 70% НВ                    | 20,68                   | 22,50  | 23,21  | 24,64  |
| НІР05, т/га фактор А                 | 0,138                   |        |        |        |
| НІР05, т/га фактор В                 | 0,195                   |        |        |        |

\* – у фазу цвітіння

Як свідчать наведені вище результати спостережень, обліку та урожайність зеленої маси в фазу цвітіння на різних варіантах були неоднаковими. Дослідження, які були проведені у Туреччині, також довели позитивний вплив проведення поливів на зростання урожайності насіння кропу пахучого [11]. Так, врожайність зеленої маси культури у варіантах без зрошення коливається від 16,07 т/га (без добрив) до 18,21 т/га (N60P60). При поливах на рівні 70% НВ, урожайність підвищується до 20,68–24,64 т/га, що в середньому на 5,22 т/га більше, ніж без зрошення. Щодо впливу фонів живлення, то застосування мінеральних добрив (N30P30, N60P60, N90P90) підвищує урожайність у порівнянні з природним фоном. Максимальний урожай зеленої маси отримано при N90P90 з поливами – 24,64 т/га, що на 4,96 т/га більше, ніж без добрив на тому ж рівні зволоження. Застосування зрошення суттєво підвищує урожайність зеленої маси кропу (в середньому на 5,22 т/га). Без зрошення, навіть за максимального удобрення, урожайність нижча, ніж на зрошуваних ділянках без добрив. Поєднання поливу та внесення мінеральних добрив дає максимальний ефект. Результати нашого обліку урожайності насіння кропу, які приведені у табл. 3, свідчать, що без зрошення даний показник коливається від 0,552 т/га (без добрив) до 0,729 т/га (N60P60), що свідчить про низьку ефективність вирощування кропу в умовах природного зволоження.

Таблиця 3

**Урожайність насіння кропу пахучого залежно від ступеня зволоження ґрунту та фонів живлення, т/га (2024 р.)**

| Ступінь зволоження ґрунту – фактор А | Фон живлення – фактор В |        |        |        |
|--------------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
|                                      | Природний (без добрив)  | N30P30 | N60P60 | N90P90 |
| Без зрошення                         | 0,552                   | 0,624  | 0,729  | 0,668  |
| Поливи при 70% НВ                    | 0,864                   | 0,959  | 1,140  | 1,271  |
| НІР05, т/га фактор А                 | 0,087                   |        |        |        |
| НІР05, т/га фактор В                 | 0,091                   |        |        |        |

Проведення поливів при перед поливній вологості ґрунту у 70% НВ значно підвищує урожайність – від 0,864 т/га до 1,271 т/га, що свідчить про суттєвий вплив зрошення. Щодо впливу фонів живлення то найнижча врожайність спостерігається на природному фоні – 0,552 т/га без зрошення та 0,864 т/га з поливом. Максимальна врожайність – при внесенні N90P90, що становить 0,668 т/га без зрошення та 1,271 т/га з поливом. Різниця між варіантами N60P60 і N90P90 без зрошення невелика (0,729 т/га проти 0,668 т/га), що може свідчити про зниження ефективності додаткового внесення добрив при обмеженій вологості. Оптимальне поєднання – внесення N60P60 або N90P90 на фоні проведення поливів при перед поливній вологості у 70% НВ, що забезпечує максимальну урожайність (1,140–1,271 т/га). Без зрошення ефективність добрив значно знижується. Доцільність використання добрив – у посушливих умовах збільшення доз добрив не дає значного приросту врожайності, тому при обмежених ресурсах краще застосувати зрошення.

Насіння кропу пахучого є важливим ресурсом в ефіроолійній промисловості, оскільки з нього отримують ефірну олію, яка широко використовується в харчовій, парфюмерно-косметичній галузі та фармакології. Згідно з дослідженнями іранських вчених Zahra Tayarani-Najaran та інших [12], основними складовими цієї олії є карвон, лімонен, дигідрокарвон, карвакрол, п-цимен та  $\alpha$ -фелландрен. Сербські дослідники Milica Acimovic і Natasa Milic [13] зазначають, що ефірна олія кропу пахучого має позитивний вплив на нервову систему людини, допомагаючи захистити її від незначних когнітивних порушень, що виникають у результаті старіння або на ранніх стадіях хвороби Альцгеймера. Проведені аналізи показали, що масова доля ефірної олії в насінні кропу значною мірою визначалась ступенем зволоження ґрунту (табл. 4).

Таблиця 4

**Якість зібраного насіння кропу пахучого залежно від ступеня зволоження ґрунту та фонів живлення, (2024 р.)**

| Ступінь зволоження ґрунту – фактор А | Фон живлення – фактор В | Показники, %             |                     |                      |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|
|                                      |                         | Масова доля ефірної олії | Масова доля карвону | Масова доля лімонену |
| Без зрошення                         | Природний (без добрив)  | 3,53                     | 51,73               | 43,30                |
|                                      | N90P90                  | 3,18                     | 54,41               | 40,02                |
| Поливи при 70% НВ                    | Природний (без добрив)  | 3,48                     | 43,33               | 52,73                |
|                                      | N90P90                  | 3,02                     | 46,15               | 45,63                |
| НІР05, % фактор А                    |                         | 0,152                    | 1,96                | 1,77                 |
| НІР05, % фактор В                    |                         | 0,152                    | 1,96                | 1,77                 |

Як бачимо, зрошення зменшує вміст ефірної олії, особливо при внесенні добрив (3,02% проти 3,18% без зрошення). Основна ароматична речовина насіння кропу – масова частка карвону. Треба відмітити, що карвон накопичується більше при дефіциті вологи у ґрунті (без зрошення), а внесення N90P90 ще більше підвищує його рівень. На рис. 1–4 наведена інформація про показники, які аналізуються.

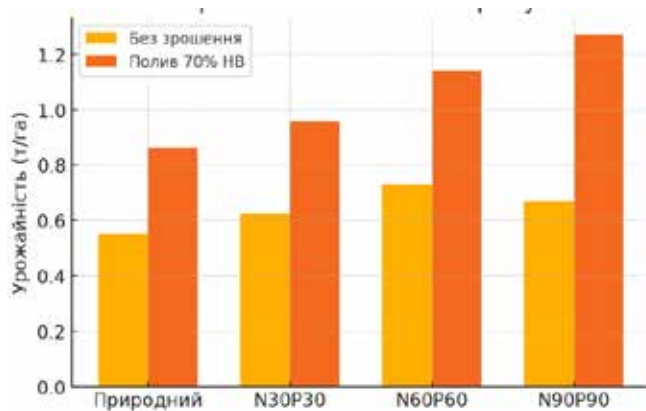


Рис. 1. Урожайність насіння культури у польовому досліді, 2024 р.

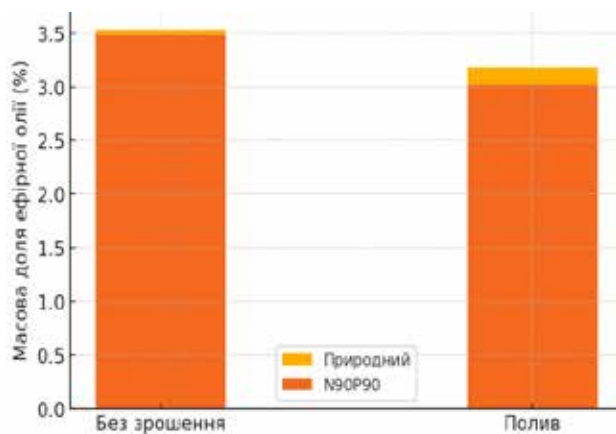


Рис. 2. Вміст ефірної олії в насінні кропу пахучого, 2024 р.

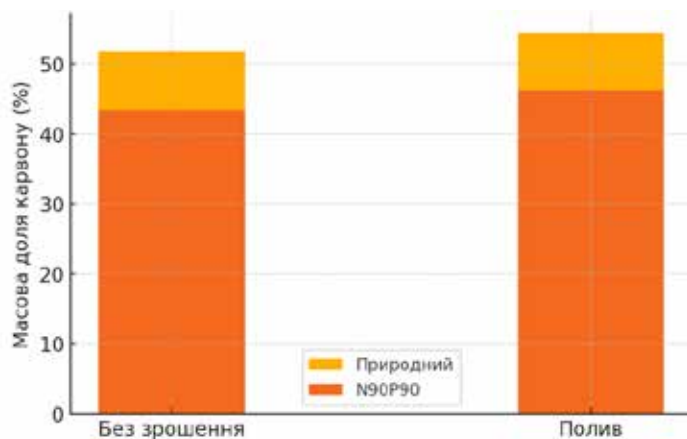


Рис. 3. Вміст карбону в насінні кропу пахучого, 2024 р.

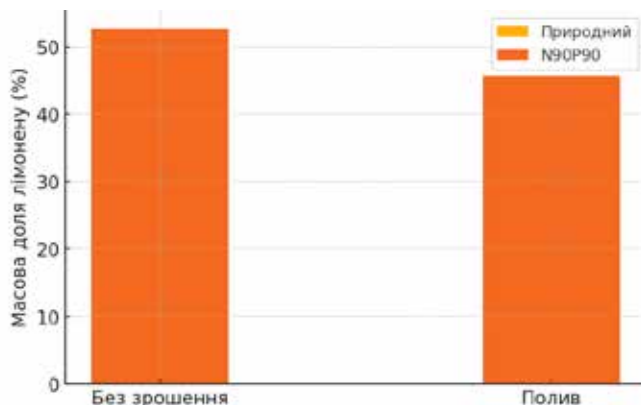


Рис. 4. Масова доля лімонену в насінні кропу пахучого, 2024 р.

Масова частка лімонену – ця речовина відповідає за цитрусовий аромат отриманої олії. Так, лімонен накопичується більше у вологих умовах, особливо при природному фоні живлення. Внесення N90P90 зменшує вміст ефірної олії незалежно від зволоження (зниження на 0,35–0,46%). Карвон накопичується більше при N90P90, але цей ефект сильніший у посушливих умовах. Лімонен зменшується при N90P90, що може впливати на ароматичні властивості насіння. Розраховані показники НР05 вказують на те, що всі зміни вмісту ефірної олії, карвону та лімонену в зібраному насінні є статистично значущими.

#### Висновки і пропозиції.

1. Для підвищення виходу ефірної олії потрібно вирощувати кріп без зрошення та без надмірного внесення добрив. При цьому оптимальним варіантом буде природний фон живлення без поливу (ефірна олія – 3,53%). Для підвищення вмісту карвону (найцінніший компонент ефірної олії кропу) потрібно вирощувати культуру також без зрошення, але вносити мінеральні добрива у дозі N90P90 (карвон – 54,41%). Для підвищення вмісту лімонену (сильніший цитрусовий аромат) потрібно поливати культуру і добрива не вносити (лімонен – 52,73%).

2. Якщо ціль вирощування культури – максимальна врожайність насіння, то потрібно вносити мінеральні добрива дозою N90P90 і застосовувати зрошення при перед поливній вологості ґрунту у 70% НВ.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Liubov Ben-Noun (Nun) Health effects of dill. February 2022. Israel. URL: [https://www.researchgate.net/publication/358346291\\_HEALTH\\_EFFECTS\\_OF\\_DILL](https://www.researchgate.net/publication/358346291_HEALTH_EFFECTS_OF_DILL) (дата звернення: 02.03.2025).

2. Глинська В. Наше підприємство вирощує свіжу зелень на продаж протягом 20 років, 10 жовтня 2019. URL: <https://agrotimes.ua/interview/nashe-pidpryyemstvo-vyroshhuye-svizhu-zelen-na-prodazh-protyagom-20-rokiv/> (дата звернення: 01.03.2025)

3. Моргунська Ю. Король городу. Як кріп здобув загальну любов і знайшов тезку. URL: <https://www.dsnews.ua/ukr/society/korol-ogoroda-kak-ukrop-sniskal-vseobshchuyu-lyubov-i-obrel-22022020120000> (дата звернення: 03.03.2025).

4. Encarnación Martínez-Sabater, María Dolores Pérez-Murcia, Francisco Javier Andreu-Rodríguez, Luciano Orden, Enrique Agulló, José Sáez-Tovar, Juan Martínez-Tome, María Angeles Bustamante, Raul Moral Inorganic Commodities on

Greenhouse Gas Emissions, Crop Yield, and Soil Properties by *Agrono* 2022, 12(9), 2124. URL: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/9/2124> <https://doi.org/10.3390/agronomy12092124>. (дата звернення: 03.03.2025).

5. Магічні властивості кропу та петрушки: чому варто посадити зелень на своїй ділянці. 25 квітня 2024 р. <https://ukr.media/esoterics/458650/> (дата звернення: 04.03.2025).

6. Usman Ali, Saima Naveed, Masaaki Toyomizu, Shafqat N. Qaisrani Implication of chemical compositions and in vitro properties of coriander, ajwain and dill seed essential oils as potential replacement of antibiotic growth promoters in broilers. *Large Animal Review*. February 2023. 29(1). P.27-34. URL: [https://www.researchgate.net/publication/368396285\\_Implication\\_of\\_chemical\\_compositions\\_and\\_in\\_vitro\\_properties\\_of\\_coriander\\_ajwain\\_and\\_dill\\_seed\\_essential\\_oils\\_as\\_potential\\_replacement\\_of\\_antibiotic\\_growth\\_promoters\\_in\\_broilers](https://www.researchgate.net/publication/368396285_Implication_of_chemical_compositions_and_in_vitro_properties_of_coriander_ajwain_and_dill_seed_essential_oils_as_potential_replacement_of_antibiotic_growth_promoters_in_broilers) (дата звернення 03.03.2025)

7. Wala Z. Shnain, Hasanain N. Ezzat Effect of adding different levels of dill seeds to the diet on physiological traits of broilers. December 2022. URL: [https://www.researchgate.net/publication/366756527\\_EFFECT\\_OF\\_ADDING\\_DIFFERENT\\_LEVELS\\_OF\\_DILL\\_SEEDS\\_TO\\_THE\\_DIET\\_ON\\_PHYSIOLOGICAL\\_TRAITS\\_OF\\_BROILERS](https://www.researchgate.net/publication/366756527_EFFECT_OF_ADDING_DIFFERENT_LEVELS_OF_DILL_SEEDS_TO_THE_DIET_ON_PHYSIOLOGICAL_TRAITS_OF_BROILERS) <http://dx.doi.org/10.28936/jmrascp14.2.2022.12> (дата звернення 04.03.2025)

8. Ali J. Hammod, Ayman H. Abd El-Aziz, Ammarh Areaaer, Khalil A. Alfertosi. Effect of Dill Powder ( *Anethum graveolens* ) as a Dietary Supplement on Productive Performance, Mortality and Economic Figure in Broiler. Al-Qadisiyah, Iraq. August 2020. Scientific international virtual agricultural conference 31 May-1 June 2020. IOP Conference Series Earth and Environmental Science 553(1):012018. DOI: 10.1088/1755-1315/553/1/012018 URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/553/1/012018/pdf> (дата звернення 06.03.2025)

9. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (дата звернення 15.03.2023).

10. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковихін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів. Херсон : «Айлант», 2009. 370 с.

11. Roghayeh Solhi-khajehmarjan, Kazem Ghassemi-Golezani Changes in seed yield and quality of dill in response to drought stress January 2022 Conference: 17th National and 3rd International Iranian Crop Science Congress At: Shahid-Bahonar University of Kerman, Kerman-Iran. URL: [https://www.researchgate.net/publication/358106855\\_Changes\\_in\\_seed\\_yield\\_and\\_quality\\_of\\_dill\\_in\\_response\\_to\\_drought\\_stress](https://www.researchgate.net/publication/358106855_Changes_in_seed_yield_and_quality_of_dill_in_response_to_drought_stress) (дата звернення 01.03.2025).

12. Zahra Tayarani-Najaran, Mohammad K Hassanzadeh, Maryam Nasery, Seyed Ahmad Emami Dill (*Anethum graveolens* L.) Oils. December 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00045-6> In book: Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety.P.405-412.

13. Milica Acimovic, Natasa Milic Dill in traditional medicine and modern phytotherapy. December 2015. *Lekovite Sirovine*. 35(35): P.23-35 <http://dx.doi.org/10.5937/leksir1535023A>

УДК 631.17:635.262  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.22>

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ЧАСНИКУ ОЗИМОГО ТИПУ РОЗВИТКУ СОРТУ ЛЮБАША ЗА УДОБРЕННЯ РІЗНИМИ НОРМАМИ ВЕРМИКОПСТУ

**Яценко В.В.** – доктор філософії,  
старший викладач кафедри рослинництва,  
Уманський національний університет садівництва

**Яценко Н.В.** – д.с.-г.н., доцент,  
завідувач кафедри овочівництва,  
Уманський національний університет садівництва

**Яценко А.О.** – д.с.-г.н., професор,  
професор кафедри рослинництва,  
Уманський національний університет садівництва

**Климович Н.М.** – викладач кафедри рослинництва,  
Уманський національний університет садівництва

**Рогальський С.В.** – к.с.-г.н., доцент,  
доцент кафедри рослинництва,  
Уманський національний університет садівництва

**Січкач А.О.** – к.с.-г.н., доцент,  
доцент кафедри рослинництва,  
Уманський національний університет садівництва

Метою дослідження було вивчення формування рівня врожайності та товарності часнику озимого сорту Любаша за внесення різних норм вермикопосту в Правобережному Лісостепу України. Упродовж 2023–2024 рр. у польових умовах навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва на дослідному полі кафедри овочівництва за наступною схемою: вермикопост у нормах 1; 3; 5 т/га, який вносили локально у рядки перед висаджуванням у порівнянні перегноєм 30 т/га (еталон) внесеного врозкид. За контроль взято варіант без удобрення. Аналіз отриманих результатів проводили за допомогою загальноприйнятих методів польових і статистичних досліджень. У ході дослідження визначено динаміку маси цибулини, врожайності та товарності залежно від варіанту досліді. Встановлено, що збільшення норми внесення добрив сприяло зростанню середньої маси цибулини. Найкращий результат отримано при внесенні вермикопосту в дозі 5 т/га – 60,4 г, що на 16,0 г перевищує контрольний показник. Одночасно спостерігалось покращення структури цибулин, де частка великої фракції зростала неістотно із збільшенням норми вермикопосту, проте прослідковувалася загальна позитивна тенденція. Найвищу урожайність відзначено у варіанті за внесення вермикопосту 5 т/га – 14,8 т/га, що на 2,7 т/га більше порівняно з контролем. Варіанти з перегноєм 30 т/га та вермикопостом 1 т/га продемонстрували майже однаковий рівень урожайності – 13,3 і 13,4 т/га відповідно. Це свідчить про те, що 1 т/га вермикопосту забезпечує ефект, еквівалентний 30 т/га перегною. Найвищий рівень товарності цибулин відзначено у варіанті з внесенням вермикопосту 5 т/га – частка цибулин діаметром понад 45 мм становила 96,5%, що на 22,3% більше за контрольний варіант. Отримані результати сприятимуть розвитку органічного виробництва овочевих культур, зокрема часнику та сприятимуть сталому розвитку галузі й відновленню ґрунтових ресурсів.

**Ключові слова:** вермикопост, біогумус, врожайність, маса цибулини, товарність.

**Yatsenko V.V., Yatsenko N.V., Yatsenko A.O., Klymovych N.M., Rogalsky S.V., Sichkar A.O. Productivity of winter garlic of the Lyubasha cultivar under fertilization with different norms of vermicompost**

The purpose of the study was to study the formation of the level of yield and marketability of hardneck garlic of the Lyubasha cultivar with the fertilizing of different rates of vermicompost in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. During 2023–2024, in the field conditions of the educational and production department of the Uman National University of Horticulture on the experimental field of the Department of Vegetable Growing according to the following scheme: vermicompost in rates of 1; 3; 5 t/ha, which was applied locally in the rows before planting in comparison with humus 30 t/ha (standard) applied in the spread. The control was taken as a variant without fertilizer. The analysis of the obtained results was carried out using generally accepted methods of field and statistical research. During the study, the dynamics of bulb mass, yield and marketability were determined depending on the experimental variant. It was established that an increase in the rate of fertilizer application contributed to an increase in the average bulb mass. The best result was obtained when applying vermicompost at a dose of 5 t/ha – 60.4 g, which is 16.0 g higher than the control indicator. At the same time, an improvement in the structure of the bulbs was observed, where the proportion of the large fraction increased insignificantly with an increase in the rate of vermicompost, but an overall positive trend was observed. The highest yield was noted in the variant with the application of biohumus 5 t/ha – 14.8 t/ha, which is 2.7 t/ha more compared to the control. Variants with humus 30 t/ha and biohumus 1 t/ha demonstrated almost the same level of yield – 13.3 and 13.4 t/ha, respectively. This indicates that 1 t/ha of vermicompost provides an effect equivalent to 30 t/ha of humus. The highest level of marketability of bulbs was noted in the variant with the introduction of vermicompost at a rate of 5 t/ha – the share of bulbs with a diameter of more than 45 mm was 96.5%, which is 22.3% more than in the control variant. The results obtained will contribute to the development of organic cultivation of vegetable crops, in particular garlic, and will contribute to the sustainable development of the industry and the restoration of soil resources.

**Key words:** vermicompost, biohumus, yield, bulb weight, marketability.

**Постановка проблеми.** Інтенсивне сільське господарство, спричинене застосуванням хімічних добрив, підвищило врожайність, але ціною здоров'я ґрунту та навколишнього середовища. Надмірне використання хімічних добрив призводить до швидкого розкладання органічної речовини ґрунту, погіршення структури ґрунту, зменшення агрегації частинок та зниження ефективності використання добрив через фіксацію та вимивання поживних речовин. Це порушення природних розкладачів в агроекосистемах створює загрозу продовольчій безпеці. Зменшення доступності мікроелементів, зниження рівня ґрунтових вод, забруднення та залужнення ґрунту підкреслюють нагальну потребу в органічних добривах для досягнення сталого розвитку сільського господарства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед органічних добрив вермикомпост виділяється своїм потенціалом значного прискорення росту культур [1]. Вермикомпостування є економічно ефективним, екологічно чистим і стійким методом перетворення великих обсягів органічних відходів у високоякісне органічне добриво шляхом контрольованого біоокислення за участю дощових черв'яків і пов'язаних з ними мікробів [2]. Цей процес стабілізує органічну речовину з мінімальною втратою поживних речовин і зменшує кількість патогенів в органічних відходах [3].

Дослідження підкреслюють потенціал вермикомпосту для покращення продуктивності польових культур [4, 5], але є мало інформації про його вплив на овочеві культури. Роль вермикомпосту в нівелюванні негативного впливу біотичного та абіотичного стресів залишається недостатньо вивченою. У цьому огляді зібрано вичерпні дані про застосування вермикомпосту для підвищення продуктивності овочевих культур за різних стресів і досліджено фактори, що впливають на активність дощових черв'яків під час вермикомпосту [6, 7].

**Постановка завдання.** Дослідження проводили упродовж 2023–2024 рр. на дослідному полі кафедри овочівництва у НВВ Уманського НУС. Досліджували удобрення сорту часнику озимого Любаша вермикомпостом у нормах 1; 3; 5 т/га, який вносили локально у рядки перед висаджуванням у порівнянні з 30 т/га перегною внесеного врозкид. У контролі часник вирощували без удобрення. Дослід закладали в умовах краплинного зрошення.

Закладання досліду, спостереження і біометричні виміри та облік врожаю проводили за загальноприйнятими методиками ІОіБ НААН України [8]. Площа дослідної ділянки: загальна – 100 м<sup>2</sup>, облікова – 10 м<sup>2</sup>, розміщення ділянок методом рендомізованих блоків. Попередник – салат листковий і шпинат городній. Часник озимий висаджували на початку другої декади жовтня за рядковою схемою 45×6 см.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Продуктивним органом у рослин часнику стрілкового є ґрунтова цибулина. Саме в них накопичуються всі поживні речовини, хімічні сполуки та вітаміни.

За 2023–2024 рр. досліджень маса цибулини часнику стрілкового (рис. 1) найменшою була у контрольному варіанті – 42 г та 46,8 г відповідно. Найкращі результати отримали за внесення вермикомпосту у нормі 5 т/га – 57,4 г в 2023 році та 63,3 г у 2024 році, що більше за контроль на 15,4 г (на 36,6%) та 16,5 г (на 35%) відповідно за роками.

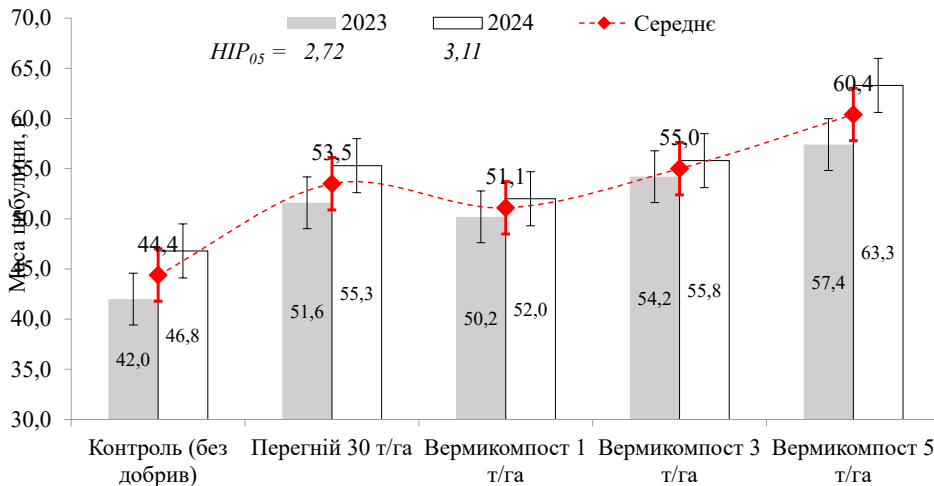


Рис. 1. Маса цибулини часнику озимого сорту Любаша за внесення різних норм вермикомпосту, г

Структура врожаю (табл. 1) є одним з найважливіших показників урожайності культури. В урожаї часнику озимого структуру врожаю визначає кількість зубків та середня маса кожного зубка. Найкращу структуру цибулини має варіант, де вносили вермикомпост у нормі 5 т/га, цей варіант має найбільше число великих зубків у цибулині – 5 шт, що більше контрольного варіанту на 1 шт.

Найбільшу товарність мав варіант з внесенням вермикомпосту 5 т/га – кількість цибулин більших за 45 мм – 96,5%, що більше за контроль на 22,3%, відповідно

мав найменшу кількість цибулин фракції до 30 мм – 3,5%, що менше за контроль на 22,3%. Порівнявши результати, отриманих даних з варіантів з вермикомпостом 3 та 5 т/га між собою, то різниця між ними несуттєва і складає лише 1,1%.

Таблиця 1

**Структура цибулини часнику озимого сорту Любаша,  
за внесення різних норм вермикомпосту**

| Органічне добриво, т/га | Кількість зубків у цибуліні по фракціях, шт. |               |                 |                |
|-------------------------|--|---------------|-----------------|----------------|
|                         | Загальна                                     | Великі (>6 г) | Середні (3-6 г) | Дрібні (< 3 г) |
| Контроль (без добрив)   | 4,5  | 3,7           | 0,8             | 0,1            |
| Перегній 30             | 5,1  | 3,5           | 1,2             | 0,3            |
| Вермикомпост 1          | 5,4  | 4,0           | 1,1             | 0,3            |
| Вермикомпост 3          | 5,5  | 4,3           | 1,0             | 0,2            |
| Вермикомпост 5          | 5,1  | 4,5           | 0,6             | 0,1            |

Для визначення товарності урожаю досліджуваних варіантів, сортували цибулини за діаметром на фракції до 30 мм та більше 45 мм, дані наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

**Розподіл цибулин часнику озимого сорту Любаша за діаметром на фракції,  
за внесення різних норм вермикомпосту, %**

| Органічне добриво, т/га | Діаметр цибулини, мм |      |
|-------------------------|----------------------|------|
|                         | ≤30                  | ≥45  |
| Контроль (без добрив)   | 25,8                 | 74,2 |
| Перегній 30             | 8,0                  | 92,0 |
| Вермикомпост 1          | 9,2                  | 90,8 |
| Вермикомпост 3          | 4,4                  | 95,6 |
| Вермикомпост 5          | 3,5                  | 96,5 |

Серед варіантів з добривами найменшу товарність має варіант з внесенням перегною у нормі 30 т/га: частка цибулин більших 45 мм складає 92%, цибулин менших 30 мм – 8,0%, що краще за контроль на 17,8%.

Урожайність культури – це основний показник, за яким характеризують ефективність її вирощування. Одним із способів одержання вищого врожаю часнику озимого є внесення органічних добрив, які задовольняють потреби даної рослини. Нині культура часнику в Україні набуває все більшої популярності, а екологічно чисті продукти харчування – не лише в Україні, а й у світі, тому такі дослідження є особливо актуальними.

Із проведених досліджень встановлено, що органічні добрива підвищують врожайність часнику озимого. Так, у 2023 році контрольний варіант мав урожайність 11,7 т/га. Найбільший врожай мав варіант з вермикомпостом 5 т/га – 14,2 т/га, що більше від контролю на 2,5 т/га. Варіант з вермикомпостом 3 т/га мав урожайність 13,7 т/га, що більше за контроль на 2,0 т/га. Варіанти з перегноем в нормі 30 т/га та вермикомпостом 1 т/га мали майже однаковий приріст врожаю – 0,8–1,1 т/га, порівняно з контролем. У 2024 році урожайність всіх варіантів зростала, порівняно

з попереднім роком. Найбільшу врожайність мав варіант з внесенням вермикомпосту у нормі 5 т/га – 15,4 т/га, що більше за контрольний варіант на 2,9 т/га. В цьому році варіанти з вермикомпостом у нормах 1 та 3 т/га різнилися між собою за врожайністю і переважали контроль 1,8–2,3 т/га (рис. 2).

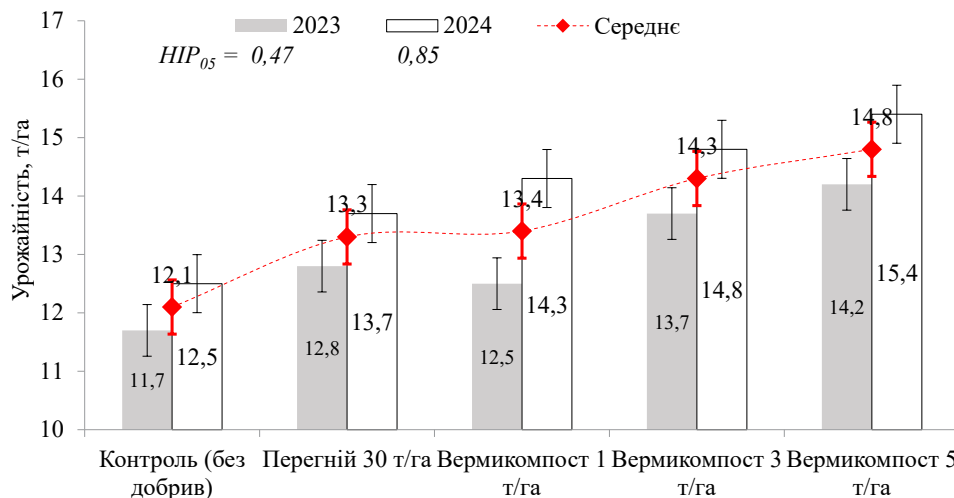


Рис. 2. Урожайність часнику озимого сорту Любаша, за внесення різних норм вермикомпосту, т/га

Проаналізувавши середні дані за два роки варіант з вермикомпостом 5 т/га мав приріст врожаю 2,7 т/га, що більше за контроль на 22,3%. Середнє за два роки у варіантах з вермикомпостом 1 т/га та перегноєм 30 т/га різняться не суттєво і мали майже однакову прибавку врожаю – 1,2–1,3 т/га відповідно.

**Висновки і пропозиції.** У результаті проведених досліджень встановлено, що середня маса цибулини збільшувалася із збільшення норми внесення добрив. Найкращі результати отримали за внесення вермикомпосту у нормі 5 т/га – 60,4 г, що більше за контроль на 16,0 г. Разом з цим покращилася структура цибулини.

Найвищий урожай отримано за внесення вермикомпосту 5 т/га – 14,8 т/га, що більше за контроль на 2,7 т/га. Варіанти з перегноєм 30 т/га та вермикомпостом 1 т/га дали майже однакові результати врожаю – 13,3 та 13,4 т/га. Зважаючи на це, можна констатувати, що 1 т/га вермикомпосту має рівнозначний ефект 30 т/га перегною.

Найвищого рівня товарності цибулин було досягнуто у варіанті з внесенням вермикомпосту у нормі 5 т/га – кількість цибулин більших 45 мм – 96,5%, що більше від контролю на 22,3%.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Joshi R., Singh J., Vig, A.P. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Rev Environ Sci Biotechnol*. 2015. 14, 137–159. <https://doi.org/10.1007/s11157-014-9347-1/>
- Karmakar A., Tripti B. An overview on vermicompost and its uses in Sustainable Agriculture. *Natural Resources*. 2024. pp. 155–170. Publisher: AkiNik Publications/

3. Alongkorn N., Chuleemas I., Sompong C., Shanerin F. Dual-Purpose Vermicompost for the Growth Promotion and Suppression of Damping-Off Disease on Potted Vegetable Soybean. *Plants*. 2024. 13. 1607. 10.3390/plants13121607.
  4. Coulibaly S.S., Toure M., Kouame A.E., et al. Vermicompost as an Alternative to Inorganic Fertilizer to Improve Okra Productivity in Cote d'Ivoire. *Open J. Soil Sci.* 2021,11, 1–12.
  5. Oyege I., Balaji Bhaskar M.S. Effects of Vermicompost on Soil and Plant Health and Promoting Sustainable Agriculture. *Soil Syst.* 2023,7, 101.
  6. Rehman S.U., De Castro F., Aprile A., Benedetti M., Fanizzi F.P. Vermicompost: Enhancing Plant Growth and Combating Abiotic and Biotic Stress. *Agronomy*. 2023,13, 1134.
  7. Ose A., Andersone-Ozola U., Ievinsh G. Substrate-Dependent Effect of Vermicompost on Yield and Physiological Indices of Container-Grown *Dracocephalum moldavica* Plants. *Agriculture*. 2021,11, 1231.
  8. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. *Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві*. Харків: Основа, 2001. 369 с.
-

УДК 631.8:631.45

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.23>

## ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА ВАПНУВАННЯ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ

**Яценко Л.А.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства імені С.Т. Вознюка,  
Національний університет водного господарства та природокористування

**Ювчик Н.О.** – старший викладач кафедри агроінженерії,

Національний університет водного господарства та природокористування

У дослідженні наведено результати впливу різних доз мінеральних добрив у поєднанні з позакореневим підживленням мікродобривом на фоні хімічної меліорації на продуктивність озимої пшениці в умовах Західного Полісся на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті. Внесення мінеральних добрив включало варіанти із рекомендованою ( $N_{120}P_{60}K_{90}$ ) та розрахунковими дозами, що визначені нормативним методом на винос елементів живлення основною ( $N_{130}P_{25}K_{35}$ ) та основною і побічною продукцією ( $N_{150}P_{50}K_{125}$ ). Позакореневе підживлення мікродобривом проводили дворазово за вегетацію культури. У якості фону застосовували вапнування у дозах, визначених за гідролітичною кислотністю ґрунту (1,0 і 1,5 дози Нг доломітового та 1,0 дози вапнякового борошна).

Найбільшу врожайність зерна (4,97 т/га) у середньому за 2021–2023 рр. забезпечила доза добрив, розрахована нормативним методом на винос елементів живлення основною і побічною продукцією ( $N_{150}P_{50}K_{125}$ ) у поєднанні з мікродобривом на фоні  $CaMg(CO_3)_2$  (1,0 дози Нг). Приріст до контролю (без добрив) склав 2,93 т/га, або 143,6%. Розрахункова доза на винос основною продукцією ( $N_{130}P_{25}K_{35}$ ) не призвела до істотного зниження врожайності зерна ( $p \leq 0,05$ ) порівняно з рекомендованою дозою ( $N_{120}P_{60}K_{90}$ ). Комбіноване застосування повного мінерального живлення у всіх дозах разом з позакореневим підживленням мікродобривом на фоні вапнування значно покращувало якість зерна пшениці, яке відповідало II класу (ДСТУ 3768:2019). Водночас, за використання лише азотних добрив ( $N_{130}$ ), зерно досягло лише III класу якості за інших однакових умов із попередніми варіантами. Дослідження підтверджують важливість збалансованого застосування мінеральних добрив і вапнування для досягнення високої врожайності та стабільної якості зерна пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті.

**Ключові слова:** пшениця озима, дози, добрива, підживлення, хімічна меліорація, урожайність, якість.

### **Yuvchik N.O., Yashchenko L.A. Formation of yield and grain quality of winter wheat under mineral nutrition and liming on sod-podzolic soil**

The study presents the results of the impact of different doses of mineral fertilizers combined with foliar application of micronutrients against the background of chemical amelioration on winter wheat productivity in the conditions of Western Polissia on sod-podzolic sandy loam soil. The application of mineral fertilizers included options with the recommended dose ( $N_{120}P_{60}K_{90}$ ) and calculated doses determined by the normative method based on nutrient removal with the main ( $N_{130}P_{25}K_{35}$ ) and main plus by-product ( $N_{150}P_{50}K_{125}$ ). Foliar application of micronutrients was carried out twice during the growing season. Chemical amelioration was performed with liming at doses determined by the soil's hydrolytic acidity (1.0 and 1.5 Hh doses of dolomitic lime and 1.0 Hh dose of calcium carbonate flour).

The highest average grain yield (4.97 t ha<sup>-1</sup>) over 2021–2023 was achieved with the dose of fertilizers calculated by the normative method based on nutrient removal with both main and by-product ( $N_{150}P_{50}K_{125}$ ) in combination with micronutrient foliar feeding on the background of  $CaMg(CO_3)_2$  (1.0 dose Hh). The increase compared to the control (no fertilizers) was 2.93 t ha<sup>-1</sup>, or 143.6%. The calculated dose for nutrient removal with the main product ( $N_{130}P_{25}K_{35}$ ) did not result in a significant reduction in grain yield ( $p \leq 0.05$ ) compared to the recommended dose

( $N_{120}P_{60}K_{90}$ ). The combined application of full mineral nutrition in all doses along with foliar micronutrient feeding against the background of liming significantly improved the quality of the wheat grain, which met the requirements of grade II (DSTU 3768:2019). At the same time, when only nitrogen fertilizers ( $N_{130}$ ) were used, the grain reached only grade III quality under otherwise identical conditions with previous treatments. The study confirms the importance of balanced use of mineral fertilizers and liming to achieve high yield and stable quality of winter wheat grain on sod-podzolic soil.

**Key words:** winter wheat, doses, fertilizers, feeding, chemical amelioration, yield, quality.

**Постановка проблеми.** Пшениця озима є однією з найважливіших зернових культур, що займає провідне місце у сільськогосподарському виробництві світу та України. Головним чинником підвищення її продуктивності, особливо на легких дерново-підзолистих ґрунтах, є вдосконалення технології вирощування, зокрема оптимізація мінерального живлення та вапнування.

Регулювання поживного режиму ґрунту створює сприятливі умови для росту й розвитку рослин, що сприяє підвищенню їхньої продуктивності та родючості ґрунту [1]. Впродовж розвитку пшениця озима проходить два критичних періоди забезпеченості елементами живлення: від появи сходів до припинення осінньої вегетації, коли рослини особливо чутливі до нестачі азоту, фосфору та калію, а також від відновлення весняної вегетації до виходу в трубку, коли істотно зростає потреба в азоті [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для досягнення високої врожайності та поліпшення якості зерна необхідно вносити азотні, фосфорні та калійні добрива в оптимальних співвідношеннях, враховуючи біологічні особливості сорту, погодні умови та родючість ґрунту. На початкових етапах вегетації азотні добрива стимулюють ріст рослин, підвищують інтенсивність накопичення азотосполук у вегетативних органах, сприяють формуванню колоса, збільшенню кількості зерен, а також підвищенню вмісту білка та клейковини. Фосфорно-калійні добрива сприяють розвитку кореневої системи, накопиченню цукрів та підвищенню зимостійкості рослин [3, 4].

Нестача азоту уповільнює синтез білків, що негативно впливає на ріст рослин, прискорює формування генеративних органів і, відповідно, знижує врожайність культури. Дослідження свідчать, що для отримання врожаю зерна пшениці озимої на рівні 6–7 т/га орієнтовні дози азотних добрив становлять 90–200 кг/га д.р., залежно від типу ґрунту. Найбільша ефективність досягається за оптимальних доз внесення добрив, оскільки надмірне удобрення призводить до зниження їх віддачі [5].

За даними Кулик М. І., підживлення азотом у дозі 30 кг/га д.р. може підвищити врожайність на 2–5 ц/га. Дослідження підтверджують, що внесення основного удобрення забезпечує 55% якості зерна, весняне підживлення азотом – 15%, позакореневе підживлення – 10%, а підживлення в період наливу зерна є особливо ефективним. Оптимальними дозами для покращення якості зерна вважають 90–120 кг/га д.р. азоту, при цьому збалансоване забезпечення НРК значно підвищує ефективність удобрення [6]. Доза азоту повинна перевищувати дози фосфору та калію в 1,5–2 рази [7].

Пшениця озима чутлива до підвищеної кислотності ґрунту та низького вмісту елементів живлення, тому вирощування на дерново-підзолистих ґрунтах потребує вапнування та покращення поживного режиму [8]. За узагальненими даними наукових установ, вапнування сприяє підвищенню врожайності пшениці озимої, оздоровленню ґрунту та підвищенню ефективності використання мінеральних добрив на 20–40%.

Дослідження свідчать, що при рН ґрунтового розчину менше ніж 4,6 урожайність пшениці знижується на 30%, за рН 4,6–5,0 – на 19%, за рН 5,1–5,5 – на 13%, а при рН 5,6–6,0 – на 4% [9]. Відсутність хімічної меліорації може призводити до щорічних втрат зернових одиниць у розмірі 0,6–1,8 млн т.

Виходячи з цього, актуальним є вивчення умов живлення пшениці озимої на малородючих ґрунтах на основі вдосконалення системи удобрення і вапнування.

**Мета досліджень** – встановлення закономірностей впливу різних доз мінеральних добрив на фоні хімічної меліорації на продуктивність пшениці озимої за вирощування на дерново-підзолистому зв'язнощитаному ґрунті.

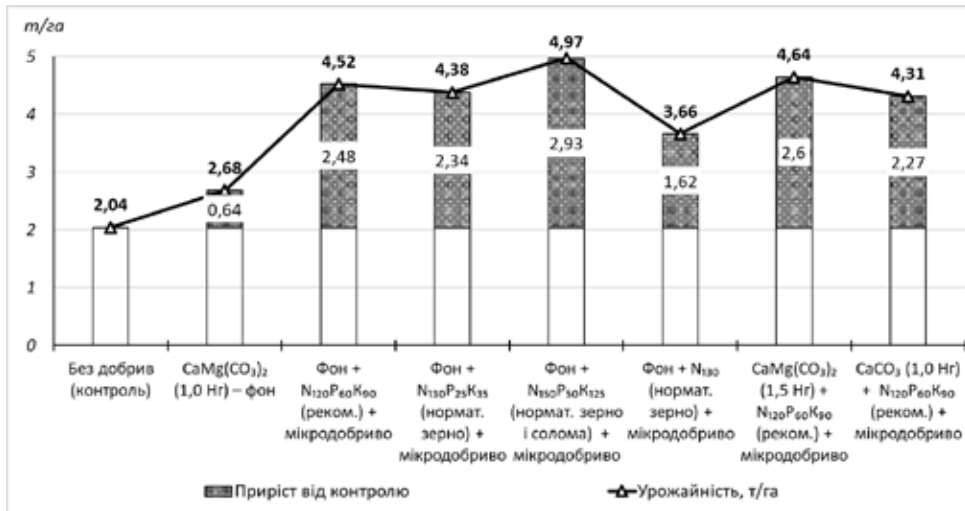
**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проведені впродовж 2021–2023 рр. у стаціонарному польовому досліді, закладеному на землях Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН. Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий зв'язнощитаний. Дослід проводиться на 3-х полях, чергування культур у сівозміні – пшениця озима, соя, кукурудза на зерно, соняшник. Посівна площа ділянки – 99 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>, повторність триразова. Мінеральні добрива у формі аміачної селітри, сульфату амонію, амофосу та калію хлористого вносили згідно схеми досліді. Рекомендована для зони Західного Полісся норма добрив становила N<sub>120</sub>-P<sub>60</sub>-K<sub>90</sub>, а розраховані за нормативами витрат елементів живлення на формування 5 од. т/га зерна та лише зерна з відповідною кількістю соломи відповідно N<sub>130</sub>-P<sub>25</sub>-K<sub>35</sub> та N<sub>150</sub>-P<sub>50</sub>-K<sub>125</sub>. Хімічні меліоранти вносили перед висівом пшениці у формі доломітового (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) та вапнякового (CaCO<sub>3</sub>) борошна. Дози меліорантів розраховані за показниками гідролітичної кислотності досліджуваних ділянок за формулою  $D = Hг \times 1,5$ , де Hг – гідролітична кислотність, ммоль/100 г ґрунту. Позакореневі підживлення мікродобривом Нутрівант Універсальний у дозі 2 кг/га проводили у фазу весняного кушення і виходу в трубку пшениці озимої. Облік урожаю проводився шляхом збирання і зважування основної продукції з усієї облікової площі ділянки. Визначали такі показники якості зерна: вміст білка – методом К'ельдаля (ДСТУ ISO 20483:2016), клейковини – шляхом ручного відмивання (ДСТУ ISO 21415-1:2009); масу 1000 зерен (ДСТУ 4138-2002), натуру за допомогою пурки (ДСТУ 10840:2019). Математичну обробку даних проводили дисперсійним методом (ANOVA). Визначення істотності результатів проводили за критерієм Фішера при  $p \leq 0,05$ .

**Результати дослідження.** Доведено, що оптимальні умови живлення рослин унаслідок раціонального застосування добрив є основою для одержання максимального урожаю сільськогосподарських культур. Тому обґрунтування систем удобрення є однією з найважливіших умов підвищення біопродуктивності агроценозів пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті.

Аналіз експериментальних даних показав, що на контрольному варіанті (без удобрення) у середньому за роки досліджень урожайність зерна була найнижчою – 2,04 т/га (рис. 1).

Проведення агрохімічних заходів для зменшення кислотності ґрунту у варіанті з 1,0 дози Hг CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (фон) сприяло приросту врожаю зерна на 0,64 т/га, що становить 31,4% у порівнянні з контролем.

Однак, найбільш ефективним щодо впливу на продуктивність пшениці озимої є поєднання мінеральної системи удобрення і вапнування. Урожайність культури змінювалася залежно від доз добрив на фоні 1,0 дози Hг CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> у межах 3,66–4,97 т/га, що в 1,8–2,4 рази перевищувало контрольний показник (без добрив), на у 1,4–1,9 рази фоновий.



НІР<sub>05</sub> – 0,16–0,19 т/га

Рис. 1. Вплив систем удобрення та хімічної меліорації на урожайність пшениці озимої, середнє за 2021–2023 рр.

Застосування рекомендованої дози добрив (N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) на фоні 1,0 дози Нг CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> у поєднанні з мікродобривом Нутривант Універсальний забезпечило приріст врожаю на 2,48 т/га або 122,6% порівняно з контролем (без добрив).

Дослідження показали, що внесення розрахункової дози удобрення за нормативним методом на винос NPK основною продукцією (N<sub>130</sub>P<sub>25</sub>K<sub>35</sub>) та рекомендованої дози (N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) у поєднанні з мікродобривом на фоні 1,0 дози Нг CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> сприяло формуванню врожайності на рівні 4,38 і 4,52 т/га відповідно. При цьому істотної різниці при  $p \leq 0,05$  між варіантами не зафіксовано, що свідчить про їхню рівнозначну ефективність впливу на продуктивність зерна пшениці озимої.

Найвищу врожайність зерна (4,97 т/га) забезпечило внесення дози добрив розрахованої нормативним методом на винос NPK основною і побічною продукцією (N<sub>150</sub>P<sub>50</sub>K<sub>125</sub>) на фоні CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (1,0 дози Нг) у поєднанні з мікродобривом Нутривант Універсальний. Приріст врожаю склав 2,93 т/га або 143,6% у порівнянні з контролем (без добрив).

Виключення фосфорних і калійних добрив із системи удобрення (Фон + N<sub>130</sub> + мікродобриво) спричинило значне зниження врожайності (на 0,72 т/га) у порівнянні з варіантом, що містив мінімальну дозу фосфору й калію (N<sub>130</sub>P<sub>25</sub>K<sub>35</sub>), за однакових інших умов.

Встановлено, що внесення N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + мікродобриво на фоні 1,5 дози Нг CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> забезпечило приріст врожайності на 0,19 т/га порівняно з 1,0 дозою меліоранта. Однак доцільність вапнування підвищеною дозою меліоранта слід оцінювати за економічними показниками ефективності.

Використання в якості меліоранта вапнякового борошна за рекомендованої дози мінерального удобрення (N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) призвела до зниження врожайності на 6,0% у порівнянні з використанням CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> в однаковій дозі. Доломітове борошно не лише покращує фізико-хімічні властивості ґрунту, а й забезпечує рослини магнієм, що є важливим фактором для ґрунтів легкого механічного складу.

У ході досліджень встановлено, що поєднання вапнування та різних систем удобрення мали значний вплив на формування показників якості зерна пшениці озимої порівняно з контролем і фоном (табл. 1).

Таблиця 1  
Якість зерна пшениці озимої залежно від удобрення та застосування меліорантів, середнє за 2021–2023 рр.

| Варіант   | Маса 1000 зерен, г | Натурна маса зерна, г/л | Вміст білка, % | Вміст сирової клейковини, % |
|---|--------------------|-------------------------|----------------|-----------------------------|
| Без добрив (контроль)   | 27,4               | 708                     | 10,1           | 15,8                        |
| CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,0 Нг) – фон  | 29,3               | 723                     | 10,9           | 17,5                        |
| Фон + N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (реком.) + мікродобриво  | 34,1               | 754                     | 12,8           | 24,3                        |
| Фон + N <sub>130</sub> P <sub>25</sub> K <sub>35</sub> (нормат. зерно) + мікродобриво                                   | 33,7               | 752                     | 12,5           | 23,6                        |
| Фон + N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>125</sub> (нормат. зерно і солома) + мікродобриво                         | 35,1               | 766                     | 13,1           | 25,1                        |
| Фон + N <sub>130</sub> (нормат. зерно) + мікродобриво   | 32,2               | 730                     | 11,9           | 18,3                        |
| CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,5 Нг) + N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (реком.) + мікродобриво | 34,4               | 758                     | 12,9           | 24,8                        |
| CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг) + N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (реком.) + мікродобриво                   | 33,9               | 742                     | 12,6           | 24,1                        |
| НІР <sub>05</sub>   | 1,43               | 9,66                    | 0,55           | 0,62                        |

Одним із важливих технологічних показників якості зерна є його крупність, що визначається масою 1000 зерен. Внесення різних доз мінеральних добрив на фоні вапнування забезпечило масу 1000 зерен у межах 32,2–35,1 г, тоді як у контрольному варіанті та на фоні без добрив цей показник становив 27,4 та 29,3 г відповідно. Різниця між цими значеннями у варіантах є статистично значущою ( $p \leq 0,05$ ). При використанні лише азотних добрив (N<sub>130</sub>) у поєднанні з мікродобривом на фоні 1,0 дози Нг CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> маса 1000 зерен була на 4,5–9,2% нижчою порівняно з варіантами повного мінерального удобрення.

Натурна маса характеризує фізичні властивості зерна, зокрема його щуплість, вповненість, жорсткість і опуклість. Встановлено, що цей показник змінювався залежно від досліджуваних факторів у межах 723–766 г/л. У контрольному варіанті (без добрив) він становив 708 г/л, тоді як внесення добрив на фоні вапнування підвищувало його на 22–58 г/л.

Основними критеріями якості зерна є вміст білка та клейковини. Підвищення вмісту клейковини не лише покращує харчову цінність хліба, а й забезпечує кращі хлібопекарські властивості борошна. Встановлено, що на фоні 1,0 дози Нг CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> відбулося збільшення вмісту білка на 0,8%, а сирової клейковини – на 1,7% порівняно з контролем (де відповідні показники становили 10,1% та 15,8%).

Використання лише азотних добрив у варіанті «Фон + N130 + мікродобриво» сприяло суттєвому збільшенню вмісту білка на 1,0% та клейковини на 0,8%

порівняно з фоновим варіантом. Однак згідно з ДСТУ 3768:2019 зерно цього варіанта було віднесене до III класу якості.

У середньому за роки досліджень внесення різних доз мінеральних добрив ( $N_{120}P_{60}K_{90}$ ,  $N_{150}P_{50}K_{125}$ ,  $N_{130}P_{25}K_{35}$ ) на фоні 1,0 Нг  $CaMg(CO_3)_2$  суттєво покращувало якість зерна порівняно з контролем, фоновим варіантом та варіантом із лише азотними добривами. Проте значної різниці між зазначеними дозами мінерального удобрення не виявлено ( $p \leq 0,05$ ).

Також у варіантах із поєднанням  $N_{120}P_{60}K_{90}$  та мікродобрива не зафіксовано суттєвої різниці у вмісті білка та клейковини при підвищенні дози  $CaMg(CO_3)_2$  до 1,5 Нг порівняно з 1,0 Нг, а також при заміні  $CaMg(CO_3)_2$  на  $CaCO_3$ .

Таким чином, незалежно від типу меліоранта та дози мінерального добрива, за умови дворазового позакореневого підживлення мікродобривом Нутривант Універсальний, отримане зерно відповідало II класу якості згідно з ДСТУ 3768:2019.

**Висновки.** Дослідження підтвердили, що застосування повного мінерального живлення на фоні вапнування сприяє підвищенню врожайності та якості зерна пшениці озимої при її вирощуванні на дерново-підзолистому ґрунті.

Найвищу врожайність (4,97 т/га) забезпечило внесення добрив, розрахованих нормативним методом на винос елементів живлення основною та побічною продукцією ( $N_{150}P_{50}K_{125}$ ), у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом Нутривант Універсальний (2 кг/га) на фоні 1,0 дози Нг  $CaMg(CO_3)_2$ . Варто зазначити, що внесення добрив за схемою удобрення  $N_{130}P_{25}K_{35}$  не спричинило істотного зниження врожайності зерна ( $p \leq 0,05$ ) у порівнянні з рекомендованою дозою  $N_{120}P_{60}K_{90}$  за інших однакових умов. Отже, застосування повного мінерального живлення забезпечує високу продуктивність культури та стабільні показники якості зерна, що відповідають вимогам II класу згідно з ДСТУ 3768:2019. Повне виключення фосфорних і калійних добрив за внесення лише  $N_{130}$  призводить значного зниження врожайності зерна та погіршення якості продукції до III класу, підкреслюючи важливість збалансованого удобрення для підтримки високої продуктивності пшениці озимої.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Nazarenko M., Mykolenko S., Okhmat P. Variation in grain productivity and quality of modern winter wheat varieties in northern Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. No 10 (3). P. 102–108. Doi: [https://doi.org/10.15421/2020\\_175](https://doi.org/10.15421/2020_175).
2. Гамаюнова В.В., Корхова М.М., Панфілова А.В. та ін. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування : монографія. Миколаїв, 2021. 300 с.
3. Третякова С.О., Полторецький С. П., Яценко А. О. та ін. Оптимізація елементів технології вирощування пшениці озимої у Правобережному Лісостепу України : монографія. Умань : Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2019. 152 с.
4. Keikha, M., Darzi-Naftchali, A., Motevali, A., & Valipour, M. Effect of nitrogen management on the environmental and economic sustainability of wheat production in different climates. *Agricultural Water Management*, 2023. Vol. 276, 108060. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108060>
5. Wang, Y., Peng, Y., Lin, J., Wang, L., Jia, Z., & Zhang, R. Optimal nitrogen management to achieve high wheat grain yield, grain protein content, and water productivity: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 2023. Vol. 290, 108587. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108587>
6. Кулик М. І. та ін. Урожайність сортів пшениці м'якої (озимої) залежно від систем удобрення. *Таврійський науковий вісник*, 2020. Вип. 114. С. 55–62. doi: 10.32851/2226-0099.2020.114.8.

7. Chang J.M., Clay D.E., Carlson C.G., Reese C.L., Clay S.A., M.M. Ellsbury. Defining yield goals and management zones to minimize yield and nitrogen and phosphorus fertilizer recommendation errors. *Agron. J.* 2004. 96:825–831.
  8. Господаренко, Г. М., Любич, В. В., & Черно, О. Д. Вплив вапнування та мінеральних добрив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, 2022. Вип. 1. С. 32–36. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-32-36
  9. Польовий, В. М., Яценко, Л. А., Голуб, С. М., Кутуза, Д. М. *Урожайність традиційних культур полісся під впливом динаміки обмінної кислотності дерново-підзолистого ґрунту у часі за різних доз CaCO<sub>3</sub>*. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*, 2024. Вип. 108. № 4. С. 162–179. DOI: <https://doi.org/10.31713/vs4202412>
-

---

# ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

---

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,  
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.2:612.39:549.322

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.24>

---

## РОЛЬ КОБАЛЬТУ В ЖИВЛЕНІ КОРІВ

---

*Кряжевських Д.С.* – аспірант кафедри годівлі тварин та технології кормів  
імені П.Д. Пшеничного,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кобальт, як мікроелемент, необхідний мікроорганізмам рубця для утворення вітаміну В12. У метаболізмі ссавців вітамін В12 є важливою частиною двох ферментативних систем, які беруть участь у багатьох метаболічних реакціях, таких як метаболізм вуглеводів, ліпідів, деяких амінокислот і ДНК. Аденозилкобаламін і метилкобаламін є коферментами метилмалонілкоферменту А (КоА) мутази і метіонінсинтеази і необхідні для отримання енергії через рубцевий метаболізм. Ознаки дефіциту кобальту варіюються від гіпорексії, зниження росту та втрати ваги до стеатозу печінки, анемії, порушення імунної функції, порушення репродуктивної функції та навіть смерті. Кобальтовий статус у жуйних тварин можна оцінити прямим вимірюванням концентрації кобальту або вітаміну В12 в крові або тканинах, а також рівня метилмалонової кислоти, гомоцистеїну або транскобаламіну в крові; метилмалонова кислота в сечі; деякі змінні гематологічні; споживання їжі або зростання тварин. Загалом передбачається, що потреба в кобальті (Co) становить приблизно 0,20 ррт (мг/кг) у раціоні сухої речовини (DM); сучасні рекомендації, здається, радять збільшити кількість добавок Co та встановити їх приблизно на 0,30 – 0,35 мг Co/кг сухої речовини. Хоча немає одностайного критерію щодо продуктивності молока, відгодівлі або репродуктивних показників у відповідь на збільшення додавання Co, у деяких дослідженнях, коли загальний Co в раціоні становив приблизно 1-1,3 ррт (мг/кг), максимальні реакції спостерігалися у виробництві молока.

Важливо відзначити, що кобальт не має відомої поживної функції, окрім як компонента вітаміну В12, беручи участь як коферменти у двох важливих ферментних системах: метилмалоніл-КоА-мутази, яка потребує аденозилкобаламіну, та метіонінсинтеази, яка вимагає метилкобаламіну, і які необхідні для отримання енергії через метаболізм рубця. У жуйних тварин на ефективність мікробного використання кобальту для синтезу кобаламіну впливають численні фактори, такі як адекватний внесок кобальту, інгредієнти та склад раціону, а також склад мікробіома рубця та його вплив на бродіння.

**Ключові слова:** кобальт, вітамін В12, жуйні, корови, продуктивність.

---

**Kriazhevskykh D.S. The role of cobalt in cow nutrition**

*Cobalt, as a trace element, is essential for rumen microorganisms for the formation of vitamin B12. In the metabolism of mammals, vitamin B12 is an integral component of two enzymatic systems involved in multiple metabolic reactions, including the metabolism of carbohydrates, lipids, certain amino acids, and DNA. Adenosylcobalamin and methylcobalamin are coenzymes of methylmalonyl-CoA mutase and methionine synthetase and are essential for obtaining energy through ruminal metabolism. Signs of cobalt deficiency range from hyporexia, reduced growth and weight loss to liver steatosis, anemia, impaired immune function, impaired reproductive function and even death. Cobalt status in ruminant animals can be assessed by direct measurement of blood or tissue concentrations of cobalt or vitamin B12, as well as the levels of methylmalonic acid, homocysteine, or transcobalamin in blood; methylmalonic acid in urine; certain haematological variables; food consumption; or animal growth. In general, it is assumed that the requirement for cobalt (Co) is expressed around 0.20 ppm (mg/kg) in the dry matter (DM) diet; current recommendations seem to advise increasing Co supplementation and placing it around 0.30-0.35 mg Co/kg DM. Although there is no unanimous criterion regarding milk production, fattening, or reproductive rates in response to increased supplementation with Co, in some investigations, when the total Co in the diet was approximately 1 to 1.3 ppm (mg/kg), maximum responses were observed in milk production.*

*It is important to note that cobalt does not have a known nutritional function except as a component of vitamin B12, participating as coenzymes in two critical enzyme systems: methylmalonyl CoA mutase, which requires adenosylcobalamin and methionine synthetase, which requires methylcobalamin, and which are essential to obtaining energy through the ruminal metabolism. In ruminants, the efficacy of microbial cobalt utilization for cobalamin synthesis is influenced by multiple factors, including the adequate provision of cobalt, the composition of the diet, and the ruminal microbiome's composition and its impact on fermentation.*

**Key words:** cobalt, vitamin B12, cattle, cows, productivity.

**Постановка проблеми.** Кобальт (Co) – металевий елемент з атомною масою 58,9. Він вважається незамінним мікроелементом, оскільки він необхідний у раціоні людини та деяких видів тварин у дуже малих кількостях, близьких до 100 мг на кг сухої речовини [3, 23, 40]. Як такий, кобальт не має відомої поживної функції, окрім як компонента вітаміну B12, тому, коли ми говоримо про статус Co, ми насправді маємо на увазі статус вітаміну B12 [17, 41].

Відомо, що кобальт (Co) у жуйних тварин є важливим компонентом для мікробного синтезу вітаміну B12, водорозчинного вітаміну групи B, широко відомого як кобаламін, ціанокобаламін або також званий перніціозним антианемічним фактором [39]. Хоча технічно вітамін B12 відноситься лише до ціанокобаламіну, насправді термін вітамін B12 є загальною назвою, яка використовується для позначення групи сполук, які мають активність B12, таких як ціано, гідрокси, метил або дезоксиаденозилкобаламін, і які також відомі як повні кориноїди [28, 32]. Існує багато різних аналогів і похідних, позбавлених біологічної активності [32, 10], і існують навіть різні ізоформи кобаламіну (CBL) [7].

Усі вони мають дуже складні структури, є найбільшими за хімічним складом з усіх вітамінів, з молекулярною масою 1355. Однією з його основних характеристик є вміст кобальту від 4,4% до 5,8% [3, 32, 13, 14, 22]. Молекула складається з чотирьох основних частин: корінового кільця (подібного до того, що міститься в гемі, хлорофілі та цитохромах); залишилися нуклеотиди; амінопропанольний залишок, який зв'язує нуклеотид з коріновим кільцем, і ліганд B, приєднаний до атома кобальту як центральне ядро корінового кільця [22, 5, 20, 21, 35]. У ціанокобаламіні (CBL) 5,6-диметилбензімідазол (5,6-DMB) є основою у нуклеотидній фракції [4].

Хоча кобальт відомий як важливий мікроелемент для людей і тварин, існують відмінності в тому, як він повинен надходити в раціон різних видів. У той час

як овочі не можуть синтезувати цей вітамін, люди та більшість моногастричних тварин (виключно тварин з цекотрофією або копрофагією) потребують кобальту в його активній формі (вітамін В12). Однак у дорослих жуйних вітамін В12 виробляється під час мікробної ферментації їжі в шлунках і, головним чином, у рубці. Рубцева флора, тобто мікроорганізми, бактерії та дріжджі, присутні в рубці, може синтезувати вітамін В12 за умови, що концентрація кобальту в рубцевій рідині перевищує 0,5 мг/мл, тоді як якщо цей рівень не досягається, рубцевий синтез вітаміну В12 залишається пригніченим, зменшуючи його внесок у кров та інші тканини [39, 10, 15, 34].

**Постановка завдання.** Метою роботи був поглиблений аналіз літературних даних щодо перспектив та проблем застосування кобальту в живленні корів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дорослі домашні жуйні тварини не обов'язково залежать від харчового джерела вітаміну В12, тому що мікроорганізми рубця здатні синтезувати вітамін В12 з Со [9]. Ефективність, з якою Со використовується мікроорганізмами рубця, які виробляють вітамін В12, дуже низька, і, за даними Сміта (1987), кількість Со в раціоні, що перетворюється на вітамін В12 в рубці, коливається між 3-13% споживання [26, 27]. Кількість синтезованого кобаламіну залежить від багатьох факторів, включаючи склад раціону (співвідношення корму до концентрату; вміст клітковини) і споживання сухої речовини [20]. Однак давно визнано, що найважливішим фактором для виробництва вітаміну В12 і аналогів, синтезованих рубцевими бактеріями, є концентрація кобальту в раціоні [10, 4, 34]. Без кобальту в раціоні вироблення вітаміну В12 в рубці швидко зменшується (протягом кількох днів). Проте, вітаміну В12, що зберігається в печінці дорослих жуйних, зазвичай достатньо, щоб вистачило на кілька місяців, якщо вони поміщені на дієту з дефіцитом кобальту.

Жуйні більш чутливі до дефіциту вітаміну В12, ніж нежуйні, значною мірою тому, що вони сильно залежать від глюконеогенезу для задоволення потреб своїх тканин у глюкозі [15].

Потреби у вітаміні В12 у раціоні жуйних тварин тісно пов'язані з потребами в кобальті, оскільки, будучи компонентом молекули В12, вміст кобальту в раціоні є основним обмежуючим фактором для синтезу вітаміну В12 мікрофлорою рубця. Оскільки кобаламін відсутній у харчових продуктах рослинного походження, надходження вітаміну В12 у жуйних має бути забезпечено достатньою кількістю Со [35]. Загалом було підраховано, що для ефективного функціонування мікроби рубця потребують від 0,07 до 0,11 мг кобальту/кг корму [15] або достатнього раціону кобальту (0,07-0,2 мг/кг) [22]. Жуйні тварини мають здатність синтезувати вітамін В12 за умови, що вони отримують адекватне дієтичне постачання кобальту та мають нормально функціонуючий рубець [22]. Однак частка кобальту в раціоні, який використовується для цих синтетичних процесів, відносно низька в овець і корів, коливаючись від 3% до 15% [14, 4, 34], хоча, згідно з Girard та ін. [14], лише 4% кобальту в раціоні було використано для синтезу СВЛ.

Жуйні тварини мають вищі потреби у вітаміні В12, ніж нежуйні тварини, ймовірно, через їх участь у метаболізмі пропіонової кислоти [22]. Поточна потреба в Со виражається на основі концентрації, як ми зазначали, 0,2 мг/кг у сухій речовині (DM) раціону, а не в мг Со/день, що всмоктується [25]. Це робиться тому, що Со потрібен в основному, і, можливо, тільки бактеріям рубця, а необхідна кількість залежить від їжі, доступної в рубці [41].

Синтез вітаміну В12 у рубці збільшується з більш високою концентрацією Со в раціоні [19]. Таким чином, було продемонстровано підвищення вмісту вітаміну

V12 у сироватці крові, коли вміст Co, доданого до раціону, збільшився з 0,10 мг/кг до 1,0 мг/кг (DMB) [36, 38, 37]. Рекомендована добавка Co для великої рогатої худоби повинна становити від 0,11 до 0,35 мг/кг, з максимальним значенням 10 мг/кг і демонструвати токсичні характеристики при досягненні 30 мг/кг [29].

Хоча дані про концентрацію Co в харчових продуктах обмежені, вимога, згідно з Національною дослідницькою радою (NRC), полягає в тому, щоб загальний Co та, у більшості ситуацій, основні інгредієнти дієти були здатні забезпечити достатню кількість Co [5]. Таким чином, було проведено численні дослідження з основними дієтами, що містять від 0,2 до 0,4 мг/кг Co [19, 18] до дієт з 1 і 2 мг/кг Co [41, 2]. Stangl та ін. [33] оцінили потребу великої рогатої худоби в Co та підтвердили, що рекомендовані рівні Co в раціоні можуть бути встановлені приблизно на рівні 150–200 мкг/кг сухої речовини, тоді як при вмісті Co в раціоні максимальні рівні вітаміну B12 були знайдені близько 250 мг/кг сухої речовини [80]. Крім того, фолієві кислоти в плазмі крові не реагували на різні рівні Co та гемоглобіну, а гематокрит незначно реагував на збільшення вмісту Co в раціоні й знижувався лише у великої рогатої худоби з дієтою нижче 100 мкг Co/кг СМ [33].

Проте є численні дослідження, які показують, що синтез вітаміну B12 може бути обмежений, навіть якщо в раціоні достатньо кобальту, оскільки кілька факторів можуть впливати на його синтез і, можливо, на його використання [22]. Серед цих факторів можна виділити деякі, такі як сезонні зміни, концентрація кобальту в кормах, включаючи трави, звички випасу, вид тварин, вік, співвідношення концентрат-фураж, рівні різних інших поживних речовин у раціоні та навіть забруднення ґрунту [22, 19].

При годуванні великої рогатої худоби раціонами з високим вмістом концентратів спостерігається підвищення концентрації загального вітаміну B12 в сироватці крові, але частка ціанокобаламіну зменшується, оскільки утворюється велика кількість аналогів. Ці природні аналоги мають невелику активність або взагалі не мають активності [10, 4].

Концентрація вітаміну B12 у вмісті рубця телиць, яких годували сумішню сіна та зерна, не спостерігала помітної різниці, коли їх годували гранульованим меленим сіном або подрібненим сіном, і, крім того, вміст рубця містив значно більше вітаміну, коли годували довгим сіном, ніж коли годували меленим сіном, і обидва вони постачалися разом із кукурудзою [9]. Було навіть припущено, що вимоги до кобальту, а також міді, вищі, ніж рекомендації NRC, можуть сприяти засвоєваності неякісних кормів (таких як залишки врожаю кукурудзи) [22].

Очевидний синтез CBL у рубці негативно корелює з рН рубця [30], зникненням крохмалю або споживанням крохмалю та позитивно корелює з споживанням ADF (клітковина з кислотним миючим засобом) або NDF (клітковина з нейтральним миючим засобом) [4]. Очевидно, всупереч впливу рН рубця на концентрацію CBL у рубці, Cannizzo et al. [6] помітили, що плазмові концентрації загального вітаміну B12 підвищилися у корів із рН рубця нижче 5,6 [4]. Це може бути важливим в епізодах підгострого рубцевого ацидозу, який може вказувати лише на низьку продуктивність молочних тварин або бичків на відгодівлі, і який характеризується низьким рН рубця (5,5–5,0) як наслідок низького вмісту клітковини в раціоні [1].

При контролі молочної продуктивності та відтворних показників у стаді корів, які отримували до раціону органічні форми мінеральних речовин, зокрема кобальт у формі ко-глюкогептанату, у концентраціях 2,1 мг/кг у сухостійний період і 1,1 мг/кг у лактаційний період, було підтверджено збільшення молочної

продуктивності (також збільшення N сечовини в молоці та зниження відсотка молока). жиру разом із втратою ваги та стану тіла). Однак вони не мали помітного впливу на репродуктивні показники (ранню фолікулярну динаміку, вимірювання жовтого тіла, якість ембріонів тощо), а також на печінкові та лютеїнові рівні доповнених мінералів (Zn, Mn, Cu та Co) [16].

Навпаки, у молочних корів концентрація B-12 у печінці продовжувала збільшуватися, оскільки в раціоні збільшувалася додана Co (також у формі Co глюкогептонат), зі значеннями до 3,6 мг/кг [2]. Однак це підвищення рівня вітаміну B12 у печінці не призвело до жодної користі для здоров'я корів або їх продуктивності. Тому виявлення високих рівнів цього вітаміну в печінці не могло мати жодного важливого значення [41].

Повідомлялося про лінійне збільшення виробництва молока у багатоплідних корів, коли додавання Co збільшувалося з 0 до приблизно 1 мг/кг, але без жодного ефекту у тварин першої лактації. Старші корови, як правило, мають нижчу концентрацію B12 у печінці, що може пояснити ефект паритету [5].

Під час дослідження на молочних коровах у період лактації оцінити вплив збільшення надходження кобальту у вигляді сульфату кобальту на мікробний синтез вітаміну B12, на якість молока (концентрації білка та лактози), а також на деякі параметри рубця (рН, концентрації коротколанцюгових жирних кислот, концентрації аміаку та синтезу мікробних білків), вони підтвердили, що додаткове надходження кобальту в раціон (0,29 мг порівняно з 0,17 мг Co/кг сухої речовини) не мало впливу ні на вказані параметри рубця, ні на характеристики виробленого молока. Однак додаткове додавання кобальту (0,29 мг Co/кг сухої речовини) призвело до більшої кількості вітаміну B12 у дуоденальному хімусі (вміст кобальту в дуоденальному хімусі) і зі значними індивідуальними відмінностями [34]. Додаткове пероральне введення кобальту в раціон тільних молочних корів також не призвело до підвищення рівня вітаміну B12 у сироватці крові телят. Можливо, це було пов'язано з тим, що вміст кобальту в раціоні молочних корів (0,27 мг Co/кг сухої речовини і вище, ніж поточні рекомендації) був вищим, ніж у контрольних корів (які отримували 0,13 мг Co/кг сухої речовини), і що це останнє значення було нижчим, ніж поточна рекомендація щодо додавання Co, приблизно 0,20 мг Co/кг сухої речовини [33, 31].

Деякі дослідження показали, що дієта може мати важливий вплив на синтез вітаміну B12 у рубці, таким чином, що концентрація вітаміну B12 у молоці може бути змінена шляхом управління годуванням, але лише обмеженим чином [12]. Концентрація вітаміну B12 у молоці сильно варіювалася між стадами, від 2861 до 5892 пг/мл [45].

На думку Duplessis et al. [11, 12], дієтичні фактори, пов'язані з концентрацією вітаміну B12 у молоці, здатні пояснити лише обмежену частину варіації, оскільки його концентрація була позитивно пов'язана з відсотком клітковини та негативно з крохмалем та енергією раціону, а також, рубцевий синтез вітаміну B12 позитивно корелював із споживанням поживних речовин та споживаними кількостями NDF та крохмалю [7].

Також можна спостерігати негативну кореляцію між концентрацією вітаміну B12 у молоці та надоїм, включаючи концентрацію лактози, і позитивну кореляцію між концентрацією вітаміну B12 та жиру та білка в молоці. Однак існує низка індивідуальних факторів, які також визначають значення вітаміну B12 у молоці, при цьому третя та наступні лактації показують вищу концентрацію вітаміну B12 у молоці, ніж у корів першого та другого отелення [12].

Сироваткові концентрації вітаміну В12 різко знизилися у всіх корів у передпологовий період; отже, дієтична добавка з Со (що містить 0,15, 0,89 або 1,71 мг/кг Со, у перерахунку на суху речовину) може збільшити синтез вітаміну В12 у рубці, підвищуючи концентрацію вітаміну В12 у молозиві та молоці корів, які отримували добавки. Однак додавання не вплинуло на споживання сухої речовини або виробництво молока та молочних компонентів, а також не вплинуло на концентрацію Со в печінці чи сироватці, хоча концентрація Со в молоці збільшилася (0,089, 0,120 та 0,130 г Со/мл) через 120 днів у молоці [19].

**Висновки і пропозиції.** Важливо відзначити, що кобальт не має відомої поживної функції, окрім як компонента вітаміну В12, беручи участь як кофериенти у двох важливих ферментних системах: метилмалоніл-КоА-мутази, яка потребує аденозилкобаламіну, та метіонінсинтетазі, яка вимагає метилкобаламіну, і які необхідні для отримання енергії через метаболізм рубця. У жуйних тварин на ефективність мікробного використання кобальту для синтезу кобаламіну впливають численні фактори, такі як адекватний внесок кобальту, інгредієнти та склад раціону, а також склад мікробіома рубця та його вплив на бродіння. Щоб визначити кобальтовий статус тварини, можна оцінити рівень В12 у крові та печінці, але іншими дуже цікавими варіантами є вимірювання метаболітів, таких як метилмалонова кислота, гомоцистеїн або голотранскобаламін, у крові, а також метилмалонової кислоти в сечі. Загалом потреба в кобальті становить близько 0,20 ppm (мг/кг), хоча рекомендується збільшити цю добавку до 0,30-0,35 ppm (мг/кг), оскільки синтез вітаміну В12 у рубці збільшується, коли концентрація Со в раціоні збільшується, і було доведено, що збільшення добавки може бути корисним для бродіння в рубці, виробляючи максимальну реакцію у виробництві молока. Для відгодівельного комплексу, хоча не було виявлено істотного впливу на перетравність раціону або продуктивність тварин, він міг знизити їхню захворюваність. У овець потреби значно вищі, ніж у інших видів, тому для росту ягнят потрібно близько 200 мг/добу, а дефіцит викликає погіршення імунної функції та, отже, нижчу життєздатність новонароджених ягнят.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abdou M.M., Abd El Tawab A.M. The relationship between nutritional strategies and ruminants disorders: A review. *Int. Res. J. Anim. Vet.* 2020;2:1–7.
2. Akins M.S., Bertics S.J., Socha M.T., Shaver R.D. Effects of cobalt supplementation and vitamin B12 injections on lactation performance and metabolism of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2013;96:1755–1768. doi: 10.3168/jds.2012-5979.
3. Brewer K., Maylin G.A., Fenger C.K., Tobin T. Cobalt use and regulation in horseracing: A review. *Comp. Exerc. Physiol.* 2016;12:1–10. doi: 10.3920/CEP140008.
4. Brito A., Chiquette J., Stabler S.P., Allen R.H., Girard C.L. Supplementing lactating dairy cows with a vitamin B 12 precursor, 5, 6-dimethylbenzimidazole, increases the apparent ruminal synthesis of vitamin B 12. *Animal.* 2015;9:67–75. doi: 10.1017/S1751731114002201.
5. Brito A., Hertrampf E., Olivares M., Gaitán D., Sánchez H., Allen L.H., Uauy R. Folate and vitamin B12 en la salud humana. *Rev. Méd. Chile.* 2012;140:1464–1475. doi: 10.4067/S0034-98872012001100014.
6. Cannizzo C., Gianesella M., Casella S., Giudice E., Stefani A., Coppola L.M., Morgante M. Vitamin B12 and homocysteine levels in blood of dairy cows during subacute ruminal acidosis. *Arc. Anim. Breed.* 2012;55:219–225. doi: 10.5194/aab-55-219-2012.
7. Castagnino D.S., Kammes K.L., Allen M.S., Gervais R., Chouinard P.Y., Girard C.L. High-concentrate diets based on forages harvested at different maturity

stages affect ruminal synthesis of B vitamins in lactating dairy cows. *Animal*. 2017;11:608–615. doi: 10.1017/S1751731116001798.

8. Cook J.G., Green M.J. Milk production in early lactation in a dairy herd following supplementation with iodine, selenium and cobalt. *Vet. Rec.* 2010;167:788–789. doi: 10.1136/vr.c5648.

9. Dryden L.P., Hartman A.M. Variations in the amount and relative distribution of vitamin B12 and its analog in the bovine rumen. *J. Dairy Sci.* 1971;54:235–246. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(71)85818-6.

10. Dubeski P.L. Ph.D. Thesis. Oklahoma State University; Stillwater, OK, USA: 1992. B-Vitamins for Cattle: Availability, Plasma Levels, and Immunity.

11. Duplessis M., Pellerin D., Cue R.L., Girard C.L. Factors affecting vitamin B12 concentration in milk of commercial dairy herds: An exploratory study. *J. Dairy Sci.* 2016;99:4886–4892. doi: 10.3168/jds.2015-10416.

12. Duplessis M., Pellerin D., Robichaud R., Fadul-Pacheco L., Girard C.L. Impact of diet management and composition on vitamin B<sub>12</sub> concentration in milk of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 2019;101:8559–8565. doi: 10.3168/jds.2018-14477.

13. Forrellat Barrios M., Gómis Hernández I., Gautier du Défaix Gómez H. Vitamina B12: Metabolismo y aspectos clínicos de su deficiencia. *Rev. Cuba. Hematol. Inmunol. Hemoter.* 1999;15:159–174.

14. Girard C.L., Santschi D.E., Stabler S.P., Allen R.H. Apparent ruminal synthesis and intestinal disappearance of vitamin B12 and its analogs in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2009;92:4524–4529. doi: 10.3168/jds.2009-2049

15. Goff J.P. Determining the mineral requirement of dairy cattle; Proceedings of the 11th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida; Gainesville, FL, USA. 13–14 January 2000; pp. 106–132.

16. Hackbart K.S., Ferreira R.M., Dietsche A.A., Socha M.T., Shaver R.D., Wiltbank M.C., Fricke P.M. Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows. *J. Anim. Sci.* 2010;88:3856–3870. doi: 10.2527/jas.2010-3055.

17. Herdt T.H., Hoff B. The use of blood analysis to evaluate trace mineral status in ruminant livestock. *Vet. Clin. N. Am. Food A.* 2011;27:255–283. doi: 10.1016/j.cvfa.2011.02.004.

18. Kincaid R.L., Lefebvre L.E., Cronrath J.D., Socha M.T., Johnson A.B. Effect of dietary cobalt supplementation on cobalt metabolism and performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2003;86:1405–1414. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73724-2.

19. Kincaid R.L., Socha M.T. Effect of cobalt supplementation during late gestation and early lactation on milk and serum measures. *J. Dairy Sci.* 2007;90:1880–1886. doi: 10.3168/jds.2006-296.

20. Mahmood L. The metabolic processes of folic acid and Vitamin B12 deficiency. *J. Health Res. Rev.* 2014;1:5–9. doi: 10.4103/2394-2010.143318.

21. Martens J.-H., Barg H., Warren M., Jahn D. Microbial production of vitamin B12. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2002;58:275–285. doi: 10.1007/s00253-001-0902-7.

22. McDowell L.R. Vitamins in Animal and Human Nutrition. Iowa State University Press; Ames, IA, USA: 2012. Vitamin B12; pp. 523–563.

23. Miller J., Wentworth J., McCullough M.E. Effects of Various Factors on Vitamin B12 Content of Cows' Milk. [(accessed on 18 March 2025)]; Available online: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf60145a006>.

24. National Research Council (NRC) Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. National Academy Press; Washington, DC, USA: 1996.

25. National Research Council (NRC) Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 8th rev. National Academy Press; Washington, DC, USA: 2021.

26. Paterson J., Engle T.E. Trace Mineral Nutrition in Beef Cattle. University of Tennessee; Knoxville, TN, USA: 2005. p. 22.

27. Paterson J.E., Macpherson A. A comparison of serum vitamin B12 and serum methylmalonic acid as diagnostic measures of cobalt status in cattle. *Vet. Rec.* 1990;126:329–332.
  28. Rizzo G., Laganà A.S. *Molecular Nutrition*. Elsevier; Amsterdam, The Netherlands: 2020. A review of vitamin B12; pp. 105–129.
  29. Rollin F., Guyot H. Trace minerals management in cattle; Proceedings of the XVIII Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina; Lérida, Spain. 24–26 April 2013; pp. 154–159.
  30. Schwab E.C., Schwab C.G., Shaver R.D., Girard C.L., Putnam D.E., Whitehouse N.L. Dietary forage and nonfiber carbohydrate contents influence B-vitamin intake, duodenal flow, and apparent ruminal synthesis in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2006;89:174–187. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72082-3.
  31. Schwarz F.J., Kirchgessner M., Stangl G.I. Cobalt requirement of beef cattle-feed intake and growth at different levels of cobalt supply. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2000;83:121–131. doi: 10.1046/j.1439-0396.2000.00258.x.
  32. Smith A.D., Warren M.J., Refsum H. Vitamin B12. *Adv. Food Nutr. Res.* 2018;83:215–279. doi: 10.1016/bs.afnr.2017.11.005.
  33. Stangl G.I., Schwarz F.J., Müller H., Kirchgessner M. Evaluation of the cobalt requirement of beef cattle based on vitamin B12, folate, homocysteine and methylmalonic acid. *Br. J. Nutr.* 2000;84:645–653. doi: 10.1017/S0007114500001987.
  34. Stemme K., Lebzien P., Flachowsky G., Scholz H. The influence of an increased cobalt supply on ruminal parameters and microbial vitamin B12 synthesis in the rumen of dairy cows. *Arch. Anim. Nutr.* 2008;62:207–218. doi: 10.1080/17450390802027460.
  35. Stemme K., Meyer U., Lebzien P., Flachowsky G., Scholz H. *Cobalt and Vitamin B12 Requirement of Dairy Cows*. Volume 9. Taylor & Francis; Braunschweig, Germany: 2003. pp. 24–25.
  36. Tiffany M.E., Fellner V., Spears J.W. Influence of cobalt concentration on vitamin B-12 production and fermentation of mixed ruminal microorganisms grown in continuous culture flow-through fermentors. *J. Anim. Sci.* 2006;84:635–640. doi: 10.2527/2006.843635x.
  37. Tiffany M.E., Spears J.W. Differential responses to dietary cobalt in finishing steers fed corn-versus barley-based diets. *J. Anim. Sci.* 2005;83:2580–2589. doi: 10.2527/2005.83112580x.
  38. Tiffany M.E., Spears J.W., Xi L., Horton J. Influence of dietary cobalt source and concentration on performance, vitamin B-12 status, and ruminal and plasma metabolites in growing and finishing steers. *J. Anim. Sci.* 2003;81:3151–3159. doi: 10.2527/2003.81123151x.
  39. Underwood E.J., Suttle N.F. *Los Minerales en la Alimentación del Ganado*. Acibia; Zaragoza, Spain: 2002. 3rd. version.
  40. Viglierchio M.C. *Aportes de la Bioquímica a la Interpretación del Metabolismo del Cobalto*. Universidad Nacional de la Pampa; La Pampa, Argentina: 2000. pp. 22–28. Anuario 2000 Facultad de Ciencias Veterinarias.
  41. Weiss W.P. *Recommendations for Trace Minerals for Dairy Cows*. [(accessed on 18 March 2025)]; Available online: <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/48026>.
-

УДК 636.084:636.3(477.42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.25>

## СУЧАСНІ АСПЕКТИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ГОДІВЛІ ТВАРИН У СПЕЦІАЛІЗОВАНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

**Лаєринюк О.О.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

**Піддубна Л.М.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

**Кобернюк В.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

**Сіхневич К.Й.** – аспірант кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

**Атаманчук Д.О.** – магістрант кафедри біоресурсів, тваринництва

та аквакультури,

Поліський національний університет

Висока адаптивність кіз, їх високі адаптаційні якості до різних кліматичних умов, відносна невибагливість до годівлі, екологічність продукції, низькі витрати кормів на продукцію дозволяють розводити їх у всьому світі. Зважаючи на ці переваги, виникає необхідність детального дослідження впливу різних раціонів на продуктивність кіз зааненської породи, особливо в критичні періоди вагітності та лактації.

Оптимізація раціону кози є ключовим фактором для збільшення її молочної продуктивності. Кози, завдяки своїй здатності ефективно перетравлювати грубі корми, мають високий потенціал для виробництва молока. Однак, для досягнення максимальних результатів необхідно розробити індивідуальні норми годівлі, які враховують фізіологічні особливості тварини та забезпечують оптимальне співвідношення поживних речовин.

Тому метою роботи було вивчення обміну речовин та продуктивності кіз при різному рівні годівлі. Для цього було проведено комплексний аналіз, який включав: вивчення кормоспоживання, динаміки маси тіла тварин, економічної ефективності використання кормів, а також визначення оптимальних норм забезпечення кіз енергією, сухою речовиною та протеїном в різні періоди фізіологічного стану.

В результаті проведених досліджень встановлено, що для забезпечення оптимальної продуктивності зааненських кіз в різні фізіологічні періоди необхідно забезпечити їх раціонами, що містять наступні норми поживних речовин на одну голову на добу: на початку вагітності – 1,84 кг сухої речовини, 13,6 МДж обмінної енергії та 192 г сирого протеїну; в період пізньої вагітності – 2,01 кг, 15,0 МДж та 212 г відповідно; під час лактації – 2,23 кг сухої речовини, 22,1 МДж обмінної енергії та 353 г сирого протеїну.

Фізіологічні особливості зааненських кіз в різні періоди вагітності та лактації вимагають диференційованого підходу до складання раціонів. Зазначені норми є необхідними для підтримки оптимальних фізіологічних процесів та максимальної продуктивності тварин.

**Ключові слова:** раціон, годівля, утримання, молочна продуктивність.

**Lavryniuk O.O., Pidubna L.M., Koberniuk V.V., Sikhnevych K.I., Atamanchuk D.O.**  
*Modern aspects of rational animal feeding in specialized farming*

The high adaptability of goats, their high adaptive qualities to different climatic conditions, relative unpretentiousness to feeding, environmental friendliness of products, low feed costs for production allow them to be bred all over the world. Given these advantages, there is a need for a detailed study of the impact of different diets on the productivity of goats of the Zaanen breed, especially during critical periods of pregnancy and lactation.

*Optimizing a goat's diet is a key factor in increasing its milk production. Goats, due to their ability to efficiently digest roughage, have a high potential for milk production. However, to achieve maximum results, it is necessary to develop individual feeding standards that take into account the physiological characteristics of the animal and provide an optimal ratio of nutrients.*

*Therefore, the aim of the work was to study the metabolism and productivity of goats at different levels of feeding. For this purpose, a comprehensive analysis was conducted, which included: the study of feed consumption, dynamics of animal body weight, economic efficiency of feed use, as well as determining the optimal norms for providing goats with energy, dry matter and protein in different periods of physiological state.*

*As a result of the conducted research, it was found that to ensure optimal productivity of Saanen goats in different physiological periods, it is necessary to provide them with rations containing the following nutrient standards per head per day: at the beginning of pregnancy – 1.84 kg of dry matter, 13.6 MJ of metabolic energy and 192 g of crude protein; in the late pregnancy period – 2.01 kg, 15.0 MJ and 212 g, respectively; during lactation – 2.23 kg of dry matter, 22.1 MJ of metabolic energy and 353 g of crude protein.*

*The physiological characteristics of Saanen goats in different periods of pregnancy and lactation require a differentiated approach to the preparation of rations. The specified standards are necessary to maintain optimal physiological processes and maximum productivity of animals.*

**Key words:** *ration, feeding, maintenance, milk productivity.*

**Актуальність теми.** Біологічні особливості кіз, їх високі адаптаційні якості до різних кліматичних умов, відносна невибагливість до годівлі, екологічність продукції, низькі витрати кормів на продукцію дозволяють розводити їх у всьому світі [3,11].

Перспективи розвитку молочного козівництва та виробництва козиного молока у багатьох країнах світу, у тому числі й в Україні безпосередньо пов'язані з дієтичними та цілющими властивостями продукту [2,4,10]. Козівництво популярне у країнах з високою культурою споживання молочних продуктів. За даними ФАО ООН щорічне виробництво козиного молока знаходиться на рівні 18-20 млн. тонн [8,9].

Найбільш важливою складовою білків тваринного походження, необхідною для нормального функціонування організму людини є амінокислоти, які у достатній кількості містяться у молоці та молочних продуктах. Завдання щодо збільшення обсягів виробництва екологічно чистого молока високої якості безпосередньо пов'язана з використанням генетичного потенціалу тварин як вітчизняної, і зарубіжної селекції, з організацією повноцінного харчування [1,7].

Продукти з козячого молока в Україні залишаються досить вузькою харчовою категорією, асортимент якої можна знайти в окремих спеціалізованих магазинах, у той час як у Європі споживання козячих сирів та інших продуктів з козиного молока займає стійку позицію на ринку [1,12].

У Європі ще на початку ХХ століття козяче молоко офіційно визнане високо дієтичним продуктом, рекомендованим при дефіциті кальцію та непереносимості лактози. Перспективним можна вважати використання козячого молока для виробництва твердих та змішаних сирів та дитячого харчування, як основу для різних сумішей [6,11].

У цьому очевидна необхідність поглибленого вивчення процесів обміну речовин та продуктивності зааненських кіз у період вагітності та лактації при різному рівні годівлі.

**Метою роботи** було вивчення обміну речовин та продуктивності кіз при різному рівні годівлі.

Для досягнення поставленої мети були вивчені: фактичне споживання кормів; динаміка живої маси кіз та молодняку, витрати кормів на одиницю приросту;

молочна продуктивність кіз, якість молока та витрати кормів виробництво 1 кг молока; обмінної енергії, сухої речовини та сирого протеїну в раціонах годівлі зааненських кіз.

**Виклад основного матеріалу.** Молочна продуктивність кіз залежить від породи, віку, генетичного потенціалу, умов годівлі та утримання. Також значущим чинником є технологія доїння. Продуктивність кіз найкращих молочних порід може досягати 800-1000 кг. за лактацію [9].

Експерименти виконані у період 2023-2024 років на 2 групах кіз зааненської породи (табл. 1). Формування піддослідних груп проводили за принципом пар-аналогів з урахуванням віку, живої маси, рівня молочної продуктивності та терміну запліднення. До складу ОР (основного раціону) в зимовий період входило сіно, силос та комбікорм; у літній період трава різнотравна та комбікорм.

Таблиця 1

## Схема досліджень

| Група                            | Кількість тварин, гол | Склад раціону        | Рівень годівлі |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| Період кітності (зимовий період) |                       |                      |                |
| I (контрольна)                   | 6                     | ОР (основний раціон) | По нормі       |
| II (дослідна)                    | 6                     | ОР                   | +20% до норми  |
| Період лактації (літній період)  |                       |                      |                |
| I (контрольна)                   | 6                     | ОР                   | По нормі       |
| II (дослідна)                    | 6                     | ОР                   | +20% до норми  |

На першому етапі дослідження було здійснено аналіз впливу збільшення на 20% енергетичної цінності раціону, а також вмісту сухої речовини та сирого протеїну в раціонах кіз протягом різних періодів кітності. Метою дослідження було оцінити, як зміна поживної цінності раціону в першій та другій половині вагітності вплине на фізіологічні показники тварин та їх подальшу молочну продуктивність.

Оптимізація молочної продуктивності кіз нерозривно пов'язана з розробкою та вдосконаленням раціонів годівлі, які б максимально задовольняли їхні фізіологічні потреби. Кози відзначаються високою адаптивністю до різних типів кормів та ефективною використанням грубих кормів завдяки здатності більш повноцінно засвоювати клітковину в порівнянні з іншими видами сільськогосподарських тварин.

Протеїнове живлення відіграє ключову роль у регулюванні молочної продуктивності кіз, оскільки білки є основним будівельним матеріалом для синтезу молока.

Тварини контрольної групи отримували стандартний раціон, розрахований відповідно до їх живої маси та фізіологічного стану, він складався переважно із сіна, силосу та комбікорму. В експериментальній групі раціон був збагачений на 20% за рахунок збільшення кількості всіх компонентів, що дозволило дослідити вплив підвищеного рівня живлення на продуктивність тварин.

У другій половині вагітності тварини контрольної групи отримували раціон, сформований відповідно до стандартних норм годівлі, що включав сіно злаково-бобових трав (43% поживної цінності), різнотравний силос (33%) та комбікорм (24%). Для тварин дослідної групи раціон був збагачений на 20% за рахунок

збільшення кількості всіх компонентів (табл. 2), що дозволило дослідити вплив підвищеного рівня живлення на продуктивні показники.

Для оцінки впливу різних рівнів годівлі на продуктивність лактуючих кіз було сформовано дві експериментальні групи. Контрольна група отримувала стандартний раціон, що включав 5,5 кг зеленої маси та 0,63 кг комбікорму. Раціон дослідної групи був збагачений на 20% за рахунок збільшення кількості кормів, що дозволило дослідити вплив підвищеної енергетичної цінності на фізіологічні показники тварин та їх молочну продуктивність. Результати експерименту підтвердили гіпотезу про те, що зміна поживності раціону може значно впливати на фенотип тварин, зокрема, на їх масу тіла та молочні показники. Отримані дані корелюють з результатами попередніх досліджень, які свідчать про те, що за допомогою кормового фактора можна модулювати не лише масу тіла, але й інші морфологічні ознаки тварин.

Отримані нами дані свідчать про значний вплив рівня годівлі на динаміку маси тіла кіз протягом вагітності. Тварини експериментальної групи, які отримували раціон з підвищеною на 20% поживністю, демонстрували статистично значуще збільшення середньодобових приростів маси тіла на 42,7% порівняно з контрольною групою. Станом на 135 день вагітності, середня маса тіла кіз експериментальної групи була на 4,7 кг (або на 8,3%) більшою. Це свідчить про ефективність використання збагачених раціонів для оптимізації росту і розвитку плоду та підтверджує гіпотезу про те, що за допомогою корегування раціону можна впливати на фенотип тварин (таблиця 2).

Оптимізація раціонів та умов утримання молодняку є ключовим фактором у формуванні високої продуктивності тварин на наступних етапах онтогенезу. Результати проведеного нами дослідження підтверджують цю наукову концепцію. Збільшення рівня годівлі на 20% у дослідній групі кітних кіз призвело до статистично значимого підвищення живої маси новонароджених козенят. Середня маса козенят у дослідній групі становила 3,24 кг, що на 0,62 кг більше, ніж у контрольній. Крім того, молодняк від маток дослідної групи демонстрував більш інтенсивні темпи росту, про що свідчить середньодобовий приріст маси тіла, який був на 15,34% вищим порівняно з контрольною групою.

Аналіз результатів дослідження лактаційного періоду показав, що підвищення рівня годівлі в експериментальній групі призвело до статистично значущого збільшення живої маси тварин. Наприкінці дослідження (105 день лактації) тварини дослідної групи мали середню живу масу на 3,7 кг (7,6%) більшу порівняно з контрольною групою. Крім того, середньодобові прирости живої маси в експериментальній групі становили 19,95 г, тоді як у контрольній групі спостерігалось негативне значення (-14,29 г). Ці результати свідчать про ефективність використання збагачених раціонів для підтримки позитивного енергетичного балансу та підвищення продуктивності лактуючих кіз (табл. 3).

Проведені дослідження демонструють позитивний вплив підвищення рівня годівлі на молочну продуктивність зааненських кіз. Збільшення раціону на 20% призвело до зростання середньодобових надоїв молока на 0,83 кг та підвищення вмісту сухої речовини в молоці на 0,54% у порівнянні з контрольною групою.

Збільшення рівня годівлі на 20% у період вагітності призвело до значного підвищення середньодобових приростів маси тіла у зааненських кіз (на 45,59%). Ця тенденція збереглася і в період лактації, де середньодобовий приріст маси тіла у дослідній групі становив 22,86 г, тоді як у контрольній групі спостерігалось негативне значення (-16,19 г).

Таблиця 2

## Раціони годівлі кіз

| Показник                | Друга половина кітності |               | Період лактації |               |
|-------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|---------------|
|                         | I (контрольна)          | II (дослідна) | I (контрольна)  | II (дослідна) |
| Сіно злаково-бобове, кг | 0,80                    | 0,96          | -               | -             |
| Силос різнотравний, кг  | 3,00                    | 3,60          | -               | -             |
| Зелена маса, кг         | -                       | -             | 5,50            | 6,60          |
| Комбікорм, кг           | 0,30                    | 0,36          | 0,63            | 0,75          |
| В раціоні міститься:    |                         |               |                 |               |
| КЕ                      | 1,26                    | 1,51          | 1,84            | 2,21          |
| Обмінна енергія, МДж    | 12,6                    | 15,1          | 18,4            | 22,1          |
| Суша речовина, кг       | 1,67                    | 2,01          | 1,86            | 2,23          |
| Сирий протеїн, г        | 177                     | 212           | 294             | 353           |
| Перетравний протеїн, г  | 116                     | 140           | 178             | 214           |
| Жир, г                  | 64                      | 77            | 60              | 72            |
| Клітковина, г           | 463                     | 574           | 305             | 366           |
| БЕР, г                  | 841                     | 1010          | 1035            | 1238          |
| Кальцій, г              | 12,65                   | 15,18         | 17,22           | 21,03         |
| Фосфор, г               | 4,63                    | 5,56          | 6,79            | 8,12          |
| Сірка, г                | 3,88                    | 4,67          | 4,36            | 5,22          |
| Залізо, мг              | 395                     | 475           | 574             | 689           |
| Мідь, мг                | 12                      | 14            | 44              | 53            |
| Цинк, мг                | 56                      | 61            | 127             | 152           |
| Марганець, мг           | 322                     | 386           | 340             | 408           |
| Йод, мг                 | 0,66                    | 0,79          | 0,74            | 0,89          |
| Каротин, мг             | 49                      | 59            | 264             | 317           |
| Вітамін Д, МЕ           | 915                     | 1098          | 1036            | 1243          |

Таблиця 3

## Динаміка живої маси кіз в період лактації

| Показник                                    | Група          |               |
|---|----------------|---------------|
|   | I (контрольна) | II (дослідна) |
| Жива маса після окоту, кг                   | 48,9±0,53      | 48,8±0,77     |
| Жива маса в середині IV місяця лактації, кг | 47,4±0,77      | 51,0±1,79     |
| Приріст за 105 днів, кг                     | -1,5           | 2,2           |
| Середньодобовий приріст, г                  | -14,29±1,87    | 19,95±2,09*   |

Аналіз даних про ріст молодняку показав, що підвищення рівня годівлі маток призвело до поліпшення показників росту молодняку. Так, витрати сухої речовини, обмінної енергії та сирого протеїну на 1 кг приросту живої маси були значно нижчими у молодняку від маток експериментальної групи, що свідчить про більш ефективне використання кормів. Зокрема, витрати сухої речовини, обмінної енергії та сирого протеїну були нижчими на 12,02%, 12,53% та 12,34% відповідно.

Зменшення норми згодовування комбікорму в дослідній групі на 150 г (12,5%) не лише не призвело до зниження продуктивності, але й свідчить про ефективність використання корму та можливість оптимізації витрат на годівлю (таблиця 4).

Таблиця 4

**Витрати кормів на 1 кг приросту живої маси молодняку**

| Показник                             | Група          |               |
|--------------------------------------|----------------|---------------|
|                                      | I (контрольна) | II (дослідна) |
| Необхідно за період вирощування, кг: |                |               |
| Молока                               | 100            | 100           |
| Сіна                                 | 8              | 8             |
| Комбікорму                           | 16             | 16            |
| Зеленої маси                         | 60             | 60            |
| Міститься в раціоні:                 |                |               |
| концентрація енергії                 | 66             | 66            |
| обмінна енергія, МДж                 | 630            | 630           |
| сухої речовини, кг                   | 49             | 49            |
| сирого протеїну, кг                  | 9,45           | 9,45          |
| Приріст за період вирощування, кг    | 13,40          | 15,3          |
| Затрати кормів на 1 кг живої маси:   |                |               |
| сухої речовини, кг                   | 3,66           | 3,20          |
| обмінна енергія, МДж                 | 47,1           | 41,2          |
| сирого протеїну, кг                  | 705            | 618           |
| комбікорму                           | 1,20           | 1,05          |

Дослідження, проведене на лактуючих зааненських козах, показало, що збільшення вмісту сухої речовини та обмінної енергії в раціоні на 19,35% та 20,11% відповідно, протягом 105 днів лактації, не призвело до збільшення витрат кормів на виробництво 1 кг молока, при цьому вміст жиру і білка в молоці залишався на тому ж рівні. Це свідчить про високу ефективність використання кормів та можливість оптимізації витрат на виробництво молочної продукції (табл. 5).

Порівняльний аналіз витрат поживних речовин показав, що в дослідній групі спостерігалось зниження витрат сухої речовини на 12,04%, обмінної енергії на 12,12% та сирого протеїну на 12,87% на виробництво 1 кг молока порівняно з контрольною групою. Це свідчить про підвищення ефективності використання кормів та економічну доцільність застосованого раціону.

Таблиця 5

**Витрати кормів на виробництво 1 кг молока**

| Показник                  | Група          |               |
|---------------------------|----------------|---------------|
|                           | I (контрольна) | II (дослідна) |
| Добовий надій молока, кг  | 2,23           | 3,05          |
| Добова потреба:           |                |               |
| сухої речовини, кг        | 1,86           | 2,22          |
| обмінна енергія, МДж      | 18,40          | 22,10         |
| сирого протеїну, кг       | 294            | 352           |
| комбікорму                | 0,63           | 0,75          |
| Витрачено на 1 кг молока: |                |               |
| сухої речовини, кг        | 0,83           | 0,73          |
| обмінна енергія, МДж      | 8,25           | 7,25          |
| сирого протеїну, кг       | 132            | 115           |
| комбікорму                | 283            | 246           |

**Висновки.**

1. Збільшення поживності раціону на 20% призвело до значного поліпшення продуктивних показників кіз. Спостерігалось підвищення живої маси тварин, маси новонароджених козенят, середньодобових приростів молодняку та молочної продуктивності. Це свідчить про високу ефективність використання кормів та доцільність застосування збагачених раціонів у молочному козівництві.

2. Аналіз економічної ефективності годівлі показав, що в дослідній групі спостерігалось зниження витрат на 12,04% сухої речовини, 12,12% обмінної енергії, 12,87% сирого протеїну та 13,07% комбікорму на одиницю продукції порівняно з контрольною групою.

3. Поживні потреби зааненських кіз значно варіюють залежно від фізіологічного стану. Так, вагітна коза живою масою 45 кг на ранніх стадіях вагітності потребує в середньому 1,84 кг сухої речовини, 13,60 МДж обмінної енергії та 192 г сирого протеїну на добу. У період пізньої вагітності ці потреби зростають до 2,01 кг сухої речовини, 15,01 МДж обмінної енергії та 212 г сирого протеїну відповідно. Лактуюча коза живою масою 50 кг з середньодобовим надоем 3 кг має ще вищі потреби: 2,23 кг сухої речовини, 22,10 МДж обмінної енергії та 353 г сирого протеїну на добу.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Вдовиченко Ю. В., Маслюк А. М. Іовенко В. М. Тенденції розвитку козівництва в світу та в Україні : зб. Міжнародного видання науково-теоретичного фахового журналу. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Нова Каховка «ПІЕЛ». Випуск. 7, 2014. С. 3–18.

2. Гребельник О. Пирова Л.В. Технологічні властивості і молока кіз зааненської породи. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. З. Гжицького*. 2014. Т. 16, № 3 (60), Ч. 4. С. 36–44.

3. Капралюк О. Молочне козівництво. *Тваринництво України*. 2009. № 11. С. 12–13.

4. Пастернак Н. На фермі козиній. *Молочна промисловість*. 2007. № 4. С. 37.

5. Elin Hallen. Coagulation properties of milk-Association with milk protein composition and genetic polymorphism. *Acta Universitatis agriculture Sueciae*. 2008:75.
  6. Mayer, H. Fiechter, G. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. *Int Dairy J*. 2012. T.24. C. 57–63.
  7. Park, Y., Juarez, M., Ramos, M. Haenlein, G.F.W. Physicochemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 2007. № 68. C. 88–113.
  8. Pingel, H. Die Hausziege. *Zimsen Verland*. 1986. 112 p.
  9. Porter, V. Goats of the world. NY. 1990. P. 24–26.
  10. Schmidely, P. Andrade, P.V. Dairy performance and milk fatty acid composition of dairy goats fed high or low concentrate diet in combination with soybeans or canola seed supplementation. *Small Ruminant Res*. 2011. T. 99. C. 135–142.
  11. Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. Strzałkowska, N., Jóźwik, A. etc. *Anim. Sci. Pap Rep*. 2009. T.27. C. 311–320.
  12. Zervas, G. Tsiplakou, E. The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. *Small Ruminant Res*. 2011. T. 101. C. 140–149.
-

УДК 636.2.034 / 57.087.01

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.26>

## ВПЛИВ ПОХОДЖЕННЯ ЗА БАТЬКОМ НА ПОКАЗНИКИ РОСТУ ТА ВІДТВОРЮВАЛЬНІ ЯКОСТІ ТЕЛИЦЬ ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ

**Ліута І.М.** – асистентка кафедри біотехнології та біоінженерії,  
Миколаївський національний аграрний університет

Оцінка бугаїв-плідників за продуктивністю їхніх дочок і виявлення поліпшувачів, які стабільно передають свої цінні якості потомству, є одним із ключових методів удосконалення продуктивних, технологічних і племінних характеристик молочної худоби. Тому метою дослідження було вивчити вплив походження за батьком на особливості росту та відтворювальні якості телиць голштинської породи.

У дослідженні використовувалися первинні дані про показники росту та відтворної якості телиць голштинської породи, які утримувалися в провідному молочному господарстві СТОВ «Промін» (Миколаївська область). Загальна вибірка становила 430 голів, усі тварини походили від 15 бугаїв-плідників голштинської породи.

Отримані результати досліджень вказують на те, що походження телиць за батьком вірогідно впливає на їх живу масу при народженні ( $P < 0,001$ ), середньодобовий приріст у віці 0-90 днів ( $P=0,001$ ) та живу масу у віці 90 днів ( $P < 0,001$ ). Вірогідний вплив бугая-плідника на показники росту телиць у різному віці свідчить про реальні можливості генетичного поліпшення цієї ознаки шляхом використання кращих бугаїв-плідників, якими виявилися *Ardor* та *Penmansh*.

Під час дослідження було встановлено, що походження телиць за батьком вірогідно не впливало на їх вік при першому заплідненні ( $P = 0,073$ ), на кількість осіменіння, яка привела до запліднення ( $P = 0,064$ ) та на вік їх першого отелення ( $P = 0,131$ ).

Результати дисперсійного аналізу впливу походження за батьком на відтворювальні якості телиць голштинської породи довели наявність вірогідного впливу бугая-плідника на тривалість тільності дочок ( $P = 0,009$ ). При порівнянні телиць, отриманих від бугаїв-плідників *Autoris*, *Ardor* та *Celebrate*, *Roble*, спостерігалися вірогідні відмінності між їх середніми значеннями тривалості тільності (*post-hoc analysis*; в усіх випадках  $P < 0,05$ ).

В ході досліджень було встановлено, що походження телиць за батьком не має вірогідного впливу на мінливість показників наявності у них абортів ( $P = 0,29$ ) та мертвонародження ( $P = 0,95$ ).

**Ключові слова:** бугай-плідник, телиці, жива маса, середньодобовий приріст, вік першого осіменіння, вік першого отелення, тривалість тільності.

### **Liuta I.M. The influence “breeding bull” on growth indicators and reproductive traits of holstein heifers**

*Evaluation of breeding bulls based on the productivity of their daughters and the identification of improvers that consistently transmit their valuable traits to offspring is one of the key methods for improving the productive, technological, and breeding characteristics of dairy cattle. Therefore, the aim of this study was to examine the effect of breeding bulls on the growth indicators and reproductive traits of Holstein heifers.*

*The study utilized primary data on the growth indicators and reproductive traits of Holstein heifers kept at the leading dairy farm LLC «Promin» (Mykolaiv region). The total sample consisted of 430 heifers, all of which were offspring of 15 Holstein breeding bulls.*

*The obtained research results indicate that breeding bulls significantly influences the live weight at birth ( $P < 0.001$ ), average daily gain at 0-90 days of age ( $P = 0.001$ ), and live weight at 90 days of age ( $P < 0.001$ ). The significant impact of breeding bulls on heifer growth indicators at different ages demonstrates the real possibilities for genetic improvement of this characteristic through the use of superior breeding bulls, among which *Ardor* and *Penmansh* were identified as the most effective.*

*The study found that breeding bulls did not significantly affect the age at first insemination ( $P = 0.073$ ), the number of inseminations leading to conception ( $P = 0.064$ ), or the age at first calving ( $P = 0.131$ ).*

*Results of variance analysis on the effect of breeding bulls on the reproductive traits of Holstein heifers confirmed a significant impact of breeding bulls on the duration of pregnancy of their daughters ( $P = 0.009$ ). When comparing heifers sired by the bulls Autoris, Ardor, Celebrate, and Roble, significant differences in the average duration of pregnancy were observed (post-hoc analysis; in all cases,  $P < 0.05$ ).*

*The study also established that breeding bulls does not have a significant effect on the variability of abortion rates ( $P = 0.29$ ) or stillbirth rates ( $P = 0.95$ ).*

**Key words:** breeding bull, heifers, live weight, average daily gain, age at first insemination, age at first calving, duration of pregnancy.

**Постановка проблеми.** Відомо, що голштинська порода великої рогатої худоби є високотехнологічною і найбільш продуктивною у порівнянні з іншими породами. Рівень молочної продуктивності корів залежить від дуже великої кількості факторів, ряд з яких діє спільно, внаслідок чого визначити ступінь впливу будь-якого фактору окремо дуже важко [6, 26, 32].

Молочне скотарство найбільш розвинене в тих країнах, де, окрім біологічних особливостей худоби, враховують сукупність генотипових і фенотипових факторів, що впливають на її молочну продуктивність [10, 25].

Світовий досвід у зоотехнії показує, що за умов великомасштабної селекції інтенсивне використання бугаїв-лідерів породи значно підвищує якість молочної худоби за основними господарсько корисними ознаками. Це зумовлено тим, що 85-95% селекційного ефекту припадає саме на них [9, 11, 24, 31].

Відомо, що правильний вибір бугая-плідника для відтворення стада є важливим і відповідальним кроком, оскільки на сучасному етапі селекції генетичний вплив плідників на покращення порід є надзвичайно значущим. Тому для формування високопродуктивного стада доцільно використовувати бугаїв, чії дочки відзначаються високою молочною продуктивністю, скороспілістю та відповідністю параметрам будови тіла. Систематична оцінка бугаїв за якістю нащадків сприятиме покращенню стада корів і підвищенню рентабельності молочного скотарства [4, 6, 7, 13, 17].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Численні наукові дослідження [3, 5, 8, 16, 21, 23] довели, що молочна продуктивність корів та їх відтворювальна здатність залежить від породи, племінної цінності бугаїв-плідників, належності до певної лінії та умов середовища, в яких реалізується генетичний потенціал тварин.

На сучасному етапі розвитку селекції бугаї-плідники відіграють ключову роль у генетичному вдосконаленні порід. Відомо, що їхній відносний вплив на господарсько корисні ознаки корів може досягати 90-98% [2].

Вченими встановлено, що на інтенсивність росту і молочну продуктивність первісток істотно ( $P < 0,001$ ) впливає походження за батьком, зокрема на живу масу до 1,5-річного віку цей вплив становить 24,4-43,6%, середньодобові прирости – 18,0-30,1%, на ознаки молочної продуктивності – 27,5-47,7% [22].

В роботі [14] встановлено, що вплив походження за батьком на показники молочної продуктивності мав такі оцінки: для сумарного надою –  $\eta^2 = 4,9\%$  ( $P = 0,037$ ); для надою за 305 днів лактації –  $\eta^2 = 9,5\%$  ( $P = 0,001$ ); для вмісту жиру в молоці –  $\eta^2 = 31,3\%$  ( $P < 0,001$ ); для вмісту білка в молоці –  $\eta^2 = 25,2\%$  ( $P < 0,001$ ).

Для тварин української червоної та чорно-рябої молочних порід великої рогатої худоби раніше було встановлено, що походження за батьком зумовлювало від 7% до 61% загальної фенотипової мінливості основних ознак молочної продуктивності, відтворювальної здатності та екстер'єру, тоді як належність до лінії чи спорідненої групи – від 3% до 51% [1].

Серед основних генотипових факторів, що визначали рівень молочної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи, найбільший вплив мав батьківський спадковий компонент. Його вплив на надій становив 23,5%, на вміст жиру та білка в молоці – 15,2% і 24,5% відповідно (у всіх випадках:  $P < 0,05 \dots 0,001$ ) [12].

Використання бугаїв, які стабільно передають цінні ознаки потомству, є одним із ключових методів удосконалення продуктивних, технологічних і племінних якостей молочної та комбінованої худоби. Цей підхід дозволяє відносно швидко створити високопродуктивні молочні стада, консолідовані за екстер'єрним типом, молочною продуктивністю та тривалістю господарського використання [18].

Поліпшення племінних стад великої рогатої худоби значною мірою залежить від походження за батьком, тобто від генотипу бугая-плідника. Тому оцінка бугаїв-плідників за продуктивністю їхніх дочок і виявлення поліпшувачів, які стабільно передають свої цінні якості потомству, є одним із ключових методів удосконалення продуктивних, технологічних і племінних характеристик молочної та комбінованої худоби [19, 20].

**Постановка завдання.** Як і на багато інших економічно корисних ознак телиць, на їх продуктивність вирішальний вплив мають генетичні фактори. Тому метою даної роботи було вивчення впливу походження за батьком на особливості росту та відтворювальні якості телиць голштинської породи.

Для проведення дослідження були використані первинні дані щодо показників росту та відтворної якості телиць голштинської породи, які утримувалися на базі провідного господарства з виробництва продукції молока СТОВ «Промінь» Миколаївської області ( $n = 430$  гол.). Всі тварини походили від 15 бугаїв-плідників голштинської породи.

У якості залежної змінної в аналізі було використано наступні ознаки відтворювальних якостей для нетелів: вік першого запліднення; кількість осіменінь на одне підтверджене запліднення, що призвело до отелення; вік першого отелення; тривалість тільності.

Крім того, було використано ще дві ознаки, що мали бінарний характер: наявність хоча б одного абортів протягом періоду осіменіння; наявність мертвародженого теляти під час першого отелення.

Також було використано три фактори кількісної природи: оцінки живої маси телиць при народженні, середньодобового приросту та живої маси телиць у віці 90 днів, що були розраховані на підставі результатів зважування тварин. Середньодобовий приріст було розраховано на підставі оцінок живої маси телиць при народженні та у віці 90 днів.

Для кожної кількісної ознаки було визначено середнє арифметичне та його статистичну помилку ( $\bar{X} \pm S_x$ ), для якісних ознак – оцінку частоти та її статистичну помилку відповідних градацій ( $P \pm S_p$ ).

Для перевірки гіпотези про відсутність впливу факторів на залежні ознаки кількісної природи було застосовано алгоритм однофакторного дисперсійного аналізу Р. Фішера з фіксованими факторами. На першому етапі аналізу ступінь впливу фактора оцінювали за допомогою дисперсійного відношення Фішера-Снедекора (F) та його рівня значущості (p).

На другому етапі аналізу проводили множинні порівняння середніх арифметичних субгруп за алгоритмом post-hoc, використовуючи метод найменшої істотної різниці Р. Фішера (LSD-метод). Вірогідною вважалася різниця між окремими

парами середніх арифметичних субгруп при  $p < 0,05$ , а відмінності позначалися різними літерами (a, b, c тощо).

Для перевірки гіпотези щодо відсутності впливу факторів на залежні ознаки якісної природи застосовували критерій узгодженості хі-квадрат Пірсона ( $\chi^2$ ).

Усі статистичні розрахунки проведено з використанням алгоритмів, наведених у посібнику С. Крамаренка та ін. [15] із використанням табличного редактора MS Excel, а також програмного забезпечення PAST [30].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Під час експерименту було досліджено мінливість показників росту телиць залежно від походження за батьком (табл. 1).

Таблиця 1

**Мінливість показників росту телиць залежно від походження за батьком**

| Кличка бугая-плідника | Жива маса при народженні           |                       | Середньодобовий приріст у віці 0-90 днів |                      | Жива маса у віці 90 днів           |                       |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|--|----------------------|------------------------------------|-----------------------|
|                       | n, гол.                            | $\bar{X} \pm Sx$ , кг | n, гол.                                  | $\bar{X} \pm Sx$ , г | n, гол.                            | $\bar{X} \pm Sx$ , кг |
| Advance               | 12                                 | 39,4±1,25             | 12                                       | 825,4±15,91          | 12                                 | 113,8±1,73            |
| Ауtopis               | 15                                 | 34,6±0,71             | 18                                       | 793,1±25,81          | 18                                 | 104,1±2,71            |
| Facebook              | 22                                 | 36,7±0,77             | 23                                       | 865,4±21,07          | 22                                 | 113,9±1,38            |
| Smokin                | 10                                 | 36,6±1,27             | 9  | 817,1±25,31          | 9                                  | 110,1±2,64            |
| Celebrate             | 23                                 | 36,6±0,78             | 23                                       | 871,2±11,27          | 23                                 | 115,0±1,26            |
| Armour                | 32                                 | 34,9±0,62             | 30                                       | 865,8±20,99          | 30                                 | 112,8±1,81            |
| Roble                 | 24                                 | 39,4±0,86             | 24                                       | 883,5±16,54          | 24                                 | 119,0±1,62            |
| Bloomfie              | 37                                 | 38,4±0,87             | 33                                       | 898,4±18,59          | 34                                 | 117,8±1,95            |
| Emero                 | 80                                 | 40,3±0,54             | 79                                       | 882,9±11,17          | 81                                 | 119,7±1,06            |
| Jake                  | 78                                 | 35,2±0,39             | 78                                       | 845,5±10,23          | 78                                 | 111,2±0,90            |
| Presiden              | 37                                 | 34,8±0,58             | 37                                       | 870,2±14,28          | 37                                 | 113,1±1,35            |
| Ardor                 | 18                                 | 40,6±1,19             | 18                                       | 902,3±25,00          | 18                                 | 121,7±2,60            |
| Painter               | 19                                 | 39,6±1,37             | 18                                       | 865,4±16,00          | 19                                 | 115,5±2,32            |
| Pure                  | 15                                 | 38,4±1,08             | 15                                       | 883,1±29,01          | 15                                 | 117,9±2,34            |
| Penmansh              | 23                                 | 37,0±0,73             | 24                                       | 917,4±13,11          | 24                                 | 120,3±1,44            |
|                       | F = (14; 430) = 8,42,<br>P < 0,001 |                       | F = (14; 426) = 2,67,<br>P = 0,001       |                      | F = (14; 429) = 6,95,<br>P < 0,001 |                       |

Отриманні результати досліджень вказують на те, що походження телиць за батьком вірогідно впливає на їх живу масу при народженні ( $P < 0,001$ ), середньодобовий приріст у віці 0-90 днів ( $P = 0,001$ ) та живу масу у віці 90 днів ( $P < 0,001$ ).

Дослідження деяких авторів показали, що успадковуваність живої маси новонароджених телят варіює в межах від 0,26 [29] до 0,53 [28], що вказує на вплив генотипу батька на живу масу дочок при народженні. В ході наших досліджень найвищу живу масу при народженні мали телиці, які походили від бугая-плідника Ardor (40,6 кг), тоді як дочки Ауtopis народжувалися з найменшою масою (34,6 кг).

Експериментально встановлено [27], що успадковуваність приростів живої маси телиць є досить високою (0,68). При аналізі впливу бугая-плідника на

середньодобові прирости телиць у віці 0-90 днів найвищі показники мали дочки бугая Penmansh (917,4 г), найменшими приростами характеризувалися дочки бугая Ауторіс (793,1 г).

Що стосується живої маси у віці 90 днів, то найвищою вона була у нащадків бугая-плідника Ardor (121,7 кг), найменші показники мали дочки бугая Ауторіс (104,1 кг).

Вірогідний вплив бугая-плідника на показники росту телиць у різному віці свідчить про реальні можливості генетичного поліпшення цієї ознаки шляхом використання кращих бугаїв-плідників, якими виявилися Ardor та Penmansh.

Під час дослідження також було вивчено мінливість показників відтворювальних якостей телиць залежно від походження за батьком (табл. 2).

Таблиця 2

**Мінливість показників відтворювальних якостей телиць  
залежно від походження за батьком**

| Кличка бугая-плідника | Вік телиць при першому заплідненні |                            | Кількість осіменінь                |                           | Тривалість тільності               |                             | Вік першого отелення               |                            |
|-----------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|                       | n, гол.                            | $\bar{X} \pm Sx$ , днів    | n, гол.                            | $\bar{X} \pm Sx$          | n, гол.                            | $\bar{X} \pm Sx$ , днів     | n, гол.                            | $\bar{X} \pm Sx$ , днів    |
| Advance               | 11                                 | 412,5±15,51 <sup>c</sup>   | 11                                 | 1,64±0,45 <sup>abcd</sup> | 12                                 | 274,8±1,72 <sup>abcdi</sup> | 11                                 | 686,5±15,99 <sup>bc</sup>  |
| Ауторіс               | 18                                 | 408,4±7,72 <sup>c</sup>    | 18                                 | 1,72±0,27 <sup>abcd</sup> | 18                                 | 275,9±0,90 <sup>de</sup>    | 18                                 | 684,3±7,83 <sup>c</sup>    |
| Facebook              | 23                                 | 406,7±9,34 <sup>c</sup>    | 23                                 | 1,96±0,30 <sup>bcd</sup>  | 22                                 | 273,3±1,07 <sup>abcd</sup>  | 23                                 | 679,0±9,42 <sup>bc</sup>   |
| Smokin                | 10                                 | 391,6±10,72 <sup>abc</sup> | 10                                 | 1,60±0,22 <sup>abcd</sup> | 9                                  | 275,0±1,44 <sup>abcde</sup> | 10                                 | 665,0±10,76 <sup>abc</sup> |
| Celebrate             | 23                                 | 404,9±9,50 <sup>bc</sup>   | 24                                 | 1,75±0,16 <sup>abcd</sup> | 23                                 | 271,3±0,76 <sup>a</sup>     | 23                                 | 676,2±9,63 <sup>abc</sup>  |
| Armour                | 28                                 | 403,1±6,33 <sup>bc</sup>   | 28                                 | 2,00±0,23 <sup>cd</sup>   | 30                                 | 272,3±0,67 <sup>abc</sup>   | 28                                 | 675,8±6,52 <sup>abc</sup>  |
| Roble                 | 24                                 | 398,1±6,66 <sup>abc</sup>  | 24                                 | 2,00±0,24 <sup>cd</sup>   | 24                                 | 271,8±0,99 <sup>ac</sup>    | 24                                 | 669,9±6,93 <sup>abc</sup>  |
| Bloomfie              | 36                                 | 387,1±3,35 <sup>a</sup>    | 36                                 | 1,39±0,12 <sup>a</sup>    | 36                                 | 273,4±0,75 <sup>abcd</sup>  | 36                                 | 660,5±3,55 <sup>a</sup>    |
| Emero                 | 75                                 | 396,2±3,74 <sup>abc</sup>  | 75                                 | 1,72±0,12 <sup>abcd</sup> | 78                                 | 274,2±0,62 <sup>bd</sup>    | 75                                 | 669,9±3,82 <sup>abc</sup>  |
| Jake                  | 73                                 | 392,5±3,31 <sup>abc</sup>  | 73                                 | 1,60±0,12 <sup>abc</sup>  | 73                                 | 273,7±0,64 <sup>abcd</sup>  | 73                                 | 666,2±3,46 <sup>ab</sup>   |
| Presiden              | 37                                 | 388,6±3,35 <sup>ab</sup>   | 37                                 | 1,35±0,12 <sup>a</sup>    | 36                                 | 273,0±1,09 <sup>abcd</sup>  | 37                                 | 661,2±3,47 <sup>a</sup>    |
| Ardor                 | 17                                 | 386,4±5,31 <sup>ab</sup>   | 17                                 | 1,29±0,14 <sup>a</sup>    | 18                                 | 277,8±0,92 <sup>c</sup>     | 17                                 | 663,9±4,94 <sup>abc</sup>  |
| Painter               | 18                                 | 383,6±3,31 <sup>a</sup>    | 18                                 | 1,33±0,14 <sup>ab</sup>   | 18                                 | 274,7±1,39 <sup>bcde</sup>  | 18                                 | 658,3±3,65 <sup>a</sup>    |
| Pure                  | 14                                 | 397,1±10,55 <sup>abc</sup> | 14                                 | 1,50±0,17 <sup>abcd</sup> | 15                                 | 273,3±1,55 <sup>abcd</sup>  | 14                                 | 669,9±10,36 <sup>abc</sup> |
| Penmansh              | 21                                 | 402,5±7,93 <sup>abc</sup>  | 21                                 | 2,10±0,30 <sup>d</sup>    | 24                                 | 274,5±0,97 <sup>bcd</sup>   | 21                                 | 676,1±8,09 <sup>abc</sup>  |
|                       | F = (14; 413) = 1,61,<br>P = 0,073 |                            | F = (14; 414) =<br>1,65, P = 0,064 |                           | F = (14; 421) = 2,15,<br>P = 0,009 |                             | F = (14; 413) = 1,44,<br>P = 0,131 |                            |

Примітка: n – кількість телиць;  $\bar{X} \pm Sx$  – оцінка середнього арифметичного та її помилки; F – оцінка критерію Фішера; P – рівень значущості. Вірогідні відмінності між середніми окремих субгруп (P < 0,05) на підставі LSD-тесту множинних порівнянь Фішера позначено різними літерами.

Що стосується віку телиць при першому заплідненні, то вплив бугая-плідника на цю ознаку був не вірогідним, хоча було відмічено певну тенденцію (P = 0,073). При цьому спостерігалися вірогідні відмінності (P < 0,05) між середніми значеннями віку телиць при першому заплідненні, отриманих від бугаїв-плідників

Advance, Аутопіс, Facebook та між нащадками бугаїв Bloomfie і Painter (*post-hoc analysis*; в усіх випадках  $P < 0,05$ ).

Вплив бугая-плідника на кількість осіменінь, яка привела до запліднення, також не був вірогідним, але, знову ж таки, простежувалася певна тенденція ( $P = 0,064$ ). Спостерігалися вірогідні відмінності між середніми значеннями кількості осіменінь у телиць-дочок, отриманих від бугаїв-плідників Bloomfie, Presiden, Ardor та Armour, Roble, Penmansh (*post-hoc analysis*; в усіх випадках  $P < 0,05$ ).

Мінливість тривалості тільності телиць вірогідно залежала від походження за батьком ( $P = 0,009$ ). При порівнянні телиць, отриманих від бугаїв-плідників Аутопіс, Ardor та Celebrate, Roble, спостерігалися вірогідні відмінності між їх середніми значеннями тривалості тільності (*post-hoc analysis*; в усіх випадках  $P < 0,05$ ).

Походження телиць за батьком вірогідно не впливало на вік їх першого отелення ( $P = 0,131$ ). При цьому вірогідні відмінності було відмічено між групами телиць, яких було отримано від плідників Advance, Аутопіс, Facebook та дочками Bloomfie, Presiden, Painter (*post-hoc analysis*; в усіх випадках  $P < 0,05$ ).

Результати дисперсійного аналізу впливу походження за батьком на відтворювальні якості телиць голштинської породи довели наявність вірогідного впливу бугая-плідника на тривалість тільності дочок ( $P = 0,009$ ).

В ході досліджень було встановлено, що походження телиць за батьком не має вірогідного впливу на мінливість показників наявності у них абортів ( $P = 0,29$ ) та мертвонародження ( $P = 0,95$ ) (табл. 3).

Таблиця 3

**Мінливість показників наявності абортів та мертвонародження у телиць залежно від походження за батьком**

| Кличка бугая-плідника      | Кількість телиць (n), гол. | Телиці, які мали аборти |            | Кількість телиць (n), гол. | Телиці, які мали мертвонародження |            |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------|------------|----------------------------|-----------------------------------|------------|
|                            |                            | n, гол.                 | P (%) + Sx |                            | n, гол.                           | P (%) + Sx |
| Advance                    | 12                         | 1                       | 8,3±7,98   | 12                         | 0                                 | 0          |
| Аутопіс                    | 18                         | 0                       | 0          | 18                         | 1                                 | 5,6±5,40   |
| Facebook                   | 23                         | 0                       | 0          | 22                         | 1                                 | 4,5±4,44   |
| Smokin                     | 10                         | 0                       | 0          | 9                          | 1                                 | 11,1±10,48 |
| Celebrate                  | 23                         | 0                       | 0          | 23                         | 2                                 | 8,7±5,88   |
| Armour                     | 32                         | 4                       | 12,5±5,85  | 31                         | 2                                 | 6,5±4,41   |
| Roble                      | 24                         | 0                       | 0          | 21                         | 1                                 | 4,8±4,65   |
| Bloomfie                   | 37                         | 1                       | 2,7±2,67   | 30                         | 2                                 | 6,7±4,55   |
| Emero                      | 82                         | 7                       | 8,5±3,09   | 79                         | 1                                 | 1,3±1,26   |
| Jake                       | 78                         | 5                       | 6,4±2,77   | 56                         | 3                                 | 5,4±3,01   |
| Presiden                   | 37                         | 0                       | 0          | 27                         | 2                                 | 7,4±5,04   |
| Ardor                      | 18                         | 1                       | 5,6±5,40   | 6                          | 0                                 | 0          |
| Painter                    | 19                         | 1                       | 5,3±5,12   | 12                         | 0                                 | 0          |
| Pure                       | 15                         | 1                       | 6,7±6,44   | 12                         | 0                                 | 0          |
| Penmansh                   | 24                         | 3                       | 12,5±6,75  | 19                         | 1                                 | 5,3±5,12   |
| $\chi^2 = 15,99, P = 0,29$ |                            |                         |            | $\chi^2 = 7,05, P = 0,95$  |                                   |            |

**Висновки.** Отже, в ході проведених досліджень було встановлено, що походження телиць за батьком вірогідно впливає на їх ріст та розвиток: на живу масу при народженні ( $P < 0,001$ ), середньодобовий приріст у віці 0-90 днів ( $P = 0,001$ ) та живу масу у віці 90 днів ( $P < 0,001$ ).

При вивченні мінливості показників відтворювальних якостей телиць залежно від походження за батьком було встановлено, що даний генетичний фактор вірогідно впливав на тривалість їх тільності ( $P = 0,009$ ).

Дослідження показали, що походження телиць за батьком не має достовірного впливу на варіацію частоти абортів ( $P = 0,29$ ) та мертвнонароджень ( $P = 0,95$ ).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Базишина І. В. Формування господарськи корисних ознак молочної худоби в залежності від походження за батьком, лінії та спорідненої групи. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2017. Вип. 53. С. 69-78.

2. Башенко М. І., Бойко О. В., Гончар О. Ф., Сотніченко Ю. М., Ткач Є. Ф. Вплив генотипових і паратипових факторів на продуктивність молочної худоби. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3 (804). С. 55-60. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-08>.

3. Варпиховський Р. Л. Вплив генотипових і фенотипових чинників на молочну продуктивність корів. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. 2019. № 11 (51). С. 34-43.

4. Ведмеденко О. Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи залежно від походження за батьком. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 121. С. 122-127.

5. Вечорка В. В., Хмельничий Л. М. Генетичні чинники впливу на продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2019. Вип. 57. С. 22-28.

6. Войтенко С. Л., Сидоренко О. В. Оцінка бугаїв голштинської породи за молочною продуктивністю їх дочок. *Розведення і генетика тварин*. 2020. Вип. 59. С. 26-34.

7. Галактемов Д. О. Продуктивні та відтворні якості корів залежно від лінійної належності. *Perspectives of contemporary science : theory and practice : Proceedings of I International Scientific and Practical Conference*. Lviv, Ukraine, 2024. С. 19-25.

8. Гладій М. В., Полупан Ю. П., Базишина І. В., Безрутченко І. М., Полупан Н. Л. Вплив генетичних і паратипових чинників на господарськи корисні ознаки корів. *Розведення і генетика тварин*. 2014. Вип. 48. С. 48-61.

9. Гладій М. В., Полупан Ю. П., Базишина І. В., Полупан Н. Л., Безрутченко І. М. Вплив походження за батьком і лінійної належності на господарськи корисні ознаки корів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Тваринництво. 2014. № 7. С. 3-11.

10. Даньків В. Я., Дяченко О. Б., Когут М. І. Продуктивність корів-первісток симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи залежно від походження за батьком. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. № 64. С. 155-161.

11. Денисюк О. В., Халак В. І., Приймич В. І., Луник Ю. М. Вплив батьків на молочну продуктивність корів-дочок. *Сільський господар*. 2013. № 5/6. С. 5-8.

12. Димчук А. В., Понько Л. П. Відтворна здатність та її зв'язок з молочною продуктивністю корів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. 97(3). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovid2022.03.008>.

13. Когут, М. І., Братюк, В. М. Відтворна здатність корів-первісток, отриманих при різних варіантах лінійного підбору. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, 2021, С. 194-206.

14. Крамаренко О. С. Вплив фактора «походження за батьком» на молочну продуктивність корів. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. № 135 (1). С. 188-197. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.25>.

15. Крамаренко С. С., Луговой С. І., Лихач А. В., Крамаренко О. С. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2019. 211 с.

16. Кучер Д. М., Мамченко Ю. В. Характеристика показників молочної продуктивності та відтворної здатності корів-первісток симентальської породи. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Тваринництво. 2017. Вип. 5/1 (31). С. 101-106.

17. Кучер Д. М., Кочук-Ященко О. А., Слюсар М. В., Ткачук С. М., Карих К. В. Вплив походження за батьком на прояв господарськи корисних ознак їх дочок за органічного та конвенційного виробництва молока. *Розведення і генетика тварин*. 2022. Вип. 64. С. 34-46.

18. Пелехатий М. С., Кочук-Ященко О. А., Кучер Д. М., Новосад В. В. Роль бугаїв-плідників у поліпшенні господарськи корисних ознак потомства. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія : Тваринництво. 2020. Вип. 1. С. 17-24. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.3>

19. Підпала Т. В., Бондар С. О. Успадкування селекційних ознак потомством бугаїв-плідників голштинської породи. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип.53. С. 173-178.

20. Підпала Т. В., Зайцев Є. М., Правда А. О. Результати використання бугаїв-плідників голштинської породи при створенні високопродуктивного стада. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 169-180.

21. Стадницька О. І. Вплив плідників на формування молочної продуктивності дочок. *Матеріали VIII наукової конференції молодих вчених і аспірантів Інституту розведення і генетики тварин*. Чубинське, 2010. С. 69.

22. Сіряк В. А., Полупан Ю. П., Ставецька Р. В. Характеристика за ростом та молочною продуктивністю корів напівсестер за батьком. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2019. № 2. С. 33-42.

23. Ференц Л. В. Відтворювальна здатність та молочна продуктивність корів залежно від племінної цінності їх батьків. *Наук. вісник Львівського нац. ун-ту ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 74. С. 48-51.

24. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Генетичні чинники впливу на продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. Київ. 2019. Вип. 57. С. 22-28. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.57.03>.

25. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Формування ознак молочної продуктивності корів української чорнорябої молочної породи під впливом генетичних чинників. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Тваринництво». 2019. Вип. 3 (38). С. 62-72. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.3.9>.

26. Шпетний М. Б., Заболотна В. К., Гришин С. Ю. Молочна продуктивність та відтворювальна здатність корів залежно від генетичних та паратипових чинників. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Тваринництво». 2021. Вип. 4(47). С. 33-42. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.6>.

27. Brotherstone S., Coffey M.P., Banos G. Genetic parameters of growth in dairy cattle and associations between growth and health traits. *Journal of Dairy Science*. 2007. Vol. 90 (1). P. 444-450.

28. Coffey M.P., Hickey J., Brotherstone S. Genetic aspects of growth of Holstein-Friesian dairy cows from birth to maturity. *Journal of Dairy Science*. 2006. Vol. 89. P. 322-329.

29. Johanson J.M., Berger P.J., Tsuruta S., Misztal I. A. Bayesian threshold-linear model evaluation of perinatal mortality, dystocia, birth weight, and gestation length in a Holstein herd. *Journal of Dairy Science*. 2011. Vol. 94. P. 450-460.

30. Hammer Ø., Harper D. A., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. # 4. P. 1-9.
  31. Hammoud, M.H., El-Zarkouny, S.Z., & Oudah, E.Z. (2010). Effect of sire, age at first calving, season and year of calving and parity on reproductive performance of Friesian cows under semiarid conditions in Egypt. *Archiva Zootechnica* 13:1, P. 60-82.
  32. Polupan Y. P., Melnik Y. F. & Biriukova O. D. (2019). Influence of genetic factors on the productivity of cows. *Animal Breeding and Genetics*, 58, 41-51. <https://doi.org/10.31073/abg.58.06>.
-

УДК 636.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.27>

## ВПЛИВ ГЕНЕТИЧНОЇ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ ПОРОДИ

**Музика Л.І.** – к.біол.н.,

доцент кафедри генетики і розведення тварин,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій  
імені С.З. Гжицького

**Шелест І.Р.** – аспірант кафедри генетики і розведення тварин,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій  
імені С.З. Гжицького

В статті представлено обґрунтування актуальності та важливості дослідження впливу генетичної варіабельності на продуктивність корів української чорно-рябої породи, що є однією з найпоширеніших і найважливіших порід для молочного скотарства в Україні. Розглянуто сутність і зміст поняття «генетична варіабельність» як чинника, який забезпечує збереження біологічного різноманіття, підвищує адаптивність тварин та сприяє селекційній роботі. Продемонстровано, що різні комбінації генів формують спектр продуктивних характеристик – надої, жирність, білковість молока – та визначають стресостійкість і схильність до захворювань. Звернено увагу на те, що генетичний потенціал тварини реалізується в тісному взаємозв'язку з умовами утримання, годівлею та ветеринарним доглядом, а тому лише комплексний підхід дає змогу досягти максимальної результативності. Таким чином, доведено, що дослідження та управління генетичною варіабельністю є одним із ключових напрямів у селекційно-племінній роботі, від ефективності якої залежить конкурентоспроможність молочної галузі, безпека постачання продовольства та стале збереження української чорно-рябої породи для майбутніх поколінь. Доведено, що тема впливу генетичної варіабельності на продуктивність корів української чорно-рябої породи є актуальною та важливою з огляду на потребу підвищувати обсяги і якість молочної продукції, одночасно мінімізуючи ризики від хвороб та зниження генетичного різноманіття. Глибоке розуміння складових механізмів успадкування дає змогу застосовувати науково обґрунтовані селекційні програми, зберігаючи при цьому біологічну стійкість і довгострокову продуктивність породи. Встановлено, що генетичне різноманіття є одним із наріжних каменів сталого розвитку скотарства, оскільки воно дає змогу відбирати тварин із бажаними ознаками, поліпшувати виробничі показники та забезпечувати стійкість до хвороб і стресових факторів.

**Ключові слова:** генетична варіабельність, продуктивність корів, українська чорно-ряба порода, селекція, молочне скотарство, адаптивність, репродуктивні технології, ветеринарний догляд, біологічне різноманіття, стале виробництво.

**Muzyka L.S., Shelest I.R. The influence of genetic variability on the productivity of Ukrainian black and speckled cows**

The article presents a justification for the relevance and importance of studying the impact of genetic variability on the productivity of Ukrainian black-and-white cows, which is one of the most common and important breeds for dairy cattle breeding in Ukraine. The essence and content of the concept of "genetic variability" as a factor that ensures the preservation of biological diversity, increases the adaptability of animals and contributes to breeding work are considered. It is demonstrated that different combinations of genes form a spectrum of productive characteristics – milk yield, fat content, milk protein content – and determine stress resistance and susceptibility to diseases. Attention is drawn to the fact that the genetic potential of an animal is realized in close connection with the conditions of maintenance, feeding and veterinary care, and therefore only an integrated approach allows to achieve maximum efficiency. Thus, it has been proven that the study and management of genetic variability is one of the key areas in breeding and selection work, the efficiency of which determines the competitiveness of the dairy

*industry, the security of food supply and the sustainable preservation of the Ukrainian Black and White breed for future generations. It has been proven that the topic of the influence of genetic variability on the productivity of cows of the Ukrainian Black and White breed is relevant and important in view of the need to increase the volume and quality of dairy products, while minimizing the risks of diseases and reducing genetic diversity. A deep understanding of the components of inheritance mechanisms makes it possible to apply scientifically based breeding programs, while maintaining the biological stability and long-term productivity of the breed. It has been established that genetic diversity is one of the cornerstones of sustainable development of livestock farming, as it allows you to select animals with desirable traits, improve production indicators and ensure resistance to diseases and stress factors.*

**Key words:** *genetic variability, cow productivity, Ukrainian black and speckled breed, selection, dairy cattle breeding, adaptability, reproductive technologies, veterinary care, biological diversity, sustainable production.*

**Постановка проблеми.** Актуальність теми впливу генетичної варіабельності на продуктивність корів української чорно-рябої породи зумовлена зростаючим попитом на високоякісне молоко й молочні продукти, а також прагненням тваринницьких господарств підвищувати ефективність розведення великої рогатої худоби. Генетичне різноманіття є одним із наріжних каменів сталого розвитку скотарства, оскільки воно дає змогу відбирати тварин із бажаними ознаками, поліпшувати виробничі показники та забезпечувати стійкість до хвороб і стресових факторів. Для української чорно-рябої породи, яка характеризується великими потенційними обсягами молочної продуктивності, надзвичайно важливо ефективно реалізувати генетичний потенціал та враховувати генетичну мінливість під час селекції. Це дасть можливість збалансувати конкурентоспроможність вітчизняного тваринництва на світовому ринку й задовольнити потреби споживачів у здоровій, поживній та безпечній продукції. Зважаючи на значні резерви збільшення надоїв, поліпшення якісних характеристик молока і підвищення відтворювальної здатності, тема дослідження генетичної варіабельності є важливою та вимагає всебічного наукового обґрунтування й практичної імплементації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За даними Козира [1], застосування інноваційних прийомів у скотарстві дозволяє оптимізувати виробничі процеси. Автор у своїй монографії розглядає сучасні технології та методики, які можуть сприяти більш ефективному використанню генетичного потенціалу тварин, зокрема через впровадження сучасних селекційних підходів. Дурст та Віттман [2] у своїй праці з годівлі сільськогосподарських тварин підкреслюють, що правильне формування раціону є обов'язковою умовою для реалізації генетично закладених можливостей продуктивності. Раціон харчування відіграє вирішальну роль у збереженні здоров'я тварин та їх здатності до оптимального росту і розвитку, що є важливим для реалізації генетичних переваг.

У роботі Проватора та Проваторови [3] представлено сучасні підходи до годівлі, що дозволяють більш ефективно використовувати генетичні ресурси. Автори наголошують, що вдосконалення системи годівлі допомагає зменшити вплив зовнішніх факторів на продуктивність, тим самим підкреслюючи важливість генетичної основи виробництва. Рубан та Василевський [4] розглядають організацію нормованої годівлі в скотарстві, що сприяє створенню стабільних умов для розвитку поголів'я. За їхніми даними, стандартизація харчування дозволяє точніше оцінити вплив генетичної варіабельності на продуктивність, адже мінімізується зовнішній вплив на показники виробництва. Сусол [5] у своїй статті звертає увагу на профілактику метаболічних розладів у молочному скотарстві. Він зазначає, що певні генетичні особливості можуть впливати на схильність до

метаболических порушень, що, у свою чергу, негативно впливає на продуктивність корів. Таким чином, своєчасна профілактика та діагностика стають важливими елементами в управлінні генетичним потенціалом поголів'я. Хомут, Чігірьов, Лівінський та Ткаченко [6] приділяють значну увагу управлінню відтворенням стада. Вони стверджують, що ефективна організація репродуктивного процесу є запорукою стабільного генетичного потенціалу та подальшого підвищення продуктивності. Використання сучасних методик селекції та розведення сприяє оптимізації генетичної структури стада.

Повторно акцентуючи увагу на інноваційних підходах, Козир [7] демонструє, що інтеграція новітніх технологій у скотарстві сприяє не лише підвищенню ефективності виробництва, але й кращому використанню генетичних ресурсів. Його досвід свідчить про важливість системного підходу, де генетична варіабельність виступає однією з базових складових успішної селекційної роботи.

Аналіз біометричних даних, проведений Крамаренко, Луговим, Лихачем та Крамаренко [8], дозволяє об'єктивно оцінити генетичну варіабельність у процесах розведення та селекції. Запропоновані методики аналізу біометричних показників є важливим інструментом для визначення зв'язку між генетичними особливостями та продуктивністю корів. Вальчук, Любецький та Сухонос [9] у своєму дослідженні з акушерської та гінекологічної диспансеризації корів підкреслюють, що ветеринарне благополуччя тварин тісно пов'язане з їх генетичними характеристиками. Ретельний контроль репродуктивного здоров'я дозволяє своєчасно виявляти генетичні вади чи схильності до порушень, що може значно впливати на продуктивність поголів'я. С. Ясевін [10] зазначає, що оцінка та удосконалення інтенсивної технології виробництва молока обов'язково повинні враховувати генетичну компоненту. За його даними, інтеграція сучасних технологій з генетичним відбором дає змогу максимально реалізувати продуктивний потенціал тварин, що є особливо актуальним для української чорно-рябої породи.

Аналіз сучасної літератури свідчить, що підвищення продуктивності корів значною мірою залежить від поєднання ефективного управління годівлею, ретельного контролю стану здоров'я та впровадження інноваційних технологій у розведенні. При цьому генетична варіабельність виступає основою для формування високопродуктивного поголів'я, адже вона визначає потенціал тварин до адаптації, репродуктивної активності та молочної продуктивності.

**Мета досліджень:** характеристика особливостей впливу генетичної варіабельності на продуктивність корів української чорно-рябої породи. Об'єктом дослідження виступає українська чорно-ряба порода корів.

**Результати досліджень.** Дослідження було спрямоване на визначення впливу генетичної варіабельності на продуктивність української червоно-рябої молочної худоби. Для цього були відібрані ферми центральних та західних областей України, у яких поголів'я демонструє різний ступінь генетичної різноманітності.

Основними матеріалами дослідження стали дані, зібрані за результатами тривалого моніторингу продуктивних показників худоби, серед яких:

- надої,
- відтворна здатність,
- вік при вибракуванні,
- причинна структура вибракування.

Для аналізу отриманих даних та оцінки впливу генетичної варіабельності на ефективність виробництва застосовано комплекс методів, зокрема:

- Індукція та дедукція, порівняння та систематизація. Ці методи використовувалися для визначення сутності впливу генетичних чинників на продуктивні показники.
- Синтез та аналіз. За допомогою цих методів доводилась вагомість застосування сучасних підходів до оцінки генетичного впливу на продуктивність, що дозволяло інтегрувати дані з різних джерел та зробити обґрунтовані висновки.
- Морфологічний аналіз. Цей метод застосовувався для класифікації та групування ключових засад, що впливають на генетичну основу продуктивності, забезпечуючи структуроване подання даних.
- Графічний та табличний методи. Вони використовувалися для якісного подання результатів дослідження, що сприяло візуальній інтерпретації отриманих даних.
- Абстрактно-логічний підхід. За його допомогою формувалися теоретичні узагальнення та висновки, що відображали сутність взаємозв'язку між генетичною варіабельністю та продуктивністю молочної худоби.

Українська чорно-ряба порода корів є однією з ключових у молочному скотарстві нашої держави та відіграє значну роль у забезпеченні населення високоякісними молочними продуктами. Ця порода вирізняється стійкістю до різноманітних умов утримання, добрими надоями молока та помірно високими показниками жирності й білковості. Вона має значний потенціал для селекції завдяки широкому спектру генетичних варіацій, накопичених внаслідок багаторічного розведення в різних регіонах країни. Однак попри успішну історію використання, сучасні виклики вимагають більш глибокого аналізу спадкових чинників з метою подальшого підвищення продуктивності та забезпечення сталого розвитку галузі. Поняття «генетична варіабельність» охоплює сукупність успадкованих відмінностей між окремими особинами в межах однієї породи, які відображаються на морфологічних ознаках, фізіологічних процесах та продуктивності. Ця різноманітність виникає внаслідок різних генних комбінацій, появи мутацій і рекомбінацій, а також перехресного запліднення та селекційних заходів. Високий рівень генетичної варіабельності є запорукою того, що в популяції завжди будуть особини, здатні краще пристосовуватися до змін довкілля чи мати кращі показники продуктивності. Для української чорно-рябої породи це дає можливість підбирати найбільш перспективні лінії для селекції та зберігати стійкість поголів'я перед викликами, такими як нові хвороби або зміни кліматичних умов (табл. 1).

Актуальність теми зумовлена й тим, що в умовах зростання попиту на молочну продукцію як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, фермерам та аграрним підприємствам важливо забезпечувати максимально високий рівень надоїв без погіршення здоров'я тварин. Збалансоване використання генетичних ресурсів робить можливим оптимізувати селекційні програми і створити умови для сталого підвищення продуктивності, зберігаючи при цьому біологічне різноманіття. У свою чергу, це сприяє підтриманню високої якості молочної сировини, яка відповідає найсуворішим харчовим стандартам. З огляду на це, дослідження генетичної варіабельності не є суто науковою проблемою, а має прямий вихід на практику та економічну складову. Не менш важливо розуміти, що недостатня увага до генетичних аспектів може призвести до низки негативних наслідків. Зокрема, зниження варіабельності в породі та поширення генетично однорідного поголів'я збільшує ризики масових захворювань, оскільки одні й ті самі гени відповідальні за резистентність або, навпаки, схильність до певних хвороб. Якщо продуктивність тримається на відносно високому рівні, але при цьому не враховуються

генетичні ризики, можна зіткнутися з ситуацією, коли будь-який вірус чи бактеріальна інфекція спричинить значні збитки і швидко пошириться на велике поголів'я. Тому оптимальний баланс між максимальними показниками надою та забезпеченням генетичного різноманіття стає одним із фундаментальних завдань галузі (рис. 1).

Таблиця 1

**Змістовність процесу продуктивності корів української чорно-рябої породи**

| <i>Генетична спадковість продуктивних показників</i>   | <i>Реалізація генетичного потенціалу в конкретному середовищі</i>   |
|--|---|
| Продуктивність корів, включно з надоями, вмістом жиру і білка в молоці, значною мірою визначається генами, успадкованими від батьків. У випадку української чорно-рябої породи, багаторічне розведення й селекція сприяли накопиченню сприятливих алелей, які впливають на молочність і якісні параметри продукції | Навіть найкращі генотипи не зможуть продемонструвати високої продуктивності без належних умов утримання та живлення. Для української чорно-рябої породи важливо забезпечити повноцінний раціон, збалансовані мінеральні добавки, комфортні умови утримання та своєчасне ветеринарне обслуговування  |
| <i>Фізіологічне та репродуктивне здоров'я</i>  | <i>Взаємодія з довкіллям і стійкість до стресів</i>   |
| Сутність продуктивності корів полягає в тому, що вона тісно пов'язана зі здоров'ям і здатністю до відтворення. Корова, яка часто хворіє чи має проблеми з відтворенням, не зможе повністю розкрити свій генетичний потенціал   | Українська чорно-ряба порода зарекомендувала себе як достатньо пристосована до різних кліматичних зон, однак рівень продуктивності залежить і від здатності тварин витримувати стресові фактори: спеку, холод, підвищену вологість, знижену якість кормів. Висока толерантність до несприятливих чинників середовища є одним із ключових аспектів, що визначає сталу продуктивність |

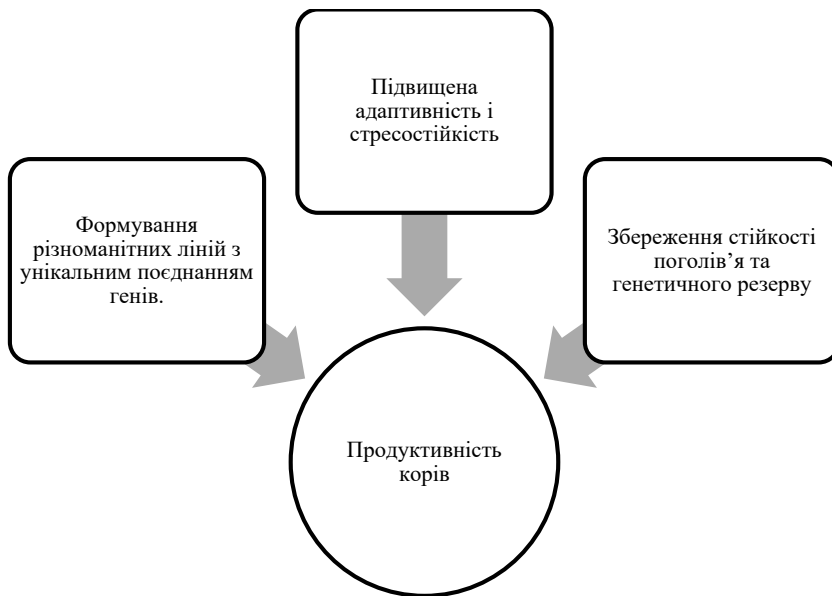
Таким чином, генетична варіабельність впливає на продуктивність корів української чорно-рябої породи наступним чином:

1. Формування різноманітних ліній з унікальним поєднанням генів. Генетична варіабельність означає існування численних комбінацій генів у межах породи, що дає можливість виділяти лінії з різними перевагами. Одні можуть мати вищі надої, інші – кращі показники жирності чи білковості, треті – вищу стійкість до захворювань. Широкий генетичний спектр дає змогу відбирати й розвивати ті лінії, які найкраще відповідають потребам конкретного господарства.

2. Підвищена адаптивність і стресостійкість. Завдяки різноманітності генів у популяції зростає ймовірність появи тварин, які є більш витривалими до кліматичних чи екологічних змін. Це дає можливість гнучко реагувати на коливання температури, зміну режиму годівлі чи появу нових патогенів. Така адаптивність у підсумку позитивно позначається на продуктивності, оскільки менша кількість тварин випадає з виробничого циклу через хвороби чи стрес.

3. Збереження стійкості поголів'я та генетичного резерву. Різноманітна генетична база захищає породу від негативних наслідків близькоспорідненого

розведення і накопичення шкідливих мутацій. У масштабах всієї популяції це означає меншу вразливість до масових захворювань та стабільніше відтворення. У результаті виробники отримують покоління корів з високим потенціалом і меншими ризиками втрат у довгостроковій перспективі.

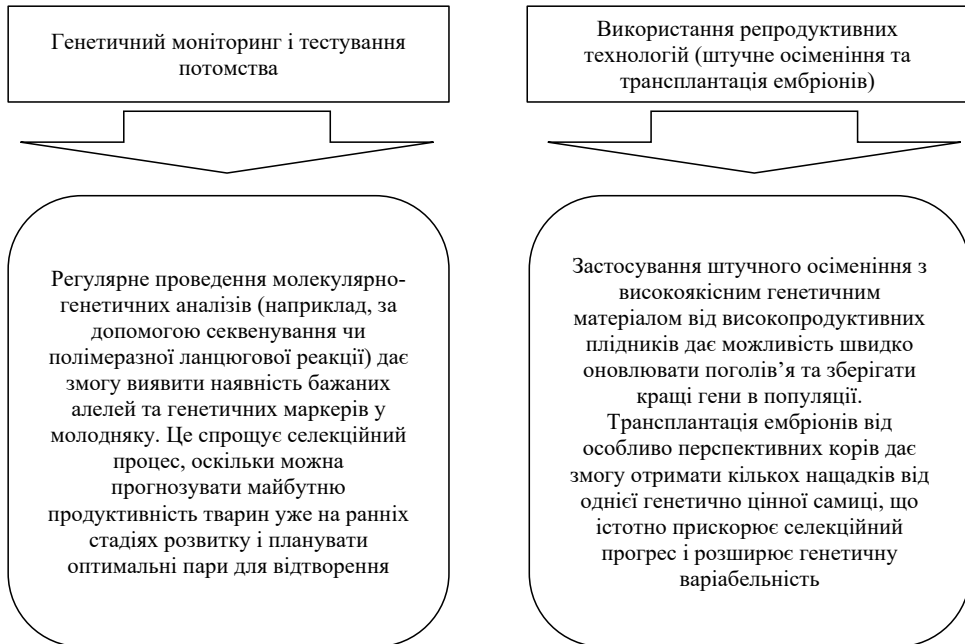


*Рис. 1. Ключові особливості впливу генетичної варіабельності на продуктивність корів української чорно-рябої породи*

Для успішного застосування результатів генетичних досліджень необхідно враховувати комплексні фактори, які впливають на продуктивність корів: умови утримання, якість кормів, ветеринарні заходи та рівень менеджменту ферми. Генетична варіабельність реалізується в конкретному середовищі, і навіть перспективні генотипи не проявлять повного потенціалу без належного догляду та збалансованого раціону. Тому генетичні дослідження мають йти пліч-о-пліч із покращенням технологій утримання та відтворення. Саме такий комплексний підхід дає змогу створити умови, за яких переваги від генетичного різноманіття будуть найбільшими і для фермерів, і для споживачів кінцевої продукції. У контексті розвитку сучасних технологій велике значення набувають методи молекулярно-генетичного аналізу, які допомагають виявляти та контролювати ті гени, що відповідають за ключові показники продуктивності. Такі дослідження передбачають аналіз дезоксирибонуклеїнової кислоти особин, виявлення мутацій, пов'язаних з більш високими надоями або покращеними якісними характеристиками молока, а також визначення маркерів стійкості до хвороб. Отримана інформація дає змогу проводити цілеспрямований добір, відбираючи для розведення саме ті лінії, які найкраще відповідають виробничим цілям і потребам молочної промисловості. Це створює фундамент для подальшого вдосконалення породи та підвищення ефективності її використання (рис. 2).

Важливим завданням є також збереження традиційних селекційних напрацювань, адже багаторічний досвід розведення української чорно-рябої породи

відображає глибоке знання про особливості фізіології, поведінки і взаємодії з довкіллям. Поєднання традиційних методів відбору та сучасних молекулярних технологій може дати потужний синергетичний ефект. Слід пам'ятати про регіональні особливості – клімат, типи годівлі, наявні ветеринарні загрози – щоб корови могли реалізувати генетичний потенціал у конкретних умовах певної місцевості. Вивчення всіх цих чинників разом із проведенням систематичних генетичних досліджень дає змогу цілеспрямовано впливати на формування ознак, які критично важливі для рентабельної і сталої молочної галузі.



*Рис. 2. Технології підвищення ефективності продуктивності корів української чорно-рябої породи*

**Висновки.** Таким чином, тема впливу генетичної варіабельності на продуктивність корів української чорно-рябої породи є актуальною та важливою з огляду на потребу підвищувати обсяги і якість молочної продукції, одночасно мінімізуючи ризики від хвороб та зниження генетичного різноманіття. Глибоке розуміння складових механізмів успадкування дає змогу застосовувати науково обґрунтовані селекційні програми, зберігаючи при цьому біологічну стійкість і довгострокову продуктивність породи. Такий підхід сприяє формуванню конкурентоздатного молочного виробництва в Україні та водночас відповідає світовим тенденціям у напрямі збереження генетичних ресурсів. Належна увага до цієї теми забезпечує ефективне використання наявних можливостей, відкриває перспективи для подальшого розвитку галузі та гарантує високу якість молока для споживачів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Козир В. С. Інноваційні прийоми підвищення ефективності скотарства у степовій зоні України : монографія. Дніпро : ПП «Нова ідеологія», 2019. 365 с.
2. Дурст Л., Віттман М. Годівля сільськогосподарських тварин. К.: Фенікс, 2006. 384 с.
3. Проваторов Г., Проваторова В. Годівля сільськогосподарських тварин. Суми: «Університетська книга», 2022. 510 с.
4. Рубан С. Ю., Василевський М. В. Організація нормованої годівлі в скотарстві. К., 2015. 136 с.
5. Сусол Р.Л. Профілактика метаболічних розладів у молочному скотарстві. Тваринництво та ветеринарія. 2018. № 10. С. 48-50.
6. Управління відтворенням стада сільськогосподарських тварин : монографічне дослідження / Хомут І. С., Чігірьов В. О., Лівінський А. І., Ткаченко І. Є. Одеса : ТЕС, 2019. 300 с.
7. Козир В. С. Інноваційні прийоми підвищення ефективності скотарства у степовій зоні України : монографія. Дніпро : ПП «Нова ідеологія», 2019. 365 с.
8. 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.
9. Вальчук О. А., Любецький В. Й., Сухonos В. П. Акушерська та гінекологічна диспансеризація корів як складова ветеринарного благополуччя у скотарстві. Науковий вісник НУБіП України. 2016. Вип. 237. С. 96-115.
10. Ясевін С. Є. Оцінка та удосконалення інтенсивної технології виробництва молока : дис. ... кандидата сільськогосподарських наук: 06. 02. 04. Миколаїв, 2012. 157 с.

УДК 631.5:633.3

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.28>

## РІСТ, РОЗВИТОК ТА УРОЖАЙНІСТЬ СУМІСНИХ ПОСІВІВ БУРКУНУ БІЛОГО З ОДНОРІЧНИМИ ЗЛАКОВИМИ КУЛЬТУРАМИ

**Свиштунова І.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Захлебаєв М.В.** – к.с.-г.н.,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Полторецький С.П.** – д.с.-г.н., професор,

декан факультету агрономії,

Уманський національний університет садівництва

**Войцехівська О.В.** – к.б.н.,

доцент кафедри біології рослин,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**Пую В.Л.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

**Шувар А.М.** – д.с.-г.н.,

завідувач кафедри агробіотехнологій,

Західноукраїнський національний університет

**Сеник І.І.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри агробіотехнологій,

Західноукраїнський національний університет

Необхідність інтенсифікації кормовиробництва потребує пошуку нових шляхів підвищення продуктивності кормової площі, в тому числі за рахунок впровадження більш продуктивних видів рослин, вироцуння яких потребує менше фінансових і матеріальних ресурсів. До таких культур відноситься буркун білий, зелена маса якого містить 18–22 % сирого протеїну, а врожайність зеленого корму досягає 30 т/га. Високоперспективним буркун білий є також в контексті вироцуння екологічно чистої та безпечної продукції. Незважаючи на високу кормову цінність, наукової інформації стосовно технологічних особливостей вироцуння його у сумісних посівах зі злаковими компонентами на корм наявно недостатньо. Метою досліджень було встановити особливості росту, розвитку та формування урожайності сумісних посівів буркуну білого з однорічними злаковими культурами залежно від технологічних заходів вироцуння. Дослідження проводили впродовж 2015–2017 рр. на дослідному полі кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології в умовах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». Встановлено, що максимальну щільність одновидові та сумісні буркуново-злакові посіви формували за сівби буркуну білого з нормою висіву 20 кг/га, найбільш високорослим стеблостій був за норми висіву бобової культури 22 кг/га на фоні внесення  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Найвищу продуктивність одновидових та змішаних посівів буркуну білого зі злаковими компонентами одержано за його норми висіву 16 кг/га. Максимальну урожайність вегетативної маси (51,5 т/га), забезпечувала технологічна модель, що передбачала висів буркуну білого з нормою висіву 16 кг/га в суміші з суданською травою на фоні  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Найнижчу продуктивність формували бобово-злаковий фітоценоз з просом.

**Ключові слова:** бобово-злакові фітоценози, урожайність, щільність травостою, висота рослин.

**Svystunova I.V., Zakhliebaiev M.V., Poltoretskyi S.P., Voitsekhivska O.V., Puiu V.L., Shuvar A.M., Senyk I.I. Growth, development and yield of combined crops of *Melilotus albus* with annual cereal crops**

*Intensification of feed production requires finding new ways to increase productivity, including through the introduction of more productive plant species that require fewer financial and material resources. Growing *Melilotus albus* plants is promising because the green mass contains 18–22% crude protein, and the yield of green fodder is up to 30 t/ha. The cultivation of *Melilotus albus* in the context of environmentally friendly and safe products is promising. Currently, there is insufficient scientific information regarding the technological features of growing *Melilotus albus* in intercropping with cereal components for feed. The aim of the research was to investigate the features of growth, development and yield formation of *Melilotus albus* intercropping with annual cereal crops depending on the technological cultivation measures. The research was conducted in 2015–2017 at the experimental field of the Department of Feed Production, Land Reclamation and Meteorology in the conditions of the Agricultural Research Station of the NULES of Ukraine. The maximum density of single-species and compatible *Melilotus albus*-cereal herbaceous stands was formed when sowing *Melilotus albus* with a seeding rate of 20 kg/ha, the tallest stem stand was when sowing legumes with a seeding rate of 22 kg/ha the background of  $N_{60}P_{90}K_{90}$  application. The highest productivity of single-species and mixed crops of *Melilotus albus* with cereal components was provided at its seeding rate of 16 kg/ha. The maximum yield of vegetative mass – at the level of 51.5 t/ha, was provided by the technological model of sowing *Melilotus albus* with a seeding rate of 16 kg/ha in a mixture with Sudan grass on the background of  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . The lowest productivity was provided by the legume-cereal phytocenosis with millet.*

**Key words:** legume-cereal phytocenoses, yield, herbage density, plant height.

**Постановка проблеми.** Джерелом усіх життєвих процесів у тваринному організмі є корми, саме тому нарощування виробництва продукції тваринництва неможливе без забезпеченням тварин достатньою кількістю повноцінних кормів. Серед органічних речовин рослинного корму особлива увага відводиться протеїну, дефіцит якого в раціоні призводить до неповного засвоєння жирів та вуглеводів, а отже й до зниження продуктивності тварин та зростання собівартості отриманої продукції [1, 3].

До найважливіших джерел надходження протеїну для тварин належать бобові трави, які окрім високої кормової цінності покращують азотний баланс ґрунту та залишають після себе значну кількість кореневих залишків – додаткове джерело органічної речовини. Однією з таких культур є буркун білий (*Melilotus albus*) – малопоширений нині кормовий вид, який в умовах кліматичних змін та обмеженості ресурсів відзначається високою адаптованістю, що є важливою потребою сьогодення. Культура невибаглива до умов вирощування та здатна навіть за екстремальних погодних умов формувати відносно сталі і високі врожаї. Це добрий фітомеліорант для солонцюватих ґрунтів, гарний медонос, має виражені фітосанітарні властивості [2].

Однак, незважаючи на високу кормову та агротехнічну цінність буркуну білого, наукові дані щодо технологічних особливостей його вирощування у сумісних посівах зі злаковими культурами на корм в ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу є недостатньо вивченими.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Необхідність інтенсифікації кормовиробництва потребує пошуку нових шляхів підвищення продуктивності кормової площі, в тому числі за рахунок вирощування більш продуктивних видів рослин, які потребують менших фінансових і матеріальних ресурсів, а також вирощуючи кормові культури у змішаних посівах. Такий технологічний підхід є не новим, адже давно відомо, що вирощування різновидових сумішей, у тому числі зі злакових та бобових видів, позитивно впливає на їх ріст і розвиток у змішаному

травостої. Завдяки відмінностям у біологічних і морфологічних властивостях культур у спільних посівах ефективніше використовуються ґрунтова волога, макро- та мікроелементи, а також продуктивніше засвоюється сонячна енергія за рахунок формування більшої площі листової поверхні. Перевага бобово-злакових сумішей зумовлена також їх здатністю симбіотично фіксувати атмосферний азот та засвоювати поживні речовини з глибших шарів ґрунту. В результаті, змішані посіви бобових та злакових трав формують вищу врожайність та поживну цінність кормів [5, 7].

Буркун білий, як цінну кормову культуру, можна вирощувати у поєднанні з різними однорічними та багаторічними злаковими культурами, зокрема, зі стоколосом безостим, кукурудзою, просом, суданською травою, сорго, вівсом тощо. Ця висококалорійна білкова кормова культура в 1 кг зеленого корму містить 0,19 кормових одиниць, тоді як люцерна – 0,14, конюшина – 0,16. Уміст сирого протеїну в такому кормі становить 18–22 %, сирого клітковини – 19–22 %, а врожай зеленої маси та сіна досягає, відповідно, 30 та 4 т/га [3, 8, 9]. Крім того, зазначена культура має виражену незаражуючу дію на шкодочинні об'єкти в посівах багатьох сільськогосподарських культур, наприклад, знищує збудників кореневих гнилей злакових культур та пригнічує розвиток стеблової і зернової нематод та дротяників. У зв'язку з цим, буркун білий є дуже перспективним у системах біологічного землеробства при вирощуванні екологічно чистої та безпечної продукції [6].

Зважаючи на це, актуальним науковим завданням, що має практичну значущість, є дослідження технологічних особливостей вирощування буркуну білого у сумісних посівах зі злаковими культурами в умовах Правобережного Лісостепу. Це сприятиме підвищенню ефективності використання кормової площі та покращенню стану ґрунтів.

**Постановка завдання.** Метою досліджень було встановити особливості росту, розвитку та формування урожайності сумісних посівів буркуну білого з однорічними злаковими культурами залежно від технологічних заходів вирощування.

Дослідження виконували впродовж 2015–2017 рр. в умовах дослідного поля кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» [4]. Схема польового дослідження передбачала вивчення взаємодії трьох факторів: А – травосуміші (1. Буркун білий (контроль); 2. Буркун білий + кукурудза; 3. Буркун білий + просо; 4. Буркун білий + суданська трава; 5. Буркун білий + сорго); В – норми висіву буркуну білого (1. 16 кг/га (контроль); 2. 18 кг/га; 3. 20 кг/га; 4. 22 кг/га); С – удобрення (1. Без внесення добрив (контроль); 2.  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; 3.  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; 4.  $N_{60}P_{90}K_{90}$ ). У досліді досліджували сорт буркуну білого Еней, гібрид кукурудзи Кадр 267 МВ (ФАО 260), сорт проса Козацьке, сорт суданської трави Білявка та гібрид сорго Довіста.

Норма висіву злакових культур у складі травосумішей складала 70 % від повної: просо – 20 кг/га (2,25 млн схожих насінин на 1 га), кукурудза – 20 кг/га (60 тис.), сорго – 15 кг/га (0,375 млн), суданська трава – 15 кг/га (1,5 млн). Фосфорні та калійні добрива вносили з осені під основний обробіток ґрунту – у формах простого суперфосфату (19,5 %) й хлористого калію (56 %), азотне добриво – у формі аміачної селітри (34,5 %) під передпосівну культивування навесні. Дослідна ділянка представлена чорноземом типовим малогумусним з вмістом рухомого фосфору (за Мачигінім) 40–55 мг/кг ґрунту, обмінного калію 150–165 мг/кг ґрунту та легкогідролізованого азоту (за Корнфільдом) 140–160 мг/кг ґрунту, рН сольової витяжки – 6,7–7,0.

Погодні умови впродовж вегетації досліджуваних посівів були різними. Найбільш істотні відхилення від багаторічної норми за основними гідротермічними параметрами відмічені у 2015 та 2017 роках, впродовж яких вегетація рослин проходила на фоні підвищених температур повітря і тривалих періодів відсутності опадів.

Щільність травостою в досліджуваних сумісних посівах визначали за методикою Бабича О. [4].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одним з найголовніших чинників, які обумовлюють рівень урожайності посівів є щільність травостою – параметр, що відображає динаміку розвитку посіву та його кількісний і видовий склад. Зріжені травостої часто засмічуються малоцінним, а іноді й отруйним різнотрав'ям, в той час як загущені – зазвичай, низькорослі, не стійкі до вилягання та загалом малопродуктивні. Значною мірою вихід вегетативної маси з одиниці кормової площі залежить і від висоти травостою. Найбільш суттєво на формування густоти рослин на площі та лінійного росту рослин в посівах впливають агротехнічні заходи, погодно-кліматичні умови, біологічні особливості культур та їх взаємодія в агрофітоценозі [2, 8, 9].

Нами встановлено, що найщільніший травостій формували одновидові посіви буркуну густота рослин в яких коливалась в межах 377–568 шт./м<sup>2</sup>. Зі збільшенням норми висіву густота травостою підвищувалась на 34 %, зі зростанням норм удобрення – на 9–14 %. Максимальну кількість рослин – на рівні 568 шт./м<sup>2</sup> посіви бобової культури формували за норми висіву 20 кг/га та внесення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, найменш щільний травостій був сформований за сівби з нормою висіву 16 кг/га на неудобрених ділянках.

За сівби буркуну білого в бінарних посівах зі злаковими компонентами щільність травостою суттєво варіювала в залежності як від норми висіву бобової культури та мінерального удобрення, так і від виду злаку. Залежно від дії досліджуваних чинників щільність буркуново-злакових травостоїв, коливалась в межах 314–464 шт./м<sup>2</sup>. Найбільшу сумарну кількість рослин злакового та бобового компоненту на одиниці площі виявлено за сумісного вирощування бобової культури з просом – 460–464 шт./м<sup>2</sup> за норми висіву буркуну 20–22 кг/га та внесення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. При цьому густота рослин бобового компоненту в посіві становила 353–355 шт./м<sup>2</sup>. Найбільша кількість рослин буркуну в змішаному посіві – на рівні 398–415 шт./м<sup>2</sup>, формувалась на аналогічному варіанті, проте в бінарних посівах з кукурудзою. Сумарна кількість рослин за такої технологічної моделі становила 369–381 шт./м<sup>2</sup>.

Загалом, найбільшу сумарну щільність рослин – в межах 381–464 шт./м<sup>2</sup>, в тому числі бобового компоненту – 376–415 шт./м<sup>2</sup> було відмічено за норми висіву буркуну білого 20 кг/га. Незалежно від видового складу сумішей сумарна щільність травостою в тому числі рослин бобового компоненту зі збільшенням норми мінеральних добрив зростала, досягаючи найвищих значень за внесення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>.

Як в одновидових так і в сумісних посівах збільшення норми висіву сприяло зростанню густоти рослин на одиниці площі: за норми висіву 18 кг/га – на 11–47 шт. (3–14 %), 20 кг/га – 34–72 шт. (6–22 %), 22 кг/га – на 24–62 шт. (7–19 %). Найменша сумарна кількість рослин формувалась за норми висіву буркуну білого 16 кг/га – 314–435 шт./м<sup>2</sup> залежно від удобрення та видового складу суміші, в тому числі рослин буркуну – 309–351 шт./м<sup>2</sup>. Однак, закономірність щодо між варіантами досліду зберігалась: найменша сумарна щільність рослин формували змішані посіви буркуну з сорго та кукурудзою – 314–315 шт./м<sup>2</sup> на неудобрених

ділянках. Суміші бобової культури з просом та суданською травою на аналогічних варіантах формували 379–387 шт./м<sup>2</sup>. Зі збільшенням норми внесення мінеральних добрив щільність травостою зростала, досягаючи, відповідно, 340–357 та 413–435 шт./м<sup>2</sup>. Щодо густоти рослин буркуну білого, то за даної норми висіву ранжування між варіантами було дещо інше. За внесення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> найбільш щільний травостій буркуну був у бінарному посіві буркуну з кукурудзою – 351 шт./м<sup>2</sup>, на решті аналогічних варіантів густина рослин буркуну різнилась незначно та становила 308–312 шт./м<sup>2</sup>.

Таблиця 1

**Щільність травостою буркуну білого в одновидових та змішаних посівах зі злаковими культурами, шт./м<sup>2</sup>**

| Травосуміші                    | Удобрення | Норма висіву буркуну білого, кг/га |         |        |         |        |         |        |         |
|--------------------------------|-----------|------------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
|                                |           | 16                                 |         | 18     |         | 20     |         | 22     |         |
|                                |           | культура                           |         |        |         |        |         |        |         |
|                                |           | бобова                             | злакова | бобова | злакова | бобова | злакова | бобова | злакова |
| Буркун білий (контроль)        | 1*        | 377                                | -       | 439    | -       | 494    | -       | 505    | -       |
|                                | 2         | 407                                | -       | 466    | -       | 534    | -       | 531    | -       |
|                                | 3         | 417                                | -       | 475    | -       | 548    | -       | 546    | -       |
|                                | 4         | 430                                | -       | 492    | -       | 568    | -       | 550    | -       |
| Буркун білий + кукурудза       | 1         | 309                                | 6       | 347    | 6       | 376    | 6       | 364    | 6       |
|                                | 2         | 327                                | 7       | 368    | 7       | 399    | 7       | 386    | 6       |
|                                | 3         | 343                                | 7       | 375    | 7       | 408    | 7       | 393    | 7       |
|                                | 4         | 351                                | 7       | 380    | 7       | 415    | 7       | 398    | 7       |
| Буркун білий + просо           | 1         | 279                                | 107     | 308    | 106     | 329    | 103     | 313    | 101     |
|                                | 2         | 297                                | 118     | 323    | 110     | 346    | 107     | 346    | 105     |
|                                | 3         | 302                                | 123     | 332    | 112     | 352    | 107     | 349    | 106     |
|                                | 4         | 308                                | 128     | 336    | 117     | 355    | 109     | 353    | 107     |
| Буркун білий + суданська трава | 1         | 293                                | 22      | 334    | 21      | 360    | 21      | 356    | 20      |
|                                | 2         | 308                                | 25      | 353    | 23      | 379    | 23      | 374    | 21      |
|                                | 3         | 311                                | 25      | 357    | 25      | 382    | 24      | 376    | 22      |
|                                | 4         | 312                                | 28      | 361    | 26      | 385    | 25      | 380    | 23      |
| Буркун білий + сорго           | 1         | 290                                | 89      | 321    | 85      | 351    | 85      | 348    | 84      |
|                                | 2         | 307                                | 98      | 326    | 90      | 357    | 89      | 356    | 85      |
|                                | 3         | 309                                | 101     | 329    | 96      | 359    | 94      | 357    | 87      |
|                                | 4         | 311                                | 102     | 331    | 98      | 360    | 96      | 359    | 89      |

NIP<sub>05</sub> загальне – 10,5, NIP<sub>05</sub> травосуміші – 2,6,  
NIP<sub>05</sub> удобрення – 2,3, NIP<sub>05</sub> норма висіву – 2,3

Примітка: 1\* – без добрив, 2 – N45P45K45, N60P60K60, 3 – N60P90K90.

Фактори, що були поставлені на вивчення впливали також на висоту травостою (рис. 1). На час настання укїсної стиглості травостою лінійний ріст рослин буркуну білого залежно від варіанту досліду за норми висіву 16 кг/га становив 85–98 см, злакових компонентів – 69–130 см. За відсутності удобрення висота

рослин бобового компоненту коливалась у межах 85–90 см. Зі збільшенням норми внесення мінеральних добрив лінійний ріст рослин зростав до 95–98 см. Аналогічна закономірність була відмічена також щодо злакових культур, висота яких становила, відповідно, 69–115 та 75–130 см. Серед злакових культур найменший за висотою стеблостій формували рослини проса та сорго – 69–77 см, залежно від удобрення. Найбільш високорослими були рослини кукурудзи – 115–130 см. Максимальний лінійний стеблостій буркуну білого в бінарних посівах – на рівні 90–98 см відмічено за сівби з суданською травою.

Зі збільшенням норми висіву буркуну білого висота стеблостою зростала та досягала найвищих значень за норми висіву 22 кг/га – 90–97 см в одновидових посівах бобової культури та 89–100 см в сумішах. При цьому висота злакових культур коливалась у межах 72–133 см. Реакція культур на видовий склад сумішей та норми мінерального удобрення зберігалась.

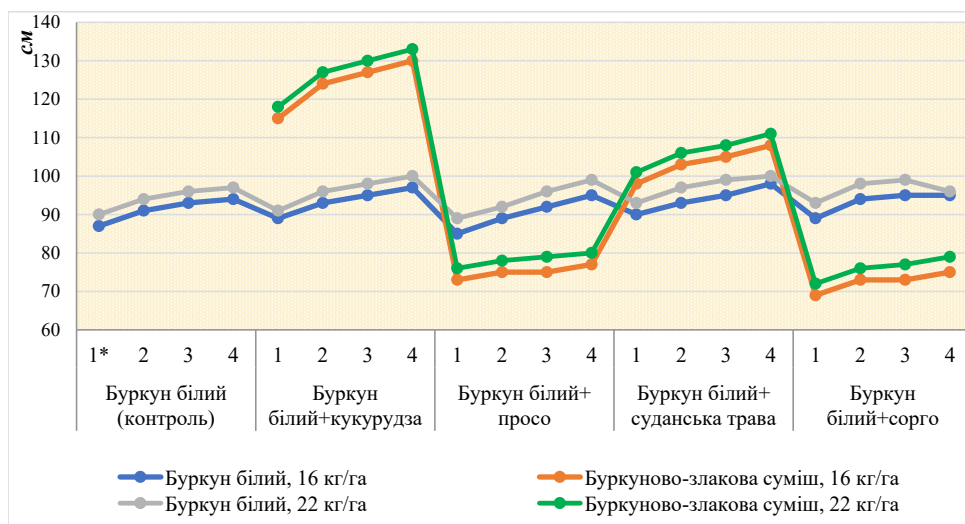


Рис. 1. Висота рослин в одновидових та бінарних посівах буркуну білого зі злаковими культурами, см

Зміна щільності та висоти травостою під впливом досліджуваних чинників мала вплив на формування урожайності вегетативної маси кормових посівів (рис. 2, 3). Максимальну кормову продуктивність у досліді забезпечували посіви, де буркун білий висівали з нормою висіву 16 кг/га – 38,1–47,3 т/га в одновидових його посівах та 35,1–51,5 т/га у сумішах зі злаковими компонентами. У міру зростання норми висіву бобового компоненту урожайність вегетативної маси в посівах знижувалась та за сівби з нормою 22 кг/га становила, відповідно, 32,5–40,9 та 28,1–43,4 або на 14,6–15,5 та 13,0–19,9 %.

На приріст вегетативної маси позитивно впливало внесення мінеральних добрив. За відсутності удобрення урожай зеленої маси буркуну білого в одновидових посівах становив 38,1 т/га, у змішаних – 35,1–41,2 т/га, за внесення  $N_{45} P_{45} K_{45}$  – відповідно, 44,6 та 38,7–47,6 т/га. Найбільший приріст надземної маси – відповідно, 24,2 та 24,0–25,0 % до рівня 47,3 та 43,5–51,5 т/га було одержано за внесення

$N_{60}P_{90}K_{90}$ . Максимальну кормову продуктивність у розрізі бобово-злакових травосумішей забезпечував сумісний посів буркуну білого із суданською травою за висіву бобового компоненту з нормою 16 кг/га та внесення повного мінерального удобрення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  – 51,5 т/га.

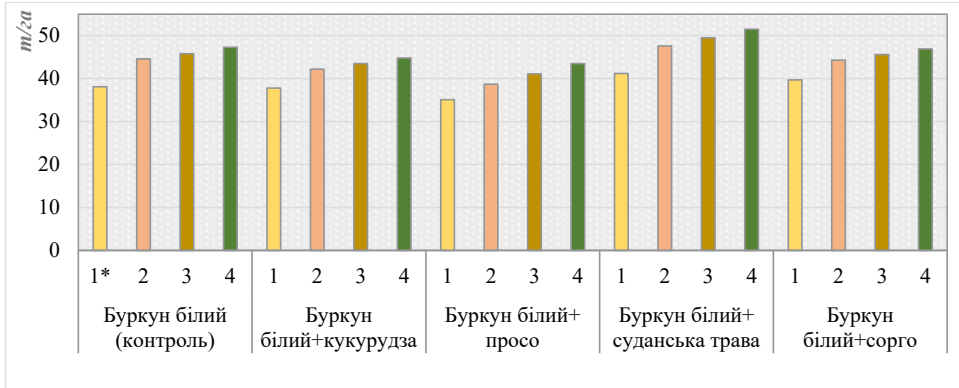


Рис. 2. Урожайність надземної маси буркуну білого в одновидових та сумісних посівах за норми висіву 16 кг/га, т/га

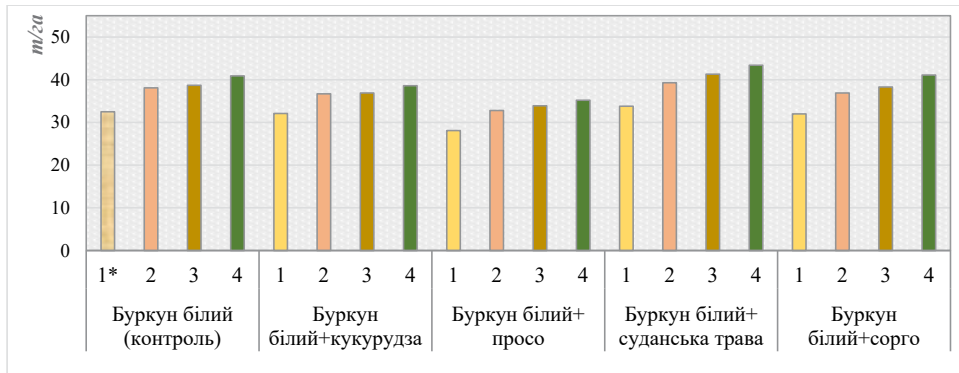


Рис. 3. Урожайність надземної маси буркуну білого в одновидових та сумісних посівах за норми висіву 22 кг/га, т/га

**Висновки і перспективи.** Формування щільності та висоти травостою суттєво обумовлювалось нормою висіву буркуну білого, мінеральним удобренням та видовим складом травосумішей. Максимальна густина травостою була сформована за сівби буркуну білого з нормою висіву 20 кг/га, найвищий стеблостій формувався за норми висіву бобової культури 22 кг/га на фоні внесення  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Найбільш продуктивними як одновидові посіви буркуну білого, так і його суміші зі злаковими компонентами були за норми висіву 16 кг/га. Максимальну урожайність (51,5 т/га) вегетативної маси забезпечувала технологічна модель, згідно якої буркун білий висівали з нормою висіву 16 кг/га в суміші з суданською травою на фоні  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Найнижчу продуктивність забезпечував бобово-злаковий фітоценоз з просом.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Demydas G., Zakhlebaev M., Shuvar I., Lipinska H., Wylupek, T. The formation of the leaf surface of white melilot (*Melilotus albus*) depending on fertilization, seed mix and seeding rate. *Agronomy Science*, 2020. 75(4). DOI:10.24326/as.2020.4.9
2. Kazarina A. V., Marunova L. K., Atakova E. A., Abramenko I. S. Ecological plasticity and adaptive potential of annual form of white sweet clover (*Melilotus albus Medik*). In *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 411, p. 02045). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341102045>
3. Sowa-Borowiec P., Jarecki W., Dżugan M. The Effect of Sowing Density and Different Harvesting Stages on Yield and Some Forage Quality Characters of the White Sweet Clover (*Melilotus albus*). *Agriculture*. 2022. 12(5):575. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050575>
4. Бабич А.О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 96 с.
5. Буркун білий однорічний: властивості та перспективи (2017). URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/801-burkun-bilyi-odnorichnyi-vlastyvosti-ta-perspektyvy.html>
6. Буркун білий: розробка технології (2021). URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/21780-burkun-bilyi-rozrobka-tekhnohii.html>
7. Гетман Н.Я., Злотенко О.Ю. Формування урожайності сумішами однорічних культур залежно від норми висіву та рівня мінерального живлення в умовах Лісостепу західного. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 68. С. 23-24.
8. Захлебаєв М.В. Продуктивність буркуну білого в одновидових та сумісних посівах зі злаковими культурами в залежності від мінерального живлення та норм висіву на чорноземах типових в умовах Правобережного Лісостепу України. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. Вип. 2 (72). URL: [http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2011\\_4/11ksm.pdf](http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2011_4/11ksm.pdf). (date of application: 16.11.2023).
9. Петриченко В.Ф., Гетман Н.Я. Фактори підвищення продуктивності агрофітоценозів багаторічних бобових трав в умовах Лісостепу Правобережного. Корми і кормовиробництво. 2017. Вип. 84. С. 3-9.

УДК 636.082.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.29>

## АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕЛЕКЦІЙНИХ ІНДЕКСІВ ДЛЯ ВІДБОРУ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ МОЛОЧНОГО НАПРЯМКУ

**Франчук І.Б.** – к.е.н.,

доцент кафедри менеджменту,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

**Боднар П.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри генетики і розведення тварин,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

**Пачва А.Є.** – аспірант кафедри генетики і розведення тварин,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Аналіз ефективності селекційних індексів для відбору високопродуктивних корів молочного напрямку набув ключового значення в умовах зростаючої потреби в підвищенні надоїв та покращенні якості молока. У даній роботі систематизовано сучасні наукові підходи до формування комплексних критеріїв відбору, що враховують не лише кількісні, а й якісні та функціональні показники продуктивності. Узагальнено світовий досвід використання різних моделей індексів, зокрема таких, що зорієнтовані на поліпшення репродуктивної здатності, здоров'я вимені, тривалості господарського використання та інших важливих характеристик. Представлено результати досліджень, які засвідчують високу ефективність поєднання кількох параметрів (надої, вміст жиру і білка, соматичні клітини, сервіс-період тощо), що дозволяє точніше передбачити продуктивний потенціал корів і мінімізувати ризики, пов'язані зі зниженням відтворної здатності чи появою маститів. Методологічною основою роботи стали загальноприйняті зоотехнічні та статистичні методи, що передбачають використання репрезентативних вибірок тварин і аналіз багатомірних кореляцій. На підставі експериментальних даних створено кілька моделей індексів, які протестовано в реальних умовах виробництва. Порівняння отриманих результатів із теоретичними розрахунками дало змогу визначити ступінь збігу прогнозу й фактичних показників. Виявлено, що комплексні індекси, що враховують репродуктивні параметри й здоров'я вимені, сприяють досягненню довготривалої продуктивності та кращої рентабельності порівняно з тими, що орієнтовані виключно на обсяг надоїв. У висновках обґрунтовано доцільність адаптації селекційних індексів до конкретних умов господарювання через зміни вагових коефіцієнтів. Наголошено на важливості моніторингу якісних показників молока й показників здоров'я корів для підвищення ефективності молочного скотарства. Пропонований підхід покладено в основу розроблення нових селекційних програм, метою яких є оптимізація структур стада, підвищення генетичного потенціалу й забезпечення стабільності виробництва якісної молочної сировини.

**Ключові слова:** генетичний потенціал, молочна продуктивність, селекційні критерії, адаптивні індекси, економічна ефективність, здоров'я тварин, репродуктивні параметри, якість молока, оптимізація стада, генетичне покращення.

### **Franchuk I.B., Bodnar P.V., Pachva A.Ye. Analysis of the efficiency of selection indexes for selection of highly productive dairy cows**

Analysis of the efficiency of selection indices for selection of highly productive dairy cows has become of key importance in the context of the growing need to increase milk yields and improve milk quality. This work systematizes modern scientific approaches to the formation of comprehensive selection criteria that take into account not only quantitative, but also qualitative and functional indicators of productivity. The world experience in using various index models

*is summarized, in particular those that are focused on improving reproductive ability, udder health, duration of economic use and other important characteristics. The results of studies are presented, which demonstrate the high efficiency of combining several parameters (milk yield, fat and protein content, somatic cells, service period, etc.), which allows for a more accurate prediction of the productive potential of cows and minimize the risks associated with a decrease in reproductive ability or the occurrence of mastitis. The methodological basis of the work was generally accepted zootechnical and statistical methods, which involve the use of representative samples of animals and the analysis of multifactor correlations. Based on experimental data, several index models were created and tested in real production conditions. Comparison of the obtained results with theoretical calculations made it possible to determine the degree of coincidence of the forecast and actual indicators. It was found that complex indices that take into account reproductive parameters and udder health contribute to achieving long-term productivity and better profitability compared to those that are focused exclusively on the volume of milk yield. The conclusions substantiate the feasibility of adapting breeding indices to specific management conditions through changes in weight coefficients. The importance of monitoring milk quality indicators and cow health indicators to increase the efficiency of dairy farming is emphasized. The proposed approach is the basis for developing new breeding programs aimed at optimizing herd structures, increasing genetic potential and ensuring the stability of the production of high-quality dairy raw materials.*

**Key words:** genetic potential, milk productivity, breeding criteria, adaptive indices, economic efficiency, animal health, reproductive parameters, milk quality, herd optimization, genetic improvement.

**Постановка проблеми.** Сучасне тваринництво висуває високі вимоги до генетичного покращення молочних порід великої рогатої худоби, оскільки зростаючі обсяги виробництва молока й необхідність підвищення якісних показників продукції є стратегічно важливими для продовольчої безпеки. Упродовж останніх десятиліть вчені та практики з усього світу зосередилися на розробленні методів відбору високопродуктивних тварин, покладаючись як на класичні, так і на новітні біотехнологічні й генетичні інструменти. Одним із найефективніших підходів, які сьогодні пропонуються для підвищення надоїв і покращення інших показників продуктивності, є використання селекційних індексів. У світовій літературі широко висвітлюється інформація про різні схеми індексного відбору, що охоплюють показники молочної продуктивності, відтворної здатності, здоров'я вимені та тривалості господарського використання корів. Утім, не вирішено низку питань, пов'язаних із оптимізацією відповідних індексів під конкретні умови господарювання, а також із визначенням найактуальніших критеріїв їхньої ефективності. Саме тому аналіз ефективності селекційних індексів набуває виняткового значення, оскільки дозволяє науковцям та практикам зосередитись на найкращих підходах для одержання стабільно високих надоїв і мінімізувати ризики погіршення здоров'я тварин або зниження їхньої репродуктивної здатності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми ефективності по відбору високопродуктивних корів завжди була увагою багатьох науковців та практиків. До прикладу, Приходько М.Ф. [1] вивчає вплив тривалості міжотельного періоду на продуктивність корів, що є критичним для розуміння як цей часовий проміжок впливає на відтворювальну здатність та загальну продуктивність молока. Кочук-Яценко О.А., Кучер Д.М., Мамченко В.Ю. [2] досліджують господарські корисні ознаки корівпервісток симентальської породи, зосереджуючись на впливі тривалості сервіс-періоду на продуктивність в умовах органічного виробництва молока. Ладика В.І., Хмельничий Л.М., Салогуб А.М. [3] і Хмельничий Л.М. [4] розглядають сполучну мінливість статей екстер'єру корів з молочною продуктивністю та використання бажаного типу як критерію добору, відповідно. Федорович Є.І., Сірацький Й.З. [5] та Федорович В.В., Орхівський Т.В., Бабік Н.П.

[6] описують селекційно-генетичні особливості української чорнорябої молочної породи та залежність молочної продуктивності від промірів статей тіла. Полупан Ю.П. [7] вивчає онтогенетичні та селекційні закономірності формування господарські корисних ознак молочної худоби, які можуть бути використані для поліпшення селекційних індексів. Берник І.М. [8] пропонує інноваційний підхід до одержання високоякісного молока-сировини, що важливо для підвищення економічної ефективності виробництва. Бащенко М.І., Полупан Ю.П., Резникова Н.Л., Базишина І.В., Харченко С.В. [9-10] досліджують методи оцінки цінності генетичних ресурсів тварин, що є фундаментальним для визначення селекційних індексів.

**Мета досліджень.** Виходячи з наукового підґрунтя та зазначених прогалін, метою даної роботи є: виявити чинники, що найбільш істотно впливають на формування продуктивних і відтворних показників корів молочного напрямку; охарактеризувати переваги та недоліки найбільш поширених у світовій практиці селекційних індексів; з'ясувати, які складові цих індексів варто враховувати насамперед у контексті підвищення надоїв без шкоди для здоров'я тварин; та описати перспективи подальшого вдосконалення методів відбору. Зрештою, глибокий аналіз ефективності таких індексів дасть змогу визначити оптимальні параметри й пріоритети в роботі з племінним стадом, тим самим сприяючи створенню високопродуктивних, здорових і довговічних корів, що відповідають сучасним вимогам ринку.

**Результати досліджень.** Накопичений у міжнародній науковій спільноті досвід демонструє, що селекційні індекси можуть формуватися на основі кількох ключових складових. До них належать надої (у кількісному та якісному вимірі), стан вимені, відтворні показники та термін продуктивного використання корів. Утім, проведені дослідження нерідко показують розбіжності в підходах: у США, Канаді, деяких країнах Європи тощо розроблено власні моделі індексів із різною вагою тих чи інших ознак. Такі відмінності пов'язані з особливостями клімату, кормової бази, економічними вимогами ринку та споживчими вподобаннями щодо якості молока. Хоча є багато праць, де детально описано принципи побудови індексів, усе ще залишається недостатньо з'ясованою проблема адаптації конкретних схем відбору до локальних умов. Відтак з'являється потреба в узагальненому аналізі їхньої ефективності, щоб забезпечити якнайкраще поєднання високої молочної продуктивності й належної життєздатності поголів'я (табл. 1).

Отримані результати засвідчили, що найвищого рівня надоїв (у поєднанні з оптимальною жирністю та білковістю молока) можна досягти при використанні індексу, який комплексно враховує як кількісні, так і якісні критерії молочної продуктивності. Цей індекс дозволяв виділяти корів із потенційно стабільними показниками лактації протягом кількох років. Наприклад, у групі, де застосовували комплексний індекс «Молочна продуктивність + Якість молока», середній річний надій перевищував аналогічний показник контрольної групи на 5–7%. Водночас аналіз стану здоров'я вимені не виявив суттєвого збільшення кількості соматичних клітин, що свідчило про збереження високого рівня ветеринарно-санітарного стану. Паралельно було протестовано індекси, орієнтовані насамперед на здоров'я вимені та відтворну здатність. Результати засвідчили, що такі показники, як індекс соматичних клітин і тривалість сервіс-періоду, тісно корелюють із загальним життєздатним станом корів. Тварини, відібрані за індексом «Здоров'я вимені + Репродуктивна здатність», при середніх показниках молочної продуктивності демонстрували менший відсоток вибуття зі стада через мастити чи

порушення відтворення. Отже, у довготривалій перспективі застосування такого індексу могло призвести до економічного виграшу завдяки збільшенню середнього періоду господарського використання корів і зменшенню витрат на лікування захворювань (рис. 1).

Таблиця 1

### Етапи аналізу ефективності селекційних індексів

| Етап  | Характеристика   |
|---|--|
| Визначення ключових ознак                           | На початковому етапі здійснюється відбір тих характеристик, що найістотніше впливають на продуктивність і здоров'я корів. Це можуть бути середні надої, вміст жиру і білка в молоці, показники соматичних клітин, тривалість господарського використання, відтворна здатність тощо                           |
| Розрахунок вагових коефіцієнтів                     | Після визначення ознак для кожної з них задають певну вагу, що відображає відносну важливість. Коефіцієнти встановлюють на основі кореляційного аналізу та з урахуванням економічних умов господарювання, щоб оптимізувати дохід і зберегти здоров'я поголів'я   |
| Моделювання індексів і перевірка на вибраних групах | Формується кілька варіантів індексів із різними комбінаціями ознак та вагових коефіцієнтів. У контрольних групах корів визначають фактичні надої, рівень здоров'я й відтворні показники, порівнюючи результати з очікуваними за розрахованими індексами  |
| Оцінка та коригування                               | Отримані дані аналізують, виявляючи розбіжності між реальними результатами і прогнозними. У разі потреби вагові коефіцієнти чи складові індексу коригують. Метою цього етапу є досягнення найбільш точної відповідності між прогнозом і фактом, що дає змогу постійно покращувати модель індексного відбору. |

*Примітка: сформовано авторами*

Особливої уваги заслуговує порівняння фактичних надоїв і запланованих (очікуваних) показників за обраними індексами. При використанні традиційного підходу (коли відбір базується переважно на підвищених надоях) ризик погіршення здоров'я тварин виявився досить високим, оскільки корови з максимальною лактацією часом мали нестабільні репродуктивні параметри й підвищену сприйнятливості до маститів. Натомість індекси, що одночасно враховували загальний стан здоров'я, давали більш збалансовані результати. Це особливо актуально для сучасного тваринництва, де ефективність не можна зводити лише до кількості виробленого молока; не менш важливими є витрати на утримання та лікування, а також тривалість продуктивного життя корів.

В обговоренні результатів також варто зауважити, що застосування селекційних індексів ефективно лише за умови коректного вибору вагових коефіцієнтів для кожного компонента. Змінюючи ваги надою, жирності, білковості, інтервалів між отелами чи індексу соматичних клітин, можна досягати різних селекційних цілей. Тому кожне господарство, залежно від власної стратегії, кормової бази та економічних пріоритетів, має адаптовувати індекси під свої умови. Для виявлення найоптимальніших варіантів у рамках проведеного дослідження було здійснено кореляційний аналіз, який підтвердив доцільність диференційованого підходу. Так, за високої вартісної оцінки якісного молока (з більшим вмістом білка) слід

збільшувати вагу саме цього показника, водночас стежачи, щоб не відбулося критичного падіння відтворних характеристик.

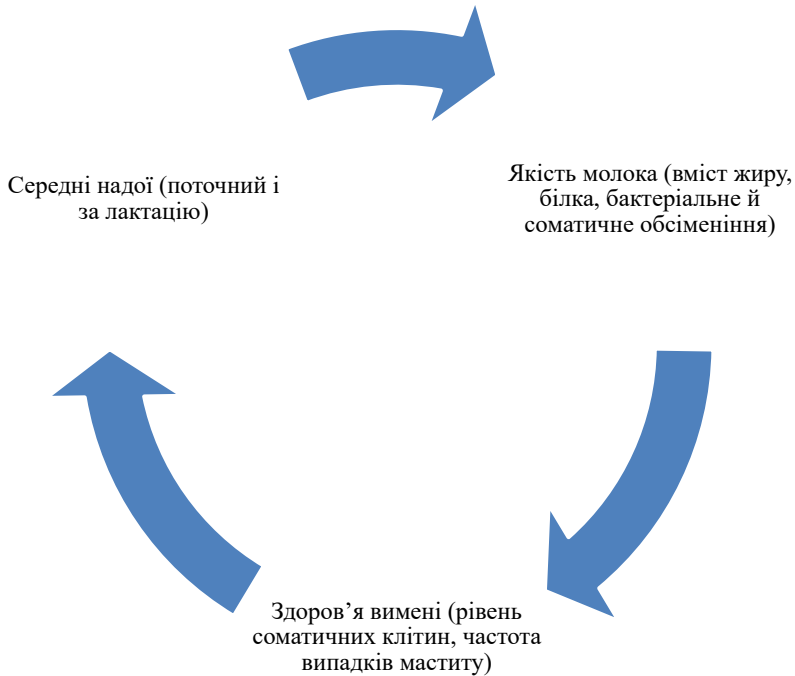


Рис. 1. Індикатори, що визначають ефективність

Примітка: сформовано авторами

**Висновки.** Результати проведеного дослідження підтвердили високу важливість поглибленого аналізу ефективності селекційних індексів для відбору високопродуктивних корів молочного напрямку. Порівняння різних моделей індексів свідчить про те, що комплексний підхід, який одночасно враховує надої, якість молока, здоров'я вимені та репродуктивну здатність, є найбільш дієвим. Крім того, оптимальні вагові коефіцієнти в розрахунку індексів можуть змінюватися залежно від цін на молочні продукти, сезонного дефіциту кормів та інших виробничих факторів. Завдяки цьому підходу селекціонери та фермери можуть ефективніше управляти генетичним потенціалом стада, забезпечуючи максимальний вихід продукції за збереження належного рівня здоров'я тварин.

У перспективі подальших досліджень варто зосередитися на детальнішому вивченні взаємозв'язків між різними ознаками, зокрема між біохімічними показниками молока, імунітетом тварин і тривалістю господарського використання корів. Також актуальним завданням залишається формування гнучкої методики розрахунку індексів з урахуванням специфіки різних порід та умов утримання, що допоможе максимально розкрити генетичний потенціал худоби. Запропонований у цій роботі аналіз становить методологічне підґрунтя для нових селекційних програм, здатних адаптуватися до швидкозмінних умов ринку та технологій. Зрештою, це сприятиме підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних господарств і зміцненню їхньої ролі на світовому ринку молочної продукції.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Приходько, М. Ф. Вплив тривалості міжотельного періоду на продуктивність та відтворювальну здатність корів української бурої молочної породи та внутріпородного типу української чорно-рябої молочної породи. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво, 2(2), 2014. 141–144.
2. Кочук-Ященко, О. А., Кучер, Д. М., & Мамченко, В. Ю. Господарські корисні ознаки корів-первісток симентальської породи залежно від тривалості сервіс-періоду при органічному виробництві молока. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво, 3(38), 2019. 19–24. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.3.3>
3. Ладика, В. І., Хмельничий, Л. М., & Салогуб, А. М. Сполучна мінливість статей екстер'єру корів з молочною продуктивністю. Збірник наукових праць Білоцерківського НАУ. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 3(72), 2010. 9–11.
4. Хмельничий, Л. М. Бажаний тип як критерій добору корів молочної худоби за екстер'єром. Вісник Сумського НАУ. Науковий журнал. Серія "Тваринництво, 10(18), 2010. 137–149.
5. Федорович, Є. І., & Сірацький, Й. З. Західний внутрішньо породний тип української чорнорябої молочної породи: Господарсько-біологічні та селекційно-генетичні особливості. Київ: Науковий світ. 2014.
6. Федорович, В. В., Оріхівський, Т. В., & Бабік, Н. П. Залежність молочної продуктивності корів симентальської породи від промірів статей тіла після їх першого отелення. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького, 17(1–3), 2015. 218–225.
7. Полупан, Ю. П. Онтогенетичні та селекційні закономірності формування господарські корисних ознак молочної худоби [Докторська дисертація, с. Чубинське, Київської області]. 2015. (694 с.).
8. Берник, І. М. Інноваційний підхід до одержання високоякісного молока-сировини. Техніка, енергетика, транспорт АПК, 3(106), 2019. 46–55.
9. Башенко, М. І., Полупан, Ю. П., Резникова, Н. Л., & Базишина, І. В. Методи оцінки цінності генетичних ресурсів тварин. Вісник аграрної науки, 12(13), 2016. 5–10.
10. Харченко, С. В. Проблеми ефективного відбору корів для масового виготовлення молочних продуктів. Міжнародний ветеринарний часопис, 10(3), 2019. 62–80.

УДК 636.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.30>

## СТРАТЕГІЇ ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ПРОДУКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧЕРВОНО-РЯБОЇ ПОРОДИ

**Франчук І.Б.** – к.е.н.,

доцент кафедри менеджменту,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

**Оріхівський Т.В.** – к.с.-з.н.,

доцент кафедри генетики і розведення тварин,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

**Самоліук Р.-О.** – аспірант кафедри генетики і розведення тварин,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Метою цієї статті є обґрунтування ефективних підходів до продовження терміну продуктивного використання корів української червоно-рябої породи шляхом оптимізації селекційних, зоотехнічних і ветеринарних заходів. Об'єктом дослідження виступають корови вітчизняних молочних господарств, що належать до української червоно-рябої породи, а також умови їх утримання та технології годівлі. У дослідженні застосовувалися методи родоводно-генеалогічного аналізу, оцінки якості та складу кормів, ветеринарно-санітарного моніторингу, а також варіаційної статистики для обробки отриманих даних. Аналіз продуктивності корів проводиться з урахуванням показників надоїв, інтервалів між отеленнями, стану їх здоров'я, частоти вибракування та інших факторів, які визначають тривалість експлуатації тварин. Отримані дані свідчать, що комплексне поєднання грамотної селекції, збалансованої годівлі та належних умов утримання дозволяє подовжити період високої продуктивності корів, зменшуючи ризик дострокового вибракування. Виявлено статистично значущий кореляційний зв'язок між раціональним використанням генетичного потенціалу тварин і такими параметрами, як рівень надоїв, показники відтворення та біохімічні показники крові. Застосування профілактичних ветеринарних заходів та оптимального мікроклімату в приміщеннях сприяє скороченню кількості хвороб і, відповідно, збільшенню загального терміну господарського використання тварин. Результати досліджень підтверджують, що стратегія продовження терміну продуктивного використання корів української червоно-рябої породи повинна охоплювати селекційний відбір тварин із високими показниками довговічності, впровадження збалансованих раціонів годівлі та всебічний ветеринарний супровід. Такий підхід підвищує економічну ефективність господарств і якість молочної продукції, водночас сприяючи зміцненню продовольчої безпеки та розвитку сільських територій.

**Ключові слова:** довговічність, селекція, збалансована годівля, ветеринарна профілактика, українська червоно-ряба порода, тривалість продуктивного використання, молочне скотарство.

**Franchuk I.B., Orikhivskiy T.V., Samoliuk R.-O. Strategies for extending the productive life of Ukrainian red-and-white cows**

The purpose of this article is to substantiate effective approaches to extending the productive life of Ukrainian red-pigmented cows by optimizing breeding, zootechnical and veterinary measures. The object of the study is cows of domestic dairy farms belonging to the Ukrainian red-pigmented breed, as well as the conditions of their maintenance and feeding technology. The study used methods of pedigree and genealogical analysis, assessment of the quality and composition of feed, veterinary and sanitary monitoring, as well as variational statistics to process

*the obtained data. The analysis of cow productivity was carried out taking into account milk yield indicators, intervals between calvings, their health status, culling frequency and other factors that determine the duration of animal exploitation. The obtained data indicate that a complex combination of competent breeding, balanced feeding and proper conditions of maintenance allows to extend the period of high productivity of cows, reducing the risk of premature culling. A statistically significant correlation was found between the rational use of the genetic potential of animals and such parameters as milk yield, reproduction indicators and biochemical blood parameters. The use of preventive veterinary measures and an optimal microclimate in the premises helps to reduce the number of diseases and, accordingly, increase the total period of economic use of animals. The results of the research confirm that the strategy for extending the period of productive use of cows of the Ukrainian red-and-white breed should include selective selection of animals with high longevity indicators, the introduction of balanced feeding rations and comprehensive veterinary support. This approach increases the economic efficiency of farms and the quality of dairy products, while contributing to the strengthening of food security and the development of rural areas.*

**Key words:** *longevity, selection, balanced feeding, veterinary prevention, Ukrainian red-and-white breed, duration of productive use, dairy cattle breeding.*

**Постановка проблеми.** Актуальність теми зумовлена постійною потребою підвищення економічної ефективності молочного скотарства. У ринкових умовах важливо не лише збільшувати обсяги виробництва, а й забезпечувати оптимальне співвідношення витрат і прибутку. З цією метою все більшого значення набувають сучасні технології годування, утримання та ветеринарного обслуговування, а також генетичні підходи до селекції, які покращують стійкість тварин до захворювань і продовжують період їх ефективного продуктивного використання. У контексті розширення європейських ринків та посилення конкуренції переваги української червоно-рябої породи можуть бути реалізовані повною мірою лише за умови належного управління довічною продуктивністю корів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У процесі дослідження були опрацьовані джерела, що висвітлюють різні аспекти впровадження ефективної годівлі, селекційно-генетичних заходів та організаційних стратегій у молочному скотарстві. Так, Л. Дурст [1] наголошує на важливості збалансованого забезпечення тварин поживними речовинами на всіх етапах вирощування й продуктивного циклу. С. В. Прийма, Ю. П. Полупан та В. П. Даниленко [2] у своїх дослідженнях аналізують господарське використання корів різних порід та стадій селекції, демонструючи, що продовження продуктивності можливе за умов комплексного підходу до відбору тварин. Важливим доповненням до цього є робота А. Л. Шуляра [3], у якій деталізовано методіку оцінки довічного використання корів чорно-рябої породи, що може бути адаптована й для червоно-рябої. Досвід оптимізації годівлі бичків симентальської породи, який описав А. К. Калинка [4], цікавий для порівняння методів годівлі й оцінки продуктивності також у межах інших порід. Ю. П. Полупан, Р. В. Ставецька та В. А. Сіряк [5] акцентують увагу на впливі генетичних чинників у досягненні максимального довголіття молочних корів, підкреслюючи цінність цілеспрямованої селекції. В. С. Козир [6] пропонує інноваційні прийоми підвищення ефективності скотарства, що базуються на сучасних техніко-економічних рішеннях і можуть бути інтегровані в програми продовження продуктивного використання червоно-рябої породи.

У контексті належного ветеринарного забезпечення та впровадження ефективних раціонів заслугоує на увагу праця Г. Проваторова та В. Проваторової [7], де систематизовано дані щодо годування сільськогосподарських тварин із урахуванням профілактики захворювань. Аналогічно, Л. Дяченко [8] розглядає базові принципи технології комбікормового виробництва, підкреслюючи значення

якісної та доступної кормової бази. І. В. Корх, А. К. Калинка та Т. М. Приліпко [9] у своїх дослідженнях демонструють вплив власних розроблених раціонів на ріст і розвиток симентальської худоби, що підтверджує можливість адаптувати такі підходи й для червоно-рябої породи. Нарешті, С. Є. Ясевін [10] зазначає роль інтенсивних технологій виробництва молока в контексті підвищення економічної ефективності та досягнення кращих показників здоров'я поголів'я. Застосування зазначених у цих джерелах рекомендацій, від селекції до технологій утримання і годівлі, формує базу для розробки комплексної стратегії, спрямованої на продовження терміну продуктивного використання корів української червоно-рябої породи. Такий огляд літератури засвідчує, що найліпші результати досягаються завдяки поєднанню генетичної роботи, належної ветеринарної профілактики і адаптованих до конкретних умов систем годівлі та утримання.

**Мета досліджень.** Метою цієї статті є обґрунтування ефективних підходів до продовження терміну продуктивного використання корів української червоно-рябої породи шляхом оптимізації селекційних, зоотехнічних і ветеринарних заходів. Об'єктом дослідження виступають корови вітчизняних молочних господарств, що належать до української червоно-рябої породи, а також умови їх утримання та технології годівлі. Основними завданнями є: (1) проаналізувати сучасні підходи до селекції й оцінити їх вплив на тривалість продуктивного використання; (2) виявити найефективніші методи годівлі й ветеринарного супроводу; (3) встановити економічну доцільність заходів з продовження періоду господарського використання корів та розробити рекомендації щодо впровадження результатів у практику.

Дослідження проводилися на базі кількох вітчизняних молочних господарств, які спеціалізуються на розведенні української червоно-рябої породи корів. Вибір саме цих господарств був зумовлений можливістю порівняння показників продуктивності й здоров'я тварин за різних технологій утримання та варіантів годівлі. Були відібрані групи корів для детального моніторингу їх репродуктивних показників, надоїв, вгодованості та стану здоров'я протягом повного циклу лактації. Такий підхід дає змогу з'ясувати, як конкретні селекційні, ветеринарні й зоотехнічні заходи впливають на тривалість продуктивного використання тварин. Для оцінки генетичного потенціалу корів застосовували методіку родоводно-генеалогічного аналізу та оцінки продуктивності за даними племінних книг. Окремо вивчалася ретроспективна інформація щодо надоїв, коефіцієнта відтворення, наявності вроджених аномалій та випадків раннього вибракування. При аналізі годівлі корів був використаний комплексний підхід, що поєднує лабораторне дослідження хімічного складу кормів (вміст протеїну, вуглеводів, ліпідів, макро- та мікроелементів) із контролем загальної енергоємності раціону. Основою для збалансованого раціону слугував розрахунок потреби в поживних речовинах залежно від періоду лактації та фізіологічного стану тварини.

**Результати досліджень.** Українська червоно-ряба порода корів має значний генетичний потенціал для молочної продуктивності, а також здатність до досить тривалого періоду господарського використання. Однак у сучасних умовах динамічного розвитку аграрного сектору постає питання оптимізації саме цього періоду продуктивності, щоб отримувати максимальну кількість високоякісного молока та водночас забезпечувати економічну доцільність утримання тварин. Продовження терміну продуктивного використання корів означає, що тварини якомога довше зберігають високу молочну продуктивність і належний рівень здоров'я, зменшуючи потребу у передчасному вибракуванні. Від цього виграють як господарства,

що одержують стабільний прибуток, так і кінцеві споживачі, які отримують більш доступну і якісну продукцію. З огляду на генетичні особливості української червоно-рябої породи, вона вирізняється високим потенціалом до адаптації в різноманітних кліматичних зонах України. Це дозволяє розглядати дану породу як універсальну для широкого спектра господарств: від невеликих сімейних ферм до потужних промислових комплексів. Проте реалізація цього потенціалу безпосередньо залежить від інноваційних рішень у селекційній роботі, спрямованих на закріплення властивостей, що відповідають як надійній продуктивності, так і довговічності. Таким чином, питання подовження життя високопродуктивної корови в господарстві переходить у площину стратегічного планування на рівні всієї галузі.

У сучасних підходах до ведення молочного скотарства важливе місце посідає розуміння взаємозв'язків між харчуванням, відтворною здатністю та довголіттям. Технологія годівлі має бути збалансованою, з урахуванням потреб корів у поживних речовинах на різних етапах лактації та репродуктивного циклу. Належний раціон сприяє збереженню здоров'я тварин, підвищує показники надоїв та зменшує випадки метаболічних порушень. Крім того, правильне харчування позитивно впливає на імунітет корови, допомагаючи їй швидше відновлюватися після отелень, що безпосередньо відображається на її продуктивному довголітті. Не менш важливим фактором, що впливає на тривалість господарського використання корів, є умови утримання. Високопродуктивні тварини вимагають відповідного мікроклімату, правильного мікробіологічного стану, оптимального простору для руху та відпочинку. Недотримання технологічних норм може спричинити стрес і хронічні захворювання, які безпосередньо скорочують період ефективної експлуатації поголів'я. Відтак, вибір типу утримання (прив'язне, безприв'язне, пасовищне) має бути обґрунтований як економічними, так і біологічними критеріями, адже довговічність корови значною мірою визначається її комфортом (рис. 1).

Ветеринарне забезпечення в контексті продуктивного довголіття тварин охоплює не лише планові профілактичні заходи, а й оперативне виявлення прихованих недуг. Завдяки сучасним технологіям діагностики можна вчасно визначити початок захворювання та запобігти його ускладненню. Враховуючи біологічні особливості української червоно-рябої породи, профілактика інфекційних та незаразних хвороб стає запорукою мінімізації вимушеного вибракування і, відповідно, продовження тривалості продуктивного використання. Злагоджена система ветеринарно-санітарних заходів є основою сталого функціонування молочних господарств. Слід підкреслити, що впровадження стратегій продовження терміну продуктивного використання корів має не лише економічну, а й соціальну користь. Розвиток молочного скотарства створює робочі місця в сільській місцевості, сприяє зміцненню продовольчої безпеки та підтримує аграрний імідж країни на міжнародному ринку. До того ж, завдяки підвищенню ефективності виробництва молока, кінцева вартість продукту для споживача може стати доступнішою, а якість – вищою, що відповідає сучасним стандартам і вимогам ЄС (табл. 1).

Таким чином, тема продовження терміну продуктивного використання корів української червоно-рябої породи є надзвичайно актуальною з точки зору забезпечення економічної стабільності господарств, підвищення конкурентоспроможності вітчизняної молочної галузі та задоволення зростаючих потреб суспільства у якісній харчовій продукції. Поєднання інноваційних рішень у селекції, годівлі, утриманні та ветеринарному забезпеченні формує комплексний підхід до сталого розвитку тваринництва, де пріоритетним стає максимальне використання спадкового потенціалу тварин протягом тривалого часу.



*Рис. 1. Сутнісні засади процесу продовження терміну продуктивного використання корів*

**Висновки.** Продемонстровані наукові дослідження підтверджують, що найефективніші господарства орієнтуються не тільки на показники добового та річного надою, але й на тривалість високої продуктивності протягом життя тварини. Такі аспекти, як правильне годівля, комфортні умови утримання та вчасне ветеринарне обслуговування, дають змогу отримувати корисний ефект упродовж кількох лактацій поспіль. Водночас, нехтування цими факторами призводить до зниження надоїв, підвищення ризику захворювань і, як наслідок, раннього вибракування. Саме тому стратегія продовження терміну продуктивного використання корів української червоно-рябої породи набуває особливої важливості в контексті довгострокової стабільності господарств.

Таблиця 1

**Основні стратегії продовження терміну продуктивного використання**

| <b>Комплексна система селекції і контролю здоров'я</b>  | <b>Інноваційні технології годівлі й утримання</b>   |
|---|---|
| <p>Передбачає поєднання регулярної оцінки продуктивності та генетичного потенціалу тварин із постійним моніторингом їх фізіологічного стану. Використання сучасних методів ідентифікації, тестування на генетичні мутації і систем відстеження (наприклад, електронних ошейників) забезпечує точну інформацію про стан корови й дає змогу за потреби оперативно коригувати умови утримання, лікувати або переводити тварину до групи з оптимальним раціоном</p> | <p>Включають застосування автоматизованих систем розподілу кормів, індивідуальних раціонів на основі аналізу хімічного складу молока та систем моніторингу активності тварин. Завдяки цим технологіям можна адаптувати умови до особливостей кожної корови, мінімізуючи стреси та підвищуючи продуктивність. Інновації в облаштуванні приміщень (наприклад, вентилятори, системи охолодження, зручні матраци для лежання) знижують ризик травматизму й посилюють комфорт, що позитивно впливає на тривалість продуктивного використання поголів'я</p> |

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Дурст Л. Годівля сільськогосподарських тварин: навч. посіб. Київ: Фенікс, 2006. 384 с.
2. 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.
3. Шуляр А. Л. Аналіз довічного використання корів української чорно-рябої молочної породи за методикою Ю. П. Полупана. Таврійський науковий вісник. 2019. № 108. С. 185–193.
4. Калинка А.К. Продуктивність бичків різних генотипів великої рогатої худоби симентальської породи за різних рівнів годівлі в умовах Буковини: зб. наук.-праць «ЛОГОС» з матеріалами міжнародної науково-практ. конф. «Вісті науки: до 20-річчя виведення нової популяції м'ясного сименталя на Буковині», Чернівці, 10 серпня 2019 р. С. 66–69.
5. Полупан Ю. П., Ставецька Р. В., Сіряк В. А. Вплив генетичних чинників на тривалість та ефективність довічного використання молочних корів. Розведення і генетика тварин. 2021. Вип. 61. С. 90–106.
6. Козир В. С. Інноваційні прийоми підвищення ефективності скотарства у степовій зоні України : монографія. Дніпро : ПП «Нова ідеологія», 2019. 365 с.
7. Проваторов Г., Проваторова В. Годівля сільськогосподарських тварин. Суми: «Університетська книга», 2022. 510 с.
8. Дяченко Л. Основи технології комбікормового виробництва: навч. посіб. Біла Церква, 2015. 305 с.
9. Корх І.В., Калинка А.К., Приліпко Т.М. Вплив розроблених власних рецептур раціонів підсисного молодняку симентальської породи великої рогатої худоби стійлового періоду вирощування в умовах передгірної зони Карпатського регіону Буковини: зб. наук.-праць «ЛОГОС» з матеріалами міжнародної науково-практ. конф. «Новини науки: до 20-річчя виведення нової популяції м'ясного сименталя на Буковині», Чернівці, 10 серпня 2019 р. Чернівці. 2019. С. 76–79.
10. Ясевін С. Є. Оцінка та удосконалення інтенсивної технології виробництва молока : дис. ... кандидата сільськогосподарських наук: 06. 02. 04. Миколаїв, 2012. 157 с.

УДК 636.34:636.084.1(477.43/44)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.31>

## ОСОБЛИВОСТІ ГОДІВЛІ МОЛОДНЯКУ ОВЕЦЬ ПОРОДИ ЛАКОН В УМОВАХ ПОДІЛЛЯ

**Цвігун А.Т.** – д.с.-г.н.,

професор,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова» імені М.Ф. Іванова

**Кудрик Н.А.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

в.о. директора,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова» імені М.Ф. Іванова

**Понько Л.П.** – к.с.-г.н.,

асистент,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

**Несвятюпаска В.Ю.** – керівник, виконуючий обов'язки ветеринарного лікаря,

Виробничо-комерційна фірма «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

У статті висвітлено питання особливостей годівлі молодняку овець породи лакон в умовах виробничо-комерційної фірми (ВКФ) «Пілігрим» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. При вивченні цього питання використано матеріали виробничого і зоотехнічного обліку господарства, дослідження проводилися у 2023–2024 роках. Для вивчення рівня годівлі молодняку овець використано аналітичний, графічний і порівняльний методи досліджень.

Господарство розміщене в зоні екологічного заповідника «Подільські товтри». На віцефермі застосовують стійлово-пасовищний спосіб утримання. В умовах віцеферми у структурі стада овець поголів'я молодняку становить 26,6 %, а інші статево-вікові групи займають 73,4 %.

В умовах ВКФ «Пілігрим» окоти маток припадають на січень-березень. Жива маса ягнят при народженні: ярок – 2–3, баранців – 3–3,5 кг.

До 2-місячного віку ягнята утримуються з віцемашкою, що припадає на зимово-стійловий період. У перші дні життя основним кормом ягнят є молоко матері. З 3-х денного віку молодняк привчають до дерті ячмінної плющеної у вигляді пластівців.

Відлучення ягнят на віцефермі проводять у 2-місячному віці, жива маса ярок становить 15–20, баранців – 25–30 кг. При відлученні ягням дають комбікорм, якісне сіно та сінаж люцерни – уволю. Після 6-місячного віку молодняку овець дають плющений ячмінь, сіно та сінаж (уволю).

У весняний період (в кінці квітня або на початку травня) тварин випасають на пасовищі (різнотрав'я). У літній період, окрім пасовища, в раціон молодняку додають ячмінні пластівці – уволю.

В осінній період молодняк породи лакон випасають на пасовищі (до появи першого снігу), також згодують сіно та сінаж люцерни. При переході тварин на зимово-стійлове утримання в раціон включають ячмінні пластівці – уволю.

Наведена вище система годівлі молодняку овець породи лакон у зимово-стійловий і пасовищний періоди у господарстві забезпечує їх усіма поживними речовинами, про що свідчить відповідність росту і розвитку орієнтовним показникам для породи.

**Ключові слова:** віці, ягнята, лакон, годівля, жива маса, проміри.

**Tsvihun A.T., Kudryk N.A., Ponko L.P., Nesviatypaska V.Yu., Yakovchuk V.S., Tymofishyn I.I.**  
**Features of feeding lacaune lamb in the conditions of Podillia**

*The article highlights the peculiarities of feeding Lacaune lambs under the conditions of the production and commercial firm (PCF) "Pilgrim" in the Kamianets-Podilskyi district of Khmelnytskyi region. The study is based on production and zootechnical records of the farm, with research conducted in 2023–2024. Analytical, graphical, and comparative research methods were used to assess the feeding level of the lambs.*

*The farm is located within the ecological reserve "Podilian Tovtry." A stall-pasture management system is applied at the sheep farm. The young stock accounts for 26.6% of the total sheep population, while other age and sex groups make up 73.4%.*

*At PCF "Pilgrim," lambing occurs from January to March. The live weight of lambs at birth is 2–3 kg for ewe lambs and 3–3.5 kg for ram lambs.*

*Lambs are kept with the ewe until they reach two months of age, which coincides with the winter stall-housing period. During the first days of life, the primary food source for lambs is their mother's milk. Starting from three days of age, young lambs are introduced to rolled barley flakes.*

*Lamb weaning on the sheep farm occurs at two months of age, with live weights of 15–20 kg for ewe lambs and 25–30 kg for ram lambs. Upon weaning, lambs are provided with compound feed, high-quality hay, and alfalfa silage ad libitum. After six months of age, young sheep are fed rolled barley, hay, and silage freely.*

*In the spring (late April or early May), animals are grazed on pasture (mixed grasses). During the summer, in addition to pasture, the diet of young sheep includes barley flakes ad libitum.*

*In the autumn, Lacaune lambs continue grazing until the first snowfall and are also fed hay and alfalfa silage. When transitioning to winter stall-housing, the diet includes barley flakes ad libitum.*

*The feeding system described above for Lacaune lambs during both the winter stall-housing and grazing periods provides all the necessary nutrients, as evidenced by the growth and development indicators corresponding to the breed's standards.*

**Key words:** sheep, lambs, Lacaune, feeding, live weight, measurements.

**Постановка проблеми.** Годівля молодняку овець є однією з найважливіших складових, що забезпечує нормальний ріст і розвиток тварини, а також сприяє досягненню генетичного потенціалу продуктивності та необхідної якості продукції [1, с. 139-167; 2, с. 453-465; 3, с. 93-100].

Народження ягнят – це початок вирощування молодняку овець в після ембріональний період їх розвитку. Проте безпосередній вплив через організм вівцематки зумовлює необхідність «вирощування» і на внутрішньоутробний період розвитку ягнят, починаючи від запліднення яйцеклітини і до народження. Виробниче забезпечення якісними умовами годівлі та утримання запліднених маток – це початок вирощування молодняку овець будь-якого напрямку [4].

Період вирощування молодняку овець визначається такими виробничими процесами, як підготовка баранів і вівцематок до парування та включення їх нащадків для подальшого відтворення. Ці процеси базуються на спадковості при зміні поколінь організмів у популяції. Вирощування ремонтного молодняку овець включає такі етапи: підготовка плідників і вівцематок до парування, організація парування тварин, забезпечення нормальної кінності вівцематок, підготовка та проведення ягніння маток, вирощування молодняку від народження до відлучення, вирощування ягнят після відлучення та переведення його в основне стадо овець.

Потреба молодняку у поживних речовинах залежить від їх живої маси, віку та статі, виду продукції, пори року та системи утримання. У нормах годівлі овець визначено витрати енергії та поживних речовин на кожен вид продукції. Раціони для молодняку складають із врахуванням необхідної кількості поживних речовин та окремих компонентів корму, які мають високий рівень перетравності та ефективності їх використання. Також беруть до уваги місце розведення, економічні та виробничі умови господарства [3, с. 83-99; 5, с. 145-147; 6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирощування молодняку від народження і до відлучення залежить від багатьох чинників. Основні – це висока молочність маток та їх материнський інстинкт, раннє привчання до кормів та інтенсивна годівля тварин, раціональна система утримання та збереження здоров'я маток і ягнят. Наукові дані доводять, що важливу роль при отриманні великої кількості молодняку та їх успішному вирощуванні від народження і до відлучення відіграє вгодваність маток [7].

Більше 80 % розвитку плода відбувається протягом останніх 6 тижнів кінтності. Дефіцит кормів (особливо енергетичних) у цей період має шкідливий вплив на вагу ягнят при народженні та їх бадьорість (потенціал виживання) [8].

Ягнята в перший місяць повністю залежні від молока матері, саме тому годівля маток має бути спрямована на підвищення їх молочної продуктивності. Жирові відкладення тіла вівцематок можуть використовуватися для забезпечення 25–30 % енергії, потрібної для утворення молока протягом першого місяця лактації [9].

Вирощування ягнят умовно поділяють на молочний (перші 3–4 місяці життя) та післямолочний періоди (від відлучення до 18 місяців). У молочний період, який припадає на зимово-весняні місяці (грудень–квітень) ягнята знаходяться з вівцематками. Ріст та розвиток їх у цей період залежать від молочності вівцематки та організації своєчасної і якісної підгодівлі ягнят. У перші дні життя основним кормом ягнят є молоко матері. Через 20–40 хвилин після народження вони повинні отримати молозиво, яке забезпечує пасивну імунізацію новонародженого організму.

Ягнят з багатоплідних окотів при недостатній молочності маток та ягнят-сиріт підсаджують до матерів, які мають одне ягня, але здатні прогодувати більше. Для цього від багатомолочної матки, яка дала одне ягня, беруть слиз і наносять його на тлуб ягняти, яке підсаджують до годувальниці, щоб вона його оближала [5, с. 147].

Підсисний період – найважливіший етап у вирощуванні ягнят. Молодняк з низькою живою масою дуже важко виростити до бажаних кондицій у річному віці. Основа розвитку молодняку закладається у ранній період їх вирощування.

У перші дні після відлучення молодняку, необхідно ретельно доглядати за ними, давати їм кращі корми, стежити за станом здоров'я та їх поведінкою. Неспокій ягнят після відлучення від вівцематок зникає через 3–4 доби. При стійловому утриманні молодняк у межах отари бажано розбити за особливостями розвитку на три групи: кращі, середні та гірші. Це дасть можливість краще використовувати біологічну здатність молодняку до інтенсивного росту. Кращі за розвитком ягнята краще почуваються біля годівниць, адже їх не підганяють сильніші. Групи слабших ягнят формують із меншої кількості тварин, для них потрібно організувати кращий догляд. Молодняку, який має більшу інтенсивність росту, згодують більше корму [7].

В останні роки практикується інтенсивна відгодівля молодняку овець до досягнення живої маси 40–50 кг у 7–8 місяців. Затрати корму на 1 кг приросту живої маси молодняку до 6-місячного віку становлять 4–4,5 корм. од., до 1 року – 7–8 корм. од. [10].

Міцне здоров'я молодняку овець та їх висока продуктивність в подальшому, зазвичай, є результатом повноцінної та збалансованої годівлі. В Іспанії кліматичні умови, особливо низькі опади та висока температура, створюють труднощі з виробництва кормів. Внаслідок чого, утримання ягнят у спекотний період відбувається у приміщеннях та відгодівельних майданчиках з використанням концентрованих кормів [11, с. 21-56; 12, с. 213-216]. Болгарські дослідники повідомляють, що на

момент відлучення на п'ятий тиждень після народження ягнята породи лакон досягали живої маси: баранчики – 16,1 кг; ярочки – 15,7 кг. Окрім материнського молока ягнята отримували гранульовану стартову суміш, яка містила 18 % сирого протеїну [13, с. 90-93]. У посушливих районах, коли раціон овець в основному складається з трав середньої та низької якості, застосовують додавання до раціону продуктів переробки олійних рослин. Це підвищує енергетичну цінність раціону, а також покращує конверсію кормів та зменшує витрати на годівлю [14, с. 225-239]. Крім того, повідомляється, що споживання ліпідів може позитивно змінити профілі жирних кислот м'яса [15, с. 1-12], а також зменшити виробництво метану в шлунково-кишковому тракті [16, с. 405-421].

На жаль, в Україні раніше не проводилися дослідження стосовно годівлі молодняку овець молочного напрямку продуктивності. Є наукові роботи з годівлі молодняку різного напрямку продуктивності української селекції таких науковців як: Помітун І. А., Косова Н. О., Корх І. В. та ін. [17, с. 152-162]; Єфремов Д. В., Свістула М. М., Горб С. В. [18, с. 100-110] та ін.

Отже, особливості годівлі молодняку овець породи лакон молочного напрямку продуктивності в умовах Поділля вивчається вперше.

**Постановка завдання.** Метою наших досліджень було проведення аналізу годівлі молодняку овець породи лакон в умовах вівцеферми впродовж року.

**Методи дослідження.** Дослідження було проведено в умовах Поділля (ВКФ «Пілігрим» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області) на стаді овець молочної породи – лакон. Для вивчення рівня годівлі молодняку овець було використано аналітичний, графічний і порівняльний методи досліджень. При вивченні даного питання було використано матеріали виробничого і зоотехнічного обліку господарства, дослідження проводилися у 2023–2024 роках.

Живу масу баранчиків та ярочок визначали при народженні, відлученні, у 6- та 12-місячному віці шляхом індивідуального зважування. Будову тіла вивчали у баранців 2-місячного віку, а також у їх батьків, тобто вівцематок та баранів-плідників. Для цього було взято сім основних промірів: висота у холці; висота у крижах; коса довжина тулуба; ширина грудей; глибина грудей; обхват грудей за лопатками; обхват п'ясті. Для більш докладної характеристики тварин та їх ступені розвитку за отриманими промірами вираховано такі індекси будови тіла: масивності; збитості; грудний; розтягнутості; костистості; довгоногості; глибокогрудості.

Біометричну обробку даних було здійснено за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням статистичних функцій за алгоритмами М. О. Плохінського.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів.** В умовах виробничо-комерційної фірми «Пілігрим» (Хмельницька область) розводять стадо овець молочної породи лакон. Господарство розміщене в зоні екологічного заповідника «Подільські товтри». На вівцефермі застосовують стійлово-пасовищний спосіб утримання [19, с. 413].

Лакон (Lacaune) – порода овець, що виникла поблизу міста Лакон на півдні Франції. Жива маса баранів-плідників – 80–100 кг, вівцематок – 55–70 кг. Відлучення ягнят проводять у віці 4–5 тижнів. Тварини даної породи характеризуються високою скоростиглістю, у віці 7–10 місяців ярки можна парувати. Лакон широко використовують у промисловому схрещуванні з іншими породами, в основному м'ясного напрямку продуктивності [13, с. 88-94; 19, с. 413; 20].

На обсяг виробництва продукції вівчарства і якісне покращення стада впливає його структура. Залежно від інтенсивності ведення галузі, структура змінюється

за сезонами року та залежить від кількості вівцематок та реалізації племінного молодняку. У стаді потрібно контролювати групу маток, тому що від них залежить ремонт і якісне покращення стада. Якщо відсоток вівцематок малий, відповідно буде отримано і вирощено недостатню кількість молодняку [19, с. 413]. В умовах вівцеферми у структурі стада овець поголів'я молодняку складає 26,6 %, а інші статево-вікові групи займають 73,4 % (рис. 1).

Обов'язкова умова отримання здорового молодняку і запорука успішного ведення галузі вівчарства – повноцінна годівля вівцематок [21, с. 83; 1, с. 98]. Матки виробляють основну масу продукції та забезпечують економічну стабільність всього виробництва, їх потреба у поживних речовинах залежить від різних факторів [9].

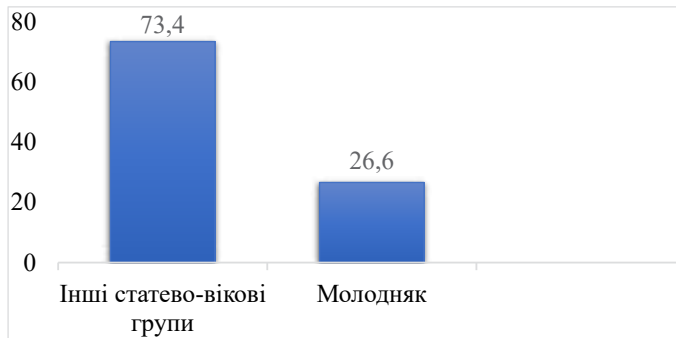


Рис. 1. Структура поголів'я овець у ВКФ «Пілігрим», %

Згідно з даними французьких фахівців [22, 23], годівлю молочних овець слід починати саме на початку останніх двох місяців кінності, а не після окоту. При годівлі овець необхідно задовольнити такі основні потреби: оптимальний вміст клітковини, джерел енергії та азоту (для кращого перетравлення поживних речовин), мінералів та вітамінів, наявність чистої води. Дефіцит азотистих речовин і мінералів завжди має сумні наслідки для життєздатності і маси ягнят. Дотримання вищеперерахованих потреб технології годівлі маток дає змогу мати бадьорих ягнят при народженні, задовільну продукцію молозива, відповідно ягнята зможуть отримати антитіла, необхідні для їхнього пасивного імунітету, а отже, знизити рівень перинатальної смертності.

В умовах господарства перша половина кінності вівцематок припадає на осінні місяці. У цей період вівцематок утримують на пасовищі, крім цього дають лугове сіно, ячмінну солому – уволу, комбікорм – 100 г. Сінаж починають згодувати після припинення випасання та переведення тварин на стійловий період [19, с. 415].

Неповноцінна або недостатня годівля вівцематок у період підготовки їх до парування та під час парувальної компанії призводить до зниження їх плодючості та підвищує відсоток мертвонароджених ягнят. Саме тому, в цей період вівцематок годують дотримуючись норм, які залежать від напряму продуктивності та їх живої маси.

Оскільки ріст ягняти є найважливішим і залежить від виробництва овечого молока, дуже важливо оптимізувати виробництво молока. Часто вівцематки не отримують достатньої кількості кормів по відношенню до кількості ягнят, яких

вони годують. У більшості випадків раціони не містять достатньої частки зерна впродовж перших 4–6 тижнів лактації, що призводить до дефіциту енергії, а часто й протеїну [23].

З підвищенням фізіологічного навантаження вівцематок у зв'язку із процесами відтворення зростають і норми годівлі. Так, для вівцематок живою масою 50–60 кг у перші 6–8 тижнів лактації потреба на добу складає 22,0–24,0 МДж і 190–200 г перетравного протеїну. Тварини з живою масою 70–80 кг потребують вже 26,0–27,0 МДж та 210–220 г перетравного протеїну. Великою помилкою вівчарів є згодовування у період першої частини лактації недостатньої кількості концентрованих кормів, чим не забезпечується оптимальний вміст енергії та протеїну в сухій речовині раціону, що також значно впливає на молочну продуктивність вівцематок [1, с. 125].

В умовах ВКФ «Пілігрим» ягніння вівцематок припадає на січень-березень (зимово-стійлове утримання). У цей період вівцематкам вранці дають сінаж люцерни, ввечері – сіно люцерни (уволно) та комбікорм – 300 г. З квітня-травня вівцематок виганяють на пасовище.

Динаміка живої маси молодняку овець показана у таблиці 1. Дані таблиці 1 свідчать, що жива маса ягнят при народженні становила у ярок – 2–3 кг, баранців – 3–3,5 кг, а 12-місячному віці – відповідно 55–60 і 65–70 кг.

Таблиця 1

**Динаміка живої маси**

| Вік тварин     | Молодняк овець, кг |           |
|----------------|--------------------|-----------|
|                | ярки               | баранчики |
| при народженні | 2,0-3,0            | 3,0-3,5   |
| при відлученні | 15-20              | 25-30     |
| 6 міс.         | 40-45              | 50-55     |
| 12 міс.        | 55-60              | 65-70     |

Після народження потреба ягнят у поживних речовинах забезпечується, зазвичай, за рахунок молока матері. Воно містить усі необхідні поживні речовини для нормального розвитку молодняку. Дуже важливо, щоб ягнята отримали молозиво, інакше їх виживання буде дуже низьким. Організм новонародженого ягняти не володіє здатністю синтезувати антитіла, у ягнят недостатньо розвинена бар'єрна і захисна функції травного тракту, тому через його слизову оболонку легко всмоктуються як імунні тіла молозива, так і отруйні продукти обміну хвороботворних бактерій.

У новонародженого молодняку шлунково-кишковий тракт розвинутий слабо. Найінтенсивніший ріст органів травлення спостерігається у перші два місяці після народження. У цей період активно розвивається і росте маса рубця. Через 6–8 тижнів після народження співвідношення розмірів рубця і сичуга досягає розмірів дорослої тварини. Ріст і розвиток ягнят від народження до стану дорослих овець поділяється умовно на два періоди – підсисний та період після відлучення. Найінтенсивніше збільшення живої маси молодняк має від народження до 2-місячного віку (період підсису). Якість годівлі вівцематок у період підсосу впливає на їх молочність, а відповідно і на ріст молодняку. В умовах ВКФ «Пілігрим» ягнята утримуються з вівцематками до 2-місячного віку, зазвичай,

у зимово-стійловий період. У перші дні після народження ягнята споживають лише молоко матері. З 3-го дня після народження молодняк привчають до поїдання дерті ячмінної плющеної у вигляді пластівців (у господарстві є своя плющикла зерна). Потім поступово їх привчають до підгодівлі сіном та концентрованими кормами. При відлученні ягнятам дають комбікорм, якісне сіно та сінаж люцерни. Після 6-місячного віку молодняку овець згодовують плющений ячмін, сіно та сінаж – уволю (табл. 2).

Сьогодні найбільш поширене відлучення ягнят після 30-денного віку з наступним інтенсивним вирощуванням із використанням комбікормів та кормосумішей. Під час вирощування ягнят раннього відлучення (50–60 днів) пропонується використовувати кормосуміші такого складу (%): дерть ячмінна (16), вівсяна (24) та горохова (10), висівки пшеничні (10), борошно люцернове трав'яне (15), молоко збиране сухе (6), макуха соняшникова (8) та БМВД промислового виробництва (15) [24].

Таблиця 2

## Годівля молодняку овець

| Показник                               | Даванка  |
|--|--|
| Зима                                   |  |
| До 2 міс. з вівцематкою                |  |
| Дерть ячмінна плющена (пластівці)      | з 3-го дня після народження починають привчати |
| При відлученні:                        |  |
| Сіно люцерни (ввечері) – якісне        | уволю  |
| Сінаж люцерни (вранці)                 | уволю  |
| Комбікорм                              | уволю  |
| Весна                                  |  |
| Сіно люцерни (ввечері)                 | уволю  |
| Сінаж люцерни (вранці)                 | уволю  |
| Комбікорм                              | уволю  |
| Пасовище (різнотрав'я)                 | з квітня – травня                              |
| Літо                                   |  |
| Пасовище (різнотрав'я)                 | уволю  |
| Ячмінні пластівці                      | уволю  |
| Осінь                                  |  |
| Пасовище (різнотрав'я) до появи снігу  | уволю  |
| Сіно люцерни (ввечері)                 | уволю  |
| Сінаж люцерни (вранці)                 | уволю  |
| Ячмінні пластівці (стійлове утримання) | уволю  |

Відлучення ягнят на вівцефермі проводять у 2-місячному віці, коли жива маса ярок складає 15–20, а баранців – 25–30 кг. Жива маса у 6-місячному віці у ярок становить 40–45, а у баранців – 50–55 кг (табл. 1). Жива маса та інтенсивність росту ягнят спеціалізованих молочних порід мають дуже велике значення через їх прями́й зв'язок з кількістю молока, яке отримують від вівцематок у період лактації.

Без знання екстер'єру молодянку овець і дорослих тварин неможливе підвищення продуктивності і вдосконалення біологічно корисних якостей тварин. Контроль живої маси та деяких промірів (таких як довжина тіла та обхват грудей за лопатками) ягнят у ранньому віці в певні періоди часу може дуже точно характеризувати інтенсивність росту. За промірами тіла молодянку овець можна також прогнозувати їх м'ясну продуктивність, зокрема масу туші [25, с. 129-133; 26, с. 17-32]. У баранчиків 2-місячного віку для об'єктивної оцінки росту та розвитку було взято основні проміри будови тіла. Також було досліджено екстер'єр вівцематок та баранів-плідників породи лакон. Експериментальні дані за промірами будови тіла піддослідних овець породи лакон наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

**Проміри будови тіла овець породи лакон, см**

| Показник                   | Статеві-вікові групи, n=5 |            |                 |
|----------------------------|---------------------------|------------|-----------------|
|                            | Баранчики 2-міс. віку     | Вівцематки | Барани-плідники |
| Висота у холці             | 54,5±0,51                 | 73,0±2,22  | 83,7±3,14       |
| Висота у крижах            | 55,0±0,63                 | 74,3±1,96  | 85,3±2,66       |
| Коса довжина тулуба        | 57,3±0,51                 | 75,7±1,73  | 88,5±2,02       |
| Ширина грудей              | 18,0±0,55                 | 34,0±1,28  | 47,2±1,12       |
| Глибина грудей             | 25,2±0,58                 | 38,7±0,88  | 49,4±1,74       |
| Обхват грудей за лопатками | 78,5±0,93                 | 112,0±3,72 | 140,0±3,96      |
| Обхват п'ястка             | 8,7±0,20                  | 9,5±0,28   | 12,1±0,32       |

Встановлено, що баранчики 2-місячного віку розвивалися пропорційно зміні маси тіла, та про відсутність будь-яких негативних відхилень у процесі росту та розвитку тварин при їх вирощуванні у період підсису. Виходячи з одержаних даних лінійних вимірювань, обчислено індекси будови тіла у піддослідних тварин (табл. 4).

Таблиця 4

**Індекси будови тіла овець породи лакон**

| Показник        | Статеві-вікові групи, n=5  |            |                 |
|-----------------|----------------------------|------------|-----------------|
|                 | Баранчики 2-місячного віку | Вівцематки | Барани-плідники |
| Довгоногості    | 53,8                       | 47,0       | 41,0            |
| Розтягнутості   | 105,1                      | 103,7      | 105,7           |
| Масивності      | 144                        | 153,5      | 167,3           |
| Костистості     | 16,0                       | 13,1       | 14,5            |
| Грудний         | 71,4                       | 87,9       | 95,6            |
| Збитості        | 137,0                      | 148,0      | 158,2           |
| Глибокогрудості | 46,2                       | 53,1       | 59,1            |

Овець породи лакон відносять до молочного напрямку продуктивності. Обчислені індекси показали, що тварини породи лакон за зовнішніми формами є високорослими, міцними та дещо розтягнутими.

У весняний період (в кінці квітня – на початку травня) молодняк випасають на пасовищі (різнотрав'я). У літній період, окрім пасовища, в раціон овець додають ячмінні пластівці – уволю.

У ВКФ «Пілігрим» сіють таку суміш травостою (%): райграс пасовищний (20), вівсяниця червона (15), тимофіївка (15), грястиця збірна (10), пажитниця багаторічна (10), райграс гібридний (5), вівсяниця лугова (5), вівсяниця очеретяна (5), фестулоліум (5), стоколос безостий (5) та конюшина біла (5) [19, с. 417].

На думку вітчизняних фахівців [9], при наявності відмінного травостою на пасовищі підгодівля тварин концентрованими кормами не потрібна, проте при стійловому утриманні основним кормом має бути лугове сіно гарної якості та невелика кількість концентратів.

В осінній період молодняк породи лакон випасають на пасовищі (до появи першого снігу), також згодовують сіно та сінаж люцерни. При переведенні тварин на стійлове утримання в раціон включають ячмінні пластівці – уволю. Увесь рік ягнята мають вільний доступ до свіжої та чистої води.

Потреба молодняку у поживних речовинах залежить від віку, живої маси, середньодобового приросту і напряму майбутньої продуктивності. Усі поживні речовини корму витрачаються на інтенсивний ріст і розвиток тварин.

Успішне розведення овець в більшій мірі залежить від якості кормів. У сучасному світі кращим методом годівлі є використання повнораціонних комбікормів. Переваги такої годівлі овець: високий вихід молодняку, високі середньодобові прирости та здоровий приплід з міцним імунітетом.

На вівцефермі молодняку згодовують комбікорм власного виробництва, до його складу входять такі складові (%): ячмінь – 32, овес – 16, кукурудза – 16, горох – 16, пшениця – 16, премікс для овець і кіз – 4. У склад комбікорму також додають мінеральні добавки – трикальційфосфат та сірку (за інструкцією). Такий склад комбікорму та наведена вище система годівлі забезпечує молодняк усіма поживними речовинами, які необхідні для росту і розвитку [19, с. 418].

**Висновки та пропозиції.** Отже, наведена система годівлі молодняку овець молочної породи лакон у зимово-стійловий і пасовищний періоди у господарстві забезпечує їх усіма поживними речовинами, які необхідні для росту і розвитку, та дає можливість проводити відлучення ягнят у 2-місячному віці з живою масою ярок 15–20, а баранців – 25–30 кг.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Науково-практичні основи нормованої годівлі овець та кормовиробництва : монографія / за ред. В.М. Іовенка. Херсон : Олді+, 2022. 300 с.
2. Вівчарство України : монографія / Вдовиченко Ю. В., Жуковський О. М., Іовенко В. М. та ін. ; за ред. В. М. Іовенка. 2-ге вид. Київ : Аграрна наука. 2016. 644 с.
3. 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.
4. Організація вівчарства. 2011. URL: <http://feb.tsatu.edu.ua/ebook/mn/ov/page15.html> (дата звернення 16.02.2025).
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 16.02.2025).
7. Технологія вирощування ремонтного молодняку. URL : <https://buklib.net/books/36090/> (дата звернення 16.02.2025)

8. Lactation in Farm Animals – Biology, Physiological Basis, Nutritional Requirements, and Modelization. 2019. URL : <https://www.intechopen.com/chapters/66511> (дата звернення 16.02.2025).
  9. Седіло Г., Вовк С., Петришин М. Сучасні тенденції у технології годівлі вівцематок. 2022. URL : <https://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnystvo/item/24672-suchasni-tendentsii-u-tekhnohohii-hodivli-vivtsematok>. (дата звернення 16.02.2025).
  10. Норми годівлі овець на відгодівлі. URL : <https://agro.vobu.ua/1042> (дата звернення 16.02.2025).
  11. Huyghe C., Vlieghe A.D., Gils B.V., Peeters A. Importance of the grassland area and grassland-based systems in Europe and their spatial distribution. Quae, Grasslands and herbivore production in Europe and effects of common policies, Versailles Cedex. 2014. France, 21–56. <http://dx.doi.org/10.35690/978-2-7592-2157-8>
  12. Cavini S., Iraira S., Siurana A., Foskolos A., Ferret A., Calsamiglia S. Effect of sodium butyrate administered in the concentrate on rumen development and productive performance of lambs in intensive production system during the suckling and the fattening periods. *Small Rumin. Res.* 123. 2015. 212–217. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.009>
  13. Panayotov D., Sevov S., Georgiev D. Live weight and intensity of growth of lambs from Lacaune breed raised in Bulgaria. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 2018. 24 (Suppl. 1): 88–94.
  14. Kennedy P.M., Charmley E. Methane yields from Brahman cattle fed tropical grasses and legumes. *Anim. Prod. Sci.* 2012;52:225–239. <https://doi:10.1071/AN11103>
  15. Olivier A. M., Marais J., Mahachi L. N., Mapiye C., Jones M. H. & Strydom P. E. Effects of Low Supplement Levels of Plant Oil and Type of Antioxidant on Meat Quality Parameters of Feedlot Lambs, *Meat and Muscle Biology* 8(1): 2024. 17003, 1–12. <https://doi.org/10.22175/mmb.17003>
  16. Mirzaei-Alamouti H., Abdollahi A., Rahimi H., Moradi S., Vazirigohar M., Aschenbach J. Effects of dietary oil sources (sunflower and fish) on fermentation characteristics, epithelial gene expression and microbial community in the rumen of lambs fed a high-concentrate diet. *Arch Anim Nutr.* 2021, 75 (6) : 405–421. <https://doi:10.1080/1745039X.2021.1997539>
  17. Інтенсивність росту та м'ясна продуктивність молодняку овець за впливу комплексної енерго-протеїнової добавки. Помітун І. А., Косова Н. О., Корх І. В., Бойко Н. В., Чигринов Є. І. Паньків Л. П. Аксьонов Є. О. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. № 127. С. 152–162. URL : <https://ifi-naas.org.ua/intensyvniost-rostu-ta-m-yasna-produktyvnist-molodnyaku-ovets-za-vplyvu-kompleksnoyi-energo-proteyinovoyi-dobavku> (дата звернення 16.02.2025).
  18. Єфремов Д. В., Свістула М. М., Горб С. В. Формування продуктивних ознак у ремонтних ярк м'ясних генотипів за різних рівнів їх енергетичного та протеїнового живлення. Науковий вісник Асканія-Нова / Інститут тваринництва степових районів ім. М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» НААН. Нова Каховка : ПИЕЛ, 2021. Вип. 14. С. 100–110. doi: <https://doi.org/10.33694/2617-0787-2021-1-14-100-110>
  19. 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. Таврійський науковий вісник № 137. 2024. С. 410–420. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.48>
  20. Lacaune sheep. 2024. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Lacaune\\_sheep](https://en.wikipedia.org/wiki/Lacaune_sheep) (дата звернення 16.02.2025).
  21. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за ред. Іба-тулліна І.І., Жукорського О.М. 2016. 300 с.
  22. 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 16.02.2025).

23. Lactation in Farm Animals – Biology, Physiological Basis, Nutritional Requirements, and Modelization. 2019. URL : <https://www.intechopen.com/chapters/66511> (дата звернення 16.02.2025).

24. Норми годівлі ягнят. 2020. URL : <https://agro.vobu.ua/1036> (дата звернення 16.02.2025).

25. Otoikhian C., Otoikhian A., Aporhwarho O. and Isida-homen C. Correlation of body weight and some body measurements parameter in Ouda sheep under extensive management system. African Journal of General Agriculture, 2008. 4(3): 129–133.

26. Abdel-Moneim A. Use of live body measurements and carcass cuts weights in three Egyptian breed of sheep. Egyptian Journal of Sheep and Goat Science, 2009. 4(2): 17–32.

---

---

# МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

---

## MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.412:631.816:631.821.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.32>

---

### ДИНАМІКА РЕАКЦІЇ ҐРУНТОВОГО РОЗЧИНУ ЗА ТРИВАЛОЇ ПІСЛЯДІЇ ВАПНУВАННЯ ТА УДОБРЕННЯ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ

---

**Клименко М.О.** – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища  
та лісового господарства,

Національний університет водного господарства та природокористування

**Колесник Т.М.** – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства імені С.Т. Вознюка,

Національний університет водного господарства та природокористування

**Андрощук О.О.** – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник,

Інститут сільського господарства Західного Полісся

**Ровна Г.Ф.** – старший науковий співробітник,

Інститут сільського господарства Західного Полісся

Представлені результати дослідження впливу тривалої післядії вапнування та удобрення на окисно-відновні умови дерново-підзолистого ґрунту. Встановлено, що тривале сільськогосподарське використання дерново-підзолистого ґрунту (36 років) без застосування добрив (контроль) призвело до зниження  $pH_{KCl}$  від 4,8 од. до 4,3 од. (-10,4%) та відповідного зростання гідролітичної кислотності від 2,3 мг-екв/100 г до 2,71 мг-екв/100 г (+17,8%). Тривале застосування органо-мінеральної системи удобрення з одинарними дозами мінеральних добрив посилювало процеси підкислення ґрунтового розчину, що виявлялося у зменшенні показника  $pH_{KCl}$  на 4,55%, та збільшенні гідролітичної кислотності на 16,6% відносно загального фону (солома). При цьому підвищення доз мінеральних добрив у 1,5 рази спричинило додаткове посилення процесів підкислення до 5,18%. Ефект 16-річної післядії різних доз вапна на фоні органо-мінеральної системи удобрення проявився в істотному стримуванні процесів підкислення ґрунту: на 11,9%...35,7 % за показником  $pH_{KCl}$  та на 13,6%...49,2% за показником гідролітичної кислотності (порівняно з вихідними даними). При цьому збільшення доз вапна у 4 рази додатково посилювало процеси стримування кислотності ґрунту до 41,2%. Підвищення доз мінеральних добрив у 1,5 рази відповідно послабило ефект 16-річної післядії вапна на 12,78%. За результатами досліджень відмічено, що ефект 23-річної післядії одинарної дози вапна на фоні органо-мінеральної системи удобрення (солома+NPK) полягав у стримуванні процесів підкислення ґрунту у меншій мірі, аніж ефект 16-річної післядії тієї ж дози вапна на 19,2%. Підвищення доз мінеральних добрив у 1,5 рази послабило ефект 23-річної післядії вапна на 10,2%. Порівняння динаміки  $pH_{KCl}$  і гідролітичної кислотності за тривалої післядії різних норм вапна показало більш інтенсивне наростання показників останньої, що вказує на доцільність контролю процесів підкислення дерново-підзолистого ґрунту саме за гідролітичною кислотністю.

**Ключові слова:** дерново-підзолистий ґрунт, доза вапна, добрива, реакція ґрунтового розчину, гідролітична кислотність.

---

**Klimenko M.O., Kolesnyk T.M., Androshchuk O.O., Rovna G.F. Dynamics of soil solution reaction after long period of liming and fertilisation on sod-podzolic soil**

The results of the study of the influence of long-term aftereffects of liming and fertilisation on the redox conditions of sod-podzolic soil are presented. It has been established that long-term agricultural use of sod-podzolic soil (36 years) without fertilisation (control) led to a decrease in  $pH_{KCl}$  from 4.8 units to 4.3 units (-10.4%) and a corresponding increase in hydrolytic acidity from 2.3 mg-eq/100 g to 2.71 mg-eq/100 g (+17.8%). Prolonged use of the organo-mineral fertilisation system with single doses of mineral fertilisers enhanced the acidification of the soil solution, which was manifested in a decrease in  $pH_{KCl}$  by 4.55% and an increase in hydrolytic acidity by 16.6% relative to the general background (straw). At the same time, a 1.5-fold increase in mineral fertiliser doses caused an additional increase in acidification processes to 5.18%. The effect of 16-year aftereffect of different doses of lime on the background of the organic-mineral fertilizer system was manifested in a significant containment of soil acidification processes: by 11.9%...35.7% in terms of  $pH_{KCl}$  and by 13.6%...49.2% in terms of hydrolytic acidity (compared to the initial data). At the same time, a 4-fold increase in lime doses further enhanced the processes of restraining soil acidity to 41.2%. Increasing the doses of mineral fertilisers by 1.5 times, respectively, weakened the effect of the 16-year aftereffect of lime by 12.78%. According to the results of the research, it was noted that the effect of the 23-year aftereffect of a single dose of lime on the background of the organo-mineral fertilizer system (straw + NPK) was to restrain soil acidification processes to a lesser extent than the effect of the 16-year aftereffect of the same dose of lime by 19.2%. Increasing the doses of mineral fertilisers by 1.5 times weakened the effect of 23-year lime aftereffect by 10.2%. Comparison of the dynamics of  $pH_{KCl}$  and hydrolytic acidity under the long-term aftereffect of different lime rates showed a more intensive increase in the latter, which indicates the expediency of controlling the processes of acidification of sod-podzolic soil by hydrolytic acidity.

**Key words:** sod-podzolic soil, lime dose, fertilisers, reaction of soil solution, hydrolytic acidity.

**Постановка проблеми.** Незважаючи на значну кількість наукових досліджень, проблема надлишкової кислотності ґрунтів Полісся лишається невирішеною. Занепад аграрного виробництва призвів до скорочення обсягів вапнування, а інтенсифікація та посилена хімізація ще більше загострила проблему [1]. Тому дослідження впливу тривалої післядії вапнування та удобрення на окисно-відновні умови дерново-підзолистого ґрунту є актуальними та своєчасними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За даними агрохімічної паспортизації, в зоні Полісся України понад 40% земель є в різній мірі закисленими, з несприятливими фізико-хімічними показниками, низьким вмістом гумусу та елементів живлення [2-4]. Ці властивості істотно обмежують продуктивність рослинництва та рентабельність виробництва.

У характеристиці фізико-хімічних властивостей ґрунтів найбільш динамічними є показники кислотності, які змінюються за антропогенного впливу, особливо за внесення добрив і хімічних меліорантів.

Кислотність ґрунту є одним з основних показників родючості, який впливає на цілий комплекс його властивостей, що визначають величину врожаю сільськогосподарських культур та його якість: стан гумусу і ґрунтового-вбирного комплексу, доступність макро- і мікроелементів, рухомість алюмінію, кількісний і якісний склад ґрунтової мікрофлори. Підвищення родючості кислих дерново-підзолистих ґрунтів здійснюється шляхом застосування комплексу заходів, серед яких одним з найважливіших є вапнування [5-8]. Завдяки вапнуванню істотно зростає ефективність як мінеральної так і органічної систем удобрення [9].

Ефективність вапнування кислих ґрунтів залежить від форм, доз, строків і способів внесення вапнувальних матеріалів, чутливості культур і кислотності-основності властивостей ґрунту, поєднання вапнування із застосуванням мінеральних добрив [10-14]. Тому одержання об'єктивних даних щодо змін кислотності-основності

властивостей окремих підтипів ґрунтів за різних доз вапна та систем удобрення в умовах тривалих стаціонарних польових дослідів має наукове і практичне значення.

**Мета статті** – проаналізувати вплив вапнування та удобрення на зміни окисно-відновних умов ґрунту.

**Матеріали і методика досліджень.** Дослідження проводились у тривалому стаціонарному досліді, закладеному в 1979 році на дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті на базі Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН.

Вапно вносили у нормі, що була визначена за показником гідролітичної кислотності ґрунту на час закладки досліді. Варіантам вапнування у схемі досліді відповідали наступні фізичні кількості вапна ( $\text{CaCO}_3$ ): 0,5 т/га – 1,8 т/га; 1,0 т/га – 3,6; 1,5 т/га – 5,5; 2,0 т/га – 7,0 т/га.

Мінеральні добрива вносили щорічно під культури сівозміни протягом періоду дослідження. У схемі досліді Фон I відповідає насиченість  $\text{N}_{55}\text{P}_{68}\text{K}_{75}$ , Фон II –  $\text{N}_{83}\text{P}_{102}\text{K}_{113}$  мінеральними добривами.

Агрохімічні властивості дерново-підзолистого ґрунту перед закладкою досліді характеризувалися наступними показниками: гумус за Тюріним – 1,2%, фосфор рухомий за Кірсановим – 62 мг/кг ґрунту, калій обмінний за Кірсановим – 75 мг/кг ґрунту,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  – 4,8, гідролітична кислотність за Каппеном – 2,3 мг-екв/100 г ґрунту, сума увібраних основ за Каппеном-Гільковіцем – 2,8 мг-екв/100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 62%.

**Результати досліджень.** У результаті проведених досліджень встановлено, що інтенсивне ведення землеробства на дерново-підзолистих ґрунтах без науково-обґрунтованого застосування вапнякових меліорантів зумовлює погіршення окисно-відновних умов ґрунту (табл. 1).

На кінець періоду досліджень (2015 р.)  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  на контролі (без добрив) становив 4,3 од. Застосування побічної продукції (соломи) забезпечило підвищення  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  до 4,4 од. (-2,3%), що свідчить про формування тенденції стримування підкислення ґрунтового розчину під впливом заробляння в ґрунт побічної продукції.

Застосування органо-мінеральної системи удобрення з одинарними нормами мінеральних добрив спричинило зменшення  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  до 4,2 од. (-2,3% до контролю), що зумовлено застосуванням гідролітично кислих форм мінеральних добрив. Застосування тієї ж органо-мінеральної системи удобрення на фоні 16-річної післядії різних доз вапна спричинило формування  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  ґрунту на рівні від 4,7 од. до 5,7 од. (+9,3%...32,6% до контролю), що свідчить про існування тривалого ефекту післядії вапна навіть у половинній дозі за гідролітичною кислотністю. Післядія підвищення доз вапна з половинної до подвійної дози (у 4 рази) спричинила зростання  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  на 21%. Але ефект 16-річної післядії подвійної дози вапна забезпечив стримування гідролітичної кислотності ґрунтового розчину на оптимальному рівні (5,7 од.  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ).

Застосування органо-мінеральної системи удобрення з полуторними нормами мінеральних добрив спричинило зменшення  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  до 4,0 од. (-7,0% до контролю). Загалом підвищення норм мінеральних добрив у півтора рази на фоні однакової насиченості ріллі органічними добривами посприяло зменшенню  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  з 4,2 до 4,0 (-4,8%), що свідчить про тенденцію більш інтенсивного підкислення ґрунтового розчину. Застосування тієї ж органо-мінеральної системи удобрення (солома + 1,5 НРК) на фоні 16-річної післядії різних доз вапна спричинило формування  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  ґрунту на рівні від 4,4 од. до 5,6 од. (+2,3%...+30,2% до контролю), що

підтверджує тривалий ефект післядії вапна, починаючи із одинарної дози за гідролітичною кислотністю. Післядія підвищення доз вапна з половинної до подвійної дози (у 4 рази) на варіантах органо-мінеральної системи удобрення (солома + 1,5 NPK) спричинила підвищення  $pH_{KCl}$  на 27%. При цьому ефект 16-річної післядії подвійної дози вапна забезпечив стримування гідролітичної кислотності ґрунтового розчину на оптимальному рівні (5,6 од.  $pH_{KCl}$ ).

Таблиця 1

**Динаміка  $pH_{KCl}$  ґрунтового розчину за систем удобрення на фоні тривалої післядії вапнування**

| Варіант досліджу                        | $pH_{KCl}$     |      |      |      |      |      | Баланс%           | Приріст на 2015 р |
|---|----------------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
|   | Рік досліджень |      |      |      |      |      | %                 | %                 |
|   | 2010           | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2015р. до 2010р.† | до контролю       |
| Без добрив (контроль)                   | 4,4            | 4,4  | 4,3  | 4,3  | 4,3  | 4,3  | -2,27             | 0,0               |
| Солома (загальний фон)                  | 4,8            | 4,8  | 4,7  | 4,6  | 4,5  | 4,4  | -8,33             | 2,3               |
| NPK – фон I                             | 4,6            | 4,5  | 4,5  | 4,3  | 4,3  | 4,2  | -8,70             | -2,3              |
| Фон I + післядія $CaCO_3$ (0,5 Нг)      | 5,5            | 5,3  | 5,3  | 5,2  | 5    | 4,7  | -14,55            | 9,3               |
| Фон I + післядія $CaCO_3$ (1,0 Нг)      | 5,8            | 5,7  | 5,6  | 5,5  | 5,4  | 4,9  | -15,52            | 14,0              |
| Фон I + післядія $CaCO_3$ (1,5 Нг)      | 6              | 6    | 5,8  | 5,7  | 5,6  | 5,4  | -10,00            | 25,6              |
| Фон I + післядія $CaCO_3$ (2,0 Нг)      | 6,2            | 6,1  | 6    | 6    | 6,1  | 5,7  | -8,06             | 32,6              |
| Фон I + післядія $CaCO_3$ I-II ротаций  | 5,2            | 5,1  | 5,1  | 5,1  | 5,1  | 4,9  | -5,77             | 14,0              |
| 1,5 NPK – фон II                        | 4,2            | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4    | 4    | -4,76             | -7,0              |
| Фон II + післядія $CaCO_3$ (0,5 Нг)     | 5,4            | 5,3  | 5,2  | 5,1  | 4,9  | 4,4  | -18,52            | 2,3               |
| Фон II + післядія $CaCO_3$ (1,0 Нг)     | 5,7            | 5,6  | 5,5  | 5,4  | 5,2  | 4,8  | -15,79            | 11,6              |
| Фон II + післядія $CaCO_3$ (1,5 Нг)     | 6,4            | 6,3  | 6,2  | 6    | 5,8  | 5,2  | -18,75            | 20,9              |
| Фон II + післядія $CaCO_3$ (2,0 Нг)     | 6              | 6,1  | 5,9  | 5,9  | 5,7  | 5,6  | -6,67             | 30,2              |
| Фон II + післядія $CaCO_3$ I-II ротаций | 5,1            | 5    | 5    | 4,8  | 4,7  | 4,4  | -13,73            | 2,3               |
| НІР05, од. рН                           | 0,2            | 0,2  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |                   |                   |

Дослідження ефекту 23-річної післядії вапнування при застосуванні органо-мінеральної системи удобрення з одинарними нормами мінеральних добрив засвідчили формування  $pH_{KCl}$  ґрунтового розчину на рівні 4,9 од. (що на 14,0% більше відносно контролю та на 16,7% більше відносно фону I (солома + NPK)). Підвищення доз мінеральних добрив у півтора рази призвело до зменшення  $pH_{KCl}$  з 4,9 до 4,4 од. (-10,2%). Тобто відбувся перехід реакції ґрунтового розчину із категорії середньокислої до сильнокислої. Ці дані свідчать про існування 23-річного ефекту післядії вапнування в комплексі із органо-мінеральною системою удобрення навіть на фоні полуторної норми мінеральних добрив.

Дослідження динаміки  $pH_{KCl}$  на варіантах досліджу з 2010 по 2015 рік засвідчили його істотні зміни на варіантах удобрення як без післядії вапнування, так і з післядією різних доз вапна. На контролі (без добрив) істотних змін  $pH_{KCl}$  не відбулося.

Так, застосування органо-мінеральної системи удобрень із одинарною нормою мінеральних добрив за вирощування сільськогосподарських культур без

вапнування ґрунту призвело до зменшення  $pH_{KCl}$  з 4,6 до 4,2 (-8,7%) за період 2010–2015 рр. Збільшення мінеральних добрив в 1,5 рази на фоні органічного удобрення спричинило менш інтенсивне підкислення ґрунту, при цьому за 2010–2015 рр.  $pH_{KCl}$  зменшився з 4,2 до 4,0 (-4,8%).

При застосуванні лише органічної системи удобрення на основі побічної продукції зменшення  $pH_{KCl}$  за вказаний період було також суттєвим: з 4,8 од.  $pH_{KCl}$  до 4,4 од.  $pH_{KCl}$  (-8,3%).

Динаміка підкислення ґрунтового розчину за 16-річної післядії різних доз вапна на фоні органо-мінеральної системи удобрення (солома+NPK) засвідчила, що зменшення дози вапна забезпечувало збільшення інтенсивності процесів підкислення ґрунтового розчину. Так на варіанті післядії подвійних доз вапна зменшення  $pH_{KCl}$  з 2010 р. по 2015 р. становило -0,5 од.  $pH_{KCl}$  (-8,1%), тоді як на варіанті післядії одинарних доз вапна відповідне зменшення  $pH_{KCl}$  склало -0,8 од.  $pH_{KCl}$  (-15,5%).

16-річна післядія різних доз вапна на фоні органо-мінеральної системи із полуторними нормами мінеральних добрив (солома + 1,5NPK) забезпечила більш інтенсивне підкислення ґрунтового розчину порівняно із системою з одинарними нормами мінеральних добрив. Так на варіанті післядії полуторних, одинарних та половинних доз вапна зменшення  $pH_{KCl}$  коливалось в межах -15,8%...-18,8%. Максимальну інтенсивність підкислення ґрунтового розчину за період 2010–2015 рр. відмічено на варіанті післядії полуторної дози вапна, що склало 1,2 од.  $pH_{KCl}$  (-18,8%).

Динаміка інтенсивності підкислення ґрунтового розчину за 23-річної післядії вапна на фоні органо-мінеральної системи удобрення з одинарними дозами мінеральних добрив засвідчила зміни  $pH_{KCl}$  із 5,2 од. до 4,9 од. (-5,8%), що свідчить про зменшення інтенсивності процесів підкислення у 3 рази порівняно із відповідними процесами за 16-річної післядії вапнування. Збільшення доз мінеральних добрив в 1,5 рази на фоні 23-річної післядії вапнування призвело до прискорення процесів підкислення ґрунтового розчину у 2,4 рази, що свідчить про погіршення окисно-відновної рівноваги ґрунту.

Впродовж 36-ти років екстенсивного використання ґрунту без внесення добрив та вапнування (контроль (без добрив)) величина гідролітичної кислотності становила 2,71 мг-екв/100 г ґрунту (станом на 2015 р.) (рис. 1).

Тривале застосування органічних добрив впродовж зазначеного періоду створювало тенденцію стримування природних процесів підкислення ґрунту, встановивши показники гідролітичної кислотності на рівні 2,65 мг-екв/100 г ґрунту (-2,21% до контролю).

Застосування органо-мінеральної системи удобрення з одинарними нормами мінеральних добрив спричинило зростання гідролітичної кислотності до рівня 3,09 мг-екв/100 г ґрунту (+0,44 мг-екв/100 г або +16,6% до фону (солома)). Збільшення норм мінеральних добрив у півтора рази (фон 2) спричинило зростання гідролітичної кислотності до 3,25 мг-екв/100 г (+5,17% до фону 1), що пояснюється як дією гідролітично-кислих форм мінеральних добрив та буферних механізмів ґрунту, так і зростанням вмісту доступних рослинам і мікроорганізмам елементів живлення.

16-річна післядія різних доз вапна в поєднанні із тою ж органо-мінеральною системою удобрення сприяла зменшенню гідролітичної кислотності до 1,57...2,67 мг-екв/100 г (-0,42...-1,52 мг-екв/100 г ґрунту або -15,73...-49,19% до фону 1). Зі збільшенням доз вапна з 0,5 Нг до 2 Нг (у 4 рази) гідролітична

кислотність зменшувалася лише на 41,2%, що можна пояснити більш інтенсивним перебігом біохімічних процесів гідролізу добрив та рослинних решток на варіанті із максимальною дозою вапна.

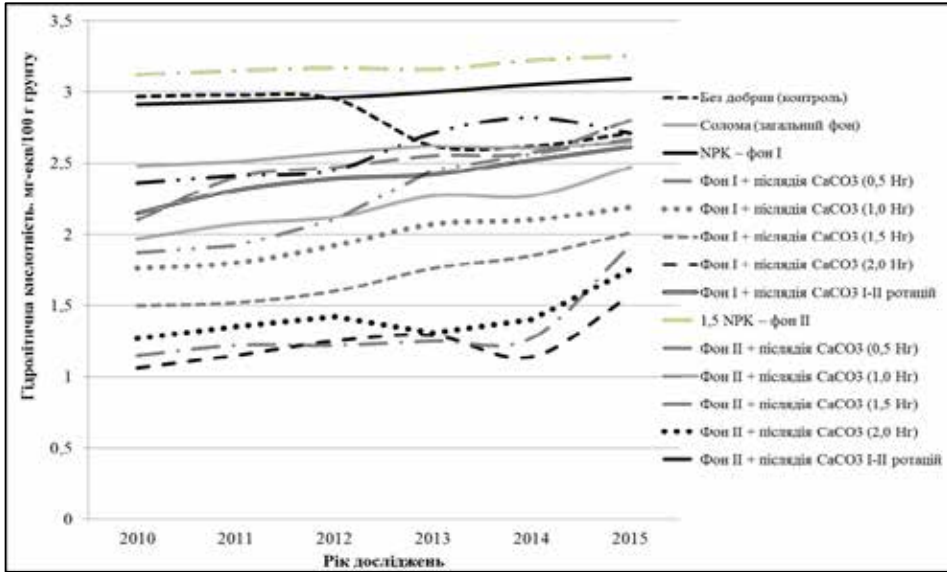


Рис. 1. Динаміка гідролітичної кислотності за систем удобрення на фоні тривалої післядії вапнування

Збільшення доз мінеральних добрив у півтора рази на фоні 16-річної післядії вапнування спричинило зростання гідролітичної кислотності ґрунту до 1,75...2,80 мг-екв/100 г (+4,87...+11,46% до варіантів солома+ NPK+CaCO<sub>3</sub> (0,5–2 Нр)).

Дослідження ефекту 23-річної післядії вапнування при застосуванні орґано-мінеральної системи удобрення з одинарними нормами мінеральних добрив сприяло встановленню гідролітичної кислотності на рівні 2,61 мг-екв/100 г, що на 19,18% менш ефективно порівняно із 16-річною післядією тої ж дози вапна. Збільшення норм мінеральних добрив у півтора рази спричинило тенденцію зростання гідролітичної кислотності ґрунту до 2,71 мг-екв/100 г (+3,83%).

Динаміка гідролітичної кислотності ґрунту за період 2010–2015 рр. була дуже високою за варіантами досліду. Так на контролі відбулося зменшення гідролітичної кислотності з 2,97 до 2,71 мг-екв/100 г (-8,75%), що пояснюється процесами врегулювання лужно-кислотної рівноваги як під впливом трансформації решток сільськогосподарських культур, так і відсутністю чинників різкого підвищення кислотності, таких як мінеральні добрива. На варіанті орґанічної системи удобрення (загальний фон) відзначено зростанням цього показника з 2,48 до 2,65 мг-екв/100 г (+6,85%).

На варіанті орґано-мінеральної системи удобрення зміна гідролітичної кислотності була невисокою: з 2,91 до 3,09 мг-екв/100 г (+6,19%), проте абсолютне значення гідролітичної кислотності на кінець періоду досліджень перевищувало відповідний показник загального фону (на 16,6%). Це свідчить про відносну часову

урівноваженість окисно-відновних процесів у ґрунті за умов 23-річного застосування мінеральних добрив на фоні органічного удобрення.

Застосування тієї ж органо-мінеральної системи удобрення на фоні 16-річної післядії різних доз вапна призвело до високої динаміки гідролітичної кислотності ґрунту за період 2010–2015 рр. (зростання від 24,3 до 48,1%). Динаміка гідролітичної кислотності на тому ж варіанті органо-мінеральної системи удобрення на фоні 23-річної післядії вапнування суттєво не відрізнялася за інтенсивністю від 16-річної післядії і становила +24,3% за період 2010–2015 рр.

Збільшення норм мінеральних добрив у 1,5 рази на фоні 16-річної післядії різних доз вапна спричинило тенденцію зростання швидкості динаміки гідролітичної кислотності ґрунту за період 2010–2015 рр. відносно системи удобрення з одинарними нормами мінеральних добрив. При цьому абсолютні показники гідролітичної кислотності на варіантах із 1,5-ми нормами мінеральних добрив перевищували відповідні значення варіантів з одинарними нормами від -4,48 до +12,8%. Загалом це підтверджує дані вчених про підкислюючу дію підвищених норм мінеральних добрив.

Дослідження ефекту 23-річної післядії вапнування в комплексі із органо-мінеральною системою удобрення з полуторними нормами мінеральних добрив на динаміку гідролітичної кислотності показали менш інтенсивні процеси підкислення ґрунту (на 41,6%) порівняно з ефектом 16-річної післядії вапнування.

Збільшення норм мінеральних добрив у 1,5 рази на фоні 23-річної післядії вапнування відобразилося на зменшенні наростанні гідролітичної кислотності на 30,7%, що пояснюється як зростанням витрат кальцію вапна на винос підвищеним врожаєм сільськогосподарських культур, так і збільшенням потреб кальцію на нейтралізацію збільшених норм гідролітично кислих мінеральних добрив.

**Висновки.** Тривале сільськогосподарське використання дерново-підзолистого ґрунту (36 років) без застосування добрив (контроль) забезпечило підкислення ґрунтового розчину, що виразилося у зниженні  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  від 4,8 од. до 4,3 од. (-10,4%) та відповідному зростанні гідролітичної кислотності від 2,3 мг-екв/100 г до 2,71 мг-екв/100 г (+17,8%). Ефект 16-річної післядії різних доз вапна на фоні органо-мінеральної системи удобрення проявився у стримуванні процесів підкислення ґрунту на 11,9%...35,7% за показником  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  та на 13,6%...49,2% за показником гідролітичної кислотності (порівняно з вихідними даними). При цьому збільшення доз вапна у 4 рази додатково посилювало процеси стримування кислотності ґрунту до 41,2%, що зумовлено підвищенням виносу кальцію зростаючими врожаєм сільськогосподарських культур в умовах зростання доз вапна. Підвищення доз мінеральних добрив у 1,5 рази послабило ефект 16-річної післядії вапна на до 12,78%. Ефект 23-річної післядії одинарної дози вапна на фоні органо-мінеральної системи удобрення (солома+NPK) стримував підкислення ґрунту у меншій мірі (19,2%) ніж ефект 16-річної післядії тієї ж дози вапна. Підвищення доз мінеральних добрив у 1,5 рази послабило ефект 23-річної післядії вапна на 10,2%.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Фурманець О.А., Піддубняк В.А. Вплив вапнякового шламу на кислотність дерново-підзолистого супіщаного ґрунту Західного Полісся України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 104. С. 115–12.
2. Польовий В.М., Лаврук М.М., Кулик С.М. Диференціація фізико-хімічних показників і продуктивності дерново-підзолистого ґрунту внаслідок тривалого

застосування різних систем удобрення і доз вапна. *Вісник аграрної науки*. 2018. Вип. 5. С. 12–17. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201805-02>.

3. Polovyy, V., Hnativ, P., Balkovskyy, V., Ivaniuk, V., Lahush, N., Shestak, V., Szulc, W., Rutkowska, B., Lukashchuk, L., Lukyanik, M., Lopotychny, N. The influence of climate changes on crop yields in Western Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(1). P. 384–390. [https://doi.org/10.15421/2021\\_56](https://doi.org/10.15421/2021_56).

4. Венгліньський М.О., Годинчук Н.В., Глушенко М.К., Запасний В.С. Раціональне використання кислих ґрунтів Полісся. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. Сер.: Сільськогосподарські науки. 2014. Вип. 2. С. 18–28. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/3607/1/Vs663.pdf>.

5. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: Монографія. К.: Аграрна наука. 2008. 308 с.

6. Lollato, R.P., Edwards, J., Zhang, H. Effect of Alternative Soil Acidity Amelioration Strategies on Soil pH Distribution and Wheat Agronomic Response. *Soil Science Society of America Journal* 77, Issue 5, 2013. 1831–1841. <https://doi.org/10.2136/sssaj2013.04.0129>.

7. Chatzistathis, T., Alifragis, D., Papaioannou, A. The influence of liming on soil chemical properties and on the alleviation of manganese and copper toxicity in Juglans regia, Robinia pseudoacacia, Eucalyptus sp. and Populus sp. plantations, *Journal of Environmental Management*, 150. 2015. 149–156. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.11.020>.

8. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: Монографія. Рівне: Волинські обереги. 2007. 320 с.

9. Петрунів І.І., Сеньків Г.Й., Костюк М.М. Вплив довготривалого застосування органічних, мінеральних добрив та вапнування на продуктивність сільськогосподарських культур. *Передгірське та гірське землеробство і тваринництво*. Л.: Оброшино, 2001. Вип. 43, ч. 1. С. 161–165.

10. Ткаченко М. А., Кондратюк І. М., Борис Н. Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів: Монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2019. 318 с.

11. Haddad S. A., Tabatabai M. A., Loynachan T. E. Effects of liming and selected heavy metals on ammonium release in waterlogged agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils*. 2017. № 53 (2), pp. 153–158.

12. Rukshana F. et al. Organic anion-to-acid ratio influences pH change of soils differing in initial pH. *J Soils Sediments*. 2014. № 14. P. 407–414.

13. Paradelo R., Virto I., Chenu C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2014. Vol. 202. P. 98–107.

14. Simonsson M. et al. Pools and solubility of soil phosphorus as affected by liming in long-term agricultural field experiments. *Geoderma*. 2018. Vol. 315. P. 208–219.

UDC 631.41:631.87:551.583

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.33>

## SIDERATES AS AN ALTERNATIVE FOR RESTORATION OF SOIL FERTILITY ELEMENTS IN CONDITIONS OF CLIMATE WARMING IN THE RIGHT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

**Polishchuk M.I.** – Candidate of Agricultural Sciences,  
Associate Professor at the Department of Agriculture, Soil Science and Agrochemistry,  
National Institute of Agricultural Technologies and Nature Management,  
Vinnytsia National Agrarian University

*This scientific publication presents the results of research on the impact of different options for mineral fertilization on the formation of crop mass of crops such as peas, white mustard and oil radish. It also considers the issue of restoring the fertility elements of podzolized chernozem through the incorporation of the grown green mass of the listed crops into the soil in the context of climate change in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe.*

*The soil and climatic conditions of the Vinnytsia region are optimal for growing major agricultural crops, including crops that can be grown as green manure, namely: peas, white mustard, and oilseed radish.*

*Accordingly, as a result of our research, it was found that the highest green mass gains were observed in oilseed radish crops. The 2020 growing season provided the best conditions for the formation of the productivity of sideral crops, while 2019 gave the lowest indicators in the norm of N<sub>35</sub> and the combination of potassium and phosphorus fertilizers P<sub>35</sub>K<sub>35</sub> was similar for white mustard (4.5 t/ha and 3.3 t/ha, respectively), oilseed radish (4.8 t/ha and 3.7 t/ha, respectively) and peas (4.2 t/ha and 5.8 t/ha, respectively). The maximum increase in green mass over three years was observed when applying a double dose of nitrogen fertilizers on a phosphorus-potassium background N<sub>70</sub>P<sub>35</sub>K<sub>35</sub>: for white mustard – 15.1 t/ha, for oil radish – 14.5 t/ha, for peas – 10.3 t/ha.*

*The dry matter content in the grown crop products depended on the type of crop and applied mineral fertilizers, varying from 16.3% to 29.3%, and in root residues – from 20.5% to 33.1%. With an increase in the dose of mineral fertilizers, the total yield of dry matter increased, but the share of its content in the biomass decreased. This confirms the direct relationship between the dose of fertilizers and the yield of dry matter ( $R^2 = 0.77-0.89$ ), as well as the inverse relationship regarding the content in the green mass ( $R^2 = -0.54-0.79$ ) and in the underground part ( $R^2 = -0.48-0.85$ ). It was found that the application of different doses and types of mineral fertilizers did not have a significant effect on the humus content in the soil. At the same time, the cultivation of sideral crops and, accordingly, the plowing of green fertilizers, contributed to the movement of calcium from the lower layers of the soil to the arable, which reduced the active acidity of the soil and other indicators of the fertility of podzolized chernozem.*

**Key words:** green manure, mineral fertilizer, productivity, fertility elements, podzolized chernozem.

### **Полищук М.І. Сидерати як альтернатива відновлення елементів родючості ґрунтів в умовах потепління клімату Правобережного Лісостепу України**

*У даній науковій публікації викладено результати досліджень щодо впливу різних варіантів мінерального удобрення на формування рослинницької маси сільськогосподарських культур, таких як горох, біла гірчиця та олійна редька. Також розглядається питання відновлення елементів родючості чорнозему опідзоленого завдяки заробці вирощеної зеленої маси перерахованих культур в ґрунт у контексті зміни клімату в умовах Правобережного Лісостепу.*

*Ґрунтово-кліматичні умови Вінниччини є оптимальними для вирощування основних сільськогосподарських культур, в тому числі і культур які можна вирощувати як сидерати, а саме таких як: горох, гірчиця біла та редька олійна.*

*Відповідно в результаті проведених нами досліджень встановлено, що найвищі прирости зеленої маси спостерігалися на посівах редьки олійної. Вегетаційний період 2020 року*

забезпечив найкращі умови для формування продуктивності сидеральних культур, у той час як 2019 рік дав найменші показники в нормі  $N_{35}$  та комбінації калійних і фосфорних добрив  $P_{35}K_{35}$  був подібним для білої гірчиці (4,5 т/га та 3,3 т/га відповідно), олійної редьки (4,8 т/га та 3,7 т/га відповідно) і гороху (4,2 т/га та 5,8 т/га відповідно). Максимальний приріст зеленої маси протягом трьох років спостерігався при внесенні подвійної дози азотних добрив на фосфорно-калійному фоні  $N_{70}P_{35}K_{35}$ : для гірчиці білої – 15,1 т/га, для редьки олійної – 14,5 т/га, для гороху – 10,3 т/га.

Вміст сухої речовини у вирощеній рослинницькій продукції залежав від виду культури та внесених мінеральних добрив, варіюючи від 16,3% до 29,3%, а в кореневих залишках – від 20,5% до 33,1%. При збільшенні дози мінеральних добрив загальний вихід сухої речовини зростає, однак частка її вмісту в біомасі зменшувалася. Це підтверджує прямий зв'язок між дозою добрив та виходом сухої речовини ( $R^2 = 0,77-0,89$ ), а також зворотний зв'язок щодо вмісту в зеленій масі ( $R^2 = -0,54-0,79$ ) і в підземній частині ( $R^2 = -0,48-0,85$ ). Було виявлено, що внесення різних доз і типів мінеральних добрив не мало значного впливу на вміст гумусу в ґрунті. Водночас, вирощування сидеральних культур і відповідно заорювання зелених добрив сприяло переміщенню кальцію з нижніх шарів ґрунту до орного, що знижувало активну кислотність ґрунту а також інші показники родючості чорнозему опідзоленого.

**Ключові слова:** сидерати, мінеральне удобрення, продуктивність, елементи родючості, чорнозем опідзолений.

**Statement of the problem.** In the context of unstable moisture in the Right-Bank Forest-Steppe and climate change caused by global warming and the shift of the transition from Forest-Steppe to Steppe [2, 9], the use of intercrops is limited. Therefore, it is reasonable to use green manure pairs for additional organic matter in the soil.

It should be noted that stabilising and improving soil fertility using traditional sources, such as manure and mineral fertilisers, is currently of limited effectiveness [6, 8]. This leads to the need to consider alternative, less costly sources that can be just as effective as manure. From a scientifically based approach, the use of green manure is advisable [8].

It is important to note that more convincing evidence of green manure effectiveness can be obtained by studying their response to mineral fertilisers, especially nitrogen fertilisers. Many issues related to the use of green manure on chernozem soils and its impact on agronomic characteristics, in particular the nitrogen regime, remain insufficiently understood in conditions of limited moisture. As a result of the irrational use of land in the past, the lack of a sustainable agricultural policy, crop rotation, and the excessive prevalence of cereals over fodder crops, biodiversity has become less diverse, and the ratio of arable land to fodder land has significantly decreased in favour of arable farming (1:0.2, instead of 1:1.6). In 1990, 45% of Ukraine's cropland was allocated to cereals, 12% to industrial crops, 6% to potatoes and vegetables and melons, while 37% was allocated to fodder crops. In 2012, cereals already occupied 55% of the area, industrial crops 29%, potatoes and melons 7%, while fodder crops decreased fourfold to 9%. It should be emphasised that the structure of winter wheat acreage requires green manure pairs at the level of 17-18% [2].

he projected depletion of global phosphorus reserves within 50-125 years can be partially postponed or reduced, as the root system of green manure crops such as sweet clover, mustard and others can take up hard-to-reach phosphate, calcium and magnesium from deep soil layers and transfer them to the surface. After decomposition and mineralisation, these elements become available for subsequent crops. On average, deep soil can supply approximately 20-25 kg/ha of  $P_2O_5$ , 100 kg/ha of CaO and 20 kg/ha of MgO. In addition, some of the organic matter in the soil is subject to mineralisation, and the law of agriculture requires that it be restored. However, this law is often violated, which leads to gradual soil degradation and causes serious concern [1].

In the context of economic instability in the agricultural sector, it is important to preserve soil fertility by implementing agrotechnological measures that do not lead to significant losses. One of these measures, especially in the Forest-Steppe zone, is the use of green manure pairs. The diversity and specificity of green manure requires theoretical and technological justification of their cultivation and fertilisation in order to reduce the negative impact on the environment and increase the productivity of crop rotations with the reproduction of organic soil components [8].

Studies on the suitability of various crops as green manure (peas, fodder beans, lupine, mustard and mixtures of fodder beans with peas) were first conducted at the Ivanovo Experimental Station (now the Ivanovo Experimental Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Sciences of Ukraine) [6, 7, 8].

The incorporation of special crops whose above-ground mass is partially or fully incorporated into the soil is called 'green manure', and the crop itself is called green manure. Under green manure, we should understand the incorporation of not only the aboveground mass but also the root system of the crop into the topsoil, i.e. the entire plant biomass. Ploughing the aboveground mass together with the root system of the plant better reflects the essence of green manure [6, 7].

The terms 'green fertiliser' and 'green manure' used for cover crops are interpreted in the same way in Ukrainian and English-language scientific literature. The American Soil Association defines 'green manure' as plant material that is applied to the soil in the green or mature phase to improve soil conditions. The term 'green manure', like 'green manure', is 'green fertiliser' is a conventional name; the first term reflects the role of sunlight (sidereus, referring to the heavenly bodies), and the second – the role of chlorophyll-bearing green organs of plants.

In order to restore depleted soils and increase their fertility, a rest period is required, during which the soil is left without cultivation or sown with a crop that reduces or weakens the soil stress process [1]. After sunflower cultivation in steppe areas, it is recommended to use mainly pure fallow, while in forest-steppe areas it is recommended to use spring crops that are vapour-intensive. Green manure fallow, where fallow crops are grown for use as green manure, is also an important type of cropping [3]. Cover crops add biodiversity to the farming system and contribute to the recycling of nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, manganese and sulphur that are accumulated by green manure during the growing season. The use of different crops as green manure is determined by their biological characteristics and their impact on the soil. For example, legumes are used to increase the nitrogen content of the soil, while cabbage crops help improve the structural condition of the root layer and increase the mobility of phosphorus compounds. The impact of green manure on potential soil fertility mainly depends on the amount of biomass it is incorporated into the soil [7, 8]. It is important to note that green manure crops are highly effective when used in conjunction with mineral fertilisers. For example, the application of  $N_{120}P_{120}K_{120}$  with sufficient soil moisture provides an increase of 0.49 t/ha of green mass of green manure per day. In dry years, this figure can be reduced by 10-18%.

Based on long-term studies, the final data show that after growing legume green manure, approximately 6.4-8.0 t/ha of dry matter, 60-100 kg/ha of nitrogen, 40-60 kg/ha of  $P_2O_5$ , 40-60 kg/ha of  $K_2O$ , 100-120 kg/ha of CaO and 40 kg/ha of MgO are applied to the root layer of the soil, while after cabbage green manure, approximately 4.0-5.2 t/ha of dry matter, 40-60 kg/ha of nitrogen are applied, 40-45 kg/ha  $P_2O_5$ , 30-40 kg/ha  $K_2O$ , 40-60 kg/ha CaO and 20-30 kg/ha MgO [8].

In general, the use of green manure under conditions of acute shortage of organic fertilisers can improve the balance of organic matter in the soil, stabilise its humus condition, increase the capacity of the nutrient balance and improve the physical, chemical and biological properties of the root layer.

**Relevance of the topic.** In situations where there is a shortage of organic fertilisers, the use of green manure crops makes it possible to improve the balance of organic matter in the soil, stabilise its humus state, increase the ability to retain the necessary nutrients and improve the physical, chemical and biological characteristics of the root layer. However, there are still a number of unresolved issues, such as the choice of the best crop to grow and the optimal way to fertilise it. This problem is especially relevant for the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, where green manure pairs were not used before due to high production levels and sufficient organic fertiliser application. Our research is aimed at addressing these issues.

Given the current global climate change that is affecting agricultural production, it is important to address the challenges of protecting soil fertility and increasing the productivity and sustainability of agrophytocenoses, taking into account the soil and climatic characteristics of the zone. This can be achieved through comprehensive adaptive landscape farming measures, which, along with restoring fertility and protecting against erosion, ensure the preservation of agricultural landscapes and environmental safety for people. Therefore, it is important to develop and implement a green manure farming system in the country's modern agriculture [8].

**Objective of the research.** The purpose of our research is to determine the effectiveness of different types of green manure crops and different doses of fertilizers for them on the podzolic black soil of the Right-Bank Forest-Steppe.

**Summary of the main material.** The research was conducted during 2019-2021 at the Uladovo-Lyulynetska experimental breeding station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Sciences of Ukraine, located in the Kalynivka district of Vinnytsia region. The territory of the station is characterised by the following soil types: typical chernozems, podzolised and leached chernozems formed on loess and loess-like deposits. The majority of the region has soil-forming rocks that are relatively close to the surface and are often covered with fluvio-glacial sands [7, 8].

The climate of the plant area is moderately warm and humid. The hydrothermal coefficient (HTC) is 1.5-1.8. The average daily air temperature rises above +5°C between 6 and 10 April, while in late October and early November the average daily air temperature drops below +5°C. The first frosts on the soil surface are observed in the last decade of September, and in the air – in the first decade of October. In early May, the last frosts are observed on the soil surface and in the air in the third decade of April.

During the years of research, the weather conditions on the territory of the Uladovo-Lyulynets Experimental Breeding Station were dry. At the same time, the average monthly temperature during the growing season increased by 0.8-3.8°C, and there was a decrease in the total amount of precipitation during the growing season compared to the long-term average.

**Research methodology.** The experimental part of the work on studying the effectiveness of applying different doses and types of mineral fertilisers under green manure pairs was carried out in a short-term experiment. Crops were sown as normal for green manure: peas – 300 kg/ha, white mustard – 20 kg/ha, oil radish – 20 kg/ha. The control was pure steam. Each crop was fertilised as follows: 1) no fertiliser – control; 2)  $N_{35}$ ; 3)  $P_{35} K_{35}$ ; 4)  $N_{35} K_{35}$ ; 5)  $N_{35} P_{35}$ ; 6)  $N_{35} P_{35} K_{35}$ ; 7)  $N_{70} P_{35} K_{35}$ .

The sown area of the experimental plot is 36 m<sup>2</sup> (3.6 m x 10 m), the accounting area is 25 m<sup>2</sup> (2.5 m x 10 m). The plots were arranged in a sequential arrangement, and the experiments were replicated three times.

Sowing of green manure was carried out in early April-mid-May, depending on the species characteristics of the studied crops – by the usual in-line method with a SZT-3.6 seeder. The predecessor was winter wheat. Before sowing, the seeds of cabbage crops were treated with Cruiser 350 FS against black flea beetle at a rate of 4 l/t. To control weeds, pre-emergence herbicide was applied after sowing the crop.

At the onset of the flowering phase and the beginning of the formation of pea beans and pods in cabbage crops, green manure was mowed in the second decade of June and the first decade of July using a MR 2.7 mulcher. The green mass was harvested with a PLN-4-35 plough to a depth of 25-27 cm. During summer and early autumn, the soil was kept in a state of semi-steam.

In accordance with the research programme, the following measurements and analyses were carried out in the mass analysis laboratory: – determination of the content of nitrate (N-NO<sup>3-</sup>) and ammonium nitrogen (N-NH<sup>4+</sup>) in the soil in accordance with DSTU 4729; – measurement of the amount of mobile phosphorus and potassium compounds in the soil by the Chirikov method in accordance with DSTU 4115; Determination of the pH of aqueous suspension in accordance with DSTU ISO 10390; Estimation of the content of total humus in accordance with DSTU 4289; to determine the elements of green manure plant productivity, generally accepted methods were used [9].

To process the data obtained, the method of analysis of variance of a two-factor field experiment was used using the Microsoft Excel 2003 standard software package.

**Results of experimental studies.** Among all green manure crops, regardless of the fertiliser doses applied, white mustard showed the most impressive growth due to the characteristics of this biotype, while the lowest growth was observed in peas. The yield of green manure was largely dependent on weather conditions (Table 1). For example, in 2019 and 2020, a large amount of precipitation fell in May-June, 149 and 199 mm, respectively, which exceeded the average annual norm of 142 mm, and this led to an increase in green mass to 16.2-48.0 t/ha.

In 2021, after sowing white mustard, oil radish and peas, weather conditions deteriorated with a drop in air temperature and snowfall, which delayed the emergence of cabbage and peas by 20-25 days and reduced their productivity to 14.5-36.0 t/ha.

It is worth noting that the most stable on average over the years of research were the yields of pea phytomass. Also, during the study years, a shortened vegetation period was observed (the phenomenon of neoteny), which can be explained by the abrupt onset of warm weather (especially in 2020 and 2021).

Thus, weather conditions influenced the growth and development of plants, which, in turn, affected the accumulation of green manure phytomass and depended on both their biological characteristics and fertilisation.

As can be seen from the data in Table 1, the application of mineral fertilisers had a positive effect on the increase in green manure phytomass. For example, the increase in phytomass from the application of nitrogen fertiliser alone (N<sub>35</sub>) and from the combined application of potassium and phosphorus fertiliser (P<sub>35</sub>K<sub>35</sub>) was approximately the same for white mustard – 4.5 t/ha and 3.3 t/ha respectively, oil radish – 4.8 t/ha and 3.7 t/ha respectively, and peas – 4.2 t/ha and 5.8 t/ha respectively. While the combination of potash or phosphorus fertilisers with nitrogen fertilisers led to a significant increase in green mass accumulation. The best growth of green manure phytomass over three years was observed in the case of double dose of nitrogen fertilizers on a

phosphorus-potassium background ( $N_{70}P_{35}K_{35}$ ), namely: white mustard – 15.1 t/ha, oil radish – 14.5 t/ha, peas – 10.3 t/ha. It was found that the dry matter content in the phytomass depends on the type of crop and fertiliser application and ranges from 16.3% to 29.3%, and in root residues from 20.5% to 33.1%. However, some scientists have different opinions on this issue, offering different variants of the relationship between the dry matter content of the underground and aboveground parts of plants.

Table 1

**Yield of phytomass of siderates before incorporation into the plant depending on fertiliser and crop**

| Experimental design     |                    | Year of research                     |      |      | Average for three years |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------------|------|------|-------------------------|
| Fertiliser (factor A)   | Culture (factor B) | 2019                                 | 2020 | 2021 |                         |
|                         |                    | Phytomass yield, t/ha                |      |      |                         |
| No fertiliser (control) | Peas               | 17,7                                 | 29,5 | 20,0 | 22,4                    |
|                         | White mustard      | 30,5                                 | 24,0 | 15,0 | 23,2                    |
|                         | Oil radish         | 34,4                                 | 28,5 | 21,0 | 28,0                    |
| $N_{35}$                | Peas               | 23,4                                 | 34,0 | 22,5 | 26,6                    |
|                         | White mustard      | 33,5                                 | 32,0 | 17,5 | 27,7                    |
|                         | Oil radish         | 36,5                                 | 36,5 | 25,5 | 32,8                    |
| $P_{35}K_{35}$          | Peas               | 25,0                                 | 36,5 | 23,0 | 28,3                    |
|                         | White mustard      | 34,0                                 | 28,5 | 17,0 | 26,5                    |
|                         | Oil radish         | 36,2                                 | 31,5 | 27,5 | 31,7                    |
| $N_{35}K_{35}$          | Peas               | 27,2                                 | 35,0 | 21,5 | 27,9                    |
|                         | White mustard      | 34,5                                 | 34,0 | 24,1 | 30,9                    |
|                         | Oil radish         | 37,9                                 | 38,0 | 22,0 | 32,6                    |
| $N_{35}P_{35}$          | Peas               | 27,5                                 | 37,5 | 30,0 | 31,7                    |
|                         | White mustard      | 35,5                                 | 34,5 | 27,0 | 32,3                    |
|                         | Oil radish         | 42,3                                 | 39,0 | 24,5 | 35,3                    |
| $N_{35}P_{35}K_{35}$    | Peas               | 30,0                                 | 38,5 | 26,5 | 31,7                    |
|                         | White mustard      | 38,4                                 | 35,5 | 28,0 | 34,0                    |
|                         | Oil radish         | 44,8                                 | 43,0 | 27,0 | 38,3                    |
| $N_{70}P_{35}K_{35}$    | Peas               | 31,1                                 | 40,0 | 27,0 | 32,7                    |
|                         | White mustard      | 39,6                                 | 38,7 | 36,5 | 38,3                    |
|                         | Oil radish         | 47,5                                 | 48,5 | 31,5 | 42,5                    |
| $HIP_{05}$              | 2019 r.            | <i>A – 1,76; B – 1,52; AB – 4,02</i> |      |      |                         |
|                         | 2020 r.            | <i>A – 1,42; B – 1,20; AB – 3,18</i> |      |      |                         |
|                         | 2021 r.            | <i>A – 1,08; B – 0,93; AB – 2,43</i> |      |      |                         |

The average dry matter yield of green manure biomass depending on fertiliser for 2019-2021 is shown in Table 2.

On average, during the years of research, the highest growth of dry matter was obtained when growing oil radish on the background of  $N_{70}P_{35}K_{35}$  – 1.89 t/ha or 22%, peas and white mustard on the background of  $N_{35}P_{35}K_{35}$  – 2.61 t/ha, 3.23 t/ha, respectively, which is 29% and 35% more than in the control variant without fertilisation.

Thus, with an increase in the dose of fertiliser, the total dry matter yield increased, while the share of dry matter in biomass decreased. This indicates a direct correlation between the dose of mineral fertiliser application and dry matter yield ( $R^2 = 0.77-0.89$ , depending on the green manure), as well as an inverse correlation with the content in phytomass ( $R^2 = -0.54-0.79$ ) and the underground part ( $R^2 = -0.48-0.85$ ).

Table 2

**Dry matter yield of green manure biomass of different crops  
(average for 2019-2021)**

| Experimental design                             |         | Siderata                             |               |            |
|---|---------|--------------------------------------|---------------|------------|
|   |         | Peas                                 | White mustard | Oil radish |
|   |         | dry matter yield, t/ha               |               |            |
| No fertiliser (control)                         |         | 8,85                                 | 9,25          | 8,55       |
| N <sub>35</sub>                                 |         | 10,00                                | 9,43          | 8,99       |
| P <sub>35</sub> K <sub>35</sub>                 |         | 10,84                                | 10,18         | 9,06       |
| N <sub>35</sub> K <sub>35</sub>                 |         | 10,18                                | 10,49         | 8,96       |
| N <sub>35</sub> P <sub>35</sub>                 |         | 11,32                                | 11,65         | 9,75       |
| N <sub>35</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> |         | 11,41                                | 12,42         | 10,25      |
| N <sub>70</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> |         | 11,35                                | 12,18         | 10,39      |
| HIP <sub>05</sub>                               | 2019 r. | Factor A – 0,21; B – 0,18; AB – 0,48 |               |            |
|   | 2020 r. | Factor A – 0,19; B – 0,16; AB – 0,42 |               |            |
|   | 2021 r. | Factor A – 0,24; B – 0,20; AB – 0,54 |               |            |

Studies have shown that fertilised green manure crops coincide in the amount of organic matter entering the soil with crops for which the application of 35 kg/ha of fertiliser corresponds to once every 5 years. This rate is scientifically justified for fields with podzolised black soil and is suitable for growing peas, with only nitrogen fertiliser at a dose of 35 kg/ha of fertiliser (Table 3).

Table 3

**Manure equivalents in terms of dry organic matter in the soil with green manure  
biomass depending on their fertilisation (average for 2019-2021)**

| Experimental design                             |  | Siderata               |               |            |
|---|--|------------------------|---------------|------------|
|   |  | Peas                   | White mustard | Oil radish |
|   |  | dry matter yield, t/ha |               |            |
| No fertiliser (control)                         |  | 35                     | 37            | 34         |
| N <sub>35</sub>                                 |  | 40                     | 38            | 36         |
| P <sub>35</sub> K <sub>35</sub>                 |  | 43                     | 41            | 36         |
| N <sub>35</sub> K <sub>35</sub>                 |  | 41                     | 42            | 35         |
| N <sub>35</sub> P <sub>35</sub>                 |  | 45                     | 46            | 39         |
| N <sub>35</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> |  | 45                     | 49            | 41         |
| N <sub>70</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> |  | 45                     | 49            | 41         |

Oil radish had a lower accumulation of dry matter and required the maximum dose of mineral fertiliser ( $N_{70}P_{35}K_{35}$ ) to achieve an equivalent amount of organic matter.

The annual growth of fresh biomass in the soil at a depth of 0-30 cm in the amount of 35 t/ha, converted to dry matter, provides almost the same level of water-soluble humus content as on unaltered land.

Humus content is an important indicator of soil fertility. However, over the past 130 years, Ukraine has lost up to 25% of its humus, and this figure is expected to decline further.

It was found that the application of different doses and types of mineral fertilis green manure did not significantly affect the humus content of the soil (Table 4).

Table 4

**The effect of green manure and its fertilisation on the humus content in the 0-40 cm soil layer in autumn (average 2019-2021)**

| Experimental design     | Soil layer, cm | Siderata               |               |            |
|-------------------------|----------------|------------------------|---------------|------------|
|                         |                | Peas                   | White mustard | Oil radish |
|                         |                | dry matter yield, t/ha |               |            |
| No fertiliser (control) | 0-20           | 3,13                   | 3,13          | 3,13       |
|                         | 20-40          | 3,08                   | 3,08          | 3,08       |
| $N_{35}$                | 0-20           | 3,13                   | 3,13          | 3,13       |
|                         | 20-40          | 3,08                   | 3,08          | 3,08       |
| $P_{35}K_{35}$          | 0-20           | 3,14                   | 3,14          | 3,14       |
|                         | 20-40          | 3,08                   | 3,08          | 3,08       |
| $N_{35}K_{35}$          | 0-20           | 3,13                   | 3,13          | 3,13       |
|                         | 20-40          | 3,08                   | 3,08          | 3,08       |
| $N_{35}P_{35}$          | 0-20           | 3,14                   | 3,14          | 3,14       |
|                         | 20-40          | 3,08                   | 3,08          | 3,08       |
| $N_{35}P_{35}K_{35}$    | 0-20           | 3,14                   | 3,14          | 3,14       |
|                         | 20-40          | 3,08                   | 3,08          | 3,08       |
| $N_{70}P_{35}K_{35}$    | 0-20           | 3,14                   | 3,14          | 3,14       |
|                         | 20-40          | 3,08                   | 3,08          | 3,08       |

Under the conditions of clean fallow, a decrease in soil humus content was observed in both the arable and subsoil layers compared to green manure pairs. The obtained research results are confirmed by the data of other researchers [6, 8] and are explained by the fact that the organic matter of green manure is mineralised by 60-80% during the first year, converted into humus (10-30%), included in the biomass of microorganisms (3-8%) and remains unhumified in approximately the same amount.

Intensive agricultural use of arable land results in soil decalcification. This process is the beginning of soil degradation, which leads to acidification of the soil solution, loss of organic matter, deterioration of agrophysical parameters and microbiological activity of soils, as well as a reduction (up to 40%) in the efficiency of fertilisers and deterioration of product quality.

The systematic use of organic fertilisers is an effective measure to optimise the acid-base balance of the soil. The mechanism of their positive impact remains poorly

understood and controversial, as their main function is to restore the organic part of the soil. Studies have shown that green manure has almost no effect on the acidity of chernozem soil solution due to its high buffering capacity.

Taking into account the above, the effect of mineral fertilisers applied under green manure on soil acidity was determined (Table 5).

Table 5

**Effect of green manure fertilisation on active soil acidity  
in the 0-20 cm layer in autumn (pH water) (average for 2019-2021)**

| Experimental design                             | Pure steam | Siderata |               |            |
|---|------------|----------|---------------|------------|
|   |            | Peas     | White mustard | Oil radish |
| No fertiliser (control)                         | 6,5        | 6,7      | 6,6           | 6,5        |
| N <sub>35</sub>                                 | -          | 6,6      | 6,3           | 6,2        |
| P <sub>35</sub> K <sub>35</sub>                 | -          | 6,8      | 6,6           | 6,4        |
| N <sub>35</sub> K <sub>35</sub>                 | -          | 6,5      | 6,5           | 6,2        |
| N <sub>35</sub> P <sub>35</sub>                 | -          | 6,7      | 6,4           | 6,3        |
| N <sub>35</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> | -          | 6,7      | 6,3           | 6,2        |
| N <sub>70</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> | -          | 6,6      | 6,4           | 6,3        |

It was found that the value of active soil acidity (pH of aqueous suspension) in the layer 0-20 cm after different fallow in the variant without fertilisation ranged from 6.5-6.9, as well as in the pure fallow – 6.5.

During the three years of research, after the application of mineral fertilisers under green manure, the pH level of the soil aqueous solution at the time of sowing winter wheat varied from 6.2 to 7.0, depending on the specific variant of the experiment. This means that the introduction of green manure into the soil helped to neutralise the negative impact of physiologically acidic mineral fertilisers. A particular difference in the pH of the soil aqueous solution was found when mineral fertilisers were applied under green manure with oil radish.

The decrease in active acidity of the soil after growing siderates is explained by the movement of calcium from the lower layers by the root system of plants to the arable layer of the soil. Correlation analysis showed that there is a weak relationship between the pH value of the soil aqueous solution and the input of calcium into the root layer together with the biomass of siderates for white mustard and oil radish (respectively,  $R^2 = 0.25$ ;  $0.20$ ), and no relationship at all for peas ( $R^2 = 0.02$ ).

One of the key indicators of the ecological condition and vital activity of the soil is its biological activity. An integral indicator of this activity is the amount of carbon dioxide emitted, which indicates the intensity of soil 'breathing' and the transformation of organic matter. The intensity of soil biological activity according to this indicator depends on soil type, moisture, temperature, organic matter and carbon to nitrogen ratio [6, 8].

It was found that the type of crop used as a green manure has the greatest impact on the intensity of soil respiration (Table 6).

In the control plots (without fertilizers), the highest release of C-CO<sub>2</sub> from the soil, regardless of fertilization, was recorded when growing green manure peas, and it was 545 mg/(m<sup>2</sup> × h). This is explained by the higher content of nitrogen compounds in the biomass of these plants compared to other studied crops, so most of the organic matter is consumed by microorganisms and mineralized more intensively.

Table 6  
**Effect of green manure fertilisation on C-CO<sub>2</sub> emission from the soil two months after green manure production (average for 2019-2021)**

| Fertiliser (factor A)                           | Green manure (factor B)   |               |            |
|---|---|---------------|------------|
|   | Peas  | White mustard | Oil radish |
|   | C-CO <sub>2</sub> emission from the soil, mg/(m <sup>2</sup> × h) |               |            |
| No fertiliser (control)                         | 545   | 514           | 500        |
| N <sub>35</sub>                                 | 572   | 540           | 526        |
| P <sub>35</sub> K <sub>35</sub>                 | 583   | 542           | 527        |
| N <sub>35</sub> K <sub>35</sub>                 | 591   | 557           | 532        |
| N <sub>35</sub> P <sub>35</sub>                 | 602   | 565           | 538        |
| N <sub>35</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> | 605   | 574           | 553        |
| N <sub>70</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> | 612   | 597           | 571        |

Note: Under pure steam – 271 C-CO<sub>2</sub> mg/(m<sup>2</sup> × h).

The application of mineral fertilisers led to an increase in carbon dioxide (C-CO<sub>2</sub>) emissions into the soil. The use of only nitrogen (N<sub>35</sub>) or phosphorus and potassium fertilisers (P<sub>35</sub>K<sub>35</sub>) caused a similar increase in soil respiration after mustard, where it was 5-6%, and radish, where this figure was 5%.

The application of full mineral fertilisers (N<sub>35</sub>P<sub>35</sub>K<sub>35</sub>) caused a significant increase in C-CO<sub>2</sub> emissions. The experiment with a double dose of nitrogen fertiliser on a phosphorus-potassium background (N<sub>70</sub>P<sub>35</sub>K<sub>35</sub>) provided the highest carbon dioxide emissions during the decomposition of plant mass over three years on average: 16% for white mustard, 14% for oil radish and 12% for peas.

Compared to fertilised green manure, growing green manure on pure steam resulted in a 1.9-2.3-fold reduction in carbon dioxide emissions. This confirms the results of research by other scientists.

Thus, the application of mineral fertilisers under green manure increases carbon dioxide emissions, and the nitrogen component of total mineral fertiliser has the greatest impact on this indicator. Increasing the dose of nitrogen fertiliser to 70 kg/ha a.i. was effective for white mustard and oil radish. In pea cultivation, only N<sub>35</sub>P<sub>35</sub> can be applied, which leads to an increase in C-CO<sub>2</sub> emissions by 10-11% compared to green manure without mineral fertilisers

**Conclusions and prospects for further research.** The application of mineral fertilisers had a positive effect on the increase of green manure phytomass. The growth of phytomass from the application of nitrogen fertilizers alone (N<sub>35</sub>) and from the joint application of potassium and phosphorus fertilisers (P<sub>35</sub>K<sub>35</sub>) was approximately at the same level for white mustard – 4.5 t/ha and 3.3 t/ha respectively, oil radish – 4.8 t/ha and 3.7 t/ha respectively, peas – 4.2 t/ha and 5.8 t/ha respectively. The best increase in green manure phytomass over three years was observed in the case of double dose nitrogen fertilisation on a phosphorus-potassium background (N<sub>70</sub>P<sub>35</sub>K<sub>35</sub>), namely: white mustard – 15.1 t/ha, oil radish – 14.5 t/ha, peas – 10.3 t/ha. The dry matter content in the phytomass depends on the type of crop and fertiliser application and ranges from 16.3% to 29.3%, and in root residues from 20.5% to 33.1%. With an increase in the fertiliser dose, the total dry matter yield increased, while the share of dry matter in biomass decreased. This indicates a direct correlation between the dose of mineral fertilisers and dry matter yield (R<sup>2</sup> = 0.77-0.89 depending on the green manure), as well as an

inverse correlation with the content in phytomass ( $R^2 = -0.54-0.79$ ) and underground part ( $R^2 = -0.48-0.85$ ).

It was found that the application of different doses and types of mineral fertilisers under green manure did not significantly affect the humus content in the soil. Growing green manure leads to the movement of calcium from the lower layers to the topsoil, which leads to a decrease in the active acidity of the soil.

#### REFERENCES:

1. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Літвінова О. А., Груша В. В. Сучасні альтернативи традиційним системам землеробства. Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів»: мат. міжн. наук.-практ. конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави». Київ, 2014. Вип. 1. С. 236-240.
2. Дегодюк Е.Г. Басейновий метод – основа для забезпечення відтворення родючості ґрунтів. Агрохімія і ґрунтознавство. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Спец. вип. Книга 3. Охорона ґрунтів від ерозії і техногенного забруднення, рекультивация, агрохімія, біологія ґрунтів. Харків: ТОВ «Смугаста типографія», 2014. С. 23-24.
3. Зінченко О.І., Алексеєва О.С., Приходько П.М. [та ін.] Біологічне рослинництво: Навч. посібник. за ред. О.І. Зінченко. Київ: Вища школа, 1996. 239 с.
4. Квітко Г.П., Гетьман Н.Я., Цицюра Я.Г., Цицюра Т.В. Перспективи вирощування та кормова цінність редьки олійної в Правобережному Лісостепу України. Корми і кормовиробництво: наук. зб. Вінниця, 2010. Вип. 67. С. 29-38.
5. Паламарчук В.Д., Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Поліщук І.С., Поліщук М.І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: навчальний посібник. Вінниця: ФОП Рогальська І.Л. 2015. 448 с.
6. Поліщук М.І., Мачок І.О. Вплив зелених добрив на фізико-хімічні показники чорнозему опідзоленого в умовах зміни клімату Правобережного Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2024. № 1 (32). С. 76-92.
7. Polishchuk M., Bronnicova L. Research of hydrographic resources of Vinnytsia region. Agro-ecological potential of soil cover of Vinnytsia region: Scientific monograph. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 2023. P 164-188.
8. Цицюра Я.Г., Неїлик М.М., Дідур І.М., Поліщук М.І. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства. Монографія. Вінниця. ТОВ «Друк», 2022. 770 с.
9. Цицюра Я.Г., Поліщук М.І., Броннікова Л.Ф. Ґрунтознавство з основами геології. Частина II. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів: навчальний посібник. Вінниця. ВНАУ. 2020. 676 с.

---

# ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

---

## ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 502/581.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.34>

---

### РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІНВАЗИВНОГО ВИДУ РОБІНІЇ ЗВИЧАЙНОЇ (*ROBINIA PSEUDOACASIA* L) НА ТЕРИТОРІЇ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ УКРАЇНИ

---

**Доценко Л.В.** – к.б.н.,

доцентка кафедри екології,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Ананьєва Т.В.** – к.б.н.,

доцентка кафедри екології,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Ворошилова Н.В.** – к.б.н.,

доцентка кафедри екології,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

На підставі аналізу щорічних статистичних звітів Державного агентства лісових ресурсів України за 2019–2021 рр. надано екологічну характеристику популяції адвентивного виду робінії звичайної (*Robinia pseudoacasia* L) на території Дніпропетровської області України. Проведено оцінювання інвазійної активності робінії з метою прогнозування його спонтанного поширення і можливостей подальшого використання у лісовому, аграрному та садово-парковому господарствах. Визначені ключові аспекти впливу робінії звичайної на природне середовище: швидкий ріст та можливість утворювати густі монокультури, невибагливість до типу лісорослинних умов, стійкість до ураження шкідниками. У Дніпропетровській області насадження робінії звичайної розповсюджені нерівномірно через відмінність кліматичних та ґрунтових умов на різних ділянках території. Переважна більшість насаджень робінії (80%) займають невеликі ділянки виділу площею до 5 га. Найбільший відсоток припадає на сухий сугрудок галогенного варіанту (27%), що є домінуючим типом лісу серед місцевих умов. Деревостани робінії на території Дніпропетровської області переважно мають вік від 6 до 75 років з превалюванням за чисельністю вікової групи 46–55 років. В Дніпропетровській області деревостани робінії найчастіше сягають висоти 15–20 м з діаметром стовбура 20–25 см. Наведені факти беззаперечно свідчать про великий потенціал розповсюдження робінії звичайної на території Дніпропетровської області. В теперішніх умовах це створило суттєву загрозу для степових ландшафтів, притаманних значній частині України. Зважаючи на високий інвазійний потенціал виду *Robinia pseudoacasia*, можна рекомендувати заборону його застосування при закладанні та реконструкції захисних лісосмуг. Для використання робінії звичайної як медоноса доцільно створювати її плантаційні насадження в максимально чистих умовах та не допускати контакту насаджень з автошляхами. Також доцільно використовувати вид *Robinia pseudoacasia* для озеленіння міст.

**Ключові слова:** інвазійні види, робінія звичайна, адаптивний потенціал, екологічна характеристика популяції, умови експансії.

---

**Dotsenko L.V., Ananieva T.V., Voroshilova N.V. Distribution of the invasive species of *Robinia pseudoacacia* L. in the territory of Dnipropetrovsk Region, Ukraine**

Based on the analysis of annual statistical reports of the State Agency of Forest Resources of Ukraine for 2019–2021, it had been done the ecological characteristics of the population of the adventive species *Robinia pseudoacacia* L. in the Dnipropetrovsk region of Ukraine. An assessment of the invasive activity of robinia was carried out in order to predict its spontaneous spread and the possibilities of further use in forestry, agriculture, and horticulture. Key aspects of the impact of *Robinia pseudoacacia* on the natural environment have been identified as rapid growth and the ability to form dense monocultures, unpretentiousness to the type of forest vegetation conditions, resistance to damage by pests. In the Dnipropetrovsk region, *Robinia pseudoacacia* plantations are unevenly distributed due to the difference in climatic and soil conditions in different parts of the territory. The vast majority of *Robinia* plantations (80 %) occupy small areas of allotment with an area of up to 5 hectares. The largest percentage falls on the dry clump of the halogen variant (27 %), which is the dominant type of forest among local conditions. *Robinia* stands in the Dnipropetrovsk region are mainly aged from 6 to 75 years with the prevalence of the age group of 46–55 years in terms of numbers. In the Dnipropetrovsk region, *Robinia* stands most often reach a height of 15–20 m with a trunk diameter of 20–25 cm. The above facts undoubtedly indicate the great potential for the spread of *Robinia pseudoacacia* in the territory of the Dnipropetrovsk region. In the current conditions, this has created a significant threat to the steppe landscapes inherent in a significant part of Ukraine. Given the high invasive potential of the *Robinia pseudoacacia* species, it is recommended to prohibit its use when establishing and reconstructing protective forest belts. To use *Robinia pseudoacacia* as a honey plant, it is advisable to create its plantations in the cleanest possible conditions and to prevent contact of the plantations with roads. It is also advisable to use the *Robinia pseudoacacia* species for urban greening.

**Key words:** invasive species, *Robinia pseudoacacia*, adaptive potential, ecological characteristics of the population, expansion conditions.

**Постановка проблеми.** На території України широко розповсюджені адвентивні види рослин, до яких належать клени (*Acer* L), червоні дуби (*Quercus rubra* L), амброзія (*Ambrosia* L), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L) тощо [1, 2]. Проблема інвазійних рослин, що неконтрольовано поширюються, захоплюючи нові території, не унікальна для України – робінія звичайна числиться серед 100 найбільш небезпечних рослин Європи [3]. Завдяки своєму швидкому росту та конкурентним властивостям робінія може створювати нестійкі монокультури та змінювати природний баланс у регіоні. Це може мати довгострокові наслідки для біорізноманіття та екосистемних послуг, які надаються природними екосистемами [4]. Таким чином, інвазійний вид *Robinia pseudoacacia* може стати загрозою для місцевих екосистем, особливо для вразливих або унікальних [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Робінія звичайна, або біла акація (*Robinia pseudoacacia* L) вперше була висаджена в Україні наприкінці XVIII століття. Інтродукція робінії була проведена з метою створення ползахисних смуг, використанні у лісовому господарстві та забезпеченні деревиною [6]. Проте вона швидко розповсюджується на лісових ділянках та природних ландшафтах, загрожуючи місцевим видам рослин та змінюючи екосистеми [7]. Робінія як адвентивний вид може мати значущий вплив на природні екосистеми та біорізноманіття регіонів, де вона була інтродукована.

Серед ключових аспектів впливу робінії на природне середовище в першу чергу звертають на себе увагу наступні. Завдяки своєму швидкому росту та конкурентним властивостям робінія може створювати густі монокультури й витіснити місцеві види рослин, особливо ті, що не витримують конкуренції з робінією за доступ до світла, води та живлення [8]. Це логічно призводить до втрати біорізноманіття, що в свою чергу, може впливати на тваринний світ, оскільки деякі види тварин залежать від певних видів рослин як джерела їжі та оселища [9, 10].

Також важливо зауважити, що робінія має здатність фіксувати азот з атмосфери у ґрунті. Це може призводити до змін у хімічному складі ґрунту, збільшення концентрації азоту [11]. Зміни в ґрунтового складі в свою чергу можуть впливати на інші рослини, мати наслідки для гідрологічного циклу, зокрема для зміни стану водних ресурсів у регіоні.

Для запобігання шкоди типовим природним екосистемам наукова спільнота у співпраці з Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України розробили проєкт «Національної стратегії щодо поводження з інвазійними чужорідними видами флори та фауни в Україні на період до 2030 року», обговорення якого наразі триває. Навесні 2023 року Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України затвердило Перелік чужорідних видів дерев, заборонених у відтворенні лісів, що стало прогресивним кроком на шляху до сталого, комплексного відновлення лісів та збереження біорізноманіття України [12]. До Переліку потрапила і робінія звичайна.

**Постановка завдання.** Метою роботи було надати екологічну характеристику популяції адвентивного виду робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.) на території Дніпропетровської області України для прогнозування його спонтанного поширення і можливостей подальшого використання у лісовому, аграрному та садово-парковому господарствах. Оцінювання інвазійної активності робінії [13] проведено на підставі аналізу щорічних статистичних звітів Державного агентства лісових ресурсів України за 2019–2021 рр.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** До 2022 року за даними Державного агентства лісових ресурсів України насадження робінії і гледичії (*Gleditsia triacanthos* L.) займали близько 5 % від усієї площі, вкритої лісом. Ситуацію щодо розповсюдження робінії на території Дніпропетровської області можна вважати типовою для південного сходу України.

У Дніпропетровській області насадження робінії звичайної розповсюджені нерівномірно, що призводить до значних відхилень у площі між окремими ділянками (рис. 1). Причиною такої нерівномірності можуть бути кліматичні та ґрунтові умови, які існують на різних ділянках території.

Можна зазначити, що 80 % насаджень робінії займають ділянки виділу площею до 5 га, тобто вона розповсюджена на досить невеликих ділянках. Кількість насаджень робінії зменшується зі збільшенням площі ділянок. Наприклад, території до 10 га займають лише 14 % насаджень, а території до 15 га – лише 4 % насаджень. Це може означати, що невеликі ділянки з цим видом розкидані між іншими біогеоценозами, вірогідність пошкодження або деградації яких під впливом робінії зростає.

Крім того, можна припустити, що існує певний зв'язок між методами управління лісовими ресурсами та розподілом робінії на різних за розмірами ділянках. Наприклад, вибір для насаджень робінії меншої площі може бути вмотивований тим, що це полегшує агротехнічні операції, зменшує ризик поширення шкідників і хвороб і забезпечує більш ефективний контроль за станом білоакацієвої (робінієвої) захисної лісосмуги [6].

На території Дніпропетровської області вид *Robinia pseudoacacia* повною мірою підтверджує свою невибагливість до типу лісорослинних умов. Він зустрічається в лісорослинних умовах 41 виду. Найбільший відсоток насаджень робінії припадає на сухий сугрудок галогенного варіанту (27 %). Це вказує на те, що такий тип лісу є домінуючим серед місцевих умов. Слідом за сухим сугрудком галогенного варіанту по розповсюдженню йдуть сухий груд галогенного варіанту (15 %), суха

берестово-пакленова діброва (12 %) та суха пакленова субдіброва (4 %). Ці типи лісу, хоч і з меншою кількістю, також є значущими, і це свідчить про різноманіття середовища, в якому розповсюджені насадження робінії в регіоні. Галогенні варіанти лісорослинних умов, такі як сухий сугрудок, сухий груд, сухий субір складають важливу частину лісового покриву в регіоні та можуть вказувати на добру адаптацію виду *Robinia pseudoacacia* до певних геологічних та ґрунтових умов.

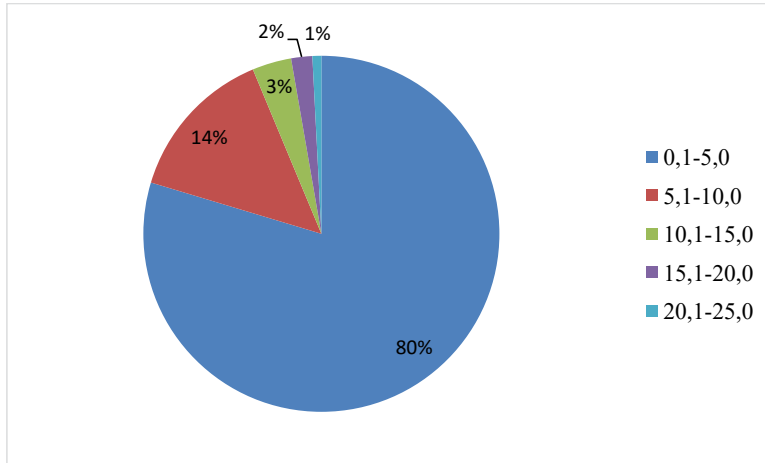


Рис. 1. Співвідношення площ виділів під насадженнями робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*), га

На добру пристосованість робінії до умов Дніпропетровської області також вказують і популяційні характеристики, в першу чергу вікова структура популяції (рис. 2).

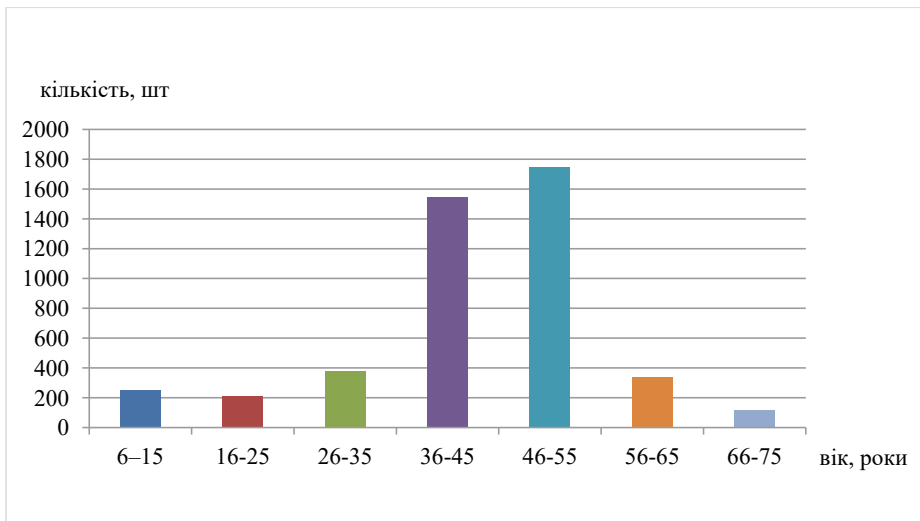


Рис. 2. Розподіл насаджень робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*) за віком дерев на території Дніпропетровської області

Деревостани робінії на території Дніпропетровської області переважно мають вік від 6 до 75 років. Превалює вікова група 46–55 років, потім – вікова група 36–45 років, на третьому місці – 26–35 років. Деревна рослина починає давати плоди приблизно з п'ятого року життя, що свідчить про величезний потенціал її розростання у регіоні та активного плодоношення у майбутньому.

Ценоспектр робінії можна характеризувати як виражений лівобічний з переважанням рослин у першій та другій генеративних стадіях при повній відсутності субсинільної та синільної стадій. Відповідно це створює величезний потенціал для експансії даного виду. Особливо зважаючи на те, що кожна рослина може за рік утворити більше 200000 шт. насіння і при схожості 85–90 %, кількість отриманих сіянців також може сягати майже 200 тис. [14]. Така велика кількість насіння та проростків може бути пояснена в першу чергу тим, що практично всі частини робінії, за винятком квітки, отруйні, що значно знижує можливість ураження рослини шкідниками [15].

Про добрий стан популяції робінії на території Дніпропетровської області свідчать і інші показники, як наприклад висота насаджень (рис. 3).

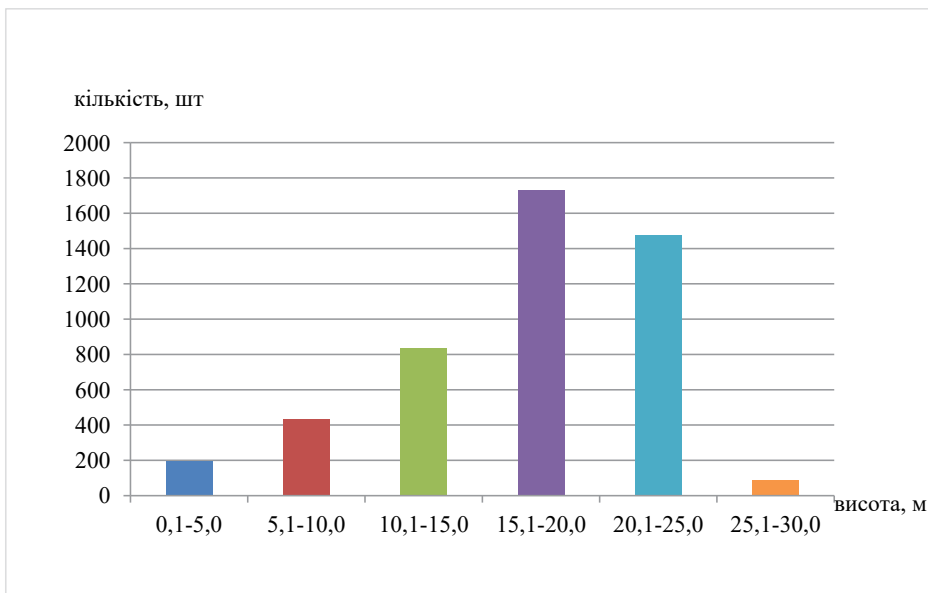


Рис. 3. Розподіл насаджень робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*) за висотою дерев на території Дніпропетровської області

Робінія звичайна – швидкозростаюче високоросле дерево до 20–25 м висотою. В молодому віці до 10 років річний приріст становить 1–1,2 м, після 10 років – 25–50 см. В Дніпропетровській області деревостани робінії найчастіше сягають висоти 15–20 м. Трохи рідше зустрічаються дерева висотою 20–25 метрів, на третьому місці – рослини висотою 10–15 м.

Про добрий стан популяції робінії звичайної також свідчить розподіл деревостанів за діаметром стовбура (рис. 4)

*Robinia pseudoacacia* на Дніпропетровщині має найбільшу кількість деревостанів з діаметром стовбура 20–25 см. Друге місце за чисельністю посідає група

дерев з діаметром стовбура 15–20 см, а на третьому місці – дерева з діаметром стовбура 10–15 см. Також можна звернути увагу на те, що з часом число рослин з товщиною стовбура 15–25 см потенційно буде тільки збільшуватись.

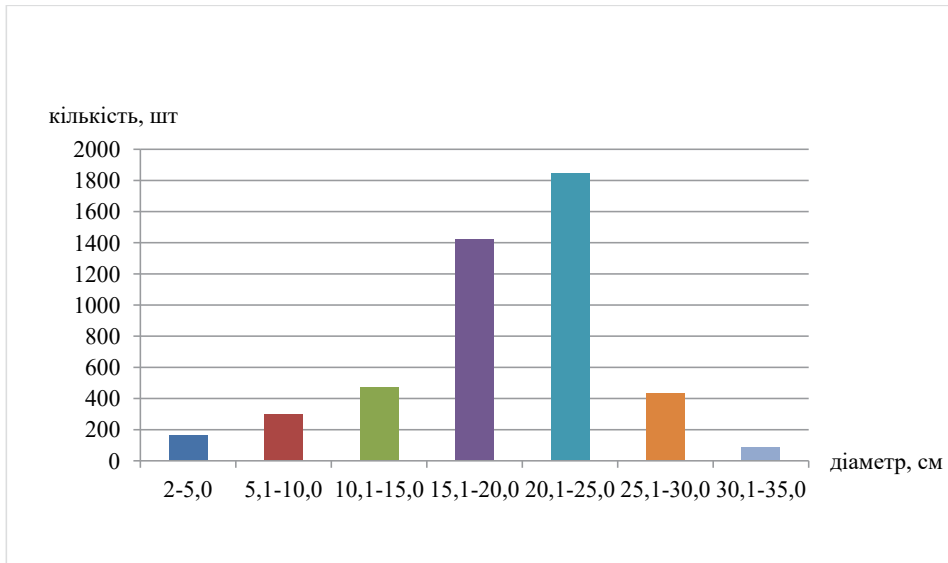


Рис. 4. Розподіл насаджень робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*) за діаметром стовбура дерев на території Дніпропетровської області

Деревостани старшого віку зазвичай мають більший діаметр стовбура, тим не менш варто відзначити, що товщина залежить і від зовнішніх умов зростання. Наприклад, дерева у сприятливому середовищі з достатньою кількістю поживних речовин виявляють більш швидке збільшення діаметра стовбура порівняно з деревами в менш сприятливих умовах. Отже, аналізуючи розподіл деревостанів робінії за товщиною стовбура, можна відзначити, що дерева *Robinia pseudoacacia* виявляють значний приріст, оскільки здебільшого умови зростання для них на території області вкрай сприятливі.

Наведені вище факти беззаперечно свідчать про великий потенціал розповсюдження робінії звичайної на території Дніпропетровської області. В теперішніх умовах це створило суттєву загрозу для степових ландшафтів, притаманних значній частині України [6, 14].

У 50-х роках минулого століття після закінчення другої світової війни на території України була проведена розгорнута кампанія по насадженню меліоративних лісосмуг. Було створено майже два мільйони гектарів захисних насаджень, при цьому активно використовувалась робінія звичайна як вкрай невибаглива швидкоростуча деревна рослина і гарний медонос [6]. У сучасних умовах російської агресії значна кількість лісосмуг потрапила в зону військових дій, що спричинило травмування великої кількості дерев *Robinia pseudoacacia*. Відомо, що цей вид має добре розгалужену кореневу систему, яка в деяких випадках може відростати від стовбура до 30 метрів і при його пошкодженні активно викидати паростки [11, 13].

Розповсюдженню робінії також сприятиме те, що значна частина полів вздовж лісосмуг деякий час (вірогідно, тривалий) не буде оброблятися через мінування, що дозволить деревам активно захоплювати нові території.

Негативним чинником може служити навіть той факт, що рослина є медоносом. Робінія здатна адсорбувати з повітря і ґрунту значну кількість забруднюючих речовин. Оскільки більшість лісосмуг межує з автошляхами, кількість забруднюючих речовин, які може адсорбувати деревна рослина в період вегетації та цвітіння, може бути досить суттєвою і впливати на якість зібраного меду, а також шкодити бджільництву.

**Висновок.** Враховуючи викладене вище, можна рекомендувати повністю відмовитись від застосування виду *Robinia pseudoacacia* при закладанні та реконструкції захисних лісосмуг, сприяти її видаленню із тих рослинних угруповань де робінія вже присутня, тому що популяційні характеристики цього виду на території Дніпропетровської області не залишають надії, що вид може бути послаблений завдяки конкуренції з автохтонними видами.

Для використання робінії звичайної як медоноса доцільно створювати її плантаційні насадження в максимально чистих умовах та не допускати контакту насаджень з автошляхами. Також доцільно використовувати вид *Robinia pseudoacacia* для озеленіння міст.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Серга О. І., Якубенко Б. Є., Бабицький А. І., Григорюк І. П. Адвентивні види деревних рослин та їхні інвазії в Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України*. 2017. № 270. С. 7–15.
2. Burda R., Koniakin S. The non-native woody species of the flora of Ukraine: introduction, naturalization and invasion. *Biosystems Diversity*. 2019. Vol. 27. С. 276–290.
3. Klisz M., Puchałka R., Netsvetov M. Variability in climate-growth reaction of *Robinia pseudoacacia* in Eastern Europe indicates potential for acclimatisation to future climate. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 492. P. 119–134.
4. Вишенська І. Г., Козак О. М. Природні та інвазійні деревні види рослин для повоєнного відновлення лісів України. *Сучасні екологічні виклики в Україні та світі: матер. I Всеукр. наук.-практ. конф., 21–22 березня 2024 р.* Київ: НУБіП України, 2024. С. 51–55.
5. Губарь Л. М., Конякін С. М. Інвазійні чужорідні види рослин урочища «Феофанія». *Екологічні науки*. 2020. № 4(31). С. 167–173.
6. Лихолат Ю.В., Хромих Н.О., Шупранова Л.В. Закономірності адаптації аборигенних та інтродукованих видів деревних рослин до мінливих умов степового Придніпров'я. Суми: ФОП Цьома С.П., 2018. 186 с.
7. Schlaepfer M. A., Guinaudeau B. P., Martin P., Wyler N. Quantifying the contributions of native and non-native trees to a city's biodiversity and ecosystem services. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2020. Vol. 56. P. 126132.
8. Ennos R., Cottrell J, Hall J, O'Brien D. Is the introduction of novel exotic forest tree species a rational response to rapid environmental change. A British perspective. *Forest Ecology and Management*. 2019. Jan 15. С. 718–728.
9. Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta D. D., West C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distribution*. 2000. № 6. P. 93–107.
10. Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G., Williamson M., Kirschner J. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*. 2004. Vol. 53(1). P. 131–143.

11. Іванько І. А., Кулік А. Ф. Оцінка адаптаційних можливостей аборигенних та адвентивних видів деревних рослин Дніпропетровщини. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*. 2021. Т. 50. С. 12–21.

12. Про затвердження Переліку інвазійних видів дерев із значною здатністю до неконтрольованого поширення, заборонених до використання у процесі відтворення лісів. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 03.04.2023 № 184.

13. Los S., Tereshchenko L., Petrenko M. Апробація методики оцінювання інвазійної активності та селекційної цінності *Robinia pseudoacacia* L. в умовах Кіровоградщини. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2022. Вип. 24. С. 24–35.

14. Федорончук М. М., Зав'ялова Л. В., Кучер О. О., Коломійчук В. П., Конякін С. М., Лисогор Л. П., Прядко О. І. Синантропізація флори та рослинності – серйозна загроза біорізноманіттю. III Всеукр. наук. конф. «Синантропізація рослинного покриву України». *Вісник НАН України*. 2020, № 1. С. 62–67.

15. Зайцева І. А. Дендробіонтні філофаги *Robinia* L. в насадженнях урбанізованих територій. *Сучасні тенденції розвитку освіти і науки в інтердисциплінарному контексті: Матер. III Міжнар. наук.-практ. конф., 29–30 березня 2018 р.* Дрогобич: Посвіт, 2018. С. 64–66.

УДК 630\*2:711.57(477.41)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.35>

## ВИДОВА СТРУКТУРА ТА ЖИТТЄВИЙ СТАН ДЕНДРОФЛОРИ ОКРЕМИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ М. ДНІПРО

**Ільченко Л.А.** – к.с.-г.н.,

доцентка кафедри садово-паркового мистецтва та ландшафтного дизайну,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Мильнікова О.О.** – к.б.н.,

доцентка кафедри садово-паркового мистецтва та ландшафтного дизайну,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

У статті розглянуто роль озеленення пришкольніх територій. Обґрунтовано доцільність інвентаризації дендрофлори навчальних закладів. За мету дослідження обрано зіставлення видового складу та оцінку життєвого стану зелених насаджень гімназій № 75 та № 128 у м. Дніпро. Для її досягнення застосовано методи маршрутних та візуальних обстежень, аналізу та розрахунків.

Обстежено асортимент деревно-чагарникової рослинності та виявлено 24 види, що належать до 19 родів і 14 родин. Висвітлено відсоток участі родин у зелених насадженнях та чисельність як хвойних, так і листяних порід із розподілом життєвих форм. Асортимент рослин оцінено як недостатній. На обох досліджених територіях зафіксовано сім деревних видів: *Aesculus hippocastanum*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Syringa vulgaris*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Populus nigra*. Визначено найрізноманітнішу за таксономічним (*Rosaceae*) та найчисельнішу за кількісним складом родини – *Sapindaceae*, *Hippocastanaceae* та *Tiliaceae*. До видів з дуже високою часткою трапляння в зелених насадженнях гімназій № 75 та № 128 віднесено відповідно: *Aesculus hippocastanum* (23,6%) та *Tilia tomentosa* (16,5%). З'ясовано географічне положення деревно-чагарникової рослинності. Встановлено недотримання державних стандартів та вимог щодо розташування певних порід на території обмеженого користування. Оцінку рівня ослаблення та пошкодження рослин здійснено за методикою Мозолевської на основі шести розроблених категорій життєвого стану. Виявлено частку здорових особин всієї гімназичної дендрофлори на рівні 63,7%.

З метою покращення фітосанітарного стану насаджень на території навчальних закладів запропоновано урізноманітнити видовий склад дерев. Рекомендовано оптимізувати асортимент чагарників за рахунок видів, що відповідають навоколишнім умовам зростання, а саме: *Spiraea media*, *Spiraea vanhouttei*, *Spiraea japonica*, *Buddleja davidi*, *Physocarpus opulifolius*, *Symphoricarpos albus*. Окреслено перспективу подальших наукових розвідок.

**Ключові слова:** озеленення, зелені насадження, деревні рослини, види, екземпляр.

### ***Pchenko L.A., Mylnikova O.O. The species composition and life conditions of dendroflora of individual educational institutions, Dnipro city***

*The article presents the role of the landscaping of school areas. The usefulness of inventory of dendroflora of educational institutions is substantiated. The purpose of the study is to comparison the species composition and assesses the life conditions of green spaces on the territory of gymnasiums № 75 and № 128 in Dnipro City. To achieve it, the methods of route and visual surveys, analysis and calculations are applied.*

*The range of tree and shrub vegetation is examined and 24 species belonging to 19 genera and 14 families are found. The rate of families in green spaces and the number of coniferous and broadleaved species with the distribution of life forms is illustrated. The range of plants is assessed as insufficient. Seven tree species are present in all of the researched areas, namely *Aesculus hippocastanum*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Syringa vulgaris*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Populus nigra*. The most diverse in terms of taxonomic (*Rosaceae*) and the most numerous in terms of quantitative composition of the family are*

determined – Sapindaceae, Hippocastanaceae and Tiliaceae. Species with very high participation in green spaces of gymnasiums № 75 and № 128 are *Aesculus hippocastanum* (23.6%) and *Tilia tomentosa* (16.5%), respectively. The geographical origin of tree and shrub vegetation is clarified. Non-compliance with state standards and requirements regarding the location of certain types of plants on the territory of limited use was revealed. The level of plants weakening and damage is assessed in compliance with the Mozolevska method according to six developed categories of life conditions. It is found that the share of healthy individuals of all gymnasium dendroflora is 63.7%.

In order to improve the phytosanitary condition of green spaces on the territory of educational institutions, it is proposed to diversify the species composition of plants. It is recommended to optimize the assortment of shrubs by the species that correspond to the surrounding conditions of growth, namely: *Spiraea media*, *Spiraea xvanhouttei*, *Spiraea japonica*, *Buddleja davidi*, *Physocarpus opulifolius* and *Symphoricarpos albus*. The perspective of further scientific research is outlined.

**Key words:** landscaping, green spaces, woody plants, species, specimen.

**Постановка проблеми.** Рослинний світ виступає своєрідною зеленою інфраструктурою серед забудови міста, є активним учасником в організації його простору, демонструючи роль як центрального акценту, так і елементів обрамлення навколо житлових районів. Особливого сенсу набувають зелені насадження обмеженого користування, зокрема, на ділянках навчальних закладів – ліцеїв, гімназій, шкіл тощо.

Дендрофлора територій закладів освіти виконує не лише звичний для міського озеленення спектр функцій, а й слугує живим наочним посібником для знайомства дітей з рідною природою і властивостями окремих рослин, допомагає виховувати у зростаючого покоління любов до природи, розуміти її цінність. Тому, під час озеленення загальноосвітніх навчальних закладів важливе значення має ступінь біорізноманіття видового складу рослин. Вартує уваги також і життєвий стан зеленої зони як візитівка благоустрою пришкільних територій. Таким чином, інвентаризація дендрофлори дніпровських гімназій з метою визначення та оновлення асортименту зелених насаджень залишається на часі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питаннями створення проєкту реконструкції та озеленення простору навчальних закладів опікувалась низка науковців. Серед обраних об'єктів дослідження – Дніпровська загальноосвітня школа I–III ступенів Білозерського району [2] та Новопавлівська школа Великоолександрівського району [6] Херсонської області, херсонський ліцей № 57 [11], середні загальноосвітні школи № 76 [8] та № 93 [7] міста Дніпро.

Зокрема, екологічні основи формування зелених насаджень навколо декількох загальноосвітніх установ, залежно від місцезростання рослин, розглянуто в публікаціях Бойко Т.О. і Дементьєвої О.І. [1]; Фляжнікової Ж.В. і Серебрякова В.В. [15]. Технологічні аспекти озеленення шкільного середовища висвітлено полтавськими [5] та уманськими фахівцями [12].

Перелік пропозицій щодо покращення видової структури об'ємно-просторової композиції зеленої зони закладу освіти № 14 в Умані внесено Тодоровою О.В. та Пушкою І.М. [14]. Асортимент рослин, за повідомленням дослідниць, підібрано відповідно до ґрунтово-кліматичних умов мікрорайону міста згідно зі специфікою шкільної ділянки. Композиційним рішенням для її території стали групи гарноквітучих кущів, поєднаних з багаторічними трав'янистими декоративними рослинами [14, с. 65].

Проблематика наявності та різноманіття хвойних порід у насадженнях обмеженого користування Металургійного та Довгинцівського районів, розташованих

у Кривому Розі, окреслена Головчак А.В. і Маленко Я.В. Окремо фахівчинями оприлюднено список шести шкіл із 11 обстежених, що характеризуються найбільшою кількістю видів вічнозелених рослин [4].

Зібцевою О.В. визначено видовий склад і вікову структуру зелених насаджень трьох навчальних закладів малого міста Вишгород Київської області. Авторкою також з'ясовано, що стан деревно-кущових рослин на території ліцею та гімназії добрий, школи – задовільний. Декоративність озеленення всіх дослідних об'єктів, за її оцінкою, досить висока [9, с. 24]. Аналіз життєвого стану дендрофлори інших освітніх установ викладено в матеріалах міжнародних науково-практичних конференцій такими авторами як Ванзар О.М., Романюк В.В., Будейчук О.І. [3]; Зайцева І.А., Бурчак І.Г. [8].

Наведені нижче результати проведеного дослідження презентуємо як ґрунтовний внесок до розглянутого наукового доробку стосовно екологізації та функціональності зелених зон шкільного середовища в різних населених пунктах нашої країни.

**Постановка завдання.** Мета статті – зіставлення видового, а також кількісного складу місцевої та інтродукованої дендрофлори в озелененні визначених навчальних закладів, оцінка її життєвого стану. На підставі проведеного аналізу – висвітлення пропозицій щодо оптимізації зелених насаджень на обстежених територіях.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Об'єктами дослідження обрано деревно-чагарникову рослинність 2-х гімназій № 75 та № 128 центральної частини міста Дніпро, розташованих на вулиці Гавриленка. Вказаний район характеризується помітним урбаністичним навантаженням. Видову структуру зелених насаджень на шкільних ділянках встановлено завдяки маршрутним обстеженням. Життєвий стан рослин визначено візуально за методикою Мозолевської із використанням лісопатологічних категорій.

За результатами проведеного дослідження з'ясовано наступне: асортимент дендрофлори навчальних закладів невеликий. Його склад, з огляду на систематичне положення, охоплює 24 види та 19 родів деревно-чагарникової рослинності, що об'єднані 14 родинами. Останні належать до 10 порядків, 2 класів і 2 відділів, зокрема, до Голонасінних віднесено лише 2 роди.

Із спектру представлених родин (рис. 1) за кількістю екземплярів виявлено наступну трійку лідерів: Сапіндові (*Sapindaceae* Juss.), Гіркокаштанові (*Hippocastanaceae* Torr. Et Gray), Липові (*Tiliaceae* Juss.), відповідно відсоток участі цих таксономічних категорій в озелененні гімназій складає 24,5%; 14,4% і 12%. Дендрофлора В'язових (*Ulmaceae* Mirb.) та Шовковицевих (*Moraceae* Link.) характеризується однаковим показником щодо числа зростаючих особин, а саме: 8,6%. Малочисельними визначено родини Виноградові (*Vitaceae* Juss.) та Соснові (*Pinaceae* Lindl.), їх внесок у загальному обсязі зелених насаджень не перевищує позначку 1,3%. Кількісна частка деревних порід у *Fabaceae* Lindl., *Betulaceae* C.A. Agardh., *Oleaceae* Lindl., *Cornaceae* Dumort., *Rosaceae* Juss., *Salicaceae* Lindl., *Simarubaceae* Lindl. коливається в межах від 1,7% до 7,5%. Панівне становище за кількістю родів у родини Розові (*Rosaceae* Juss.), загалом їх три. До складу родин Вербові (*Salicaceae* Lindl.), Маслинові (*Oleaceae* Lindl.), Соснові (*Pinaceae* Lindl.) входить по два роди, решта представлена лише одним.

Аналіз видового складу зелених зон за життєвими формами продемонстрував таке: в систематичному відношенні серед рослин кожної обстеженої гімназії переважають дерева (табл. 1). Вказана біоморфа на території гімназії № 75 представлена 11 видами, в насадженнях гімназії № 128 їх 14. Життєва форма «кущ»

у навчальних закладах репрезентована лише 2 видами. Обидві освітні установи мають в складі дендрофлори *Syringa vulgaris* та *Parthenocissus quinquefolia*. Останній як елемент вертикального озеленення парканів віднесено до біоморфи «ліана».

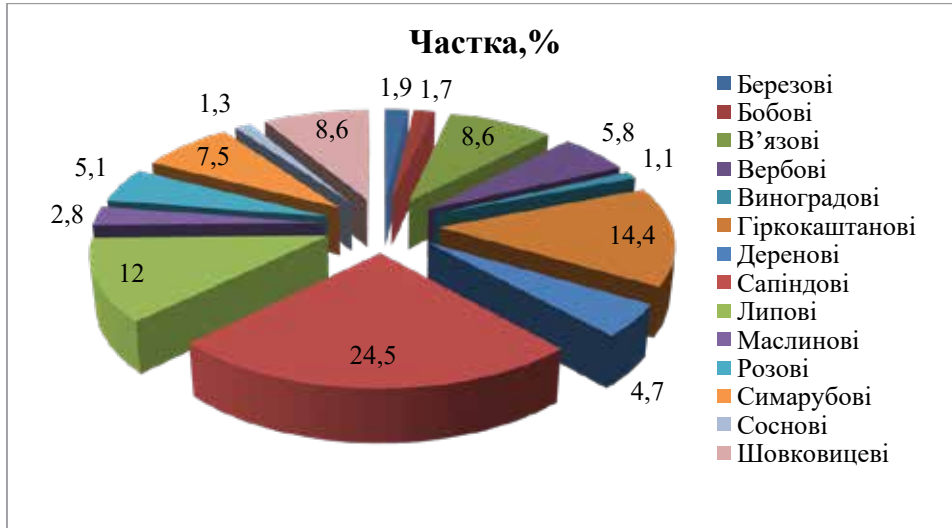


Рис. 1. Розподіл дендрофлори обстежених гімназій за родинами (%) до загальної кількості екземплярів

Після розгляду природного ареалу інтродукованих деревних видів, зростаючих на території дослідних гімназій, нами виявлено домінування Східноазійської та Атлантично-Північноамериканської флористичних областей. Зафіксовано також види, що мають інше зарубіжне походження, *Aesculus hippocastanum* зокрема (табл. 1). Особисто Спрягайло О.В. нагадує, що «значне використання інтродуцентів з Північної Америки і Східної Азії ... загалом по Україні повинно викликати серйозне занепокоєння, оскільки одним із критеріїв інвазійного потенціалу чужинних рослин в умовах України є географічне походження (первинний ареал)». На думку науковця, найімовірніша та більша загроза інвазій очікується саме від північноамериканських видів [13, с. 78]. До інвазійних видів, що входять до складу обстежених зелених насаджень, віднесено: *Ailanthus altissima*, *Ulmus pumila*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*. Вказані породи дерев здатні швидко відтворюватися самосівом і завдяки цьому неконтрольовано поширюватись, витісняючи аборигенні види з територій, де зростають.

Варто зазначити, що в озелененні гімназії № 75 співвідношення аборигенних видів до інтродукованих складає 8 : 6. Серед екзотів незначна перевага за чисельністю видів у північноамериканських представників, загалом їх три (*Parthenocissus quinquefolia*, *Acer negundo*, *Picea pungens*); а два види, *Salix babylonica* та *Populus Simonii*, є вихідцями з Китаю. Для дендрофлори гімназії № 128 розподіл автохтонних і завезених видів дещо відрізняється, лише їх третину віднесено до аборигенних, майже дві третини – до інтродукованих (6 : 11). Панівним становищем знову користуються вихідці з Північної Америки (*Parthenocissus quinquefolia*,

*Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus lanceolata*), два види також мають китайське походження – *Ailanthus altissima* та *Morus alba*.

Таблиця 1

**Характеристика обстеженої дендрофлори за життєвими формами, географічним походженням та кількісним складом**

| № з/п         | Вид рослини                        | Ж. ф. | Географічне походження   | Кількість екземплярів, шт. |            |
|---------------|------------------------------------|-------|--------------------------|----------------------------|------------|
|               |                                    |       |                          | Гімназії                   |            |
|               |                                    |       |                          | № 75                       | № 128      |
| 1             | <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) | Д     | Китай                    | 0                          | 35         |
| 2             | <i>Betula pendula</i> Roth.        | Д     | Європа                   | 7                          | 2          |
| 3             | <i>Syringa vulgaris</i> L.         | К     | Південно-Східна Європа   | 5                          | 2          |
| 4             | <i>Salix babylonica</i> L.         | Д     | Китай, Іран              | 4                          | 0          |
| 5             | <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | Л     | Північна Америка         | 2                          | 4          |
| 6             | <i>Cerasus vulgaris</i> Mill.      | Д     | У дикому стані невідома  | 0                          | 1          |
| 7             | <i>Ulmus carpinifolia</i> Gled.    | Д     | Казахстан, Середня Азія  | 0                          | 4          |
| 8             | <i>Ulmus scabra</i> Mill.          | Д     | Європа, Мала Азія        | 0                          | 12         |
| 9             | <i>Ulmus pumila</i> L.             | Д     | Мала Азія, Кавказ        | 24                         | 0          |
| 10            | <i>Aesculus hippocastanum</i> L.   | Д     | Південь Балкан, Греція   | 54                         | 13         |
| 11            | <i>Acer platanoides</i> L.         | Д     | Європа                   | 24                         | 24         |
| 12            | <i>Acer negundo</i> L.             | Д     | Північна Америка         | 38                         | 33         |
| 13            | <i>Tilia cordata</i> Mill.         | Д     | Європа                   | 12                         | 0          |
| 14            | <i>Tilia tomentosa</i> Mill.       | Д     | Європа                   | 0                          | 45         |
| 15            | <i>Robinia pseudoacacia</i> L.     | Д     | Північна Америка         | 0                          | 8          |
| 16            | <i>Swida alba</i> (L.) Opiz.       | К     | Європа, Монголія, Японія | 0                          | 22         |
| 17            | <i>Pinus sylvestris</i> L.         | Д     | Європа                   | 4                          | 0          |
| 18            | <i>Populus Simonii</i> Carr.       | Д     | Північний Китай          | 2                          | 0          |
| 19            | <i>Populus nigra</i> L.            | Д     | Середня, Південна Європа | 19                         | 2          |
| 20            | <i>Rosa canina</i> L.              | К     | Європа                   | 8                          | 0          |
| 21            | <i>Morus alba</i> L.               | Д     | Китай                    | 0                          | 40         |
| 22            | <i>Malus domestica</i> Mill.       | Д     | Казахстан, Середня Азія  | 0                          | 15         |
| 23            | <i>Picea pungens</i> Engelm.       | Д     | Північна Америка         | 2                          | 0          |
| 24            | <i>Fraxinus lanceolata</i> L.      | Д     | Північна Америка         | 0                          | 10         |
| Всього рослин |                                    |       |                          | <b>205</b>                 | <b>272</b> |

Примітка: Ж. ф. – життєва форма; Д – дерево; К – кущ; Л – ліана.

Видовий склад насаджень доволі близький (табл. 1), адже зростання *Aesculus hippocastanum*, *Acer negundo*, *Betula pendula*, *Syringa vulgaris*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Populus nigra* відмічено на території зелених зон обох закладів освіти, зокрема, *Acer platanoides* представлений ще й однаковим числом екземплярів – 24 шт. Доречно зауважити, що рослини родів *Aesculus*, *Acer*, *Tilia*, *Ulmus* репрезентовані достатньою кількістю особин порівняно з тими, що не повторюються на

досліджених ділянок. Гадаємо, що озеленення розглянутих навчальних закладів здійснювалося приблизно в одні й ті самі роки.

Переважаючою породою серед дендрофлори гімназії № 75 визначено *Aesculus hippocastanum* (54 шт.), її частка від загальної кількості рослин становить 23,6%. Найчисельнішим видом на території гімназії № 128 зафіксовано *Tilia tomentosa* (45 шт.) із домінуючим відсотком участі – 16,5%. Нетиповим для озеленення навчальних закладів є застосування доволі великої кількості екземплярів *Morus alba* на одному із об'єктів (40 шт.).

Загальне різноманіття кущів доволі бідне: *Swida alba* (22 шт.), *Syringa vulgaris* (7 шт.) та *Rosa canina* (8 шт.), а порізно в зеленій зоні кожної дослідної гімназії трапляється лише по 2 види. За даними Мильнікової О.О. і Павленко В.О., та сама кількість видів має місце також в чагарниковому оформленні територій СЗШ № 45 і СЗШ № 69, що знаходяться в Індустріальному районі м. Дніпро. До асортименту кущів теж входять *Syringa vulgaris* (9 шт.) та *Rosa canina* (4 шт.), а лідером виступає *Spiraea media* – загалом 59 шт. [10, с. 22].

З огляду на табл. 1, підсумовуємо: базове озеленення навчального закладу № 75 сформоване видами, репрезентативність яких є більшою, ніж 10 екземплярів: *Aesculus hippocastanum*, *Acer platanoides* та *A. negundo*, *Ulmus pumila*, *Tilia cordata*, *Populus nigra* (всього 6). Тоді як каркас зелених насаджень гімназії № 128 складають 8 деревних порід, а саме: *Ailanthus altissima*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer negundo* і *A. platanoides*, *Tilia tomentosa*, *Malus domestica*, *Ulmus scabra*, *Fraxinus lanceolata*.

Бойко Т.О. і Дементьєвою О.І. виявлено недотримання вимог щодо озеленення загальноосвітніх навчальних закладів і розташування на пришкольній ділянці певних рослин із шипами та колючками [2, с. 211]. Подібне порушення фіксується і на територіях гімназій № 75 та № 128 завдяки зростаючим екземплярам *Rosa canina* та *Robinia pseudoacacia*. Небажаною породою для шкільного середовища визначено *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle через різкий нав'язливий неприємний запах [1, с. 280], його трапляння відмічено в насадженнях одного із вказаних навчальних закладів.

За кількістю здорових екземплярів деревно-чагарникової рослинності, без явних ознак ослаблення та хвороб, превалює зелена зона другого закладу освіти, показник 39,3% проти 24,4% (рис. 2). До решти категорій віднесено породи різного ступеня ослаблення та пошкодження. Серед них левову частку (41,5 та 31,3%) займає перша, охоплюючи відповідно зелені насадження гімназії № 75 та гімназії № 128. Загалом можна констатувати, що в доброму стані зафіксовано більше представників дендрофлори на території останньої навчальної установи – 70,6%. Обидві гімназії характеризуються майже однаковими показниками, визначеними для особин з категоріями «2» і «4», різниця між ними не перевищує 1%.

Дослідження сучасного стану зелених насаджень на вказаних об'єктах показало, що справою озеленення на пришкольніх ділянках займалися періодично, залежно від наявності коштів, намагаючись дотримуватись діючих на той час нормативів та тенденцій щодо зелених зон та благоустрою території дитячих освітніх закладів. Проведений аналіз викрив проблеми добору деревно-чагарникової рослинності для розглянутих насаджень з категорії обмеженого користування. А невірно сформований асортимент деревних порід, залучених до такого озеленення, насамперед спричиняє хоча і повільне, проте, планомірне зниження щороку життєвого стану рослин, погіршення їх санітарно-гігієнічних функцій, декоративності тощо.

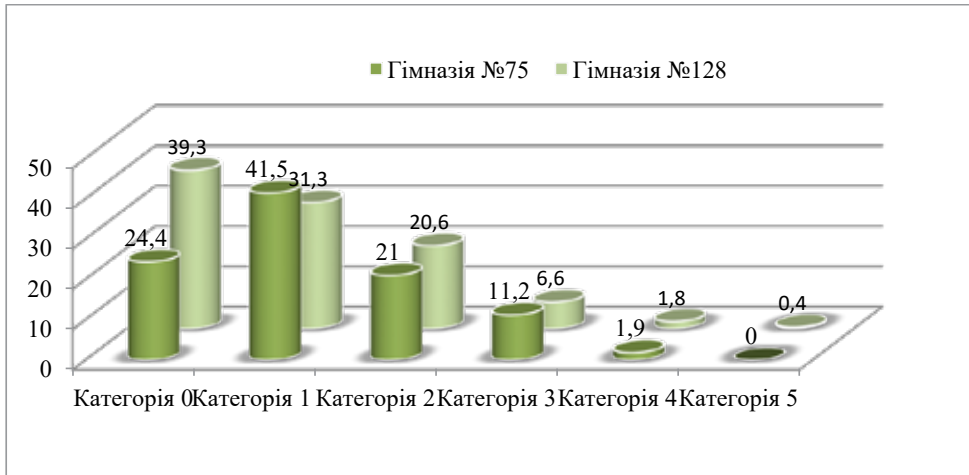


Рис. 2. Розподіл дендрофлори двох навчальних закладів за категоріями життєвого стану

**Висновки та пропозиції.** Обстежені зелені насадження обох дніпровських навчальних закладів характеризується невеликим таксономічним різноманіттям, однак, дендрофлора гімназії № 128 є багатшою на три види. Вона ж домінує і за чисельністю екземплярів – 272 проти 205 особин зеленої зони гімназії № 75. На території як одного, так і іншого закладу освіти панівною біоморфою виступає дерево, в межах 99–99,3%. За кількістю здорових екземплярів деревно-чагарникової рослинності, без явних ознак ослаблення та хвороб, теж мають пріоритет зелені насадження гімназії № 128 з різницею – 14,9%.

Серед інтродукованих деревних видів найбільшою репрезентативністю, незалежно від навчального закладу, вирізняються Східноазійська флористична та Атлантично-Північноамериканська області. Обидві гімназії відзначаються порушенням вимог, що висуваються до озеленення пришкольніх територій, через зростання заборонених *Ailanthus altissima*, *Rosa canina* та *Robinia pseudoacacia*.

Асортимент дендрофлори навчальних закладів потребує введення додаткових видів до їх системи озеленення. В разі планової заміни старовікових дерев гімназії № 128 перевагу необхідно надавати наступним декоративним породам дерев: *Acer platanoides* L. f. *Globosa* Nichols., *Acer pseudoplatanus* L., *Catalpa speciosa* (Wardere x Barney) Warderex Engelm., *Cercis canadensis* L., *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers., *Picea pungens* Engelm. f. *Glauca* Reg., що поєднують компактність, декоративний ефект і стійкість до непростих екологічних умов промислового міста.

Рекомендовано поповнити зелені насадження обох закладів декоративними чагарниками як-от: *Spiraea media* Schmidt., *Spiraea* × *vanhouttei* (Briot) Zabel., *Spiraea japonica* L., *Buddleja davidi* Franch., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Symphoricarpos albus* (L.) S.F. Blake. Перелічені види зможуть виконувати не лише гігієнічну функцію, а й розмежовувати різні функціональні частини гімназичного подвір'я та підвищити естетичну оцінку ландшафту. Зокрема, витка жимолость козолиста *Lonicera caprifolium* L. пропонується як елемент вертикального озеленення.

Важливим кроком щодо подальших досліджень розглядаємо проектування квітників для зелених зон вказаних навчальних закладів із врахуванням вимог до асортименту шкільних клумб та еколого-біологічної характеристики декоративних трав'янистих рослин.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бойко Т. О., Дементьєва О. І. Екологічні основи створення зелених насаджень на територіях загальноосвітніх закладів міста Херсона. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 100. Т. 1. С. 276–282.
2. Бойко Т. О. Дементьєва О. І. Особливості створення проекту реконструкції та озеленення територій загальноосвітніх навчальних закладів. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 108. С. 207–217.
3. Ванзар О. М., Романюк В. В., Будейчук О. І. Аналіз сучасного стану зелених насаджень пришкольної території Ворохтянської ЗОШ. *Інтродукція рослин на Волино-Поділлі: наука, освіта, мистецтво формування ландшафту, виробництво: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 17–18 травня 2018 р.* Тернопіль: Вид. центр ТОКІППО, 2018. С. 222–224.
4. Головчак А. В., Маленко Я. В. Видовий склад хвойних рослин зелених насаджень Металургійного та Довгинцівського районів міста Кривий Ріг. *Екологічний Вісник Криворіжжя*. 2021. Випуск 6. С. 72–91. DOI: <https://doi.org/10.31812/ecobulletin-krd.v6i0.4562>.
5. Гриньова М. В., Величко Р. М. Технологія озеленення закладу освіти. *Природнична наука й освіта: сучасний стан і перспективи розвитку: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 20–22 вересня 2019 р.* Харків : ХНПУ, 2019. С. 68–72.
6. Дементьєва О., Токар Н. Створення проекту реконструкції та озеленення території закладу освіти в Херсонській області: зб. наукових праць ЛОГОС. 2020. С. 63–64. DOI: <https://doi.org/10.36074/30.10.2020.v.2>.
7. Добрава І. О., Алексєєва А. А. Озеленення території комунального закладу світи «середньої загальноосвітньої школи № 93» міста Дніпро. *Modern research in world science: proceedings of the 3rd International scientific and practical conference (June 12-14, 2022)*. SPC “Sci-conf.com.ua”. Lviv, Ukraine. 2022. Pp. 21–27.
8. Зайцева І. А., Бурчак І. Г. Аналіз стану та розробка шляхів оптимізації зелених насаджень середньої загальноосвітньої школи № 76 міста Дніпро. *Рослини та урбанізація: матеріали дев'ятої Міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпро, 5 березня 2020 р.* Дніпро, 2020. С. 140–142.
9. Зібцева О. В. Видовий склад, стан і декоративність деревних насаджень навчальних закладів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 3. С. 22–25. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280304>.
10. Мильнікова О. О., Павленко В. О. Чагарники в озелененні території загальноосвітніх навчальних закладів м. Дніпро. *Ландшафтна архітектура в ботанічних садах і дендропарках: матеріали X Міжнар. наук. конф., м. Київ-Умань, 12–15 червня 2018 р.* Київ-Умань: Рада ботанічних садів країн СНГ при Міжнародній асоціації академій наук, 2018. С. 121–123.
11. Семенюк С. К., Бойко Т. О., Мотузна О. Є., Торбіна О. В. Створення проекту озеленення та реконструкції зеленої зони на території Херсонського ліцею № 57. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. 139. Том 2. С. 284–293. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.2.35>.
12. Совгіра С. В., Гончаренко Г. Є., Подзерей Р. В. Технологічні аспекти озеленення шкільного середовища. *Озеленення та благоустрій садово-паркових об'єктів: матеріали Всеукраїнської наук. інтернет-конф., м. Умань, 14 травня 2014 р.* Умань, 2014. С. 58–61.

13. Спрягайло О. В. Ботаніко-географічний аналіз культивованої дендрофлори Середнього Подніпров'я. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.8. С. 75–81.

14. Тодорова О. В., Пушка І. М. Пропозиції покращення видового складу об'ємно-просторової композиції загальноосвітньої школи № 14 м. Умань. *Озеленення та благоустрій садово-паркових об'єктів: матеріали Всеукраїнської наук. інтернет-конф.*, м. Умань, 14 травня 2014 р. Умань, 2014. С. 64–66.

15. Фляжнікова Ж. В., Серебряков В. В. Екологічні основи створення зелених насаджень на території загальноосвітніх закладів міста Бар. *Еколого-збалансований розвиток суспільства: стан, проблеми, перспективи: науково-методичне видання /Зб. статей викладачів, вчителів, студентів ступеня вищої освіти «магістр» та здобувачів наук. ступеня «доктор філософії»*. Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2020. Вип. 2. С. 145–153.

УДК 639.1.05(477.42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.36>

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ МИСЛИВСЬКО-ГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ЖИТОМИРСЬКОЇ РАЙОННОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ УТМР

**Кратюк О.Л.** – д.б.н., професор,

професор кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Поліський національний університет

**Власюк В.П.** – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Поліський національний університет

**Воробей В.П.** – магістр,

голова Житомирської районної організації

Українського товариства мисливців і рибалок

Стале управління мисливськими ресурсами виходить за рамки простого встановлення лімітів та регулювання чисельності дичини. Воно вимагає всебічного розуміння екосистем, які підтримують ці види, і складних взаємозв'язків між екологічними, соціальними та економічними чинниками. Прийняття екосистемного підходу до менеджменту, що ґрунтується на наукових дослідженнях, збереженні біорізноманіття та інтеграції традиційних екологічних знань з інноваційними підходами, є важливим для забезпечення сталого розвитку мисливських ресурсів. У статті досліджено екологічні аспекти ведення мисливського господарства на території Житомирської районної організації УТМР. В основу аналізу організації ведення мисливського господарства покладено матеріали державної статистичної звітності II-ти «Мисливодство» Житомирської РО УТМР за 2013-2024 роки, а також архівні матеріали господарства. Упродовж 2022-2024 рр. основними видами діяльності районної організації було проведення біотехнічних заходів, підтримання у належному стані біотехнічних споруд та охорона мисливських угідь. Проаналізовано сучасний стан мисливських угідь, їхню структуру, основні види мисливської фауни та тенденції змін чисельності тварин. Зокрема, фактичні показники чисельності популяції мисливських тварин таких як козуля європейська (193 особини), кабан дикий (94 особини), лось (16 особин), куниця лісова (23 особини) та загалом качок (3630 особин) виявилися значно вищими від їх оптимальних показників у господарстві, подекуди у дватри рази. Оцінено вплив воєнного стану на діяльність господарства, зокрема заборону полювання та її наслідки для регулювання чисельності хижаків та мисливських видів. Наведено аналіз фінансових показників функціонування організації в довоєнний та воєнний періоди, а також ефективність біотехнічних заходів. Визначено ключові чинники, що впливають на продуктивність мисливських угідь, та запропоновано шляхи удосконалення екологічного менеджменту мисливського господарства в умовах сучасних викликів. Окреслено перспективи подальших досліджень, зокрема розробку стратегії сталого ведення мисливського господарства, заходів щодо боротьби з браконьєрством і регулювання чисельності хижаків, а також оцінку впливу полювання на біорізноманіття.

**Ключові слова:** мисливське господарство, екологічні аспекти, біорізноманіття, воєнний стан, мисливські угіддя, регулювання чисельності, біотехнічні заходи.

**Kratiuk O.L., Vlasjuk V.P., Vorobei V.P. Ecological aspects of the organization of hunting and game management production of the Zhytomyr district organization of the USHF**

Sustainable management of hunting resources goes beyond simply setting limits and regulating game numbers. It requires a comprehensive understanding of the ecosystems that support these species and the complex interrelationships between ecological, social and economic factors. Adopting an ecosystem-based management approach based on scientific research, biodiversity conservation, and the integration of traditional ecological knowledge with innovative approaches is essential to ensure the sustainable development of hunting resources.

*The article investigates the ecological aspects of hunting management on the territory of the Zhytomyr District Organization of the USHF. The analysis of the hunting the organization of management organization is based on the materials of the state statistical reporting of the II-tp "Hunting" of the Zhytomyr DO USHF for 2013-2024, as well as archival materials of the farm. During 2022-2024 the main activities of the district organization were biotechnical measures, maintenance of biotechnical facilities, and protection of hunting grounds. The current state of hunting grounds, their structure, the main species of hunting fauna and trends in the number of animals are analyzed. In particular, the actual numbers of game animal populations such as Roe deer (193 individuals), Wild boar (94 individuals), Elk (16 individuals), Marten (23 individuals) and ducks (3630 individuals) were significantly higher than their optimal indicators in the farm, sometimes by two to three times. The impact of martial law on the farm's activities, in particular the ban on hunting and its consequences for regulating the number of predators and game species, are assessed. An analysis of the financial performance of the organization in the pre-war and war periods, as well as the effectiveness of biotechnical measures, is presented. The key factors affecting the productivity of hunting grounds are identified and ways to improve the environmental management of hunting in the face of modern challenges are proposed. Prospects for further research, including the development of a strategy for sustainable hunting management, measures to combat poaching and regulate the number of predators, as well as assessing the impact of hunting on biodiversity, are outlined.*

**Key words:** *hunting, ecological aspects, biodiversity, martial law, hunting grounds, population regulation, biotechnical measures.*

**Постановка проблеми.** Розвиток галузі мисливського господарства України [12, 19] є інструментом реалізації екологічної та лісової політики [7, 13, 21], має важливе значення для економіки держави та збереженню біорізноманіття загалом [2, 8, 10, 23, 29]. Сприяючи сталому використанню природних ресурсів, забезпечуючи дохід через екосистемні послуги, мисливський туризм та полювання [3, 4, 6], мисливське господарство відіграє важливу роль у регулюванні чисельності тварин, особливо хижаків, запобігаючи перенаселенню і, як наслідок, екологічному дисбалансу територій [1, 5, 25]. Належний менеджмент мисливської галузі заохочує громадські зусилля з охорони природи та підтримки екосистем, що також має культурне значення, зберігаючи традиції та сприяючи активному відпочинку [11]. Крім того, мисливство створює можливості для працевлаштування в сільській місцевості, підтримуючи місцеві громади та сприяючи соціально-економічному розвитку депресивних територій [30].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивчаючи історичний контекст, суспільне значення мисливського господарства в Україні стає все більш очевидним, особливо щодо збереження довкілля, збільшення біорізноманіття, екологічної освіти та надання туристичних послуг [16, 27]. В сучасних кризових умовах зростає потреба в удосконаленні екологічних механізмів управління мисливським господарством. Підвищення ефективності вимагає застосування нових підходів до менеджменту господарської діяльності [20], а також постійного пошуку стратегій зменшення витрат, пов'язаних з товарами та послугами мисливського господарства [18].

З моменту здобуття Незалежності в Україні тривають дискусії щодо стратегічних напрямів та принципів реформування мисливського господарства [2, 9, 29]. Усі сходяться на думці, що природно-ресурсний потенціал мисливських угідь України, забезпечує можливість для впровадження інноваційних та сучасних технологій ведення мисливського господарства [1, 17]. Однак відсутність єдиного суспільного бачення її розвитку призвела до непорозумінь між ключовими зацікавленими сторонами, включаючи приватних інвесторів, державні мисливські підприємства, громадські організації та широку громадськість. Розбіжності у поглядах на

проблему, часто кардинально протилежні [24], що ще більше ускладнили процес реформування. Законодавчі заходи були спрямовані на створення структурованої системи управління мисливським господарством та приведення галузі у відповідність до світових екологічних та економічних стандартів [28]. Незважаючи на ці фундаментальні зусилля, практична реалізація була ускладнена складними регуляторними вимогами та недостатньою координацією між зацікавленими сторонами щодо сучасних екологічних та природоохоронних цілей. Постійні розбіжності в підходах до реформ і кінцевих цілей серед ключових гравців перешкоджають повному досягненню очікуваних результатів. Це підкреслює необхідність подальшої адаптації та вдосконалення політики для ефективної інтеграції екологічних пріоритетів зі сталим управлінням мисливськими ресурсами України, враховуючи особливості воєнного стану [14].

**Постановка завдання.** Визначити та узагальнити основні екологічні аспекти ведення мисливського господарства на території Житомирської районної організації (РО) УТМР.

*Об'єкт дослідження* – процес ведення мисливського господарства. *Предметом дослідження* – екологічні аспекти організації мисливсько-господарського виробництва на прикладі Житомирської РО УТМР.

В основу аналізу стану ведення мисливського господарства покладено матеріали державної статистичної звітності II-тп «Мисливство» Житомирської РО УТМР за 2013–2024 роки, а також архівні матеріали господарства.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Житомирська РО УТМР відновила свою діяльність у 1946 році [15]. Наразі мисливські угіддя РО УТМР становлять площу 58809,6 га, де переважають польові (рілля, луки тощо) угіддя – 50039,05 га або 85,1%. Решта площі (14,9%) – практично порівну припадає на лісові (4005,6 га) та водно-болотні угіддя (4764,65 га) (II-тп «Мисливство» за 2024 рік). На території Житомирської РО УТМР домінують типи мисливських угідь Орні землі (34391,15 га або 58,5%) та Луки (3122,05 га або 26,7%). Інші представлені типи це Хвойний ліс (2174,7 га або 3,7%), Листяний ліс (1221,4 га, або 2,1%), Болота (3122,05 га або 5,3%) та Водойми (1663,1 га або 2,8%) – мають незначну частку, проте значні площі якщо брати до уваги обсягами території користувача (табл. 1). Територія мисливських угідь поділяється на 7 егерських обходів (8 штатних егерів). Житомирська РО УТМР складається з 30 первинних колективів.

Агресія росії по відношенню до України наклала свій вагомий відбиток на мисливсько-господарську діяльність Житомирської РО УТМР. Наразі ключовим чинником, з яким доводиться рахуватися здійснюючи мисливсько-господарську діяльність є заборона полювання. Упродовж 2022–2024 рр. основними видами діяльності районної організації було проведення біотехнічних заходів, підтримання у належному стані біотехнічних споруд та охорона мисливських угідь.

Районна організація є неприбутковою, тож існує виключно за рахунок проведення полювань та благодійних внесків. У 2022 році загальні витрати на ведення мисливського господарства склали 644353,00 грн. На охорону мисливських угідь та боротьбу з незаконним полюванням витрачено 98337,00 грн, на комплекс біотехнічних заходів із збереження та відтворення мисливської фауни – 78117,00 грн (усі зазначені кошти були витрачені виключно на придбання кукурудзи, коренеплодів, солі тощо), на проведення облікових робіт – 3046,00 грн, що загалом становить 179500,00 грн. Для порівняння: у 2020 році витрати на ведення мисливського господарства становили 1025976,00 грн, з яких витрати на охорону,

відтворення та обліки витрачено 230258,00 грн, а надходження від ведення мисливського господарства склали 695003,00 грн.

Таблиця 1

## Розподіл площі Житомирської РО УТМР за типами мисливських угідь [26]

| Тип мисливських угідь | Площа          |              |
|-----------------------|----------------|--------------|
|                       | га             | %            |
| Хвойний ліс           | 2174,7         | 3,7          |
| Хвойний ліс (ялина)   | 9,9            | 0,01         |
| Листяний ліс          | 1221,4         | 2,1          |
| Змішаний ліс          | 443,0          | 0,8          |
| Чагарники             | 84,0           | 0,1          |
| Орні землі            | 34391,15       | 58,5         |
| Луки                  | 15677,9        | 26,7         |
| Болота                | 3122,05        | 5,3          |
| Водойми               | 1663,1         | 2,8          |
| <b>Разом</b>          | <b>58787,2</b> | <b>99,99</b> |
| Інші землі            | 22,4           | 0,01         |
| <b>Всього</b>         | <b>58809,6</b> | <b>100,0</b> |

Крім того заборона полювання має й іншу негативну сторону щодо неможливості у повному обсязі проводити заходи з регулювання чисельності як основних мисливських видів (кабана дикого (*Sus scrofa*), козулю європейську (*Capreolus capreolus*), оленя лісового (*Cervus elaphus*) так і небажаних в угіддях, а саме: вовка (*Canis lupus*), шакала азійського (*Canis aureus*), лисицю звичайну (*Vulpes vulpes*) та єнотоподібну собаку (*Nyctereutes procyonoides*). Чисельність останніх зросла у декілька разів та суттєво впливає на санітарно-епізоотичну ситуацію. Проведення регулювання чисельності хижаків дієві лише за умови їх систематичного проведення, а не разових акцій. Так у передвоєнному 2021 році добуто 121 особину лисиці звичайної, хоча за результатами обліків зареєстровано в угіддях лише 33 ос.

У межах Житомирської РО УТМР найбільш перспективними категоріями мисливської фауни, на яких варто орієнтуватися при веденні мисливського господарства є перната дичина (польова та водно-болотна), хутрові звірі і в першу чергу заєць сірий (*Lepus europaeus*), а також ратичні – кабан дикий та козуля європейська. Окремо слід відмітити такі перспективні, на нашу думку, види як куниця лісова (*Martes martes*) та бобер європейський (*Castor fiber*). Якщо аналізувати стан ведення мисливського господарства до війни то можна зазначити, що основна частина здобутих трофеїв це перната дичина та хутрові звірі. Відзначаємо загальну тенденцію до скорочення обсягів добування хутрових звірів за останні 10 років (рис. 1). Максимальне вилучення тварин у господарстві припадає на 2018 рік – 785 ос., а мінімальне – на 2022 рік. Чисельність добутих хутрових звірів в основному базується на вилученні зайця сірого, якого за останніми обліками 2025 року нарахували 1698 особин. Загальні обсяги добування ратичних тварин (кабана дикого та козулі європейської) незначні – 10–30 особин.

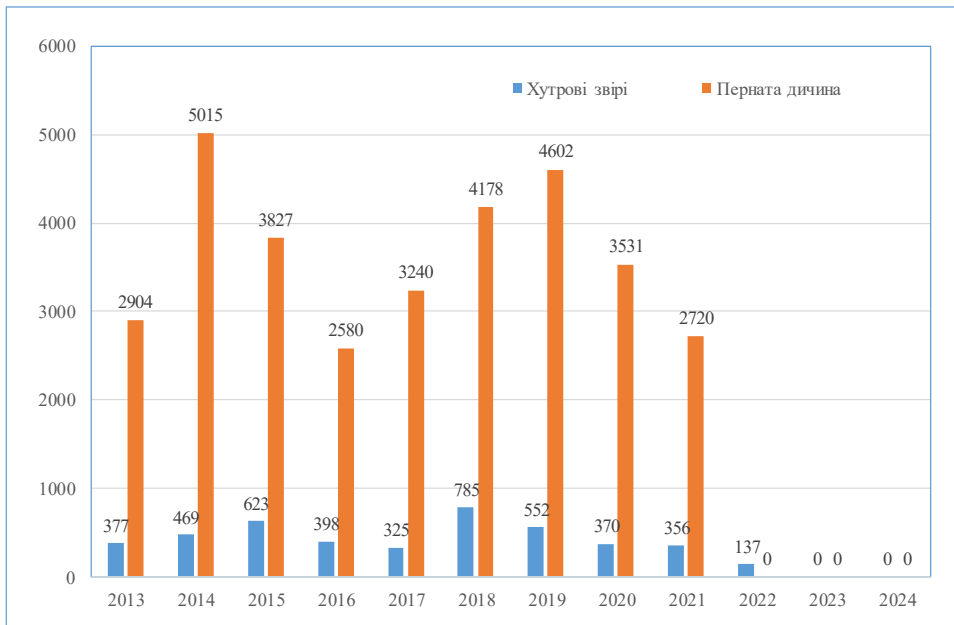


Рис. 1. Показники добування хутрових звірів та пернатої дичини на території Житомирської РО УТМР

Добування пернатої дичини виглядає хвилеподібно за роками (див. рис. 1) з двома піками у 2014 році (5015 ос.) та 2019 році (4602 ос.) та трьома мінімумами – у 2013 році (2904 ос.), 2016 році (2580 ос.) та 2021 році (2720 ос.). Так в останньому повноцінному сезоні полювання (2021 рік) серед пернатої дичини добуто куликів – 315 ос. (баранець звичайний (*Gallinago gallinago*)), голубів – 720 ос., у тому числі припутнів (*Columba palumbus*) – 541 ос., горлиць (горлиця садова (*Streptopelia decaocto*) та горлиця звичайна (*Streptopelia turtur*)) – 179 ос., перепілок (*Coturnix coturnix*) 310 ос., качок – 955 ос. (крижня (*Anas platyrhynchos*) – 641 ос., чирянки малої (*Anas crecca*) – 163 ос., чирянки великої (*Anas querquedula*) – 151 ос.), лиски (*Fulica atra*) – 420 ос., пірникози великої (*Podiceps cristatus*) – 177 ос.

Розташування мисливських угідь навколо обласного центру (м. Житомир – чисельність населення на 01.01.2022 року – 261624 чол.) накладає своєрідний відбиток на структуру та особливості функціонування мисливських угідь через постійну присутність значної кількості місцевого населення та відпочивальників. Оцінку продуктивності мисливських угідь Житомирської РО УТМР проведено на основі нормативно визначених [22] категорії цінності (захисних та кормових властивостей) угідь з урахуванням особливостей розташування території господарства та зробивши поправки на чинники, які впливають на продуктивність угідь (табл. 2).

За показниками коригуючих коефіцієнтів можна досить чітко відстежити стан з організації мисливсько-господарського виробництва у РО УТМР. Так підгодівля мисливської фауни ведеться для оленя, кабана, куни, козулі та зайця сірого (поправочний коефіцієнт -0,1 – -0,2), а її ефективність видно по здійсненню комплексу

біотехнічних заходів. Для усіх, крім куниці лісової, видів біотехнічні заходи мають позитивний ефект: лось (поправочний коефіцієнт -0,1), козуля європейська та олень (поправочний коефіцієнт -0,2), а кабан дикий і заць сирій (поправочний коефіцієнт -0,5). Найгірші показники впливають на ратичних фітофагів – це вплив хижаків на елементарні популяції (поправочний коефіцієнт +0,2), загибель мисливських тварин (+0,3 – +0,14), браконьєрство – +0,2 – +0,08. Браконьєрство у приміській зоні суттєво впливає на стан ведення мисливського господарства, що є вагомим приводом до посилення охорони угідь Житомирської РО УТМР. Інші чинники не несуть суттєвого погіршення по окремо, проте впливають синергетично із зазначеними вище.

Таблиця 2

**Середній клас бонітету угідь придатних для основних видів мисливських тварин з урахуванням чинників, які впливають на цінність угідь [26]**

| Середній клас бонітету та чинники, які впливають на цінність | Вид          |              |              |              |              |              |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  | лось         | олень        | козуля       | кабан        | заць         | куниця       |
| <b>Розрахований середній бонітет</b>                         | <b>2,10</b>  | <b>2,84</b>  | <b>2,98</b>  | <b>3,06</b>  | <b>2,84</b>  | <b>3,97</b>  |
| Клімат   | 0,02         | 0,02         | 0,02         | 0,01         | 0,02         | 0,01         |
| Чинник неспокою  | 0,04         | 0,02         | 0,02         | 0,01         | 0,02         |              |
| Окультуреність ландшафту                                     |              | 0,02         | 0,02         |              | 0,02         |              |
| Загибель мисливських тварин                                  | 0,30         | 0,18         | 0,14         | 0,05         | 0,05         | 0,01         |
| Вплив хижаків  | 0,20         | 0,20         | 0,20         | 0,02         | 0,01         |              |
| Вплив конкурентів  | 0,02         | 0,02         | 0,02         |              |              |              |
| Санітарний стан  | 0,02         | 0,02         | 0,02         |              |              |              |
| Браконьєрство  | 0,20         | 0,08         | 0,18         | 0,05         | 0,05         | 0,01         |
| Формування популяції   | 0,30         | 0,10         |              |              |              |              |
| Додаткова кормова база                                       |              | -0,1         | -0,1         | -0,2         | -0,2         | -0,2         |
| Ефективність біотехнічних заходів                            | -0,1         | -0,2         | -0,2         | -0,5         | -0,5         |              |
| <b>Загальний коефіцієнт впливу (вказати знак «+» чи «-»)</b> | <b>+1,00</b> | <b>+0,36</b> | <b>+0,32</b> | <b>-0,56</b> | <b>-0,44</b> | <b>-0,17</b> |
| <b>Середній клас бонітету з урахуванням чинників</b>         | <b>3,1</b>   | <b>3,2</b>   | <b>3,3</b>   | <b>2,5</b>   | <b>2,4</b>   | <b>3,8</b>   |

Згідно облікових даних на початок 2025 року чисельність лося (16 ос.) та куниці лісової (21 ос.) перевищує оптимальну, козулі європейської (193 ос.) – перевищує удвічі, а кабана дикого – майже втричі (94 ос.). Чисельність зайця сірого нижча за оптимальну (1698 ос.). Стосовно качок показники перевищення оптимальної чисельності становлять утричі (3630 ос.) (табл. 3).

Таким чином окремі отримані оптимальні показники чисельності популяцій мисливських тварин виявилися значно нижчими від фактичної чисельності тварин. Вважаємо, що така чисельність тварин один з наслідків заборони полювання та регулювання їх чисельності у господарстві.

Таблиця 3

**Оптимальна щільність та оптимальна чисельність основних  
мисливських видів Житомирської РО УТМР**

| Вид    | Біотопи,<br>га(км) | Оптимальна<br>щільність,<br>шт./1000 га | Оптимальна<br>чисельність,<br>ос. | Фактична<br>чисельність, ос.<br>(2024 рік) | Розрахований<br>середній<br>бонітет |
|--------|--------------------|---|-----------------------------------|--|-------------------------------------|
| Лось   | 3263               | 3,5                                     | 11                                | 16   | <b>3,1</b>                          |
| Олень  | 3506               | 4,9                                     | 17                                | -  | <b>3,2</b>                          |
| Козуля | 5621               | 15,5                                    | 87                                | 193  | <b>3,3</b>                          |
| Кабан  | 6525               | 5,0                                     | 33                                | 94   | <b>2,5</b>                          |
| Заєць  | 48328              | 40                                      | 2078                              | 1698                                       | <b>2,4</b>                          |
| Куниця | 3732               | 3,6                                     | 13                                | 23   | <b>3,8</b>                          |
| Качки  | 4785,15            | 256                                     | 1225                              | 3630                                       | <b>2,03</b>                         |
| Бобер  | 28,6 км            |   | 63                                | 44   |                                     |

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Процес стабілізації сучасного мисливського господарства потребує цілісної стратегії, яка б консолідувала зусилля для комплексного подолання взаємопов'язаних проблем лісового, сільськогосподарського та мисливського господарств. Досягнення цієї мети вимагає впровадження передових управлінських підходів, адаптованих до цих секторів економіки. Впровадження інноваційних методів управління мисливським господарством є надзвичайно важливим, оскільки вони підвищують ефективність моніторингу популяцій диких тварин та оцінки стану природних оселищ. Не менш важливим є підтримання стійкої рівноваги між екологічними потребами мисливських видів та господарською діяльністю. Цей баланс відіграє вирішальну роль у запобіганні надмірній експлуатації мисливських ресурсів та забезпеченні довгострокового гомеостазу екосистем.

Для сталого ведення мисливського господарства в Житомирській РО УТМР необхідно розробити та впровадити низку екологічно виважених ініціатив, спрямованих на вирішення критичних проблем, що спостерігаються в мисливських угіддях. Перш за все, це боротьба з браконьерством та регулювання чисельності хижаків. Крім того, необхідно вжити проактивних заходів для недопущення загибелі мисливських тварин на технічних об'єктах, транспортних шляхах тощо.

У подальших дослідженнях необхідно продовжити акцентувати увагу на екологічних аспектах ведення мисливського господарства, зокрема провести комплексну оцінку біорізноманіття в межах мисливських угідь, щоб зрозуміти вплив полювання (його відсутність) на місцеві біогеоценози, а також з'ясувати роль якості природних оселищ у підтримці популяцій мисливських видів тварин, визначивши критичні території для збереження або відтворення їх популяцій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бондаренко В.Д. Біотехнія. Львів : ІЗМН, 1998. Ч.1. 260 с.
2. Бондаренко В.Д., Різун Е.М. Актуальні питання стану і ведення мисливського господарства в Україні та можливі напрями їх вирішення. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2016. Вип. 14. С. 180–184.
3. Василюк О., Ільмінська Л. Екосистемні послуги. Огляд. Київ: БО «БФ «Фонд захисту біорізноманіття України», 2020. 84 с.

4. Волох А.М. Великі ссавці південної України в ХХ столітті (динаміка ареалів, чисельність, охорона та управління) : дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.08 / Інституті зоології НАН України. Київ, 2004. 401 с.
5. Волох А.М. Проблеми управління ресурсами мисливських тварин в Україні. Збірник матеріалів II-го Всеукраїн. з'їзду екологів з міжнародною участю. Вінниця, 2009. С. 196–198.
6. Гонта О.І., Музика В.В. Проблеми та перспективи розвитку мисливського туризму в Україні. *Економіка і управління*. 2020. № 1. С. 25–36.
7. Данилюк Л.Р. Мисливське господарство: поняття, особливості, завдання та функції. *Актуальні проблеми вдосконалення чинного законодавства України*. 2014. Вип. 34. С. 241–250.
8. Данилюк Л.Р. Розуміння правовідносин використання мисливських природних ресурсів та їх суб'єкти. *Jurnalul juridic național: teorie și practică*. 2015. № 2 (1). С. 106–109.
9. Данилюк Л.Р. Правовий режим мисливських природних ресурсів в Україні : монографія. Івано-Франківськ : Прикарпат. нац. ун-т ім. Василя Стефаника, 2017. 176 с.
10. Дейнека А.М., Бурмас В.Р. Стан і перспективи розвитку мисливського господарства. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.13. С. 78–94.
11. Дмитренко А.А. Етнокультурні традиції мисливського промислу Житомирського Полісся. *Наук. вісн. Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Серія: Історичні науки*. 2013. № 12(261). С. 185–190.
12. Загороднюк І. Мисливствознавство та мисливські лабораторії в Україні за 100 років: трансформації ідей та інституцій. *Theriology Ukrainica*. 2024. № 27. С. 146–169.
13. Кичко І.І., Гонта О.І., Музика В.В. Еколого-економічні імперативи розвитку лісового, мисливського, водного господарства в Україні. *Інноваційна економіка*. 2021. № 3–4. С. 79–86.
14. Ковтун Д. Концепція екосистемних послуг та формування правових засад монетизації послуг, що надаються лісовими екосистемами, в умовах збройної агресії російської федерації проти України. *Юридичний вісник*. 2024. № 4. С. 225–234.
15. Косенко О. М., Вергун М.Г. Фауна – живе багатство Житомирщини. Житомир, 2001. 146 с.
16. Кратюк О.Л., Хоєцький П.Б. Соціальне значення мисливства. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2010. Вип. 20.15. С. 344–351.
17. Маменко О.М., Портянник С.В. Інноваційні технології в мисливському господарстві : навч.-методичний посібник. Харків, 2014. 306 с.
18. Медвідь Л.Г., Говда Г.А. Організація і методика обліку матеріальних витрат у мисливських господарствах. *Торгівля, комерція, підприємництво*. 2012. Вип. 14. С. 120–133.
19. Музика В., Гонта О. Оцінювання сучасного стану розвитку мисливського господарства України. *Галицький економічний вісник*. 2020. № 6(67). С. 19–22.
20. Муравйов Ю.В., Хоєцький П.Б. Аналіз ведення мисливського господарства та шляхи підвищення його ефективності. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Т. 21, № 1. С. 23–29.
21. Муравйов Ю.В. Планування мисливськогосподарської діяльності як інструмент реалізації екологічної та лісової політик. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2006. Т. 16, № 2. С. 38–41.
22. Настанови з упорядкування мисливських угідь. Київ, 2002. 114 с.
23. Новицький В.П., Голубев М.І. Управління мисливськими ресурсами агроландшафтів України та зарубіжжя: господарсько-правові аспекти. *Наукові доповіді НУБіП України* (електр. журн.) 2016. № 5 (62). Режим доступу: <https://scireports.com.ua/uk/journals/tom-62-4-2016>

24. Новицький В. Нормативне забезпечення мисливського господарства: штрихи до «розмитої» картини. *Полювання та риболовля*. 2017. № 7 (189). С. 6.

25. Новицький В.П. Мисливські ресурси агроландшафтів України: стан та проблематика управлінням (на прикладі лісостепової зони) : монографія. Київ : УкрДГРІ, 2020. 221 с.

26. Проект організації та розвитку мисливського господарства Житомирській РО УТМР Житомирської області. Пояснювальна записка. Харків, 2011. 199 с.

27. Проців О.Р. Організація мисливства у Галичині кінця ХІХ – поч. ХХ століття в контексті державного регулювання розвитку мисливського господарства в Україні. Івано-Франківськ: ФОЛІАНТ, 2015. 204 с.

28. Хосецький П.Б., Похалюк О.М. Мисливське господарство країн Європи. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Т. 24, № 8. С. 42–52.

29. Шейгас І.М. Особливості та перспективи розвитку мисливського господарства України у період реформування галузі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2006. Вип. 16.3. С. 47–52.

30. Яворська А.В. Мисливське господарство як напрям розвитку місцевих промислів. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2013. № 1-2(2). С. 355–363.

УДК 639.371.5:[639.3.043:639.3.06]

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.37>

## ВПЛИВ ЩІЛЬНОСТІ ПОСАДКИ НА РИБНИЦЬКО-БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДВОЛІТОК ЛІНА ЗА ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

**Куріненко Г.А.** – к.с.-г.н.,

старший дослідник лабораторії селекції риб,

Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України

**Конопельський Р.М.** – аспірант лабораторії селекції риб,

Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України

Дослідження проводилися на базі інкубаційного цеху ТОВ «Карпатський водограй» (Львівська область) з застосування установки з замкнутим водопостачанням. Для досліджень використовували 3 басейни об'ємом 0,96 м<sup>3</sup> кожен. Дослідження проведено з метою вивчення впливу щільності посадки дволіток ліна в умовах установки замкнутото водопостачання (RAS) на динаміку росту та затрати корму з подальшим визначенням оптимальних умов інтенсивного культивування.

Згідно результатів вирощування дволіток ліна у басейнах RAS при щільностях посадки однорічок у межах 500–700 екз/м<sup>3</sup> були отримані позитивні показники. Так, впродовж 225 днів вирощування (квітень-листопад) середня маса дволіток зросла із 8,5 до 40,6–51,4 г при їх виході 94,3–96,0%. При цьому встановлено, що у тестованому діапазоні щільностей посадки швидкість росту дволіток ліна зростала із підвищенням щільності вирощування. Дана залежність, очевидно, зумовлена особливостями поведінки ліна при різних щільностях утримання у басейнах RAS. Водночас, максимальні показники питомої швидкості росту дволіток ліна, по дослідах – 0,99, 1,02 та 1,08%/добу були зафіксовані у першій та останній місяці вирощування. Тоді, як середньомісячні показники приросту були в межах від 1,27–1,35 г в квітні до 6,26–9,6 г у жовтні.

Проведене дослідження показало, що із зростанням щільності посадки вихід продукції дволіток ліна зріс від 19,1 до 34,5 кг/м<sup>3</sup> при близьких затратах екструдованого корму із вмістом протеїну 46,0% у межах 0,79–0,88 кг/кг. Із врахуванням вартості корму та його затрат, вартість приросту 1 кг дволіток ліна була мінімальною при щільності посадки 500 екз./м<sup>3</sup> і складала 149,88 грн./кг, а при щільностях 600 і 700 екз./м<sup>3</sup> була вищою – відповідно 167,80 та 161,93 грн./кг.

Враховуючи зростання ролі ліна у сучасній аквакультури, його ринкову ціну та отримані результати, доцільним є проведення більш широкого впровадження апробованого методу вирощування дволіток в умовах RAS.

**Ключові слова:** лин, щільність посадки, середня маса, приріст, рибопродуктивність, затрати корму, RAS.

### **Kurinenko H.A., Konopelskyi R.M. Effect of stocking density on productive and biological parameters of age-1+ tench grown in conditions of recirculation systems**

The study was conducted at the incubation facility of “Karpatskyi vodogray” LLC (Lviv region) using a recirculation aquaculture system. Three 0.96 m<sup>3</sup> tanks were used in the study. The aim of the study was to investigate the effect of the stocking density of age-1+ tench in the conditions of a recirculation aquaculture system (RAS) on the growth dynamics and feed consumption with the subsequent determination of optimal conditions for intensive cultivation.

According to the results of growing age-1+ tench in RAS tanks at stocking densities of age-1 fish within 500–700 ind./m<sup>3</sup>, positive values were obtained. For example, during 225 days of cultivation (April–November), the average weight of age-1+ tench increased from 8.5 to 40.6–51.4 g with a yield of 94.3–96.0%. It was found that the growth rate of age-1+ tench in the tested range of stocking densities increased with increasing cultivation density. This dependence was obviously due to the peculiarities of the behavior of tench at different densities in RAS tanks. At the same time, the maximum specific growth rates of age-1+ tench in the experiments was

0.99, 1.02 and 1.08%/day, which were recorded in the first and last months of cultivation. At the same time, the average monthly growth rates ranged from 1.27–1.35 g in April to 6.26–9.6 g in October.

The study showed that with increasing stocking density, the yield of age-1+ tench increased from 19.1 to 34.5 kg/m<sup>3</sup> at similar costs of extruded feed with a protein content of 46.0% within 0.79–0.88 kg/kg. Taking into account the price of feeds and its costs, the cost of weight gain of 1 kg of age-1+ tench was minimal at a stocking density of 500 ind./m<sup>3</sup> and amounted to 149.88 UAH/kg, while at densities of 600 and 700 ind./m<sup>3</sup> it was higher – 167.80 and 161.93 UAH/kg, respectively. Considering the increasing role of tench in modern aquaculture, its market price and the results obtained, it is advisable to carry out a wider implementation of the proven method of growing age-1+ tench in RAS conditions.

**Key words:** tench, stocking density, average weight, growth, fish productivity, feed costs, RAS.

**Постановка проблеми.** В умовах сьогодення, завдяки своїм смаковим яkostям, лин являється цінним об'єктом аквакультури. Він має корисне м'ясо з низьким вмістом жиру, багате на поліненасичені жирні кислоти [1, 2]. В той же час в Україні лин залишається нетрадиційним об'єктом ставової аквакультури [3–5]. Значна частка споживчого ринку лина перекривається товарною продукцією за рахунок вилову з природних водойм [6–8]. Водночас, дослідження ринку лина засвідчують, що обсяг як посадкового матеріалу, так і товарної продукції цілком не задовольняє споживчі потреби [9]. На теренах Європи лина, в переважній більшості, також вирощують як додатковий вид в ставовій аквакультури. Але популярність лина з кожним роком зростає, тому збільшується інтерес виробників та дослідників до розробки сучасних методів культивування із використанням елементів інтенсивної технології вирощування. Розробка даних методів значно допоможе підвищити кількість та якість посадкового матеріалу лина і збільшити обсяги зариблення водойм різного призначення [10, 11].

Хоч інтерес до розведення лина зростає, систематизація процесів його відтворення і вирощування відсутня. Лин – всеїдна риба, яка надає перевагу мулистим водоймам з рясною рослинністю, виловлені із природних водойм особини важко пристосовуються до життя в контрольованих умовах, навіть можуть відмовлятися від корму. Водночас лин здатен адаптуватися до життя в рециркуляційних системах і харчуватися штучними кормами [12, 13].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Різноманіття технологій вирощування лина, навіть в умовах сьогодення, обмежується низькою інтенсивністю його культивування в ставовій аквакультури. Оскільки дослідження різноманітних шляхів інтенсивного вирощування лина продовжуються, то постає питання залежності щільності посадки лина різного віку із швидкістю його росту і споживанням корму.

Дослідження впливу щільності посадки при інтенсивному вирощуванні лина є фрагментарними, здебільшого проведені в акваріумах, відповідно не адаптовані до виробничих умов [14]. З літературних джерел відомо, що молодь лина при вирощуванні в умовах RAS краще росте та засвоює штучні корми при вищій щільності посадки [15, 16]. Водночас відмічається, що при надмірних щільностях і за неправильного раціону спостерігаються вади росту та велика розбіжність в рості окремих особин [17, 18], а при низьких щільностях зростає собівартість вирощування. У зв'язку з цим даний напрямок є актуальним і потребує досліджень.

**Мета досліджень.** Метою дослідження є аналіз рибицько-біологічних показників дволіток лина за вирощування в умовах установки замкнутого водопостачання з подальшим визначенням оптимальної щільності посадки для інтенсивної технології вирощування.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводилися у 2021 році на базі інкубаційного цеху ТОВ «Карпатський водограй» за використання установки з замкнутим водопостачанням. Для досліджень використовували 3 басейни об'ємом 0,96 м<sup>3</sup>. Тривалість вирощування складала 225 діб.

Вирощування дволіток під час експерименту здійснювали з застосуванням трьох щільностей посадки: 500, 600 та 700 екз./м<sup>3</sup>. Годівлю дволіток здійснювали екстудованим кормом Alltech Coppens Vital 2–3 рази/день за поїданням.

Контрольні лови для дослідження динаміки росту здійснювали щомісячно. Зважування проводили на торсійних вагах торгової марки ASIX – А 500 з дискретністю – 0,01 г.

Показники добового темпу росту вираховували за наступними формулами:

$$GR = \frac{W_t - W_0}{t};$$

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \cdot 100.$$

де: *GR* – добовий приріст, мг; *SGR* – питома швидкість росту (%/добу); *W<sub>t</sub>* – кінцева маса тіла (мг); *W<sub>0</sub>* – початкова маса тіла (мг); *t* – період вирощування (діб).

Одержаний в результаті проведених експериментів цифровий матеріал піддано статистичній обробці за стандартними комп'ютерними програмами. Критеріями аналізу показників були їх середня величина та похибка середньої арифметичної (*M*±*m*).

**Результати досліджень.** В результаті 225 діб вирощування дволіток ліна, при застосуванні різних щільностей посадки, середня маса тіла збільшилася у 4,8–6,0 рази і досягла 40,6–51,4 г. При цьому максимальною масою тіла характеризувалися особини з Досліді ІІІ, які вирощувалися при найвищій щільності посадки – 700 екз./м<sup>3</sup> та 5,95 кг/м<sup>3</sup>. В даному досліді також зафіксовано найвищий показник виживаності – 96,0%, який був вищим на 1,7% за результат Досліді І та 1,0% – Досліді ІІ. Отримані показники виживаності та індивідуальної маси тіла дозволили в цілому отримати від 19,1 кг/м<sup>3</sup> при щільності посадки 500 екз./м<sup>3</sup> до 34,5 кг/м<sup>3</sup> – при щільності посадки 700 екз./м<sup>3</sup> (табл. 1).

Таблиця 1

**Результати вирощування дволіток ліна за різної щільності посадки**

| Показники                                   | Дослід І  | Дослід ІІ | Дослід ІІІ |
|---|-----------|-----------|------------|
| Об'єм води у басейні, м <sup>3</sup>        | 0,9       |           |            |
| Середня маса однорічок, г                   | 8,5       |           |            |
| Щільність посадки, екз./м <sup>3</sup>      | 500       | 600       | 700        |
| Початкова маса, кг/м <sup>3</sup>           | 4,25      | 5,1       | 5,95       |
| Вихід, %                                    | 94,3      | 95,0      | 96,0       |
| Середня маса, г                             | 40,6±1,18 | 46,2±1,47 | 51,4±0,97  |
| Маса вирощеної продукції, кг/м <sup>3</sup> | 19,1      | 26,3      | 34,5       |
| Рибопродуктивність, кг/м <sup>3</sup>       | 15,1      | 21,5      | 28,8       |
| Період вирощування, днів                    | 225       |           |            |

Аналіз показників динаміки росту засвідчує, що дволітки ліна впродовж квітня – червня мали зростаючий темп росту при збільшенні щільності посадки

від 500 до 700 екз/м<sup>3</sup>. Лише впродовж четвертого-п'ятого місяців вирощування (липень – серпень), у які біомаса дволіток у басейнах була у межах 7,6–17,7 кг/м<sup>3</sup>, перевагу за темпом росту мали особини з Досліді II при щільності посадки 600 екз/м<sup>3</sup>. В подальшому до кінця вегетаційного сезону найбільш інтенсивним темп росту дволіток був у Досліді III. При цьому їх перевага за масою тіла у порівнянні із Дослідом I зростає із 10,2% на початку вересня до 26,6% у кінці вирощування. (рис. 1). Водночас дволітки лина із Досліді II впродовж цього періоду мали середні значення маси тіла, які на 14,2–15,9% були вищими значень маси тіла дволіток Досліді I, а перевага маси у кінці вирощування склала 13,8%.

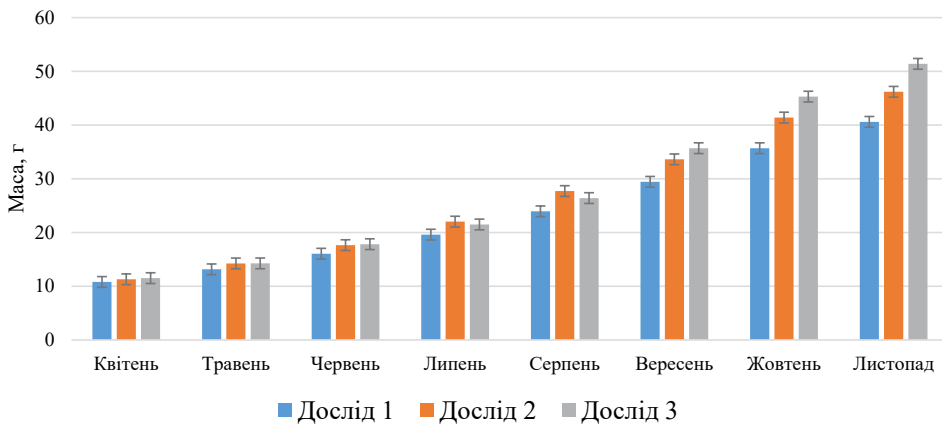


Рис. 1. Динаміка росту дволіток лина при вирощуванні в умовах RAS за різних щільностей посадки, г, ( $M \pm m$ ,  $n=15$ )

Середньомісячні показники приросту були в межах від 1,27–1,35 г в квітні до 6,26–9,6 г у жовтні. Впродовж травня-червня показники приросту збільшилися в 1,8–2,2 рази, при цьому в травні максимальні показники приросту були в особин з Досліді II, в червні – Досліді III. Розпочинаючи з липня і до кінця вегетаційного сезону динаміка приросту маси мала стабільний характер і залежала від щільності посадки. Максимальні значення місячних приростів були зафіксовані у досліді із середньою або максимальною щільністю посадки. Так, у вересні перевага за приростом маси тіла особин у Досліді III складала 1,7 рази в порівнянні з особинами Досліді I, та 1,6 рази з особинами Досліді II. У жовтні зберігалася така ж тенденція росту, проте перевага знизилася до 1,5 рази над показниками приростів маси тіла у Досліді I та 1,2 рази у Досліді II (рис. 2).

У відповідності до динаміки росту дволіток, було зафіксовано аналогічну динаміку показників середньодобового приросту, що характеризувалася зростаючим темпом впродовж сезону. Так, впродовж перших 28 днів вирощування, показники добового приросту в усіх дослідіх складали 0,05 г. У наступні 30 днів вирощування середньодобові прирости зросли в 1,6–2,0 рази, з максимальним показником при середній щільності посадки. Упродовж літнього періоду добові прирости зростали із 0,10–0,12 у червні до 0,14–0,18 г/добу у серпні. В осінні місяці, після досягнення маси тіла дволіток більше 30,0 г, показники добового приросту у Дослідіх I та II були близькими із перевагою дволіток Досліді II і у вересні-жовтні складали 0,18–0,25 г/добу, а у листопаді зросли до

0,37–0,38 г/добу. У цей час у дволіток із Досліді III добові прирости відповідно склали 0,31 та 0,47 г/доба (рис. 3).

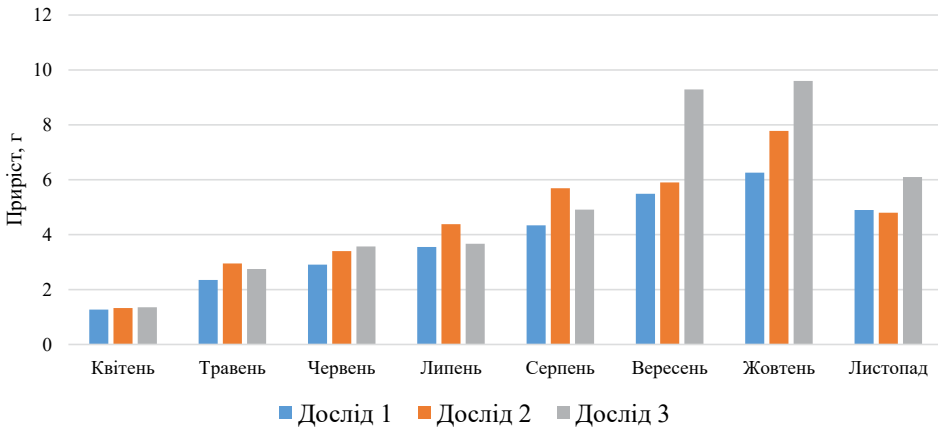


Рис. 2. Приріст маси дволіток лина в умовах RAS при різних щільностях посадки, г/місяць, (n=15)

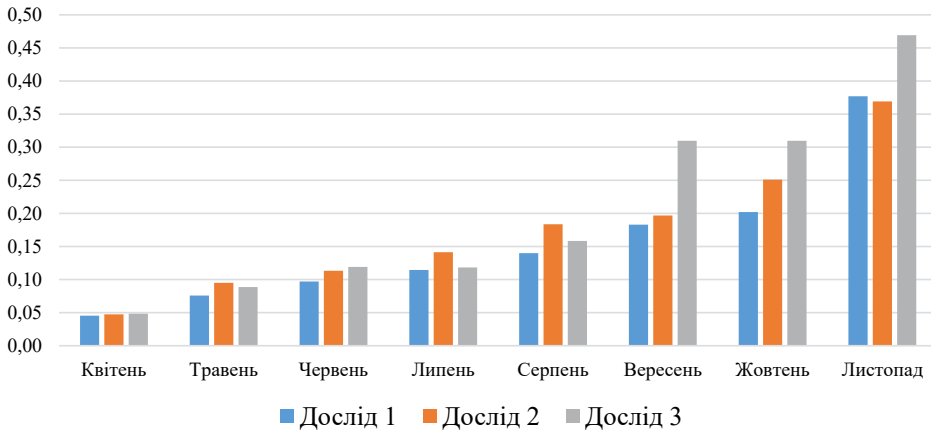


Рис. 3. Показники добового приросту дволіток лина в умовах RAS при різних щільностях посадки, г, (n=15)

Згідно аналізу показників питомої швидкості росту дволіток лина, їх максимальні значення по досліді – 0,99, 1,02 та 1,08%/добу були зафіксовані у перший та останній місяці вирощування. В інші місяці питома швидкість росту перебувала у межах від 0,60 до 0,77%/добу, за винятком вересневих значень 1,0%/добу у дволіток Досліді III. Проте, як і для показників абсолютних приростів, так і для показнику питомої швидкості росту, їх чіткої залежності від щільності посадки впродовж усього сезону не було зафіксовано. Так, максимальні значення питомої швидкості росту при найнижчій щільності посадки відмічались лише у листопаді,

при середній щільності така перевага була у травні, липні та серпні. У інші чотири місяці вирощування за величиною питомої швидкості росту переважали дволітки Досліді ІІІ. Їх найбільша перевага за показником питомої швидкості росту була зафіксована у вересні, який був вищим, ніж у дволіток Досліді І у 1,4 рази, а Досліді ІІ – в 1,6 рази (рис. 4)

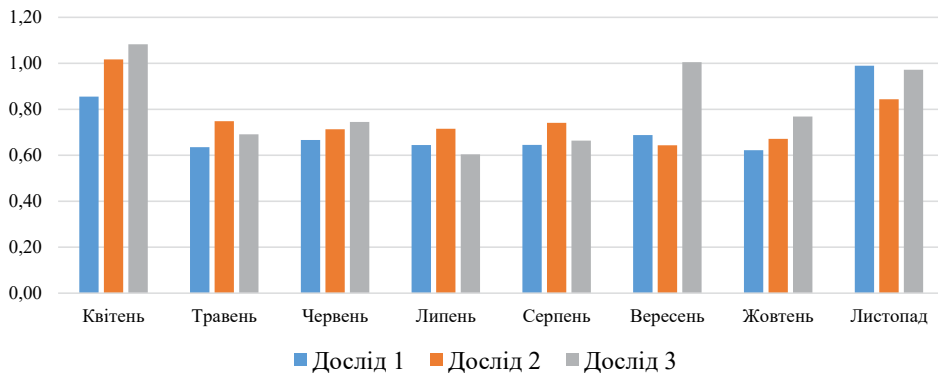


Рис. 4. Показники питомої швидкості росту дволіток ліна в умовах RAS при різних щільностях посадки, %/добу

Протягом періоду вирощування для годівлі дволіток ліна було витрачено 49,8 кг корму Alltech Coppens Vital (табл. 2).

Таблиця 2

**Затрати на корм при вирощуванні дволіток ліна, грн.**

| Показники                                    | Дослід 1 | Дослід 2 | Дослід 3 |
|--|----------|----------|----------|
| Середня вартість корму, грн./кг              | 190,5    |          |          |
| Згодовано корму, кг                          | 10,70    | 17,00    | 22,10    |
| Приріст рибопродукції, кг                    | 13,6     | 19,3     | 26,0     |
| Кормові витрати, кг/кг                       | 0,79     | 0,88     | 0,85     |
| Вартість згодованого корму, грн.             | 2038,4   | 3238,5   | 4210,1   |
| Вартість корму на 1 кг приросту, грн./кг     | 149,88   | 167,80   | 161,93   |
| Вартість корму на 1 екз. дволіток, грн./екз. | 4,81     | 6,33     | 6,95     |

У відповідності із різною щільністю посадки однорічок ліна та перевагою у рості особин із зростанням щільності посадки приріст продукції ліна між Дослідами І і ІІІ відрізнявся майже у два рази – відповідно 13,6 та 26,0 кг. При цьому затрати корму були достатньо близькими у межах 0,79–0,88 кг/кг із мінімальним значенням при найнижчій щільності посадки, а найвищим при щільності 600 екз./м<sup>3</sup>. При максимальній щільності вирощування вони були нижчими на 3,4% і складали 0,85 кг/кг.

Відповідно, вартість 1 кг приросту дволіток була мінімальною при щільності посадки 500 екз./м<sup>3</sup>, склавши 149,88 грн./кг, а у Дослідах ІІ і ІІІ вона була вищою – 167,80 та 161,93 грн./кг. Із врахуванням приросту дволіток ліна і затрат корму на

приріст по дослідах, вартість корму на приріст 1 екз перебувала у межах від 4,81 до 6,95 грн./екз і була у прямій залежності від їх середньої маси.

**Висновки і пропозиції.** Результати досліджень із вирощування дволіток лина в умовах установки замкнутого водопостачання з застосуванням різних щільностей посадки були позитивними і можуть прогнозувати перспективність його інтенсивного вирощування з метою отримання посадкового матеріалу та товарної продукції. За 225 днів вирощування (квітень-листопад) середня маса дволіток зросла у 4,8–6,0 рази і досягла 40,6–51,4 г, а вихід продукції лина був у межах від 19,1 до 34,5 кг/м<sup>3</sup>. При цьому встановлено, що у застосованому діапазоні щільностей посадки дволіток лина швидкість їх росту зростала із підвищенням щільності вирощування. Дана залежність, очевидно, може бути зумовлена особливостями поведінки лина при різних щільностях утримання у басейнах RAS.

Враховуючи зростання ролі лина у сучасній аквакультурі, є підстави рекомендувати до виробничого впровадження апробований метод вирощування дволіток в умовах RAS. У меті майбутніх досліджень є пошук найбільш оптимальних щільностей вирощування різновікових груп лина у різних умовах та проведення більш глибокого аналізу впливу умов та щільностей вирощування на фізіолого-біохімічні показники та економічну доцільність культивування.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Va'cha F., Tvrzicka' E. Content of polyunsaturated fatty acids and cholesterol in muscle tissue of tench (*Tinca tinca*), common carp (*Cyprinus carpio*), and hybrid of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) with silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Polskie archiwum hydrobiologii*. 1995. № 42. P. 151–157.
2. Va'cha F., Tvrzicka' E. Polyunsaturated fatty acid proportion in fat of tench (*Tinca tinca*) under different rearing conditions. *Polskie archiwum hydrobiologii*. 1998. № 45. P. 337–346.
3. Нетрадиційні об'єкти рибництва в аквакультурі України / Гринжевський М. В., Третяк О. М., Алимов С.І., Грициняк І. І. Київ : Світ, 2001. 163 с.
4. Марценюк В. П. Технологія відтворення лина (*Tinca tinca*) в умовах інкубаційного цеху. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: X Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., м. Київ, 19–21 вер. 2017 р. Херсон : Гринь Д. С., 2017. С. 213–218.*
5. Куліш А. В. Досвід з розведення та вирощування цьоголіток лина у 2005 році. *Рибне господарство*. 2005. Вип. 64. С. 64–69.
6. Заморов В. В., Караванський Ю. В., Рижко І. Л. Риби родини коропових (*Cyprinidae*) водойм України: довідник. Одеса, 2015. 121 с.
7. Бузевич І. Ю., Гейна К. М. Стан та динаміка поповнення промислового запасу іхтіофауни Дніпровсько-Бузької гирлової системи. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 1, вип. 790. С. 38–44.
8. Гейна К. М. Характеристика морфологічних ознак та лінійного росту лина (*Tinca tinca*, Linnaeus, 1758) Дніпровсько-Бузької гирлової системи. *Таврійський науковий вісник*. 2016. Вип. 96. С. 187–191.
9. Практичні рекомендації щодо виробництва лина з використанням інструментів впливу на планування і організацію біологічних процесів у рибному господарстві / Вдовенко Н. М. та ін. Київ : АСТЕКС, 2019. 20 с.
10. Tench farming in China: present status and future prospects / Wang JX et al. *Aquaculture International*. 2006. №. 14. P. 205–208.
11. FAO. 2020. FAO Fisheries and Aquaculture – Fishery Statistical Collections – Global Capture Production. In: FAO Fisheries and Aquaculture Division [online]. <https://www.fao.org/fishery/en/collection/capture> (дата звернення 11.04.2024).

12. Fleig R., Gottschalk T. Schleien im Karpfenteich. *Fischer & Teichwirt.* 2001. № 52. P. 129–131.
  13. Pantazis P., Apokotou E. The effect of substituting fishmeal with alternative protein sources on the growth and survival of tench juveniles (*Tinca tinca* Linnaeus 1758). *Journal of Animal Science.* 2009. № 40. P. 55–62.
  14. Celada, J.D., Aguilera A., Carral J.M. Effects of stocking density on survival and growth of juvenile tench (*Tinca tinca* L.). *Aquaculture International.* 2007. № 15, P. 461–465.
  15. Rearing juvenile tench (*Tinca tinca* L.) under controlled conditions using *Artemia* nauplii as supplement to a dry diet / Celada J. D. et al. *Aquaculture International.* 2009. Vol. 6, № 17. P. 565–570.
  16. Pantazis, Panagiotis A. Effect of Stocking Density on Growth and Survival of Sub-Adult Tench (*Tinca Tinca* Linnaeus 1758). *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh.* Vol. 64. 2012. 6 P.
  17. Wolnicki J, Myszkowski L, Kaminski R. Effect of supplementation of a dry feed with natural food on growth, condition and size distribution of juvenile tench *Tinca tinca* (L.). *Journal of Applied Ichthyology.* 2003. № 19. P. 157–160.
  18. Effects of different diets on juvenile tench *Tinca tinca* (L.) reared under controlled conditions / Wolnicki J, et al. *Aquaculture International.* 2006. № 14. P. 89–98.
-

УДК 639.3

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.38>

## ВІДНОВЛЕННЯ ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ ЯК ШЛЯХ ДО СТАЛОГО АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

**Лісогурська Д.В.** – к.с.-г.н.,

завідувач кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,  
Поліський національний університет

**Лісогурська О.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,  
Поліський національний університет

**Фурман С.В.** – к.вет.н.,

доцент ветеринарної епідеміології,  
Поліський національний університет

**Шуляр А.Л.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,  
Поліський національний університет

**Шуляр А.Л.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,  
Поліський національний університет

**Ткачук В.П.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,  
Поліський національний університет

У статті наведені дослідження щодо відновлення водних біоресурсів, що є ключовим елементом сталого аграрного виробництва. Аналіз динаміки вселення риб в Україні у 2015–2024 роках вказує на суттєві зміни у структурі зариблення, що зумовлені як екологічними, так і економічними чинниками. Відзначається скорочення штучного відтворення осетрових, хижих риб (щука, судак, сом) та білого амура, що може бути пов'язано зі зміною підходів до зариблення. Водночас спостерігається зростання чисельності товстолобів, які виконують біомеліоративну функцію, та поява нових видів у програмі зариблення, таких як карась сріблястий (*Carassius gibelio*) і харіус європейський (*Thymallus thymallus*). Особливо нестабільною є динаміка вселення сазана (*Cyprinus carpio*), що може свідчити про зміну екологічних умов або несталість програм його розведення. Окрему увагу слід приділити підтримці лососевих риб, зокрема дунайського лосося (*Hucho hucho*) та форелі (*Salmo trutta*, *Oncorhynchus mykiss*), чисельність яких поступово зростає. Це вказує на необхідність охорони та цілеспрямованого відновлення їхніх популяцій у природних водоймах. Загалом, динаміка вселення водних біоресурсів демонструє зміну стратегічних підходів у рибництві та зарибленні, що може бути пов'язано зі скороченням фінансування, адаптацією до кліматичних змін або антропогенним впливом. Для забезпечення сталого розвитку рибного господарства необхідно розробити національну програму відновлення водних біоресурсів, засновану на екосистемному підході до зариблення. Важливим кроком є пріоритетне вселення біомеліоративних видів (товстолоб, білий амур) та відновлення програм вселення хижих і осетрових риб для підтримки природного балансу іхтіофауни. Важливо забезпечити екологічний моніторинг та науковий супровід зариблення, а також стимулювати державну підтримку рибного господарства через інвестиції та субсидії для аквакультурних підприємств. Реалізація цих заходів сприятиме збереженню біорізноманіття, покращенню стану водних екосистем і забезпеченню стабільного розвитку рибного господарства як важливої складової сталого аграрного виробництва.

**Ключові слова:** водні біоресурси, рибне господарство, стале аграрне виробництво, екосистемний підхід.

**Lisohurska D.V., Lisohurska O.V., Furman S.V., Shuliar A.L., Shuliar A.L., Tkachuk V.P.**  
**Restoration of aquatic bioresources as a path to sustainable agricultural production**

The article presents research on the restoration of aquatic bioresources, which is a key element of sustainable agricultural production. The analysis of fish stocking dynamics in Ukraine from 2015 to 2024 indicates significant changes in stocking structure, driven by both ecological and economic factors. A decline in the artificial reproduction of sturgeon, predatory fish (pike, pikeperch, catfish), and white amur has been observed, which may be associated with changes in stocking strategies. At the same time, there is an increase in the number of silver carp, which perform a bioremediation function, as well as the introduction of new species into the stocking program, such as silver crucian carp (*Carassius gibelio*) and European grayling (*Thymallus thymallus*). The stocking dynamics of common carp (*Cyprinus carpio*) appear to be particularly unstable, which may indicate changes in environmental conditions or the inconsistency of breeding programs.

Special attention should be given to the support of salmonid fish, particularly the Danube salmon (*Hucho hucho*) and trout (*Salmo trutta*, *Oncorhynchus mykiss*), whose populations are gradually increasing. This trend highlights the need for conservation and targeted restoration of their populations in natural water bodies. Overall, the dynamics of aquatic bioresource stocking reflect shifts in strategic approaches to fish farming and stocking, which may be linked to funding reductions, adaptation to climate change, or anthropogenic influences.

To ensure the sustainable development of the fishery sector, it is necessary to develop a national program for the restoration of aquatic bioresources based on an ecosystem approach to stocking. A crucial step is the prioritization of bioremediation species (silver carp, white amur) and the restoration of stocking programs for predatory and sturgeon fish to maintain the natural balance of ichthyofauna. It is essential to implement ecological monitoring and scientific support for stocking programs, as well as to encourage state support for fisheries through investments and subsidies for aquaculture enterprises. The implementation of these measures will contribute to biodiversity conservation, the improvement of aquatic ecosystem conditions, and the stable development of the fishery sector as an important component of sustainable agricultural production.

**Key words:** aquatic bioresources, fish stocking, fisheries, sustainable agricultural production, ecosystem approach.

**Постанова проблеми.** Аквакультура відіграє ключову роль у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки, особливо в умовах зростаючого попиту на рибу та морепродукти. Однак, для сталого розвитку галузі необхідно подолати низку викликів, таких як залежність від диких риб для виробництва кормів, екологічні наслідки інтенсивного рибництва та соціально-економічні питання, пов'язані з розширенням аквакультури. Фахівці наголошують на важливості впровадження інноваційних підходів, зокрема розробки альтернативних кормів на основі рослинних інгредієнтів, покращення управління водними ресурсами та інтеграції аквакультури з іншими видами сільськогосподарської діяльності. Вони також наголошують на необхідності міжнародної співпраці та розробки ефективних політик для підтримки сталого розвитку аквакультури, що дозволить мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити економічну вигоду для місцевих громад [8, 9].

Аквакультура, будучи найшвидше зростаючим сектором виробництва продовольства, значно впливає на навколишнє середовище, зокрема через викиди парникових газів, забруднення вод та втрату біорізноманіття. Зміна клімату, у свою чергу, впливає на аквакультуру, змінюючи температурні режими води, підвищуючи рівень моря та збільшуючи частоту екстремальних погодних явищ, що може призвести до зниження продуктивності та стійкості аквакультурних систем. Тому необхідно впроваджувати адаптаційні стратегії, такі як розробка стійких методів ведення аквакультури, поліпшення управління ресурсами та інтеграція аквакультури з іншими видами сільськогосподарської діяльності, щоб мінімізувати

негативний вплив на екосистеми та забезпечити продовольчу безпеку в умовах змін клімату [2].

Всупереч поширеній думці, аквакультура не є виключно джерелом білка для заможних верств населення. Натомість, вирощена риба відіграє важливу роль у харчуванні та продовольчій безпеці бідніших прошарків суспільства. Фахівці наголошують на необхідності переосмислення політик та програм розвитку аквакультури, щоб забезпечити доступність та прийнятність рибної продукції для широких верств населення, сприяючи таким чином покращенню харчування та економічного добробуту в регіоні [7].

У 2007 році аквакультура забезпечувала 43% світового споживання водних тваринних продуктів для харчування людини. Галузь характеризується великою різноманітністю, з домінуванням вирощування моллюсків, а також трав'яних та всеїдних риб у ставках, які повністю або частково використовують природну продуктивність. Швидке зростання виробництва хижих видів, таких як лосось, креветки та сом, було зумовлене глобалізацією торгівлі та економічною вигідністю великомасштабного інтенсивного вирощування. Більшість систем аквакультури покладаються на недооцінені екологічні ресурси та послуги, тому критичним питанням для майбутнього є врахування цих факторів у фінансових розрахунках компаній та вплив цього на економіку виробництва. Без цього зростаюча конкуренція за природні ресурси змусить уряди стратегічно розподіляти їх або залишити ринку визначати їх використання залежно від діяльності, яка може забезпечити найвищу вартість. Додаткові невизначеності включають вплив зміни клімату, майбутні поставки риби (для конкуренції та забезпечення кормів), практичні обмеження щодо масштабів та економіки інтеграції, а також розвиток та прийнятність нових біоінженерних технологій. У середньостроковій перспективі збільшення виробництва, ймовірно, вимагатиме розширення в нових середовищах, подальшої інтенсифікації та підвищення ефективності для більш стійкого та економічно ефективного виробництва. Тенденція до посилення інтенсивних систем з основними монокультурами залишається сильною і, принаймні в осяжному майбутньому, буде значним внеском у майбутні поставки. Залежність від зовнішніх кормів (включаючи рибу), води та енергії є ключовими питаннями. Деякі нові види увійдуть у виробництво, а політики, що підтримують зменшення використання ресурсів та покращення інтеграції, можуть призвести до нових розробок, а також відновлення деяких більш традиційних систем [6].

Для сталого розвитку рибальства та аквакультури в Україні необхідний комплексний підхід, що охоплює економічні, соціальні та екологічні аспекти. Важливим є залучення інвестицій та вдосконалення державного регулювання для створення сприятливих умов для підприємств аквакультури. Розвиток рибальства та аквакультури має відбуватися на основі стратегічного планування, державно-приватного партнерства та екологічної відповідальності, що сприятиме зміцненню продовольчої безпеки та економічному зростанню країни [2].

Для забезпечення сталого розвитку ринку рибної продукції в Україні необхідно досягти балансу між пропозицією та попитом. Важливо детально аналізувати споживчі потреби та адаптувати виробництво відповідно до цих потреб. Ефективне державне регулювання та підтримка галузі, впровадження сучасних технологій у рибництві та покращення логістичних процесів сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної рибної продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках. Таким чином, комплексний підхід, що враховує економічні,

технологічні та регуляторні аспекти, є ключовим для розвитку рибальства та рибориства в Україні [4, 5].

Глобальне виробництво аквакультури продовжує поповнювати світові запаси риби, проте для збереження цього внеску галузь повинна скоротити використання дикої риби у кормах та впроваджувати більш екологічно стійкі управлінські практики [8].

**Постановка завдання.** З огляду на вищенаведене, метою досліджень було обґрунтувати необхідність відновлення водних біоресурсів як ключового елемента сталого аграрного виробництва.

**Матеріал та методика дослідження.** Згідно із завданнями досліджено динаміку вселення водних біоресурсів в Україні за останні десять років (2015–2024 рр.), визначені основні тенденції та проблеми зариблення, а також розроблено рекомендації щодо ефективної стратегії відновлення рибних ресурсів. Реалізація запропонованих заходів сприятиме збереженню біорізноманіття, покращенню екологічного стану водних екосистем та забезпеченню сталого розвитку рибного господарства як важливої складової аграрної економіки. Динаміка вселення водних біоресурсів проаналізована за даними Державного агентства України з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм [1, 3].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Динаміка вселення водних біоресурсів в Україні за останні 10 років свідчить про значні коливання. У 2015 році було вселено 9 267 екземплярів, у 2020 році цей показник суттєво зріс до 23 201,1 екземпляра, однак у 2024 році знизився до 10 817,8 екземпляра (рис. 1).

Помітне скорочення у 2024 році може бути пов'язане з початком повномасштабного вторгнення Росії в Україну у 2022 році. Війна призвела до значного зменшення фінансування екологічних програм, знищення природних екосистем, забруднення водних об'єктів та втрати контрольованих територій, що могли бути важливими для здійснення програм зариблення. Також варто враховувати економічні труднощі, зростання вартості біоресурсів та зміни у пріоритетах державної політики у воєнний час.

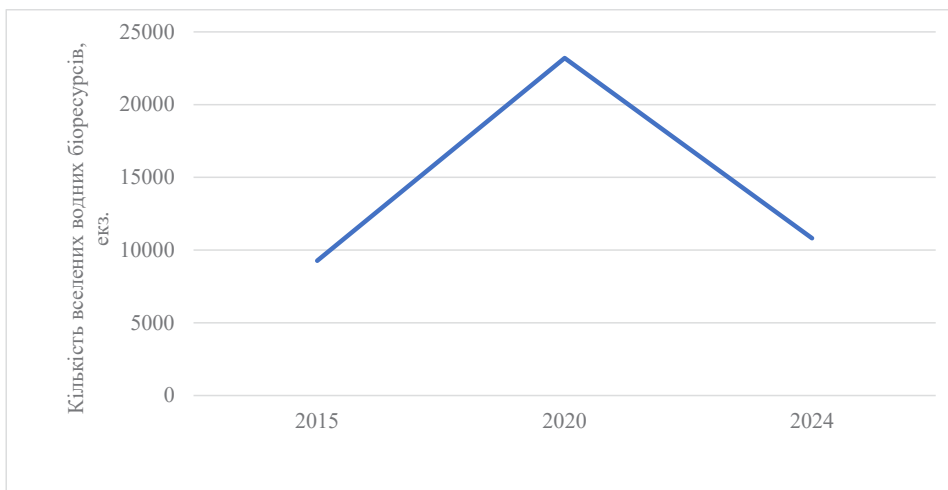


Рис. 1. Динаміка вселених водних біоресурсів в Україні (2015–2024)

Загалом, якщо у період 2015–2020 років відбувалося збільшення кількості вселених водних біоресурсів, то після 2022 року помітний спад, що може бути наслідком війни та пов'язаних із нею факторів.

Вивчення кількісних показників вселення водних біоресурсів є важливим елементом оцінки ефективності зариблення водойм України. Аналіз даних за 2015, 2020 та 2024 роки дозволяє простежити основні тенденції та зміни у підходах до відновлення та підтримки рибних популяцій (табл. 1).

За досліджуваній період найбільш значущими змінами відзначається динаміка чисельності сазана (*Cyprinus carpio*). У 2015 році його вселення становило 1663 особини, що у 2020 році зросло майже вшестеро до 10 038,7 особин. Проте у 2024 році відбулося різке зменшення до 2 368,5 особин, що може свідчити про зміну стратегічних підходів до його відтворення або про адаптацію його популяцій у природному середовищі.

Таблиця 1

**Кількість вселених водних біоресурсів в Україні, екз.**

| Види водних біоресурсів   | 2015    | 2020     | 2024    |
|---|---------|----------|---------|
| Сазан ( <i>Cyprinus carpio</i> )  | 1 663,0 | 10 038,7 | 2 368,5 |
| Амур білий ( <i>Stenopharyngodon idella</i> )   | 1 060,1 | 1 469,8  | 257,1   |
| Товстолоб білий ( <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> ),<br>Товстолоб строкатий ( <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> )<br>та їх гібриди                 | 3 844,5 | 6 528,3  | 7 156,8 |
| Карась сріблястий ( <i>Carassius gibelio</i> )  | 0       | 0        | 700,9   |
| Щука звичайна ( <i>Esox lucius</i> )  | 980,4   | 2 622,9  | 0       |
| Судак звичайний ( <i>Sander lucioperca</i> )  | 111,2   | 638,3    | 0       |
| Сом звичайний ( <i>Silurus glanis</i> )   | 10,3    | 170,3    | 0       |
| Лосось дунайський ( <i>Hucho hucho</i> )  | 0       | 20,6     | 21,4    |
| Форель струмкова ( <i>Salmo trutta</i> )<br>Форель райдужна ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )<br>Форель кампоопс ( <i>Oncorhynchus mykiss kamloops</i> ) | 130,0   | 160,6    | 304,2   |
| Харіус європейський ( <i>Thymallus thymallus</i> )  | 0       | 0        | 8,8     |
| Стерлядь ( <i>Acipenser ruthenus</i> )  | 1 467,5 | 1 400,0  | 0       |
| Осетер руський ( <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> )   | 0       | 151,6    | 0       |

Подібну динаміку демонструє амур білий (*Stenopharyngodon idella*), чисельність якого у 2015 році складала 1 060,1 особини, у 2020 році – 1 469,8 особини, але у 2024 році скоротилася до 257,1 особини. Це може свідчити про зменшення потреби у штучному вселенні цього виду через його самовідтворення у водоймах або про зміну пріоритетів у програмі зариблення.

Одним із небагатьох видів, які демонструють стабільне зростання, є товстолоб білий (*Hypophthalmichthys molitrix*), товстолоб строкатий (*Hypophthalmichthys nobilis*) та їх гібриди. Кількість вселених особин цього комплексу зросла з 3 844,5 у 2015 році до 6 528,3 у 2020 році, а у 2024 році сягнула 7 156,8 особини. Це свідчить про стабільний попит на цей вид у контексті біологічної меліорації водних екосистем та ефективності його вселення.

Значну увагу привертає факт, що у 2015 та 2020 роках карась сріблястий (*Carassius gibelio*) не вселявся, проте у 2024 році його популяція в рамках штучного відтворення сягнула 700,9 особини. Це може бути наслідком визнання його важливості у відновленні рибного населення водойм.

Окрему увагу слід приділити хижим видам риб, чисельність яких різко скоротилася або повністю зникла зі списку вселених біоресурсів у 2024 році. Зокрема, щука звичайна (*Esox lucius*), судак звичайний (*Sander lucioperca*) та сом звичайний (*Silurus glanis*) у 2020 році демонстрували відносно високі показники вселення (2 622,9; 638,3 та 170,3 особини відповідно), однак у 2024 році їхня кількість скоротилася до нуля. Це може бути обумовлено як зміною стратегій відновлення популяцій, так і певними екологічними факторами, що вплинули на доцільність їхнього вселення.

Серед лососевих видів відзначається поступове збільшення чисельності. Лосось дунайський (*Hucho hucho*), вперше вселений у 2020 році в кількості 20,6 особини, у 2024 році демонструє незначне зростання до 21,4 особини. Водночас форелі, представлені трьома видами (*Salmo trutta*, *Oncorhynchus mykiss* та *Oncorhynchus mykiss kamloops*), демонструють стабільний ріст від 130 особин у 2015 році до 304,2 особини у 2024 році. Це свідчить про важливість цих видів для екосистем гірських річок та водойм із холодноводним режимом.

Особливий інтерес викликає факт першого вселення харіуса європейського (*Thymallus thymallus*) у 2024 році, коли його чисельність сягнула 8,8 особини. Ймовірно, це стало частиною експериментальної програми з відновлення його популяції.

Щодо осетрових видів, у 2015 році в Україні вселяли стерлядь (*Acipenser ruthenus*) у кількості 1 467,5 особини, що дещо скоротилося у 2020 році до 1 400 особин, а у 2024 році цей вид повністю зник із програми вселення. Подібну динаміку демонструє осетер руський (*Acipenser gueldenstaedtii*), вперше вселений у 2020 році (151,6 особини), проте у 2024 році цей вид також перестали вселяти. Це може свідчити про припинення програм штучного відновлення цих цінних видів або про зміну підходів до їх охорони.

Відновлення водних біоресурсів відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку аграрного виробництва, оскільки рибне господарство є важливим елементом екологічної рівноваги водних екосистем, сприяє підвищенню продовольчої безпеки та ефективному використанню водних ресурсів. Аналіз динаміки вселення риб у водойми України за 2015–2024 роки демонструє значні коливання чисельності різних видів, що свідчить про необхідність розробки довгострокової стратегії раціонального зариблення. Зокрема, для стабільного функціонування аграрних екосистем і збереження рибних ресурсів України пропонуємо:

1. Розробити національну програму сталого відновлення водних біоресурсів, що включатиме адаптивні підходи до зариблення на основі екосистемного підходу та оцінки біорізноманіття водойм.

2. Пріоритезувати вселення видів, що виконують біомеліоративну роль, зокрема товстолобів та амура білого, які сприяють покращенню якості води та зниженню евтрофікації.

3. Відновити програми вселення осетрових та хижих видів риб (щука, судак, сом), що є важливими для підтримки природного балансу іхтіофауни та боротьби з надмірним розмноженням інвазивних видів.

4. Забезпечити екологічний моніторинг та науковий супровід зариблення, зокрема шляхом проведення досліджень ефективності вселення різних видів риб та їхнього впливу на аграрні ландшафти та водні екосистеми.

5. Посилити державну підтримку та інвестиції в рибне господарство як частину сталого аграрного виробництва, зокрема через субсидії для фермерських господарств, які займаються екологічним аквакультурним виробництвом.

Застосування цих заходів сприятиме збереженню біорізноманіття, покращенню стану водних екосистем та забезпеченню стабільного розвитку рибного господарства, що є важливою складовою сталого аграрного виробництва в Україні.

**Висновки і пропозиції.** Аналіз вселення водних біоресурсів в Україні за 2015–2024 роки свідчить про значні зміни у пріоритетах рибогосподарської діяльності. Спостерігається скорочення штучного відтворення низки видів, зокрема осетрових, хижих риб (щука, судак, сом) та білих амурів; стабільне зростання вселення товстолобів, що може бути пов'язано з їхньою роллю у біомеліорації водойм; поява нових видів у програмі зариблення, зокрема карася сріблястого та харіуса європейського; різка зміна тенденцій щодо сазана, що свідчить про нестабільність програм його вселення; підтримка та помірне збільшення чисельності лососевих риб, що вказує на необхідність їхньої охорони та підтримки в умовах зменшення природних популяцій. Загалом, динаміка вселення водних біоресурсів відображає зміну стратегічних підходів у сфері рибництва та зариблення, що може бути обумовлено як економічними, так і екологічними чинниками.

Для забезпечення сталого аграрного виробництва в Україні необхідно розробити національну програму відновлення водних біоресурсів, яка передбачатиме екосистемний підхід до зариблення та біорізноманіття водойм. Важливим кроком є пріоритетне вселення видів, що виконують біомеліоративну роль, таких як товстолоби та амур білий, а також відновлення програм вселення осетрових і хижих риб (щука, судак, сом) для підтримки природного балансу іхтіофауни. Необхідно забезпечити екологічний моніторинг та науковий супровід зариблення для оцінки його ефективності, а також посилити державну підтримку та інвестиції у рибне господарство через субсидії для фермерських аквакультурних господарств. Реалізація цих заходів сприятиме збереженню біорізноманіття, покращенню стану водних екосистем та зміцненню рибного господарства як важливого компонента сталого розвитку аграрної сфери.

**Перспективи подальших досліджень** будуть спрямовані на оцінку ефективності запропонованих заходів та їхнього впливу на біорізноманіття водойм України.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вселення водних біоресурсів рибовідтворювальними комплексами Держрибагентства у 2012–2021 роках. URL: [https://darg.gov.ua/\\_vselennja\\_vodnih\\_bioresursiv\\_0\\_0\\_0\\_10543\\_1.html](https://darg.gov.ua/_vselennja_vodnih_bioresursiv_0_0_0_10543_1.html) (дата звернення: 17.02.2025).
2. Дюдяєва О. А., Федоренко М. О., Вдовенко Н. М., Павлюк С. С. Базові засади розвитку рибальства та аквакультури в умовах трансформаційних процесів. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2020. № 2. С. 74–87.
3. Інформація про обсяги вселення водних біоресурсів у 2024 році. URL: [https://darg.gov.ua/\\_vselennja\\_vodnih\\_bioresursiv\\_0\\_0\\_0\\_10543\\_1.html](https://darg.gov.ua/_vselennja_vodnih_bioresursiv_0_0_0_10543_1.html) (дата звернення: 19.02.2025).
4. Купінець Л. Є., Шершун О. М. Ємність ринку продукції рибальства та рибництва на засадах визначення співвідношення пропозиції та попиту. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2022. № 37. С. 23–32.
5. Шовкун Ю. В. Проблеми правового регулювання рибництва в Україні. *Підприємництво, господарство і право*. 2019. № 3. С. 127–131. Режим доступу: <http://pgp-journal.kiev.ua/archive/2019/3/23.pdf>.

6. Aquaculture: global status and trends / J. Bostock et al. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2010. Vol. 365, No. 1554. P. 2897–2912. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0170>.
  7. Belton B., Bush S. R., Little D. C. Not just for the wealthy: Rethinking farmed fish consumption in the Global South. *World Development*. 2018. Vol. 104. P. 140–152. DOI: [10.1016/j.worlddev.2017.11.018](https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.11.018).
  8. Effect of aquaculture on world fish supplies / R. L. Naylor et al. *Nature*. 2000. Vol. 405, No. 6790. P. 1017–1024. DOI: <https://doi.org/10.1038/35016500>.
  9. 20-year retrospective review of global aquaculture / R. L. Naylor et al. *Nature*. 2021. Vol. 591, No. 7851. P. 551–563. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6>.
-

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

|                              |        |                        |        |
|------------------------------|--------|------------------------|--------|
| Ананьєва Т.В.....            | 274    | Люта І.М. ....         | 207    |
| Андрошук О.О.....            | 255    | Меленті В.О.....       | 3, 103 |
| Атаманчук Д.О. ....          | 199    | Мельник О.Т. ....      | 65     |
| Бальян І.В. ....             | 116    | Мильнікова О.О.....    | 282    |
| Боднар П.В.....              | 232    | Могилевська В.В. ....  | 29     |
| Власенко С.В. ....           | 65     | Мороз О.С.....         | 143    |
| Власюк В.П.....              | 291    | Мошківська С.В. ....   | 80     |
| Войцехівська О.В.....        | 224    | Музика Л.І.....        | 216    |
| Волошин П.Ю.....             | 80     | Мусіч В.В.....         | 71     |
| Воробей В.П. ....            | 291    | Несвятипаска В.Ю. .... | 244    |
| Ворошилова Н.В. ....         | 274    | Новіков Д.І. ....      | 150    |
| Гончарук О.М. ....           | 71     | Окрушко С.Є.....       | 36     |
| Господаренко Г.М.....        | 160    | Оріхівський Т.В.....   | 238    |
| Деревенець-Шевченко К.А..... | 150    | Пачва А.Є.....         | 232    |
| Десятник Л.М. ....           | 150    | Пилипенко О.В. ....    | 50     |
| Дідора В.Г. ....             | 126    | Піддубна Л.М. ....     | 199    |
| Доценко Л.В.....             | 274    | Подгаєцький А.А.....   | 59     |
| Дрозденко А.Ю.....           | 59     | Полторецький С.П. .... | 224    |
| Забродіна І.В.....           | 3, 103 | Понько Л.П. ....       | 244    |
| Завгородня С.В. ....         | 116    | Почколіна С.В.....     | 65     |
| Захлебаєв М.В. ....          | 224    | Присяжнюк О.І.....     | 71     |
| Ільченко Л.А. ....           | 282    | Приходько В.О.....     | 93     |
| Капусняк В.В.....            | 133    | Пую В.Л. ....          | 224    |
| Качура Є.В. ....             | 71     | Ременюк С.О.....       | 80     |
| Клименко М.О.....            | 255    | Ременюк Ю.О. ....      | 80     |
| Клименко Т.В.....            | 126    | Різник В.М. ....       | 80     |
| Климович Н.М.....            | 178    | Ровна Г.Ф.....         | 255    |
| Кобернюк В.В.....            | 199    | Рогальський С.В.....   | 178    |
| Когут І.М.....               | 65     | Саблук В.Т.....        | 86     |
| Колесник Т.М.....            | 255    | Самолук Р.-О.....      | 238    |
| Кононюк Н.О.....             | 71     | Свистунова І.В.....    | 224    |
| Конопельський Р.М. ....      | 300    | Сеник І.І. ....        | 224    |
| Коткова Т.М. ....            | 126    | Сіхневич К.Й. ....     | 199    |
| Кратюк О.Л. ....             | 291    | Січкара А.О. ....      | 178    |
| Кряжевських Д.С.....         | 191    | Скорик В.В.....        | 93     |
| Кудрик Н.А.....              | 244    | Солодка Т.М.....       | 143    |
| Кулик Г.А.....               | 116    | Станкевич С.В. ....    | 3, 103 |
| Куріненко Г.А.....           | 300    | Сторожик Л.І. ....     | 116    |
| Лавринюк О.О. ....           | 199    | Стоцька С.В. ....      | 126    |
| Леженіна І.П. ....           | 3      | Тимофійшин І.І.....    | 244    |
| Лісогурська Д.В.....         | 308    | Тимчий К.І. ....       | 133    |
| Лісогурська О.В. ....        | 308    | Ткачук В.П. ....       | 308    |
| Люсак А.В.....               | 143    | Тогачинська О.В.....   | 133    |

|                   |          |                     |     |
|-------------------|----------|---------------------|-----|
| Франчук І.Б.....  | 232, 238 | Ювчик Н.О.....      | 184 |
| Фурман В.М.....   | 143      | Яковчук В.С.....    | 244 |
| Фурман С.В.....   | 308      | Яценко А.О.....     | 178 |
| Цвігун А.Т.....   | 244      | Яценко В.В.....     | 178 |
| Черняк М.О.....   | 71       | Яценко Н.В.....     | 178 |
| Шевченко М.С..... | 150      | Яценко Л.А.....     | 184 |
| Шевченко С.М..... | 150      | Kutsenko M.I.....   | 43  |
| Шевчук О.В.....   | 160      | Мункіна Н.О.....    | 23  |
| Шелест І.Р.....   | 216      | Мункін М.В.....     | 15  |
| Шепель А.В.....   | 169      | Pankova S.O.....    | 43  |
| Шувар А.М.....    | 224      | Polishchuk M.I..... | 263 |
| Шуляр А.Л.....    | 308      |                     |     |

## ЗМІСТ

|   |     |
|---|-----|
| <b>ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО,<br/>ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО</b> .....   | 3   |
| <b>Меленті В.О., Леженіна І.П., Станкевич С.В., Забродіна І.В.</b> Несподівана<br>ялинова несправжня щитівка ( <i>Physokermes inopinatus</i> Danzig et Kozár, 1973)<br>на ялинах та її шкідливість у Харківській області..... | 3   |
| <b>Мункін М.В.</b> Evapotranspiration of the field during cultivation sugar beet<br>depending on agronomic factors in the South of Ukraine .....  | 15  |
| <b>Мункіна Н.О.</b> Influence of agrotechnical factors on sugar content of sugar beet roots<br>under irrigation.....  | 23  |
| <b>Могилевська В.В.</b> Вплив форм і доз добрив на формування елементів<br>структури врожаю сорго зернового.....  | 29  |
| <b>Окрушко С.Є.</b> Симбіотична ефективність та урожайність гороху овочевого<br>залежно від впливу <i>Ascochyta rabiei</i> .....  | 36  |
| <b>Pankova S.O., Kutsenko M.I.</b> Assessment of the current ecological state of forest<br>shelterbelt ecosystems in the Right-Bank Forest-Steppe.....  | 43  |
| <b>Пилипенко О.В.</b> Вплив погодних умов та площі живлення на формування<br>врожайності насіння сортів сої у посушливих умовах Лісостепу України.....  | 50  |
| <b>Подгасцький А.А., Дрозденко А.Ю.</b> Вплив метеорологічних величин<br>на урожайність та інші характеристики картоплі .....   | 59  |
| <b>Почколіна С.В., Когут І.М., Мельник О.Т., Власенко С.В.</b> Польова схожість<br>насіння озимих зернових культур залежно від строків сівби в умовах<br>Півдня України .....   | 65  |
| <b>Присяжнюк О.І., Кононюк Н.О., Качура Є.В., Черняк М.О., Мусіч В.В.,<br/>Гончарук О.М.</b> Особливості удобрення пшениці в основних регіонах<br>Лісостепу України.....  | 71  |
| <b>Ременюк С.О., Різник В.М., Мошківська С.В., Ременюк Ю.О.,<br/>Волошин П.Ю.</b> Вплив ваточника сирійського на продуктивність кукурудзи.....  | 80  |
| <b>Саблук В.Т., Кожухівський Р.М.</b> Якісні показники ґрунту<br>за використання біопрепарату мікофренд у посівах соняшнику.....  | 86  |
| <b>Скорик В.В., Приходько В.О.</b> Вплив норми висіву насіння кукурудзи<br>на реалізацію генетичного потенціалу гібридів в умовах зрошення<br>Південного Степу України .....  | 93  |
| <b>Станкевич С.В., Забродіна І.В., Меленті В.О.</b> Сучасні уявлення про динаміку<br>популяцій комах: минуле, теперішнє, майбутнє. Синергетичний підхід.....  | 103 |
| <b>Сторожик Л.І., Баян І.В., Завгородня С.В., Кулик Г.А.</b> Морфобіологічні<br>особливості органогенезу <i>Ambrosia artemisiifolia</i> (L.) в різних фітоценозах.....  | 116 |
| <b>Стоцька С.В., Дідора В.Г., Клименко Т.В., Коткова Т.М.</b> Вплив елементів<br>технології вирощування на зернову продуктивність кукурудзи.....  | 126 |
| <b>Тогачинська О.В., Капусняк В.В., Тимчий К.І.</b> Вплив біотехнологій<br>на продуктивність та якість зернових культур в Україні .....   | 133 |
| <b>Фурман В.М., Мороз О.С., Солодка Т.М., Люсак А.В.</b> Вплив добрив<br>на процеси формування та продуктивність кукурудзи на зелену масу .....   | 143 |
| <b>Шевченко М.С., Шевченко С.М., Десятник Л.М., Деревенець-Шевченко К.А.,<br/>Новіков Д.І.</b> Вплив основного обробітку ґрунту на динаміку гумусу<br>та макроелементів живлення у сівозміні .....                            | 150 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Шевчук О.В., Господаренко Г.М.</b> Ефективність підживлення пшениці озимої дигестатом.....   | 160 |
| <b>Шепель А.В.</b> Продуктивність кропу пахучого ( <i>Anethum graveolens</i> L.) залежно від зволоження ґрунту та фонів живлення на Півдні України.....   | 169 |
| <b>Яценко В.В., Яценко Н.В., Яценко А.О., Климович Н.М., Рогальський С.В., Січкач А.О.</b> Продуктивність часнику озимого типу розвитку сорту Любаша за удобрення різними нормами вермикомпосту.....                  | 178 |
| <b>Ященко Л.А., Ювчик Н.О.</b> Формування врожаю та якості зерна пшениці озимої за мінерального живлення та вапнування на дерново-підзолистому ґрунті .....   | 184 |
| <b>ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....</b>   |     |
| <b>Кряжевських Д.С.</b> Роль кобальту в живленні корів .....  | 191 |
| <b>Лавринюк О.О., Піддубна Л.М., Кобернюк В.В., Сіхневич К.Й., Агаманчук Д.О.</b> Сучасні аспекти раціональної годівлі тварин у спеціалізованому господарстві .....   | 199 |
| <b>Люта І.М.</b> Вплив походження за батьком на показники росту та відтворювальні якості телиць голштинської породи .....   | 207 |
| <b>Музика Л.І., Шелест І.Р.</b> Вплив генетичної варіабельності на продуктивність корів української чорно-рябої породи.....   | 216 |
| <b>Свистунова І.В., Захлебаєв М.В., Полторецький С.П., Войцехівська О.В., Пую В.Л., Шувар А.М., Сенник І.І.</b> Ріст, розвиток та урожайність сумісних посівів буркуну білого з однорічними злаковими культурами..... | 224 |
| <b>Франчук І.Б., Боднар П.В., Пачва А.Є.</b> Аналіз ефективності селекційних індексів для відбору високопродуктивних корів молочного напрямку .....   | 232 |
| <b>Франчук І.Б., Орхівський Т.В., Самолюк Р.-О.</b> Стратегії продовження терміну продуктивного використання корів української червоно-рябої породи .....   | 238 |
| <b>Цвігун А.Т., Кудрик Н.А., Понько Л.П., Несвятипаска В.Ю., Яковчук В.С., Тимофійшин І.І.</b> Особливості годівлі молодняка овець породи лакон в умовах Поділля.....   | 244 |
| <b>МЕЛІОРАЦІЯ І РОДІЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ .....</b>  |     |
| <b>Клименко М.О., Колесник Т.М., Андрощук О.О., Ровна Г.Ф.</b> Динаміка реакції ґрунтового розчину за тривалої післядії вапнування та удобрення на дерново-підзолистому ґрунті .....                                  | 255 |
| <b>Polishchuk M.I.</b> Siderates as an alternative for restoration of soil fertility elements in conditions of climate warming in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine .....                                       | 263 |
| <b>ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА.....</b>  |     |
| <b>Доценко Л.В., Ананьєва Т.В., Ворошилова Н.В.</b> Розповсюдження інвазивного виду робінії звичайної ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L) на території Дніпропетровської області України.....                            | 274 |
| <b>Ільченко Л.А., Мильнікова О.О.</b> Видова структура та життєвий стан дендрофлори окремих навчальних закладів м. Дніпро .....   | 282 |
| <b>Кратюк О.Л., Власюк В.П., Воробей В.П.</b> Екологічні аспекти організації мисливсько-господарського виробництва Житомирської районної організації УТМР .....   | 291 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Куріненко Г.А., Конопельський Р.М.</b> Вплив щільності посадки на рибницько-біологічні показники дволіток ліна за вирощування в умовах рециркуляційних систем.....    | 300 |
| <b>Лісогурська Д.В., Лісогурська О.В., Фурман С.В., Шуляр А.Л., Шуляр А.Л., Ткачук В.П.</b> Відновлення водних біоресурсів як шлях до сталого аграрного виробництва..... | 308 |

---

## CONTENTS

|  |     |
|--|-----|
| <b>AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,<br/>VEGETABLE AND MELON GROWING</b> .....   | 3   |
| <b>Melenti V.O., Lezhenina I.P., Stankevych S.V., Zabrodina I.V.</b> Unexpected spruce scale insect ( <i>Physokermes inopinatus</i> Danzig et Kozár, 1973) on spruce trees and its harmfulness in the Kharkiv region ..... | 3   |
| <b>Mynkin M.V.</b> Evapotranspiration of the field during cultivation sugar beet depending on agronomic factors in the South of Ukraine .....  | 15  |
| <b>Mynkina H.O.</b> Influence of agrotechnical factors on sugar content of sugar beet roots under irrigation.....  | 23  |
| <b>Mohylevska V.V.</b> The influence of fertilizer forms and doses on the formation of grain sorghum yield structure elements.....   | 29  |
| <b>Okrushko S.E.</b> Symbiotic efficiency and yield of vegetable peas depending on the influence of <i>Ascochyta rabiei</i> .....  | 36  |
| <b>Pankova S.O., Kutsenko M.I.</b> Assessment of the current ecological state of forest shelterbelt ecosystems in the Right-Bank Forest-Steppe.....  | 43  |
| <b>Pylypenko O.V.</b> Influence of weather conditions and feeding area on the formation of seed yield of soybean varieties in the arid conditions of the Forest-Steppe of Ukraine .....                                    | 50  |
| <b>Podhayetskyi A.A., Drozdenko A.Yu.</b> Influence of meteorological variables on yield and other characteristics of potatoes.....  | 59  |
| <b>Pochkolina S.V., Kohut I.M., Melnyk O.T., Vlasenko S.V.</b> Field similarity of winter cereal crop seeds depending on sowing periods in Southern Ukraine .....  | 65  |
| <b>Prysiachniuk O.I., Kononiuk N.O., Kachura Ye.V., Cherniak M.O., Musich V.V., Honcharuk O.M.</b> Features of wheat fertilization in the main regions of the Forest-Steppe of Ukraine.....                                | 71  |
| <b>Remeniuk S.O., Riznyk V.M., Moshkivska S.V., Remeniuk Yu.O., Voloshyn P.Yu.</b> The impact of common milkweed ( <i>Asclepias syriaca</i> ) on corn productivity .....   | 80  |
| <b>Sabluk V.T., Kozhukhivskyi R.M.</b> Soil quality indicators under the application of Mikofrend biopreparation in sunflower sowings.....   | 86  |
| <b>Skoryk V.V., Prykhodko V.O.</b> Influence of corn seed sowing rates on the realization of hybrid genetic potential under irrigated conditions in the Southern Ukrainian Steppe .....                                    | 93  |
| <b>Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Melenti V.O.</b> Modern concepts of insect population dynamics: past, present, future. A synergetic approach.....  | 103 |
| <b>Storozhyk L.I., Balyan I.V., Zavhorodnia S.V., Kulyk G.A.</b> Morphobiology features of organogenesis of <i>Ambrosia artemisiifolia</i> (L.) in various phytocenoses.....   | 116 |
| <b>Stotska S.V., Didora V.H., Klymenko T.V., Kotkova T.M.</b> The impact of elements of cultivation technology on the grain productivity of corn .....   | 126 |
| <b>Togachynska O.V., Kapusniak V.V., Timchyi K.I.</b> Impact of biotechnology on the productivity and quality of cereal crops in Ukraine.....  | 133 |
| <b>Furman V.M., Moroz O.S., Solodka T.M., Lusak A.V.</b> Influence of fertilizers on the processes of formation and productivity of corn on green mass.....  | 143 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Shevchenko M.S., Shevchenko S.M., Desiatnyk L.M., Derevenets-Shevchenko K.A., Novikov D.I.</b> The influence of main tillage on the dynamics of humus and macronutrients in crop rotation.....                           | 150 |
| <b>Shevchuk O.V., Hospodarenko H.M.</b> Effectiveness of feeding winter wheat with digestate .....  | 160 |
| <b>Shepel A.V.</b> Productivity of dill ( <i>Anethum graveolens</i> L.) depending on soil moisture and nutrient background in the South of Ukraine.....   | 169 |
| <b>Yatsenko V.V., Yatsenko N.V., Yatsenko A.O., Klymovych N.M., Rogalsky S.V., Sichkar A.O.</b> Productivity of winter garlic of the Lyubasha cultivar under fertilization with different norms of vermicompost.....        | 178 |
| <b>Yuvchuk N.O., Yashchenko L.A.</b> Formation of yield and grain quality of winter wheat under mineral nutrition and liming on sod-podzolic soil .....   | 184 |
| <b>ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS .....</b>   | 191 |
| <b>Kriazhevskiykh D.S.</b> The role of cobalt in cow nutrition .....  | 191 |
| <b>Lavryniuk O.O., Pidubna L.M., Koberniuk V.V., Sikhnevych K.I., Atamanchuk D.O.</b> Modern aspects of rational animal feeding in specialized farming.....   | 199 |
| <b>Liuta I.M.</b> The influence “breeding bull” on growth indicators and reproductive traits of holstein heifers.....   | 207 |
| <b>Muzyka L.S., Shelest I.R.</b> The influence of genetic variability on the productivity of Ukrainian black and speckled cows.....   | 216 |
| <b>Svytunova I.V., Zakhliebaiev M.V., Poltoretskyi S.P., Voitsekhivska O.V., Puiu V.L., Shubar A.M., Senyk I.I.</b> Growth, development and yield of combined crops of <i>Melilotus albus</i> with annual cereal crops..... | 224 |
| <b>Franchuk I.B., Bodnar P.V., Pachva A.Ye.</b> Analysis of the efficiency of selection indexes for selection of highly productive dairy cows .....   | 232 |
| <b>Franchuk I.B., Orikhivskiy T.V., Samoliuk R.-O.</b> Strategies for extending the productive life of Ukrainian red-and-white cows .....   | 238 |
| <b>Tsvihun A.T., Kudryk N.A., Ponko L.P., Nesviatypaska V.Yu., Yakovchuk V.S., Tymofishyn I.I.</b> Features of feeding lacaune lamb in the conditions of Podillia.....  | 244 |
| <b>MELIORATION AND SOIL FERTILITY .....</b>   | 255 |
| <b>Klimenko M.O., Kolesnyk T.M., Androshchuk O.O., Rovna G.F.</b> Dynamics of soil solution reaction after long period of liming and fertilisation on sod-podzolic soil .....   | 255 |
| <b>Polishchuk M.I.</b> Siderates as an alternative for restoration of soil fertility elements in conditions of climate warming in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine.....  | 263 |
| <b>ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE .....</b>   | 274 |
| <b>Dotsenko L.V., Ananieva T.V., Voroshilova N.V.</b> Distribution of the invasive species of <i>Robinia pseudoacacia</i> L. in the territory of Dnipropetrovsk Region, Ukraine .....                                       | 274 |
| <b>Ilchenko L.A., Mylnikova O.O.</b> The species composition and life conditions of dendroflora of individual educational institutions, Dnipro city.....  | 282 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Kratiuk O.L., Vlasiuk V.P., Vorobei V.P.</b> Ecological aspects of the organization of hunting and game management production of the Zhytomyr district organization of the USHF ..... | 291 |
| <b>Kurinenko H.A., Konopelskyi R.M.</b> Effect of stocking density on productive and biological parameters of age-1+ tench grown in conditions of recirculation systems .....            | 300 |
| <b>Lisohurska D.V., Lisohurska O.V., Furman S.V., Shuliar A.L., Shuliar A.L., Tkachuk V.P.</b> Restoration of aquatic bioresources as a path to sustainable agricultural production..... | 308 |

---

# **Таврійський науковий вісник**

**Випуск 142**

**Частина 2**

**Сільськогосподарські науки**

Підписано до друку 30.04.2025 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. 26,33. Зам. № 0525/415

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](mailto:mailbox@helvetica.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.