

**ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

УДК 631.636

ISSN 0130-8521
e- ISSN 2786-5231

Ідентифікатор
в Реєстрі суб'єктів у сфері медіа
R30-01974

*Рекомендовано до друку
вченою радою Інституту
сіського господарства
Карпатського регіону НААН,
протокол № 10
від 22 вересня 2025 р.*

*Реєстраційне свідоцтво
№ 24025-13865 р.
від 05.07.2019.*

*Редактор М. М. Кахнич
Верстка О. Я. Полудіх
Переклад А. В. Шелевач*

*Видавець і виготовлювач
Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине
Львівського р-ну Львівської обл.,
81115*

*Формат 70×108 1/16.
Умовн. друк. арк. 13,53.
Тираж 100 прим.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта
видавничої справи
до державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 7457
від 28.09.2021 р.
inagrokarpat@isgkr.com.ua
www.isgkr.com.ua*



Міжвідомчий тематичний науковий збірник

ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО

Заснований у 1967 р.

Випуск 78 • Частина 1 • 2025



Адреса редколегії:
Інститут сільського
господарства Карпатського
регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с.
Оброшине
Львівського р-ну Львівської обл.,
81115
Тел./факс+38 (032) 227 97 99,
227 97 33,
e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua

Редакційна колегія:

Стасів Олег Федорович, доктор сільськогосподарських наук, академік НААН, директор, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, **головний редактор**

Коник Григорій Станіславович, доктор сільськогосподарських наук, професор, перший заступник директора, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, **заступник головного редактора**

Влізло Василь Васильович, доктор ветеринарних наук, академік НААН, професор, професор кафедри внутрішніх хвороб тварин та клінічної діагностики, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, Україна, **заступник головного редактора**

Панахид Галина Ярославівна, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, вчений секретар, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, **відповідальний секретар**

Члени редакційної колегії:

Байструк-Глодан Леся Зіновіївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач Передкарпатського відділу наукових досліджень, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Волощук Олександра Петрівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Кемесіте Вільма, доктор наук, старший науковий співробітник, Інститут сільського господарства, Литовський науково-дослідний центр сільського та лісового господарства, Литва

Карбівська Уляна Миронівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри лісового і аграрного менеджменту, Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Лихочвор Володимир Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН, професор, професор агротехнологій у рослинництві, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, Україна

Мароунек Мілан, доктор наук, професор, старший науковий співробітник, Інститут тваринництва, Чеська Республіка

Остапів Дмитро Дмитрович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії молекулярної біології та клінічної біохімії, Інститут біології тварин НААН, Україна

Петриченко Василь Флорович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Радник при дирекції з наукової роботи, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, Україна

Пілярчик Богуміла, доктор наук, професор, Західнопоморський технологічний університет в м. Щецін, Республіка Польща

Рутковська Беата, доктор наук, професор, Варшавський університет природничих наук, Республіка Польща

Седіло Григорій Михайлович, доктор сільськогосподарських наук, академік НААН, професор, радник при дирекції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Хойніцький Юзеф, доктор наук, професор, Варшавський університет природничих наук, Республіка Польща

Чернявська-П'ятковська Ева, доктор наук, професор, Західнопоморський технологічний університет в м. Щецін, Республіка Польща

Шувар Антін Михайлович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри агробіотехнологій, Західноукраїнський національний університет, Україна

За достовірність поданих матеріалів відповідальність несуть автори.

Статті друкуються в авторській редакції з мінімальною технічною правкою

**INSTITUTE OF
AGRICULTURE
OF CARPATHIAN REGION
OF NATIONAL ACADEMY OF
AGRARIAN SCIENCES OF
UKRAINE**

UDK 631.636

ISSN 0130-8521
e- ISSN 2786-5231

Identifier
in the Register of Media Entities
R30-01974

*Recommended for publication
by the Academic Council
of Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS,
Protocol № 10 of September 22, 2025*

*Registration certificate
№ 24025-13865
dated 05.07.2019*

*Editor M. M. Kakhnych
Layout by O. Ya. Polulikh
Translation by A. V. Shelevach*

*Publisher and manufacturer
Institute of Agriculture of the
Carpathian Region of NAAS,
81115, Hrushevskoho Street, 5,
Obroshyne village, Lviv district,
Lviv region*

*Format 70×108 1/16.
Conventional printed sheets
number 13,53.
Pressrun 100 copies.*

*Certificate of entry of a publishing
entity to the State Register of
Publishers, Manufacturers and
Distributors of Publishing Products DK
No 7457 dated 28.09.2021
inagrokarpat@isgkr.com.ua
www.isgkr.com.ua*



Interdepartmental thematic scientific collection

FOOTHILL AND MOUNTAIN AGRICULTURE AND STOCKBREEDING

Since 1967

Volume 78 • Issue 1 • 2025



Editorial board address:
Institute of Agriculture of Carpathian
Region of NAAS,
st. Grushevskogo, 5, Obroshyne village,
Lviv district, Lviv region, 81115
Tel./fax +38 (032) 227 97 99,
227 97 33,
e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua

Editorial board:

Stasiv Oleh, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of NAAS, Director, Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Ukraine, **Editor-in-Chief**

Konyk Hryhoriï, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, First Deputy Director, Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Ukraine, **Deputies Editor-in-Chief**

Vizlo Vasyl, Doctor of Veterinary Sciences, Academician of NAAS, Professor, Professor of the Department of Internal Animal Diseases and Clinical Diagnostics of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, **Deputies Editor-in-Chief**

Panakhid Halyna, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Scientific Secretary, Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Ukraine, **Executive Secretary**

Members of the editorial board:

Baistruk-Hlodan Lesya, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research, Head of the Precarpathian Department of Scientific Research, Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Voloshchuk Oleksandra, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Kemešytė Vilma, Doctor of Sciences, Senior Researcher, Institute of Agriculture, Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Lithuania

Karbivska Uliana, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Forest and Agricultural Management, Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Ukraine

Lykhochvor Volodymyr, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of NAAS, Professor, Professor of the Agrotechnology Department, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Ukraine

Marounek Milan, Doctor of Science, Professor, Senior Researcher, Institute of Animal Science, Czech Republic

Ostapiv Dmytro, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Molecular Biology and Clinical Biochemistry, Institute of Animal Biology of NAAS, Ukraine

Petrychenko Vasyl, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of NAAS, Professor, Scientific Advisor to the Directorate for Research, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, Ukraine

Pilarczyk Bogumiła, Doctor of Science, Professor, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Republic of Poland

Rutkowska Beata, Doctor of Science, Professor, Warsaw University of Life Sciences, Republic of Poland

Sedilo Hryhoriï, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of NAAS, Professor, Administration advisor of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Jozef Chojnicki, Doctor of Science, Professor, Warsaw University of Life Sciences, Republic of Poland

Cherniavska-Piontkovska Ewa, Doctor of Science, Professor, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland

Shuvar Antin, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of the Department of Agrobiotechnology, West Ukrainian National University, Ukraine

The authors are responsible for the accuracy of the materials presented.
Articles are published in the author's version with minimal technical editing

© Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS, 2025

ЗМІСТ**CONTENT****ЗЕМЛЕРОБСТВО
І РОСЛИННИЦТВО****AGRICULTURE
AND PLANT GROWING**

| | |
|---|---|
| <i>Басюк П. Л., Грабовський М. Б.</i> Вплив мікродобрив та регуляторів росту на зміну біометричних показників рослин кукурудзи..... 7 | <i>Basiuk P. L., Hrabovskyi M. B.</i> The influence of microfertilizers and growth regulators on changesin the biometric indicators of corn plants |
| <i>Василенко Н. В., Правдзіва І. В., Заїма О. А., Шадчина Т. М.</i> Показники якості борошна пшениці м'якої озимої залежно від норм азотного живлення та умов вирощування..... 23 | <i>Vasylenko N. V., Pravdziva I. V., Zaima O. A., Shadchyna T. M.</i> Quality indices of winter bread wheat flour depending on nitrogen nutrition ratesand growing conditions |
| <i>Гавришко О. С, Оліфір Ю. М., Партика Т. В., Козак Н. І.</i> Мікроагрегатний склад ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту тривалого використання за різних систем удобрення та періодичного вапнування..... 33 | <i>Havryshko O. S, Olifir Yu. M., Partyka T. V., Kozak N. I.</i> Microaggregate composition of Albic Stagnic Luvisol of long-term use under various fertilizationand periodic liming systems |
| <i>Дубицька А. О., Качмар О. Й, Дубицький О. Л.</i> Особливості фотосинтезу та продукційного процесу пшениці озимої за використання біологізованих систем удобрення в ланках сівозмін..... 42 | <i>Dubyska A. O., Kachmar O. Y., Dubyskyi O. L.</i> Features of photosynthesis and production processes of winter wheat under using biologized fertilizationsystems in crop rotation links |
| <i>Іванців Р. Є., Перегрим О. Р., Байструк-Глодан Л. З., Коники Г. С.</i> Оцінка вихідного матеріалу костриці червоної в умовах Передкарпаття... 56 | <i>Ivantsiv R. Ye., Perehrym O. R., Baistruk-Hlodan L. Z., Konyk H. S.</i> Evaluation of the source material of redfescue in the conditions of Precarpathia |
| <i>Карбівська У. М., Сітнік А. А.</i> Оптимізація удобрення як чинник підвищення врожайності та якості рослин сорго цукрового і кукурудзи в західному регіоні України..... 69 | <i>Karbivska U. M., Sitnyk A. A.</i> Optimization of fertilization as a factor in increasing the yield and quality of sugar sorghumand maize in the Western region of Ukraine |
| <i>Кисельов Д. О.</i> Агробіологічне обґрунтування впливу термінів основного обробітку ґрунту на врожайність цукрового буряку в короткоротаційних сівозмінах Західного Лісостепу України..... 79 | <i>Kyselov D. O.</i> Agrobiological substantiation of the influence of primary soil tillage timing on sugar beet yield in short-rotation crop rotationsof the Western Forest-Steppe of Ukraine |

| | | |
|--|-----|---|
| <i>Маренюк О. Б., Бугайов В. Д., Векленко Ю. А.</i> Перспективні колекційні зразки ячменю посівного (озимого) за умов підвищеної кислотності ґрунту..... | 88 | <i>Mareniuk O. B., Buhaiiov V. D., Veklenko Yu. A.</i> Prospective collection samples of sowing (winter) barleyin the conditions of increased soil acidity |
| <i>Паламарчук В. Д., Кричковський В. Ю.</i> Продуктивність гібридів соняшнику залежно від позакоренових підживлень..... | 98 | <i>Palamarchuk V. D., Krychkovskiy V. Yu.</i> Productivity of sunflower hybrids dependson foliar fertilization |
| <i>Примак І. Д., Войтовик М. В., Горновська С. В., Панченко О. Б., Ображій С. В.</i> Продуктивність сільськогосподарських культур і польових сівозмін за різних систем основного обробітку і удобрення чорнозему типового..... | 112 | <i>Prymak I. D., Voitovyk M. V., Hornovska S. V., Panchenko O. B., Obrazhii S. V.</i> Productivity of agricultural crops and field crop rotations under different primary tillage and ...fertilization systems on typical chernozem |
| <i>Танасов С. С., Сенік І. І., Сидорук Г. П.</i> Урожайність кукурудзи залежно від попередника та припосівного удобрення в умовах Західного Лісостепу..... | 128 | <i>Tanasov S. S., Senyk I. I., Sydoruk H. P.</i> Corn yield depends on the predecessor and applied fertilizer by sowing in the conditionsof the Western Forest-Steppe |
| <i>Яценко В. В.</i> Формування продуктивності зелених овочів за використання абсорбентів у ланці сівозміни..... | 137 | <i>Yatsenko V. V.</i> Productivity formation of green vegetables using absorbentswithin crop rotation systems |

ТВАРИННИЦТВО**STOCKBREEDING**

| | | |
|--|-----|--|
| <i>Петрів М. Д., Ференц Л. В., Федорович В. С., Слобода О.М., Кравчук М. О.</i> Ефективність впливу дріжджової добавки на показники відтворювальної здатності оброшинських білих гусей..... | 150 | <i>Petriv M. D., Ferents L. V., Fedorovych V. S., Sloboda O.M., Kravchuk M. O.</i> Effectiveness of the influence of yeast addition on the reproductive indicatorsof obroshyn white geese |
| <i>Стадницька О. І., Петришин М. А., Полуліх М. І., Федак В. Д., Братюк В. М.</i> Розвиток бугайців західного внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи від народження до 9-місячного віку..... | 157 | <i>Stadnytska O. I., Petryshyn M. A., Polulikh M. I., Fedak V. D., Bratiuk V. M.</i> Development of bulls of the western interbreed type of the ukrainian black-spotted dairy breedfrom birth to 9 months of age |

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-1

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.15:632.51:632.93:631.81

**ВПЛИВ МІКРОДОБРІВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ
НА ЗМІНУ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН КУКУРУДЗИ****П. Л. Басюк, М. Б. Грабовський**

Білоцерківський національний
аграрний університет
пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква,
Київська обл., 09117

Про авторів:

Павло БАСЮК,
здобувач РВО «Доктор філософії»
ORCID: 0000-0000-0547-0854

Микола ГРАБОВСЬКИЙ,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-8494-7896

Для листування:

Микола ГРАБОВСЬКИЙ
e-mail: nikgr1977@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:
22 липня 2025 р.
Погоджено до друку:
15 серпня 2025 р.
Опубліковано:
30 вересня 2025 р.

За результатами досліджень встановлено, що застосування мікродобрив та регуляторів росту позитивно впливає на біометричні показники та структуру рослин кукурудзи, забезпечуючи інтенсифікацію ростових процесів, збільшенню площі листової поверхні та підвищенню маси рослини кукурудзи та її окремих частин. Збільшення висоти рослин кукурудзи відбувалося впродовж всього вегетаційного періоду – до фази ВВСН 85, а площі листової поверхні – до фази ВВСН 65. Оптимальні умови для формування максимальної висоти рослин та асиміляційної поверхні посівів кукурудзи у гібридів Гендальф і Інтелігенс отримано на третьому і четвертому варіантах досліді. Відмічено наростання маси качана з зерном та рослин кукурудзи й зменшення маси стебла, листків та волотей до фази ВВСН 85. На ранніх фазах органогенезу (ВВСН 65) переважала вегетативна маса (68,5–70,1 % стебло і 25,6–27,1 % листки), а у фазу ВВСН 85 домінівну частку в структурі рослини займав качан із зерном (понад 42 %). Залежно від періоду обліку застосування мікродобрив та регуляторів росту дозволило збільшити масу рослин на 0,6–2,9 %, масу стебла на 0,6–1,7 %, масу листків на 0,7–33,7 %, масу качана з зерном на 0,8–2,4 %, порівняно з контролем. Найвищі значення цих показників у обох гібридів отримано на четвертому варіанті досліді. Отримані результати підтверджують доцільність застосування мікродобрив та регуляторів росту у технології вирощування кукурудзи, що має практичне значення для підвищення ростових процесів, фотосинтетичної активності та вегетативної й генеративної маси рослин.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, мікродобрива, регулятори росту, висота рослин, площа листової поверхні, маса рослини.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Басюк П. Л., Грабовський М. Б., 2025

The influence of microfertilizers and growth regulators on changes in the biometric indicators of corn plants

Bila Tserkva National Agrarian University
Soborna Square, 8/1, Bila Tserkva,
Kyiv region, 09117

About authors:

Pavlo BASYUK
ORCID: 0000-0000-0547-0854

Mykola GRABOVSKYI
ORCID: 0000-0002-8494-7896

For corresponding:

Mykola GRABOVSKYI
e-mail: nikgr1977@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Science of Ukraine

Received:

July 22, 2025

Accepted:

August 15, 2025

Published:

September 30, 2025

The study established that the application of micronutrient fertilisers and growth regulators positively affects the biometric parameters and structural composition of corn plants. It stimulates growth processes, increases leaf surface area, enhances the total biomass of the plant and its individual organs. Plant height increased steadily throughout the entire growing season up to BBCH 85, while the maximum leaf area was recorded by BBCH 65. Optimal conditions for achieving the highest plant height and assimilative surface in the Hendif and Intelligence hybrids were obtained in the third and fourth treatment variants. A gradual increase in grain ear mass and total plant biomass was observed, while stem, leaf, and tassel mass declined towards BBCH 85. At BBCH 65, vegetative organs dominated the biomass distribution (68.5–70.1 % stems and 25.6–27.1 % leaves), whereas at BBCH 85 the ear with grain became the dominant structure, accounting for over 42% of total plant mass. Depending on the growth stage, the use of micronutrients and growth regulators led to an increase in total plant mass by 0.6–2.9 %, stem mass by 0.6–1.7 %, leaf mass by 0.7–33.7 % and ear mass with grain by 0.8–2.4 %, compared to the control. The highest values were recorded in the fourth treatment variant in both hybrids. The results confirm the practical value of using micronutrient fertilisers and growth regulators in corn production technologies to enhance growth dynamics, photosynthetic activity, and accumulation of both vegetative and generative biomass.

Keywords: corn, hybrid, micronutrients, growth regulators, plant height, leaf surface area, plant biomass.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Кукурудза (*Zea mays*) є однією з провідних світових сільськогосподарських культур і критичним джерелом їжі, кормів та палива. Вона має найширший ареал вирощування серед усіх культур від півдня Чилі (40° пд. ш.) до Канади (50° пн. ш.) та від Антських гір, де вона може рости на висоті 3400 м над рівнем моря до Карибських островів [18]. Доведено, що 56 % виробленої кукурудзи у світі переважно використовується як корм для тварин, 13 % для харчування, а п'ята частина від загального обсягу виробництва для нехарчових потреб (біопаливо, промисловість і т. д.) [44].

Попит на кукурудзу у світі подвоюється, а наукові дослідження ще більше розширюють знання про застосування цієї культури, створюючи більше шляхів та підходів, де різні частини рослини (зерно, листки, волоть, стебло, корінь) можуть бути перетворені на певну

продукцію, що викликає необхідність збільшення посівних площ під кукурудзу [30].

Елементи живлення відіграють важливу роль у рості та розвитку рослин. У більшості випадків, коли ґрунт забезпечений доступними елементами живлення, рослини мають вищу ймовірність досягти генетичного потенціалу врожайності та якості [48]. Оптимальний ріст рослин пов'язаний з кращою пристосованістю культури, конкурентоспроможністю та вищою стійкістю до різних біотичних (бур'яни, шкідники, хвороби) чи абіотичних стресів (низькі або високі температури, засоленість ґрунту). Живлення рослин забезпечує оптимальні умови для їх росту і розвитку [25].

В інтенсивному сільському господарстві рослинам досить часто не вистачає оптимального рівня необхідних

елементів живлення, зокрема мікроелементів [47]. Дефіцит мікроелементів можна успішно нівелювати за допомогою позакореневого підживлення [43]. Позакореневе підживлення мікроелементами забезпечує швидке засвоєння та використання поживних речовин, таким чином включаючи поглинені елементи безпосередньо в метаболізм рослинних організмах [52]. Технологічні інновації в аграрному виробництві, такі як: точне землеробство та поліпшені композиції макро- і мікродобрив, підвищили ефективність позакореневого підживлення, зробивши його привабливою альтернативою традиційному удобренню ґрунту [2, 20].

Завдяки тому, що тканина листка має таку ж морфологічну структуру як і тканина кореню, рослини здатні швидко поглинати розчинені елементи живлення [50]. Таким чином, дефіцит мікроелементів у ґрунті можна успішно компенсувати за допомогою позакореневого підживлення [29]. У деяких випадках добрива та гербіциди можна поєднувати, щоб допомогти культурам подолати можливий гербіцидний стрес [46]. Негативні фактори навколишнього середовища, такі як ґрунтова і повітряна посуха, можна пом'якшити за допомогою позакореневого підживлення мікродобривами. Фактично, ефективність позакореневого підживлення вища, ніж ефективність внесення ґрунтових добрив в умовах посухи [53].

Поживні речовини, що надходять через позакореневе підживлення, швидко поглинаються та засвоюються, а дослідження показують, що 100 % азоту (що надходить у вигляді сечовини) може бути засвоєно листками рослин приблизно за чотири години [41]. Безпосереднє позакореневе внесення фосфору підвищує ефективність його використання та концентрацію фосфору в зерні кукурудзи [19]. Продуктивність кукурудзи була високою при позакореневому удобренні калієм порівняно з ґрунтовим та іншими методами внесення [37]. Позакореневе підживлення цинком посилює

ферментативні антиоксидантні та фізіологічні захисні механізми рослин, тим самим покращуючи стійкість до абіотичного стресу, що посилюється зміною клімату [22]. Позакореневе підживлення на критичних стадіях росту, таких як цвітіння та налив зерна, підвищує вміст вуглеводів та білків, рівень ліпідів, натуру зерна, вміст мінералів та масу зерна кукурудзи. Ефективність позакореневого підживлення залежить від таких факторів, як: терміни внесення, склад поживних речовин, концентрація та умови навколишнього середовища [32].

За даними, отриманими І. П. Сатановською [15] найвищу висоту рослин кукурудзи зафіксовано у фазу молочно-воскової стиглості зерна при позакореневому підживленні на фоні передпосівної обробки насіння. Приріст довжини стебла рослин кукурудзи становив відповідно 24,8 см у гібрида Білозірський 295 СВ та 22,7 см – у Моніки 350 МВ. Найбільшу площу листя гібридів кукурудзи різних груп стиглості відмічено у фазу молочно-воскової стиглості зерна при застосуванні передпосівної обробки насіння разом із позакореневим підживленням з показниками 64,9 тис. м²/га у гібрида Білозірський 295 СВ та 63,9 тис. м²/га у гібрида Моніка 350 МВ, що на 16,6 та 13,8 тис. м²/га, або 34,4 і 27,5 % більше, ніж у контролі.

Застосування природного Zn (ZnSO₄) на старому листі кукурудзи значно збільшило концентрацію Zn в зерні, відповідно, позакореневе внесення цинку омолоджує старе листя рослин, тим самим підвищуючи вміст хлорофілу [35]. Позакореневе внесення магнію покращило швидкість чистого фотосинтезу, продихову провідність та зменшило концентрацію CO₂ у продихах та листовій транспірації [39]. Позакореневе підживлення молібденом покращує азотний метаболізм та фіксацію вуглецю [31], тоді як позакореневе підживлення цеолітом збільшило концентрацію азоту в кореневій зоні кукурудзи на 10 %, покращуючи коефіцієнти поглинання азоту як над, так і

під землею [27]. Позакореневе підживлення Amino Ultra Kukurydza, або Plonvit Kukurydza у поєднанні з Bacillus покращило врожайність зерна, вміст білка, цинку та заліза в зерні кукурудзи [26].

За результатами досліджень, проведених в Правобережному Лісостепу України встановлено, що лінійне збільшення висоти рослин кукурудзи відбувалося до фази ВВСН 85 (воскова стиглість зерна), при цьому максимальні значення спостерігалися на варіанті із застосуванням мінеральних добрив $N_{90}P_{70}K_{70}$ та мікродобрив Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 225,9 см. Найбільші показники площі листової поверхні посівів кукурудзи були отримані у фазу ВВСН 65 (цвітіння волотей) на варіанті, де застосовували мінеральні добрива $N_{90}P_{70}K_{70}$ та позакореневе підживлення рослин у фазі 3–4 листків кукурудзи Ікар Біго Рутс (0,5 л/га), повторно у фазі 4–5 листків кукурудзи Ікар Фосто (0,5 л/га) і у фазі 7–8 листків кукурудзи Ікар Зінто (0,5 л/га) – 50,3 тис. м²/га. В загальній структурі рослини на стебло припадає 40,4 %, зерно – 36,5 %, листки – 14,6 %, обгортки та стрижень качана – 4,8 % та волоть – 3,7 % [3].

Результати показали, що внесення ZnO-NP трьома методами: дражування насіння, позакореневе удобрення та внесення у ґрунт покращували загальне поглинання фосфору, але лише позакореневе удобрення покращило ріст кукурудзи на 6–11 % та збільшило біомасу рослин на 16–20 % [51]. Також спостерігалося збільшення швидкості проростання, а висота рослин збільшилася на 2 %, порівняно з методом дражування насіння зі значним зростанням врожайності кукурудзи [42].

Позакореневе внесення кінетину та індолуксусної кислоти збільшило вміст сухої речовини кукурудзи, врожайність зерна та вміст хлорофілу в умовах засолення ґрунтів [28]. Позакореневе внесення аскорбінової кислоти знизило стрес від посухи у рослин кукурудзи,

збільшивши ріст, біомасу та фотосинтетичну активність [36].

В Сербії позакореневе підживлення добривами, що містять азот у формі амінокислот, позитивно вплинуло на збільшення маси рослин, індекс площі листків, висоту рослин та врожайність зерна кукурудзи протягом усіх трьох років досліджень (2010–2012). Позитивні ефекти, отримані в цьому дослідженні дозволяють рекомендувати позакореневе підживлення добривами, що містять азот у формі амінокислотного комплексу [46].

Найвищі показники площі листової поверхні (48,1 тис. м²/га) фотосинтетичного потенціалу (2,34 тис. м² × дн/га) та індексу листової поверхні (ІЛП) (4,81) отримано на варіанті вирощування гібрида кукурудзи РЖТ Елеккс з використанням регулятора росту Келпак (2,0 л/га), що на 5,8–23,1 % більше, ніж на контрольних ділянках. Максимальні показники кількості та маси зерна з качана були у гібрида РЖТ Елеккс при використанні Келпак (2,0 л/га) – 444,0 шт. і 133,5 г, а маси 1000 зерен у гібрида РЖТ Дубліккс – 302,6 г [7]. Про ефективність препарату Келпак, що містить ауксини, цитокіни, СаО та інші різні поживні речовини, такі як: Zn, Fe, Mg та Mn на посівах кукурудзи повідомляють і інші дослідники [34].

У літературі повідомлялося про деякі негативні наслідки позакореневого підживлення мікродобривами, такі як «позакореневий опік». Це може статися, якщо внесення проводилося поза рекомендованою фазою розвитку культури, а також за несприятливих метеорологічних умов [24]. Також негативними моментами позакореневого внесення макро- і мікродобрив є висока вартість багаторазового їх застосування та залежність ефективності від кліматичних умов [38, 41]. Тривале використання позакореневого добрива на основі сірки при вирощуванні монокультури кукурудзи суттєво зменшувало вміст цинку та марганцю у ґрунті, що підкреслює необхідність сталого управління ґрунтами [40].

К. В. Павліченко [12] було виявлено, що найбільшу висоту рослин кукурудзи зафіксовано у фазу воскової стиглості зерна з показниками у середньостиглих гібридів – 222,0–249,0 см і середньоранніх – 212,7–236,7 см. Мінімальними показниками висоти рослин відзначався гібрид Амарос на варіанті без внесення макро- та мікродобрих – 212,7 см, а максимальними – гібрид Каріфолс при застосуванні $N_{120}P_{90}K_{90}$ і обробкою насіння YaraVita Terposyn NP + Zn (5 л/т) й обприскуванням кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га) – 249,0 см. Максимальна площа листової поверхні була у фазу цвітіння качанів у гібриду кукурудзи Каріфолс на варіанті із внесенням $N_{120}P_{90}K_{90}$ та застосуванні мікродобрих (YaraTera Tenso Cocktail + YaraVita Kombiphos) – 49,0 тис. м²/га. Найменшу площу листової поверхні сформував середньоранній гібрид Амарос – 36,6 тис. м²/га на варіанті без застосування добрив. У фазі молочної стиглості зерна площа листової поверхні зменшилась в середньому на 5,3 %, порівняно з попереднім періодом обліків, а у фазу воскової стиглості зерна ще на 6,8 %.

Тому дослідження взаємодії між різними генотипами кукурудзи, різними умовами навколишнього середовища та позакореневим внесенням елементів живлення є важливими й актуальними.

Метою досліджень було визначення впливу мікродобрих та регуляторів росту на висоту рослин гібридів кукурудзи, площу листової поверхні та масу рослин кукурудзи та її окремих частин.

Матеріал і методи. Дослідження проводилися протягом 2023–2024 рр. у СФГ «Чайка-2» Броварського району Київської області за наступною схемою:

Фактор А. Гібриди кукурудзи.

1. Гендальф (ФАО 250) (контроль).

2. Інтелігенс (ФАО 380).

Фактор В. Мікродобрих та регулятори росту рослин.

1. Контроль (обприскування водою).

2. Радікс (1 л/га) + Біогумат (1 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи, Енерджі

(1 л/га) + Біогумат (1 л/га) + Цинк (1 л/га) у фазі 6–8 листків кукурудзи.

3. Радікс (1 л/га) + Біогумат (1 л/га) + Фотосинтез (1 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи, Енерджі (1 л/га) + Лінамін (1 л/га) + Цинк (1 л/га) у фазі 6–8 листків кукурудзи.

4. Радікс (1 л/га) + Лінамін (1 л/га) + Турбоазот (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи; Енерджі (1 л/га) + Фотосинтез (1 л/га) + Цинк (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 6–8 листків кукурудзи.

Розміщення варіантів у дослідах – систематичне послідовне. Повторність досліду – чотириразова. Посівна площа ділянки – 30 м², облікова – 25,2 м². Дослідження проводили згідно з методичними рекомендаціями [9, 10].

Агротехніка вирощування кукурудзи на силос була загальноприйнятою для умов Лісостепу України, окрім факторів, що були поставлені на вивчення. Сівбу гібридів кукурудзи проводили у 3-й декаді квітня за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10 °С. Перед сівбою на всіх варіантах досліду вносили $N_{90}P_{60}K_{60}$ (аміачна селітра + діамофоска). Мікродобрих та регулятори росту рослин застосовували шляхом позакореневих підживлень рослин кукурудзи у фазі 3–5 (ВВСН 13-16) і 6–8 листків (ВВСН 17-18). Висоту рослин визначали в основні фази росту та розвитку рослин кукурудзи шляхом проміру 10 закріплених, типових для даного варіанту рослин, у двох несуміжних повтореннях. Висоту рослин вимірювали від появи 7 листка (ВВСН 17) до фази воскової стиглості зерна (ВВСН 85). Вимірювання проводили від поверхні ґрунту до самого довгого (втягнутого) листка, після фази викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхньої кінцівки волоті. Визначення площі листової поверхні рослин, фотосинтетичного потенціалу посіву та чистої продуктивності фотосинтезу кукурудзи проводили згідно з методичними рекомендаціями [13]. Масу рослин кукурудзи та структурних елементів

(листіків, стебел, волоті, качана з зерном) визначали перед збиранням.

Результати та обговорення. За результатами дослідження встановлено, що застосування мікродобрив та регуляторів росту мало позитивний вплив на висоту рослин обох гібридів кукурудзи Гендальф та Інтелігенс на всіх етапах органогенезу.

Збільшення висоти рослин відбувалося до воскової стиглості зерна (ВВСН 85), що підтверджується і даними інших дослідників [11, 12, 14, 16, 17, 21, 23, 47, 53]. На початковому етапі вегетації (ВВСН 17-18) вірогідної різниці за висотою рослин між варіантами дослідів та гібридами не відмічено (табл. 1).

1. Динаміка зміни висоти рослин гібридів кукурудзи (середнє за 2023–2024 рр.), см

| Гібриди кукурудзи (А) | Мікродобрива та регулятори росту рослин (В)* | 7–8 листків (ВВСН 17-18) | Цвітіння волотей (ВВСН 65) | Молочна стиглість зерна (ВВСН 75-77) | Молочно-воскова стиглість зерна (ВВСН 81-83) | Воскова стиглість зерна (ВВСН 85) |
|-------------------------|--|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|
| Гендальф | 1 | 38,5 | 208,6 | 215,3 | 215,6 | 215,8 |
| | 2 | 39,0 | 210,1 | 217,8 | 218,0 | 218,2 |
| | 3 | 39,0 | 211,3 | 218,0 | 218,2 | 218,5 |
| | 4 | 39,1 | 210,8 | 217,5 | 217,8 | 218,0 |
| Інтелігенс | 1 | 41,2 | 211,4 | 218,4 | 218,7 | 219,0 |
| | 2 | 41,3 | 213,2 | 221,4 | 221,6 | 221,7 |
| | 3 | 41,1 | 213,5 | 221,0 | 221,4 | 221,6 |
| | 4 | 41,3 | 214,0 | 222,5 | 222,7 | 222,8 |
| НІР ₀₅ , для | А | 1,2 | 2,1 | 2,4 | 2,2 | 2,5 |
| | В | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| | АВ | 1,5 | 2,5 | 2,8 | 2,8 | 3,0 |

Примітка. *1. Контроль (обприскування водою). 2. Радікс (1 л/га) + Біогумат (1 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи, Енерджі (1 л/га) + Біогумат (1 л/га) + Цинк (1 л/га) у фазі 6–8 листків кукурудзи. 3. Радікс (1 л/га) + Біогумат (1 л/га) + Фотосинтез (1 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи, Енерджі (1 л/га) + Лінамін (1 л/га) + Цинк (1 л/га) у фазі 6–8 листків кукурудзи. 4. Радікс (1 л/га) + Лінамін (1 л/га) + Турбоазот (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи; Енерджі (1 л/га) + Фотосинтез (1 л/га) + Цинк (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 6–8 листків кукурудзи

На варіантах з внесенням мікродобрив висота рослин була вищою за контроль у фазу цвітіння волотей (ВВСН 65) на 1,5–2,7 см і у фазу воскової стиглості зерна (ВВСН 85) на 2,4–3,8 см. Найвищі показники висоти рослин зафіксовано у четвертому варіанті дослідів у фазі ВВСН 85 (Радікс (1 л/га) + Лінамін (1 л/га) + Турбоазот (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи; Енерджі (1 л/га) + Фотосинтез (1 л/га) + Цинк (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 6–8 листків кукурудзи) – 218 і 222,8 см відповідно у гібридів Гендальф і Інтелігенс. Це вказує про ефективність комбінованого використання препаратів «Біогумат»,

«Фотосинтез», «Цинк» і «Лінамін» для зростання вегетативної маси кукурудзи.

У розрізі гібридів (фактор А) гібрид Інтелігенс демонстрував вищі показники висоти рослин порівняно з Гендальфом у всі періоди обліку, а у фазу ВВСН 85 різниця між гібридами становила понад 3 см і є статистично вірогідною.

Виявлено, що висота рослин кукурудзи більшою мірою залежала від генетичних особливостей гібридів (Фактор А) – 81,2 % і лише на 5,9 % від позакореневих підживлень мікродобривами та регуляторами росту (рис. 1). Суттєвим на цей показник був вплив погодних умов років досліджень (інше) – 9,7 %.



Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів на висоту рослин кукурудзи

Висота прикріплення качана у рослин гібридів кукурудзи залежала від гібрида і становила у Гендальфу – 82,0–83,1 см, а в

Інтелігенс – 88,5–89,3 см (рис. 2). Не відмічено впливу на цей показник мікродобрих та регуляторів росту.

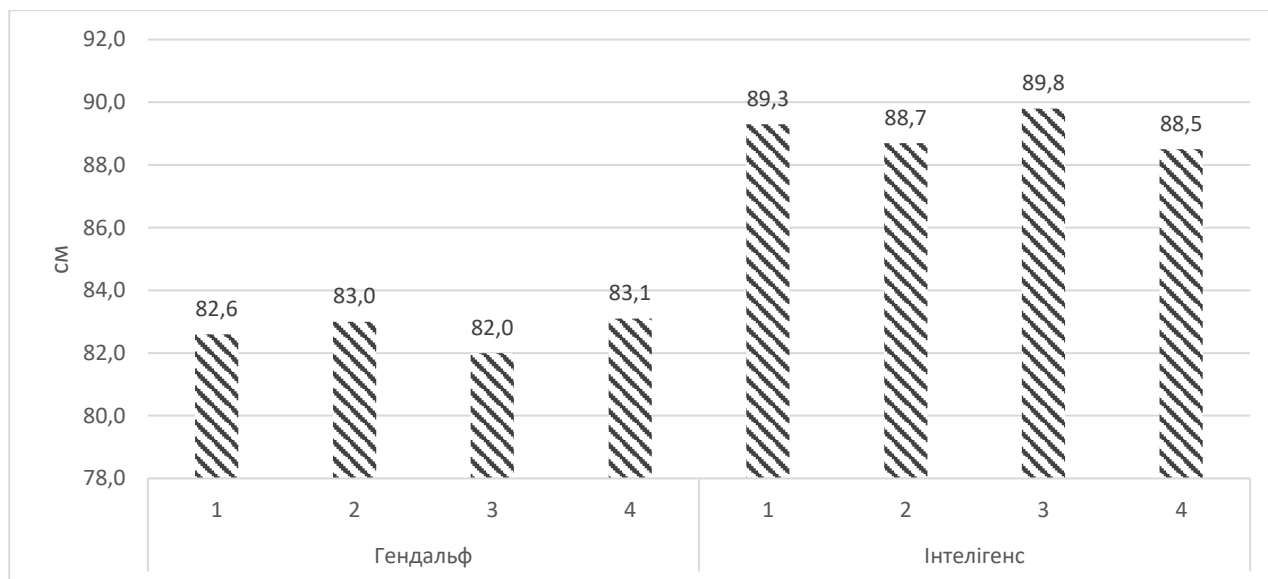


Рис. 2. Висота прикріплення качана у рослин гібридів кукурудзи (середнє за 2023–2024 рр.), см

Площа листової поверхні посівів кукурудзи зростала від фази ВВСН 17-18 до цвітіння волотей (ВВСН 65), що є типовим для зміни фотосинтезувальної поверхні та підтверджується даними інших вчених [1, 4, 5, 6–8, 15, 33, 45, 49]. У наступні періоди обліків: молочної стиглості зерна (ВВСН 75-77), молочно-воскової стиглості

зерна (ВВСН 81-83) та воскової стиглості зерна (ВВСН 85) площа листової поверхні поступово зменшувалася, внаслідок природного старіння листків, їх відмирання та зменшення фотосинтетично активної площі (табл. 2).

2. Зміна площі листкової поверхні посівів кукурудзи під впливом досліджуваних факторів (середнє за 2023–2024 рр.), тис. м²/га

| Гібриди кукурудзи | Мікродобрива та регулятори росту рослин | 7–8 листків (ВВСН 17-18) | Цвітіння волотей (ВВСН 65) | Молочна стиглість зерна (ВВСН 75-77) | Молочно-воскова стиглість зерна (ВВСН 81-83) | Воскова стиглість зерна (ВВСН 85) |
|-------------------------|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|
| Гендальф | 1 | 7,35 | 37,60 | 36,21 | 35,32 | 34,89 |
| | 2 | 7,36 | 38,54 | 37,17 | 36,44 | 36,02 |
| | 3 | 7,28 | 38,79 | 37,28 | 36,49 | 36,07 |
| | 4 | 7,32 | 38,87 | 37,26 | 36,53 | 36,09 |
| Інтелігенс | 1 | 7,51 | 41,32 | 40,11 | 39,56 | 39,11 |
| | 2 | 7,48 | 42,50 | 41,07 | 40,42 | 40,05 |
| | 3 | 7,56 | 42,63 | 41,18 | 40,57 | 40,12 |
| | 4 | 7,52 | 42,86 | 41,34 | 40,64 | 40,15 |
| НР _{0,5} , для | А | 0,12 | 1,23 | 1,18 | 0,31 | 1,46 |
| | В | 0,03 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| | АВ | 0,16 | 1,32 | 1,27 | 0,38 | 1,57 |

У фазі ВВСН 17-18 (7–8 листків) показники площі листкової поверхні в обох гібридів залишалися відносно близькими незалежно від позакореневих підживлень мікродобривами та регуляторами росту, коливаючись у межах 7,28–7,56 тис. м²/га. Це пояснюється тим, що на цьому етапі розвитку кукурудзи вплив препаратів ще був мінімальним, а деякі були внесені лише в цей період.

У фазу цвітіння волотей (ВВСН 65) рослини кукурудзи інтенсивно нарощували вегетативну масу й ефективність застосування мікродобрив виявилася найвищою. Серед варіантів досліду найкращі значення площі листкової поверхні отримано при застосуванні Радікс (1 л/га) + Лінамін (1 л/га) + Турбоазот (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи; Енерджі (1 л/га) + Фотосинтез (1 л/га) + Цинк (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 6–8 листків кукурудзи – 38,87 і 42,86 тис. м²/га, відповідно у гібридів Гендальф і Інтелігенс, що на 1,27 і 1,54 тис. м²/га перевищувало контроль.

Позитивний вплив позакореневих підживлень мікродобривами та регуляторами росту на площу листкової поверхні спостерігався також у фазі ВВСН 81-85, що свідчить про пролонговану дію досліджуваних препаратів.

Серед гібридів Інтелігенс (у всі періоди вимірювань) мав більшу площу листкової поверхні, порівняно з Гендальфом. Так, у фазі ВВСН 85 цей показник у гібрида Інтелігенс становив 40,15 тис. м²/га (4 варіант), а у Гендальфу – 36,09 тис. м²/га. Різниця у 4,06 тис. м²/га перевищує НР_{0,5} для фактора А (1,46), що свідчить про статистично вірогідну перевагу гібрида Інтелігенса за цим показником.

Порівняно з висотою рослин кукурудзи вплив генотипу гібридів (Фактор А) на площу листкової поверхні був меншим і становив 76,3 %, а позакореневих підживлень мікродобривами та регуляторами росту (Фактор В) – 6,7 % (рис. 3). Значним був вплив погодних умов років досліджень (інше) – 11,4 %.

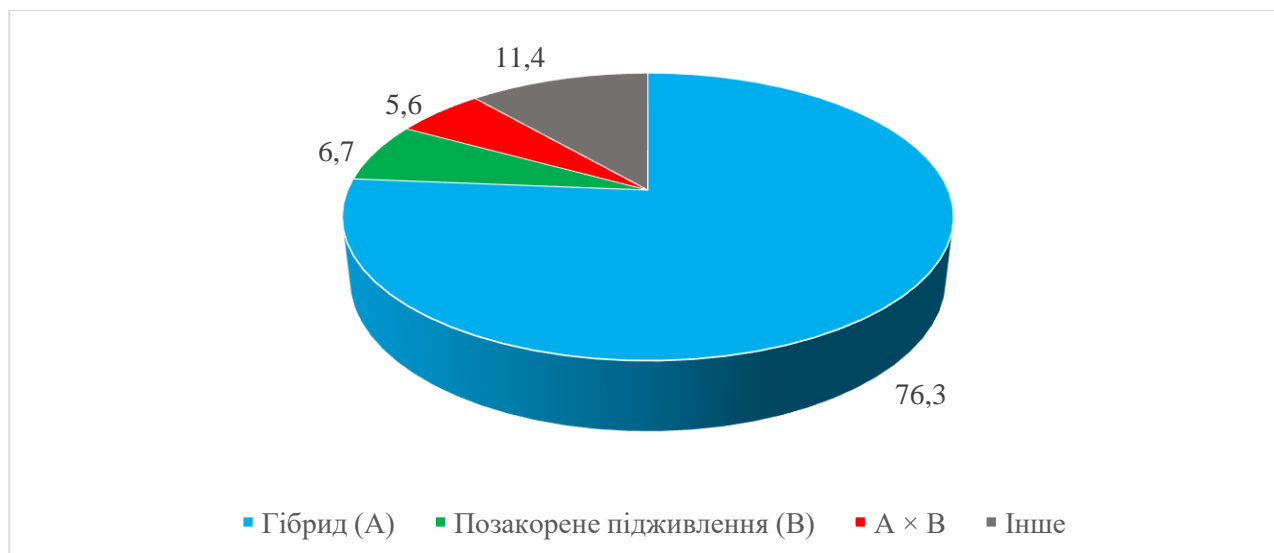


Рис. 3. Частка впливу досліджуваних факторів на площу листкової поверхні кукурудзи

У фазі цвітіння волотей (ВВСН 65) у гібридів Гендальф і Інтелігенс маса стебла й листків становила 310,0–315,0 і 120,1–125,7 г та 345,2–349,8 і 124,6–128,3 г

відповідно (табл. 3). Маса волоті в обох гібридів була практично однаковою та складала 20,1–21,5 г.

3. Маса рослини кукурудзи та її окремих частин залежно від застосування мікродобрив та регуляторів росту (середнє за 2023–2024 рр.), г

| Гібриди кукурудзи | Мікродобрива та регулятори росту рослин | Стебло | Листки | Качан з зерном | Волоть | Вся рослина |
|--------------------------------------|---|--------|--------|----------------|--------|-------------|
| Цвітіння волоті (ВВСН 65) | | | | | | |
| Гендальф | 1 | 310,0 | 120,1 | – | 20,5 | 450,6 |
| | 2 | 313,4 | 124,3 | – | 20,4 | 458,1 |
| | 3 | 313,8 | 125,0 | – | 20,4 | 459,2 |
| | 4 | 315,0 | 125,7 | – | 20,1 | 460,8 |
| Інтелігенс | 1 | 345,2 | 124,6 | – | 21,6 | 491,4 |
| | 2 | 348,6 | 127,0 | – | 21,3 | 496,9 |
| | 3 | 349,2 | 127,6 | – | 21,5 | 498,3 |
| | 4 | 349,8 | 128,3 | – | 21,0 | 499,1 |
| НІР ₀₅ | | 0,5 | 0,4 | | 0,2 | 0,8 |
| Молочна стиглість зерна (ВВСН 75-77) | | | | | | |
| Гендальф | 1 | 306,4 | 134,2 | 248,5 | 19,2 | 708,3 |
| | 2 | 308,5 | 136,4 | 251,2 | 19,0 | 715,1 |
| | 3 | 309,0 | 135,1 | 252,0 | 19,3 | 715,4 |
| | 4 | 309,3 | 135,6 | 254,5 | 19,0 | 718,4 |
| Інтелігенс | 1 | 337,8 | 139,2 | 270,2 | 20,1 | 767,3 |
| | 2 | 339,5 | 140,2 | 273,0 | 20,3 | 773,0 |
| | 3 | 340,1 | 141,0 | 273,7 | 20,6 | 775,4 |
| | 4 | 340,5 | 141,4 | 274,2 | 20,5 | 776,6 |
| НІР ₀₅ | | 0,7 | 0,5 | 1,4 | 0,4 | 2,1 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|-------|-------|-------|------|-------|
| Молочно-воскова стиглість зерна (ВВСН 81-83) | | | | | | |
| Гендальф | 1 | 304,3 | 137,5 | 321,2 | 18,9 | 781,9 |
| | 2 | 307,4 | 138,0 | 323,7 | 19,0 | 788,1 |
| | 3 | 307,8 | 138,3 | 325,0 | 19,2 | 790,3 |
| | 4 | 308,0 | 138,4 | 325,3 | 19,0 | 790,7 |
| Інтелігенс | 1 | 334,1 | 143,0 | 351,0 | 20,1 | 848,2 |
| | 2 | 335,7 | 143,4 | 353,6 | 20,0 | 852,7 |
| | 3 | 336,0 | 144,5 | 353,9 | 20,3 | 854,7 |
| | 4 | 336,4 | 144,8 | 354,2 | 20,0 | 855,4 |
| НІР ₀₅ | | 2,1 | 1,6 | 1,3 | 0,5 | 1,7 |
| Воскова стиглість зерна (ВВСН 85) | | | | | | |
| Гендальф | 1 | 301,2 | 130,2 | 330,1 | 18,4 | 779,9 |
| | 2 | 303,2 | 131,6 | 332,5 | 18,3 | 785,6 |
| | 3 | 304,4 | 132,0 | 332,9 | 18,0 | 787,3 |
| | 4 | 304,8 | 132,2 | 333,4 | 18,4 | 788,8 |
| Інтелігенс | 1 | 330,3 | 135,7 | 354,2 | 19,5 | 839,7 |
| | 2 | 331,5 | 136,4 | 355,7 | 19,3 | 842,9 |
| | 3 | 332,0 | 136,8 | 356,1 | 19,7 | 844,6 |
| | 4 | 332,2 | 137,0 | 356,5 | 19,5 | 845,2 |
| НІР ₀₅ | | 2,3 | 2,0 | 3,1 | 0,5 | 3,4 |

Позакореневі підживлення мікродобривами та регуляторами росту найбільше впливали на збільшення маси листків – на 1,9–4,7 %, порівняно з контролем. Маса рослин кукурудзи зростала на 1,1–2,3 %, не відмічено впливу досліджуваних препаратів на масу волоті. Найвищі значення маси стебла, листків і рослин кукурудзи отримано на четвертому варіанті – 315,0; 125,7 і 460,8 г та 349,8; 128,3 і 499,1 г, відповідно у гібридів Гендальф і Інтелігенс. Це пояснюється дією поєднання біостимуляторів (Радікс, Енерджі), амінокислот (Лінамін) та мікроелементів (Цинк), які активізували синтез білків та фотосинтетичних пігментів у цей період.

У фазу молочної стиглості зерна (ВВСН 75-77) в структурі рослин кукурудзи з'являється качан. У гібридів Гендальф і Інтелігенс максимальна маса качана з зерном отримана на четвертому варіанті досліду 254,5 і 274,2 г, а загальна маса рослини становила при цьому 718,4 і 776,6 г, що на 2,4 і 1,4 % та 1,5 і 1,2 % вище

за контроль. Використання мікродобрив та регуляторів росту дозволило підвищити масу стебла і листків на 0,5–0,8 і 1,0–1,6 %.

У фазу молочно-воскової стиглості зерна (ВВСН 81-83) в усіх варіантах з мікродобривами та регуляторами росту не спостерігалось суттєвого підвищення загальної маси рослин кукурудзи та структурних елементів. Так, маса рослин зростала лише на 0,8–1,1 % відносно контрольних ділянок, досягаючи максимальних значень (781,9–790,7 і 848,2–855,4 г). Це свідчить про завершення активного росту і перерозподіл асимілянтів у репродуктивні органи.

У фазу воскової стиглості зерна (ВВСН 85) відмічено зменшення маси рослин кукурудзи та її структурних елементів, порівняно з попереднім періодом обліків. У гібридів Гендальф і Інтелігенс маса всієї рослини на третьому і четвертому варіантах досліду становила 787,3 і 788,8 г та 844,6 і 845,2 г, що вище контролю на 0,6–1,1 %.

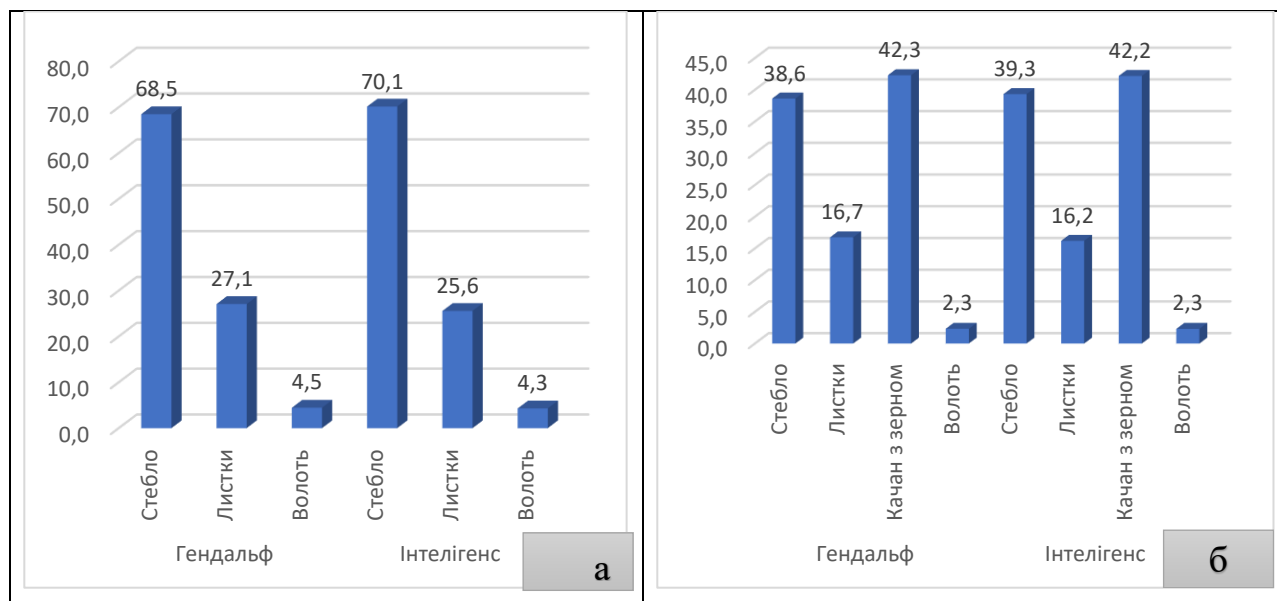


Рис. 4. Частка окремих органів кукурудзи в загальній структурі рослини, % (а – ВВСН 65, б – ВВСН 85)

У фазу цвітіння волоті (ВВСН 65) основну частку в структурі рослини кукурудзи займає стебло – 68,5 і 70,1 % відповідно у гібридів Гендальф і Інтелігенс, що свідчить про активний розвиток вегетативної біомаси в цей період (рис. 4).

Висока частка стебла є типовою для фази до наливу зерна й впливає на загальний об'єм маси кукурудзи. Частка листків у досліджуваних гібридів становила 27,1 і 25,6 %. Незначне переважання листкової маси в першого гібрида свідчить про більш розвинену асиміляційну поверхню. Маса волоті була практично однаковою в обох гібридів – 4,3–4,5 %.

У фазу воскової стиглості зерна (ВВСН 85) структура рослин суттєво змінюється і відбувається перерозподіл маси від вегетативних до генеративних органів. Найбільшу частку у гібридів Гендальф і Інтелігенс на цьому етапі займає качан із зерном – 42,3 і 42,2 %. Частка стебла зменшується більш ніж удвічі, порівняно з фазою цвітіння до 38,6 і 39,3 %, що відображає процеси старіння вегетативної маси та її часткове висихання. Листки займають 16,7 % (Гендальф) і 16,2 % (Інтелігенс) від загальної маси, що свідчить про часткове відмирання листкової поверхні внаслідок

фізіологічного старіння. Частка волоті зменшилася до 2,3 % в обох гібридів, що підтверджує завершення її функціональної активності після запилення.

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що застосування мікродобрив та регуляторів росту позитивно впливає на біометричні показники та структуру рослин кукурудзи, забезпечуючи інтенсифікацію ростових процесів, збільшенню площі листкової поверхні та підвищенню маси рослини кукурудзи та її окремих частин. Гібрид Інтелігенс перевищував Гендальф за біометричними показниками й масою рослин та її структурних елементів, що свідчить про його вищий біологічний потенціал.

Збільшення висоти рослин кукурудзи відбувалося впродовж всього вегетаційного періоду – до фази воскової стиглості зерна (ВВСН 85), а площі листкової поверхні – до фази цвітіння волотей (ВВСН 65). Оптимальні умови для формування максимальної висоти рослин та асиміляційної поверхні посівів кукурудзи у гібридів Гендальф і Інтелігенс отримано на третьому (Радікс (1 л/га) + Біогумат (1 л/га) + Фотосинтез (1 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи, Енерджі (1 л/га) + Лінамін (1 л/га) + Цинк (1 л/га) у фазі

6–8 листків кукурудзи) і четвертому (Радікс (1 л/га) + Лінамін (1 л/га) + Турбоазот (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 3–5 листків кукурудзи; Енерджі (1 л/га) + Фотосинтез (1 л/га) + Цинк (1 л/га) + Біогумат (0,5 л/га) у фазі 6–8 листків кукурудзи) варіантах дослідів.

Відмічено наростання маси качана з зерном й рослин кукурудзи та зменшення маси стебла, листків і волотей до фази ВВСН 85. На ранніх фазах органогенезу (ВВСН 65) переважала вегетативна маса (68,5–70,1 % – стебло і 25,6–27,1 % – листки), що забезпечувало активний

фотосинтез і ріст рослин. У фазу воскової стиглості (ВВСН 85) домінуючу частку в структурі рослини займав качан із зерном (понад 42 %), що свідчить про ефективне спрямування асимілятів на формування врожаю. Залежно від періоду обліку, застосування мікродобрив та регуляторів росту дозволило збільшити масу рослин – на 0,6–2,9 %, масу стебла – на 0,6–1,7 %, масу листків – на 0,7–33,7 %, масу качана з зерном – на 0,8–2,4 % порівняно з контролем. Найвищі значення цих показників у обох гібридів отримано на четвертому варіанті дослідів.

Список використаної літератури

1. Дацько О. М. Рослинні пробіотики: вплив на рослини в умовах стресу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Аграрія і біологія»*. 2021. № 1 (43). С. 10–18.
2. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні кукурудзи на зерно за контрастних умов навколишнього середовища / Л. А. Козак та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 142. Частина 1. С. 124–136. DOI: 10.32782/2226-0099.2025.142.1.16.
3. Засуха А. А. Зміна біометричних показників рослин кукурудзи залежно від застосування добрив та регуляторів росту рослин. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 46–54. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.22.8.
4. 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.
5. Князюк О. В., Липовий В. Г., Підпалій І. Ф. Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність гібридів кукурудзи. *Агробіологія*. 2012. Вип. 9. С. 116–120.
6. Лавриненко Ю. О., Рубан В. Б. Динаміка листової поверхні рослин кукурудзи та фотосинтетичні показники посівів при краплинному способі поливу в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 4. С. 122–128.
7. Лихочвор В. В., Шинкарук Л. М. Фотосинтетичні показники рослин кукурудзи залежно від елементів удобрення. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти». Київ, 2021. С. 95–97.
8. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Формування площі листової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10. № 1–2. С. 108–114.

References

1. Datsko O. M. Plant probiotics: effects on plants under stress. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya "Ahrarniia i biolohiia"*. 2021. No. 1 (43). P. 10–18.
2. The effectiveness of the use of growth regulators in growing corn for grain under contrasting environmental conditions / L. A. Kozak et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2025. No. 142. Part 1. P. 124–136. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.16>.
3. Zasukha A. A. Changes in biometric indicators of corn plants depending on the application of fertilizers and plant growth regulators. *Ahrarni innovatsii*. 2023. No. 22. P. 46–54. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.8>.
4. Ivanyshyn O. S. Leaf assimilation surface area and yield of corn hybrids depending on fertilization in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2020. No. 112. P. 77–81.
5. Kniaziuk O. V., Lypovyi V. H., Pidpaliy I. F. The influence of technological cultivation techniques on the photosynthetic productivity of corn hybrids. *Ahrobiolohiia*. 2012. Issue 9. P. 116–120.
6. Lavrynenko Yu. O., Ruban V. B. Dynamics of the leaf surface of corn plants and photosynthetic indicators of crops under drip irrigation in the conditions of Southern Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2014. Issue. 4. P. 122–128.
7. Lykhochvor V. V., Shynkaruk L. M. Photosynthetic parameters of corn plants depending on fertilizer elements. *Materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity"*. Kyiv, 2021. P. 95–97.
8. Mazur V. A., Shevchenko N. V. Formation of leaf surface area of corn hybrid plants depending on technological cultivation methods. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2018. Vol. 10. No. 1–2. P. 108–114.
9. Methodology for conducting field experiments with corn : methodological recommendations / za red.

9. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою : методичні рекомендації / за ред. С. М. Лебідя. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
10. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.
11. Морфологічні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від елементів технології за умов зрошення / Р. А. Вожегова та ін. *Аграрні інновації*. 2021. № 8. С. 91–99.
12. Павліченко К. В., Грабовський М. Б. Формування біометричних показників та накопичення сирової надземної маси гібридами кукурудзи під впливом макро- і мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 98–111. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14>.
13. Петерсон Н. В., Черномирдіна Т. О., Куриляк Є. К. Практикум з фізіології рослин : навчальний посібник. Київ : УСГА, 1993. С. 76–80.
14. 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.
15. Сатановська І. П. Вплив обробки насіння та позакореневих підживлень на біометричні показники рослин кукурудзи. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 62–67.
16. Тимофійчук О. Б. Ефективність використання регуляторів росту нового покоління в технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах західного Лісостепу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2012. № 2. С. 40–42.
17. Формування врожайності зерна кукурудзи залежно від макро- та мікродобрив / М. І. Дудка та ін. *Зернові культури*. 2021. Т. 5. № 1. С. 45–51.
18. A European perspective on maize history / M. I. Tenaillon et al. *Comptes Rendus. Biologies*. 2011. 334 (3). 221–228. DOI: [10.1016/j.crv.2010.12.015](https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.12.015).
19. Agronomic biofortification of maize and beans in Kenya through selenium fertilization / P. B. Ngigi et al. *Env. Geochem. Health*. 2019. 41. 2577–2591. DOI: [10.1007/s10653-019-00309-3](https://doi.org/10.1007/s10653-019-00309-3).
20. Challenges and Opportunities in Biofertilizer Commercialization / A. Yadav et al. *SVOA Microbiol.* 2024. 5. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.58624/SVOAMB.2024.05.037>.
21. Changes in the vertical distribution of leaf area enhanced light interception efficiency in maize over generations of selection / R. P. A. Perez et al. *Plant Cell & Environment*. 2019. 42. 2105–2119. DOI: [10.1111/pce.13539](https://doi.org/10.1111/pce.13539).
22. Conventional and Nano-Zinc Foliar Spray Strategies to Improve the Physico-Chemical Properties and Nutritional and Antioxidant Compounds of Timor Mango Fruits under Abiotic Stress / M. Abdel-Sattar et al. *Horticulturae*. 2024. 10. 1096. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10101096>.
23. Corn height estimation using UAV for yield prediction and crop monitoring / F. Furukawa et al. In *Unmanned Aerial Vehicle: Applications in Agriculture*. Ye. M. Lebidia. Dnipropetrovsk, 2008. 27 p.
10. Moiseichenko V. F., Yeshchenko V. O. Fundamentals of scientific research in agronomy. Kyiv: Vyshcha shkola, 1994. 334 p.
11. Morphological indicators of corn hybrids of different FAO groups depending on technology elements under irrigation conditions / R. A. Vozhehova et al. *Ahrarni innovatsii*. 2021. No. 8. P. 91–99.
12. Pavlichenko K. V., Grabovskiy M. B. Formation of biometric indicators and accumulation of fresh aboveground mass by corn hybrids under the influence of macro- and microfertilizers. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. 2022. No. 123. P. 98–111. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14>.
13. Peterson N. V., Chernomyrdina T. O., Kuryliak Ye. K. Workshop on plant physiology: a textbook. Kyiv: USHA, 1993. P. 76–80.
14. Satanovska I.P. The use of growth regulators and chelate fertilizers in shaping the productivity of different-maturity hybrids of silage corn. *Kormy i kormovyrobnytsstvo*. 2013. Issue 76. P. 218–224.
15. Satanovska I. P. The effect of seed treatment and foliar fertilization on biometric indicators of corn plants. *Kormy i kormovyrobnytsstvo*. 2013. Issue 75. P. 62–67.
16. Tymofiichuk O. B. The effectiveness of using new generation growth regulators in the technology of growing corn for grain in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*. 2012. No. 2. P. 40–42.
17. Formation of corn grain yield depending on macro- and microfertilizers / M. I. Dudka et al. *Zernovi kultury*. 2021. Vol. 5. No. 1. P. 45–51.
18. A European perspective on maize history / M. I. Tenaillon et al. *Comptes Rendus. Biologies*. 2011. 334 (3). 221–228. DOI: [10.1016/j.crv.2010.12.015](https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.12.015).
19. Agronomic biofortification of maize and beans in Kenya through selenium fertilization / P. B. Ngigi et al. *Env. Geochem. Health*. 2019. 41. 2577–2591. DOI: [10.1007/s10653-019-00309-3](https://doi.org/10.1007/s10653-019-00309-3).
20. Challenges and Opportunities in Biofertilizer Commercialization / A. Yadav et al. *SVOA Microbiol.* 2024. 5. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.58624/SVOAMB.2024.05.037>.
21. Changes in the vertical distribution of leaf area enhanced light interception efficiency in maize over generations of selection / R. P. A. Perez et al. *Plant Cell & Environment*. 2019. 42. 2105–2119. DOI: [10.1111/pce.13539](https://doi.org/10.1111/pce.13539).
22. Conventional and Nano-Zinc Foliar Spray Strategies to Improve the Physico-Chemical Properties and Nutritional and Antioxidant Compounds of Timor Mango Fruits under Abiotic Stress / M. Abdel-Sattar et al. *Horticulturae*. 2024. 10. 1096. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10101096>.
23. Corn height estimation using UAV for yield prediction and crop monitoring / F. Furukawa et al. In *Unmanned Aerial Vehicle: Applications in Agriculture*

23. Corn height estimation using UAV for yield prediction and crop monitoring / F. Furukawa et al. In *Unmanned Aerial Vehicle: Applications in Agriculture and Environment*; 2020. P. 51–69. DOI:10.1007/978-3-030-27157-2_5.
24. Correlated response of various morpho-physiological characters with grain yield in sorghum landraces at different growth phases / M. A. Ali et al. *J. Anim. Plant Sci.* 2011. 21. 671–679.
25. Crop protection in European maize-based cropping systems: Current practices and recommendations for innovative Integrated Pest Management / V. P. Vasileidas et al. *Agric. Syst.* 2011. 104. 533–540.
26. Differences in uptake and translocation of foliar-applied Zn in maize and wheat / R. Rehman et al. *Plant Soil.* 2021. 462. 235–244. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04867-3>.
27. Double zero-tillage and Foliar-P nutrition coupled with bio-inoculants enhance physiological photosynthetic characteristics and resilience to nutritional and environmental stresses in maize–wheat rotation / M. N. Harish et al. *Front. Plant Sci.* 2022. 13. 959541. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.959541>.
28. Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions / C. Kaya et al. *Turk. J. Agric. For.* 2010. 34. DOI: 10.3906/tar-0906-173.
29. Effects of foliar fertilization of a biostimulant obtained from chicken feathers on maize yield / M. Tejada et al. *Eur. J. Agron.* 2018. 96. 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.03.003>.
30. Effect of maize (*Zea mays* L.) on human development and the future of man-maize survival : A review / M. S. Adiaha et al. *World Scientific News.* 2016. 59. 52–62.
31. Effect of zinc application strategies on maize grain yield and zinc concentration in malisons / N. Martínez-Cuesta et al. *J. Plant Nutr.* 2021. 44. 4. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1844754>.
32. Enhancing maize production through timely nutrient supply: the role of foliar fertiliser application / B. Ssemugenze et al. *Agronomy.* 2025. 15 (1). 176. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010176>.
33. Estimating leaf area index of maize using airborne full-waveform lidar data / S. Nie et al. *Remote Sensing Letters.* 2016. 7 (2). 111–120.
34. Evaluation of maize growth following early season foliar P supply of various fertilizer formulations and in relation to nutritional status / B. M. Gorlach et al. *Agronomy.* 2021. 11. 727. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040727>.
35. Foliage sprayed nano chitosan loaded nitrogen boosts yield potentials, competitive ability, and profitability of intercropped maize soybean / M. Moamen et al. *Int. J. Plant Prod.* 2023. 17. 517–542. <https://doi.org/10.1007/s42106-023-00253-4>.
36. Foliar application of ascorbate enhances the physiological and biochemical attributes of maize (*Zea mays* L.) cultivars under drought stress / A. Noman et al. *and Environment*; 2020. P. 51–69. DOI:10.1007/978-3-030-27157-2_5.
24. Correlated response of various morpho-physiological characters with grain yield in sorghum landraces at different growth phases / M. A. Ali et al. *J. Anim. Plant Sci.* 2011. 21. 671–679.
25. Crop protection in European maize-based cropping systems: Current practices and recommendations for innovative Integrated Pest Management / V. P. Vasileidas et al. *Agric. Syst.* 2011. 104. 533–540.
26. Differences in uptake and translocation of foliar-applied Zn in maize and wheat / R. Rehman et al. *Plant Soil.* 2021. 462. 235–244. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04867-3>.
27. Double zero-tillage and Foliar-P nutrition coupled with bio-inoculants enhance physiological photosynthetic characteristics and resilience to nutritional and environmental stresses in maize–wheat rotation / M. N. Harish et al. *Front. Plant Sci.* 2022. 13. 959541. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.959541>.
28. Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions / C. Kaya et al. *Turk. J. Agric. For.* 2010. 34. DOI: 10.3906/tar-0906-173.
29. Effects of foliar fertilization of a biostimulant obtained from chicken feathers on maize yield / M. Tejada et al. *Eur. J. Agron.* 2018. 96. 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.03.003>.
30. Effect of maize (*Zea mays* L.) on human development and the future of man-maize survival : A review / M. S. Adiaha et al. *World Scientific News.* 2016. 59. 52–62.
31. Effect of zinc application strategies on maize grain yield and zinc concentration in malisons / N. Martínez-Cuesta et al. *J. Plant Nutr.* 2021. 44. 4. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1844754>.
32. Enhancing maize production through timely nutrient supply: the role of foliar fertiliser application / B. Ssemugenze et al. *Agronomy.* 2025. 15 (1). 176. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010176>.
33. Estimating leaf area index of maize using airborne full-waveform lidar data / S. Nie et al. *Remote Sensing Letters.* 2016. 7 (2). 111–120.
34. Evaluation of maize growth following early season foliar P supply of various fertilizer formulations and in relation to nutritional status / B. M. Gorlach et al. *Agronomy.* 2021. 11. 727. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040727>.
35. Foliage sprayed nano chitosan loaded nitrogen boosts yield potentials, competitive ability, and profitability of intercropped maize soybean / M. Moamen et al. *Int. J. Plant Prod.* 2023. 17. 517–542. <https://doi.org/10.1007/s42106-023-00253-4>.
36. Foliar application of ascorbate enhances the physiological and biochemical attributes of maize (*Zea mays* L.) cultivars under drought stress / A. Noman et al. *Arch. Agron. Soil Sci.* 2015. 61. 1659–1672. <https://doi.org/10.1080/03650340.2015.1028379>.

Arch. Agron. Soil Sci. 2015. 61. 1659–1672. <https://doi.org/10.1080/03650340.2015.1028379>.

37. Foliar applications of calcium, silicon and their combination: a tool to improve grape composition and quality / T. Garde-Cerdán et al. *Appl. Sci.* 2023. 13. 7217. <https://doi.org/10.3390/app13127217>.

38. Foliar application of nitrogen at different growth stages influences the phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.) / A. Z. Khan et al. *Soil Environ.* 2013. 32. 135–140. DOI: 10.13140/RG.2.2.25680.30723.

39. Foliar application of phosphoric acid mitigates oxidative stress induced by herbicides in soybean, maize, and cotton crops / J. Viveiros et al. *Plant Stress.* 2024. 13. 100543. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100543>.

40. Foliar applied potassium and zinc enhances growth and yield performance of maize under rainfed conditions / M. A. Anees et al. *Int. J. Agric. Biol.* 2016. 18. 1025–1032. DOI: 10.17957/IJAB/15.0204.

41. Foliar fertilization of nutrients : a review / B. Patil et al. *Marumegh.* 2018. 3. 49–53.

42. Foliar spray surpasses soil application of potassium for maize production under rainfed conditions / A. Ali et al. *Turk. J. Field Crops.* 2016. 21. 36–43. DOI: 10.17557/tjfc.66054.

43. From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients / V. Fernandez et al. *Front. Plant Sci.* 2013. 4. 289. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00289>.

44. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications / O. Erenstein et al. *Food Secur.* 2022. 14. 1295–1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>.

45. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production / M. Grabovskiy et al. *Environmental Science and Pollution Research.* 2023. 30. 70022–70038. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27235-3>.

46. Integrated effects of herbicides and foliar fertilizer on corn inbred line / M. Brankov et al. *Chil. J. Agric. Res.* 2020. 80. 50–60. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392020000100050>.

47. Making a greener revolution: A nutrient delivery system for food production to address malnutrition through crop science / C. Meisner et al. *Plant Prod. Sci.* 2005. 8. 326–329. DOI: 10.1626/pp.s.8.326.

48. Mineral nutrition of higher plants / editor P. Marschner et al. 3rd ed. Elsevier Ltd., Berlin/Heidelberg, Germany. 2012. Available online: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants> (last accessed: 17 July 2025).

49. Nitrogen-fixing capacity of soybean varieties depending on seed inoculation and foliar fertilization with biopreparations / A. Korobko et al. *Journal of Ecological Engineering.* 2024. 25 (4). 23–37. DOI: 10.12911/22998993/183497.

50. Plant cell responses to cadmium and zinc / M. Martinka et al. In *Applied Plant Cell Biology: Cellular Tools and Approaches for Plant*

37. Foliar applications of calcium, silicon and their combination: a tool to improve grape composition and quality / T. Garde-Cerdán et al. *Appl. Sci.* 2023. 13. 7217. <https://doi.org/10.3390/app13127217>.

38. Foliar application of nitrogen at different growth stages influences the phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.) / A. Z. Khan et al. *Soil Environ.* 2013. 32. 135–140. DOI: 10.13140/RG.2.2.25680.30723.

39. Foliar application of phosphoric acid mitigates oxidative stress induced by herbicides in soybean, maize, and cotton crops / J. Viveiros et al. *Plant Stress.* 2024. 13. 100543. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100543>.

40. Foliar applied potassium and zinc enhances growth and yield performance of maize under rainfed conditions / M. A. Anees et al. *Int. J. Agric. Biol.* 2016. 18. 1025–1032. DOI: 10.17957/IJAB/15.0204.

41. Foliar fertilization of nutrients : a review / B. Patil et al. *Marumegh.* 2018. 3. 49–53.

42. Foliar spray surpasses soil application of potassium for maize production under rainfed conditions / A. Ali et al. *Turk. J. Field Crops.* 2016. 21. 36–43. DOI: 10.17557/tjfc.66054.

43. From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients / V. Fernandez et al. *Front. Plant Sci.* 2013. 4. 289. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00289>.

44. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications / O. Erenstein et al. *Food Secur.* 2022. 14. 1295–1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>.

45. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production / M. Grabovskiy et al. *Environmental Science and Pollution Research.* 2023. 30. 70022–70038. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27235-3>.

46. Integrated effects of herbicides and foliar fertilizer on corn inbred line / M. Brankov et al. *Chil. J. Agric. Res.* 2020. 80. 50–60. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392020000100050>.

47. Making a greener revolution: A nutrient delivery system for food production to address malnutrition through crop science / C. Meisner et al. *Plant Prod. Sci.* 2005. 8. 326–329. DOI: 10.1626/pp.s.8.326.

48. Mineral nutrition of higher plants / editor P. Marschner et al. 3rd ed. Elsevier Ltd., Berlin/Heidelberg, Germany. 2012. Available online: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants> (last accessed: 17 July 2025).

49. Nitrogen-fixing capacity of soybean varieties depending on seed inoculation and foliar fertilization with biopreparations / A. Korobko et al. *Journal of Ecological Engineering.* 2024. 25 (4). 23–37. DOI: 10.12911/22998993/183497.

50. Plant cell responses to cadmium and zinc / M. Martinka et al. In *Applied Plant Cell Biology: Cellular Tools and Approaches for Plant*

Cellular Tools and Approaches for Plant Biotechnology, Springer, Berlin/Heidelberg, Germany. 2014. P. 209–246.

51. Quantitative, qualitative, and energy assessment of boron fertilization on maize production in north west himalayan region / P. Thakur et al. *Int. J. Plant Prod.* 2023. 17. 165–176. <https://doi.org/10.1007/s42106-023-00235-6>.

52. Revisiting fertilisers and fertilisation strategies for improved nutrient uptake by plants / P. S. Bindraban et al. *Biol Fertil Soils.* 2015. 51. 897–911. <https://doi.org/10.1007/s00374-015-1039-7>.

53. The response of maize lines to foliar fertilizing / M. Brankov et al. *Agriculture.* 2020. 10 (9). 365. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090365>.

Biotechnology, Springer, Berlin/Heidelberg, Germany. 2014. P. 209–246.

51. Quantitative, qualitative, and energy assessment of boron fertilization on maize production in north west himalayan region / P. Thakur et al. *Int. J. Plant Prod.* 2023. 17. 165–176. <https://doi.org/10.1007/s42106-023-00235-6>.

52. Revisiting fertilisers and fertilisation strategies for improved nutrient uptake by plants / P. S. Bindraban et al. *Biol Fertil Soils.* 2015. 51. 897–911. <https://doi.org/10.1007/s00374-015-1039-7>.

53. The response of maize lines to foliar fertilizing / M. Brankov et al. *Agriculture.* 2020. 10 (9). 365. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090365>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-2

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.111.1«324»:631.84

**ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ БОРОШНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ
ТА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ****Н. В. Василенко, І. В. Правдзіва, О. А. Заїма, Т. М. Шадчина**

Миронівський інститут пшениці
імені В. М. Ремесла НААН України
вул. Центральна, 68, с. Центральне
Обухівський р-н, Київська обл.,
08853

Про авторів:

Надія ВАСИЛЕНКО,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-4326-6613

Ірина ПРАВДЗИВА,
доктор філософії
ORCID: 0000-0002-0808-1584

Олексій ЗАЇМА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-5714-6308

Тамара ШАДЧИНА,
доктор біологічних наук
ORCID: 0009-0002-1690-7566

Для листування:

Надія ВАСИЛЕНКО
e-mail: vasylenkonv147@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

4 серпня 2025 р.

Погоджено до друку:

22 серпня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

В умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН досліджено вплив норм азотного живлення на формування клейковинного комплексу нових сортів пшениці м'якої озимої за різних гідротермічних умов вирощування. Виявлено суттєві сортові відмінності щодо показників клейковинного комплексу залежно від різних норм внесення добрив (25, 50 і 75 кг діючої речовини (д. р.) на 1 га) та їх виду (аміачна селітра і карбамідо-азотна суміш (КАС-32)). Встановлено, що найбільші показники вмісту білка і клейковини у сортів пшениці м'якої озимої МПП Аеліта (10,2 і 23,6 %) та МПП Відзнака (11,1 і 24,3 % відповідно) формуються за підживлення аміачною селітрою у нормі 75 кг д. р. на га, а у сорту МПП Фортуна (9,7 і 21,7 % відповідно) – за підживлення азотним добривом КАС-32 з нормою 50 і 75 кг д. р. на га. У середньому по досліді максимальними значеннями показника седиментації, вмісту білка та клейковини характеризувався сорт МПП Відзнака (56 мл, 10,2 і 22,8 % відповідно), а найменшими – сорт МПП Фортуна (48 мл, 9,3 і 21,3 % відповідно). Сорт МПП Відзнака характеризувався вищими показниками якості клейковинного комплексу. Таким чином, необхідно враховувати генетичні особливості сортів при визначенні оптимальних норм живлення азотними добривами (аміачна селітра і КАС-32) для отримання максимальних значень вмісту білка й клейковини. Дані елементи агротехніки матимуть важливе значення у вдосконаленні ошадних технологій виробництва екологічно чистого зерна пшениці м'якої озимої.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., сорти, гідротермічні умови року, показник седиментації, вміст білка й клейковини, аміачна селітра, КАС-32.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Василенко Н. В., Правдзіва І. В., Заїма О. А., Шадчина Т. М., 2025

Quality indices of winter bread wheat flour depending on nitrogen nutrition rates and growing conditions

The V. M. Remeslo Myronivka
Institute of Wheat of NAAS
Tsentralna street, 68,
Tsentralne village, Obukhiv district,
Kyiv region, 08853

About authors:

Nadiia VASYLENKO
ORCID: 0000-0002-4326-6613

Iryna PRAVDZIVA
ORCID: 0000-0002-0808-1584

Oleksii ZAIMA
ORCID: 0000-0001-5714-6308

Tamara SHADCHYNA
ORCID: 0009-0002-1690-7566

For corresponding:

Nadiia VASYLENKO
e-mail: vasylenkonv147@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

August 4, 2025

Accepted:

August 22, 2025

Published:

September 30, 2025

The influence of nitrogen nutrition norms on the formation of gluten complex of new varieties of bread winter wheat under different hydrothermal growing conditions was studied at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS. Significant varietal differences were found in the gluten complex indices depending on different fertilizer application rates (25, 50 and 75 kg of active ingredient (a.i.) per 1 ha) and their type (ammonium nitrate and urea ammonium nitrate (KAS-32)). It was established that the highest protein and wet gluten content in the winter bread wheat varieties MIP Aelita (10.2 and 23.6 %, respectively) and MIP Vidznaka (11.1 and 24.3 %, respectively) are formed when fertilizing with ammonium nitrate at the rate of 75 kg of a.i. per hectare, and in the variety MIP Fortuna (9.7 and 21.7 %, respectively) when fertilizing with nitrogen fertilizer KAS-32 at the rate of 50 and 75 kg of a.i. per hectare. On average, the variety MIP Vidznaka was characterized by the maximum values of sedimentation index, protein and wet gluten content (56 ml, 10.2 and 22.8 %, respectively), and the variety MIP Fortuna was characterized by the lowest values (48 ml, 9.3 and 21.3 %, respectively). The variety MIP Vidznaka was characterized by higher quality indicators of the gluten complex. Thus, it is necessary to take into account the genetic characteristics of varieties when determining the optimal rates of nitrogen fertilizer feeding (ammonium nitrate and KAS-32) to obtain maximum values of protein and gluten content. These elements of agricultural practices will be important in improving cost-effective technologies for the production of environmentally friendly bread winter wheat grain.

Keywords: *Triticum aestivum* L., varieties, hydrothermal conditions of growing season, sedimentation index, protein and wet gluten content, ammonium nitrate, KAS-32.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Важливе місце у підвищенні врожайності та якості зерна пшениці належить агротехнічним заходам, які входять до складу технології вирощування, створюючи умови для повної реалізації генетичних особливостей новітніх сортів озимої пшениці. На сучасному етапі розвитку зернового господарства важливим завданням є підвищення врожайності зернових культур, зокрема й пшениці озимої, а також поліпшення їх якості, одночасно зі зниженням матеріальних, трудових і фінансових витрат на виробництво одиниці продукції [6, 16]. Тому створення і вдосконалення ресурсо- та енергоощадних технологій вирощування пшениці озимої, з високим рівнем

адаптивності для конкретних умов вирощування є досить важливим питанням для агропромислового виробництва України.

Зниження інтенсивності виробництва зерна пшениці спричинене, головним чином, незавершеним реформуванням в аграрному секторі, недотриманням технологій вирощування культури (сівозміни, добрива, застаріла техніка, недбале ведення насінництва тощо), погіршення погодних умов, що зумовлено глобальними змінами клімату на планеті, водночас і в Україні [14, 19, 25]. Максимальна реалізація потенціалу сортів озимої пшениці в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах залишається не

повністю вивченою, оскільки залежить не тільки від генетичних особливостей сорту, але й погодних умов, які змінюються за роками, і можуть бути дуже контрастними впродовж усієї вегетації пшениці [10, 26, 15]. Посухи та суховії у Лісостеповій зоні відбуваються кожні три-п'ять років, які проходять за високих температур і тривалої відсутності опадів. Навіть у районах з достатнім зволоженням, через вісім-десять днів без дощів у літні місяці у ґрунті створюється дефіцит вологи, а триваліша відсутність опадів веде до пересихання орного й нижніх шарів ґрунту, у котрих зосереджена основна маса корінців рослин пшениці [8].

Залежно від сорту, фази розвитку рослини, її стану, погодних умов та інших причин вимоги до забезпечення основними чинниками, що впливають на ріст і розвиток рослин, у пшениці постійно змінюються [22, 24]. На формування одиниці маси сухої речовини пшениця витрачає 300–450 одиниць води, водночас вологість ґрунту впродовж вегетації має бути в межах 65–80 % [9]. Показники якості пшениці та хлібопекарські властивості борошна більшою мірою залежать від погодних умов, що склалися в період наливу і дозрівання зерна, а також від особливостей самого генотипу [7, 11]. Недостатня кількість вологи на II й III етапах органогенезу впливає на зниження куцистості, у фазу колосіння-цвітіння зменшує озерненість колоса, а під час наливу зерна знижує масу 1000 насінин [9]. Нові сорти за біологічними властивостями повинні мати добру генетичну композицію ознак якості зерна, і максимально використовувати родючість ґрунту та протидіяти чинникам, що знижують якість продукції, ефективно акумулювати азот у рослині та переміщувати його по стеблу в зерно, ще до початку воскової стиглості, накопичуючи в ньому запасні білки [1, 17]. Азотним добривам, на ранніх етапах росту та розвитку рослин, властива пригнічувальна дія підвищеної концентрації азоту в ґрунті, таким чином їх не слід застосовувати у

високих дозах під передпосівну культивуацію та під час сівби [23]. Проте азотне голодування у цей період різко погіршує всі функції рослин, знижуючи кількість колосків у колосі [8]. Тому пропонується азот вносити в основне удобрення восени й весною у підживлення [21]. Також важливою умовою нормального переходу від осінньої вегетації до періоду зимового спокою є метеорологічні умови, насамперед кількість опадів, з урахуванням яких прогнозують ефективність і доцільність проведення ранньовесняного азотного живлення. Низькі температури й підвищена вологість ґрунту пригнічують нітрифікацію, відтак вміст азоту в кореневому шарі рано навесні, як правило, буває недостатнім, у зв'язку з чим у пшениці озимої виникає гостра потреба в азоті [8, 12, 25].

Від погодних умов та різної забезпеченості рослин азотом і вологою ґрунту залежить якість зерна, а саме вміст клейковини й білка [9]. Результати науково-дослідних установ показують, що з мінеральних добрив найбільше значення для одержання зерна високої якості мають азотні добрива. Вони сприяють підвищенню вмісту в зерні білка й клейковини, поліпшують його хлібопекарські властивості. Причому важливим чинником виступають норми їх внесення [18, 20]. За даними польових досліджень на Вінниччині [25] з підвищенням доз добрив вміст білка і клейковини в зерні зростав. Так, у контрольному варіанті без підживлення азотом вміст білка складав 13,7 %, за внесення N_{30} – 14,2 %, N_{60} – 14,8 %, також збільшувався вміст клейковини із 29,0 % до 29,4 і 29,9 % відповідно. Автором відмічено і тенденцію до підвищення фізичних показників якості – склоподібності, натури й маси 1000 зерен. Азотне живлення впродовж вегетації пшениці озимої, і особливо в період формування генеративних органів, має важливе значення для отримання зерна високої якості як посівного матеріалу, так і

продукту харчування. Тому, досліджувати вплив різних норм внесення азотних добрив на формування показників якості клейковинного комплексу зерна пшениці м'якої озимої в умовах центрального Лісостепу України є наразі актуальним.

Мета досліджень – виявити вплив норм мінерального живлення за різних гідротермічних умов з метою удосконалення технології вирощування для отримання зерна з високими показниками якості клейковинного комплексу нових сортів пшениці м'якої озимої.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у вегетаційні 2022/2023 і 2023/2024 рр. в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП). Встановлювали вплив на показники якості борошна сортів пшениці м'якої озимої (МІП Аеліта, МІП Відзнака, МІП Фортуна) одноразового внесення двох видів добрив (аміачна селітра (ам. с.) і карбамідо-азотна суміш із часткою азоту 32 % (КАС-32)) за різних норм живлення (25, 50 і 75 кг д. р. на 1 га) на III етапі органогенезу. Ґрунти – чорноземи малогумусні слабовилугувані середньосуглинкові. Вміст гумусу у 20 см прошарку складає 3,7–4,0 %; легкогідролізованого азоту 12–13 мг на 100 г; рухомого фосфору – 21–25 мг на 100 г; обмінного калію – 10–16 мг на 100 г ґрунту. Гідролітична кислотність у межах 1,7–2,2 мг-екв. на 100 г ґрунту, рН – 5,4–6,0. Агротехніка у досліді – загальноприйнята для Правобережного Лісостепу України [5].

Польові досліді закладали після попередника соя на зерно. Сівбу проводили сівалкою СН–10 Ц, норма висіву 5 млн схожих насінин на 1 га. Облікова площа ділянки 10,5 м², повторність чотириразова. Для передпосівного захисту насіння використовували протруйник Вінцит Форте SC, к. с. (1,2 л/т). Проти бур'янів застосовували гербіцид Гранстар Голд 75, в. г. (30 г/га); обробку посівів проти хвороб і шкідників проводили препаратами Тілт 250 ЕС, к. е. (0,5 л/га) + Карате 050 ЕС, к. е. (0,2 л/га). Зерно з дослідних ділянок збирали

методом прямого комбайнування «Сампо-130» з перерахуванням на стандартну (14 %) вологість. У лабораторії якості зерна МІП із борошна нових сортів пшениці врожаю 2023 і 2024 рр. визначали показники якості [3, 4]: вміст білка та вміст клейковини – за використання інфрачервоного аналізатора СПЕКТРАН-119М, показник седиментації – за методикою Пумпянського. Обрахунки результатів дослідження проводили за методом описової статистики [13, 2].

Показники якості зерна і борошна більшою мірою залежать від гідротермічних умов, що склалися в період формування і дозрівання зерна [7]. Гідротермічні умови 2023 р. за вказаний період характеризувалися надмірною вологозабезпеченістю (129 %) порівняно із середньобагаторічним рівнем (СБР 255 мм), а умови 2024 р. – недостатньою кількістю опадів (74 % до СБР). Зокрема, аномально велику їх кількість (129–230 % до СБР) відмічено у червні 2024 р., у липні 2023 р. та у квітні за обидва роки. Нестачу вологи (8,8–49 % до СБР) спостерігали у травні 2023 і 2024 рр. та у червні 2023 р. й липні 2024 р. Період формування і дозрівання зерна у роки дослідження супроводжувався підвищенням температури повітря на 0,1–4,2 °С від СБР.

Результати та обговорення. За результатами дослідження встановлено незначну реакцію сортів пшениці м'якої озимої, а саме МІП Відзнака та МІП Фортуна, на умови вирощування за показником седиментації (табл. 1). Отримано істотний вплив умов року на індекс седиментації лише у сорту МІП Аеліта, з вищими значеннями цього показника у 2023 р. (54 мл). Вірогідно вищий вміст білка (10,0–11,3 %) та клейковини (23,6–25,6 %) у середньому за варіантами живлення для всіх сортів пшениці м'якої озимої одержано у 2024 р. У роки дослідження коефіцієнт варіації за показниками якості були помірними (CV = 5,1–10,0).

1. Показники якості сортів пшениці м'якої озимої у роки випробування (середнє за варіантами живлення)

| Назва сорту | Показники якості | | | | | |
|--------------|-------------------------|---------|----------------|---------|---------------------|---------|
| | Індекс седиментації, мл | | Уміст білка, % | | Уміст клейковини, % | |
| | 2023 р. | 2024 р. | 2023 р. | 2024 р. | 2023 р. | 2024 р. |
| МПП Аеліта | 54 | 47 | 9,2 | 10 | 20,6 | 24,2 |
| МПП Відзнака | 55 | 57 | 9,1 | 11,3 | 20,1 | 25,6 |
| МПП Фортуна | 48 | 48 | 8,5 | 10,1 | 18,8 | 23,6 |
| Середнє | 52 | 51 | 8,9 | 10,5 | 19,8 | 24,5 |
| CV, % | 9,7 | 10,0 | 6,3 | 7,5 | 6,0 | 5,1 |

HP_{0,05}

3

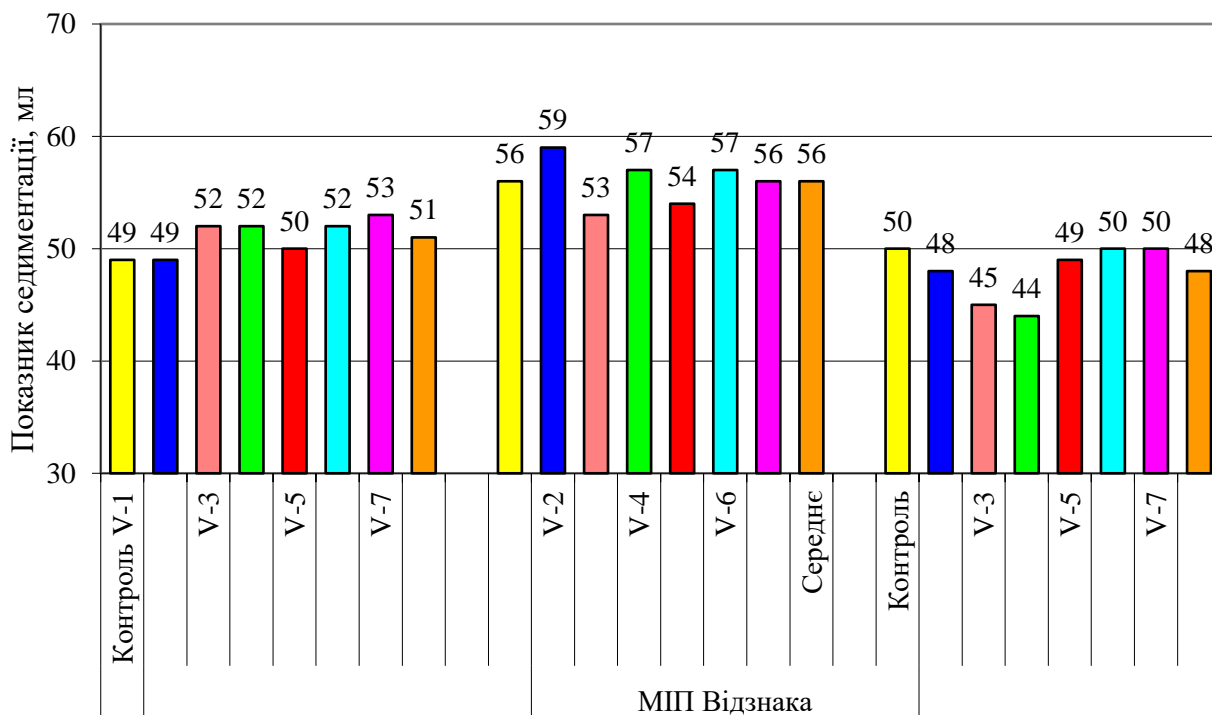
0,3

0,6

Примітка: CV – коефіцієнт варіації.

При визначенні показника седиментації за різних норм мінерального живлення (рис. 1) виявлено вірогідний вплив на підвищення цього показника лише у сорту МПП Аеліта за підживлення аміачною селітрою та КАС-32 у нормі N₅₀ і N₇₅ (варіант V-3, 4, 6, 7). У сортів МПП Відзнака і МПП Фортуна варіанти живлення не мали суттєвого впливу на підвищення індексу седиментації. У окремих варіантах

спостерігали навіть істотне зниження цього показника за підживлення аміачною селітрою у сорту МПП Відзнака з нормою N₅₀ (V-3) та у сорту МПП Фортуна у нормі N₅₀ і N₇₅ (V-3 і 4). Сорт МПП Відзнака у середньому за всіма варіантами дослідів сформував найвищий показник седиментації (56 мл), а сорт МПП Фортуна (48 мл) – найнижчий.



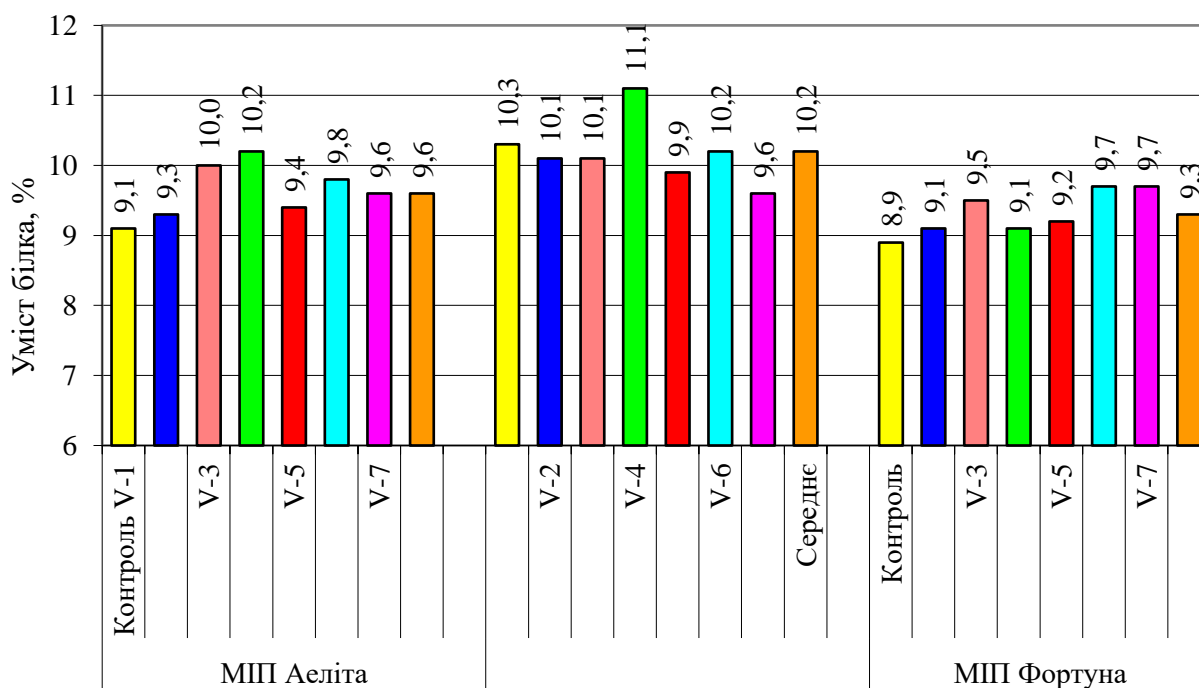
Примітка: V-1 – Контроль; V-2 – аміачна селітра (ам. с.), 25 кг/га; V-3 ам. с., 50 кг/га; V-4 – ам. с., 75 кг/га; V-5 карбамідо-азотна суміш із часткою азоту 32 % (КАС-32), 25 кг/га; V-6 КАС-32, 50 кг/га; V-7 – КАС-32, 75 кг/га.

Рис. 1. Показник седиментації (мл) пшениці м'якої озимої залежно від норм азотних добрив (середнє за 2023 і 2024 рр.)

По всіх досліджуваних сортах відмічено неоднозначну реакцію щодо впливу підживлення рослин різними нормами азотних добрив на показники вмісту білка і клейковини пшениці м'якої озимої (рис. 2 і 3).

У середньому за роками в сорту МП Відзнака, залежно від варіантів живлення, відмічали максимальне варіювання вмісту білка 9,6–11,1 %, а без обробки даних

показник становив 10,3 % (рис. 2). У сорту МП Аеліта вміст білка у контрольному варіанті становив 9,1 %, а за використання добрив вміст білка знаходився у діапазоні 9,3–10,2 %. У сорту МП Фортуна вміст білка був найменшим і на контролі (8,9 %), і за варіантів з підживленням (9,1 – 9,7 %), водночас варіювання даної ознаки теж було найменшим.



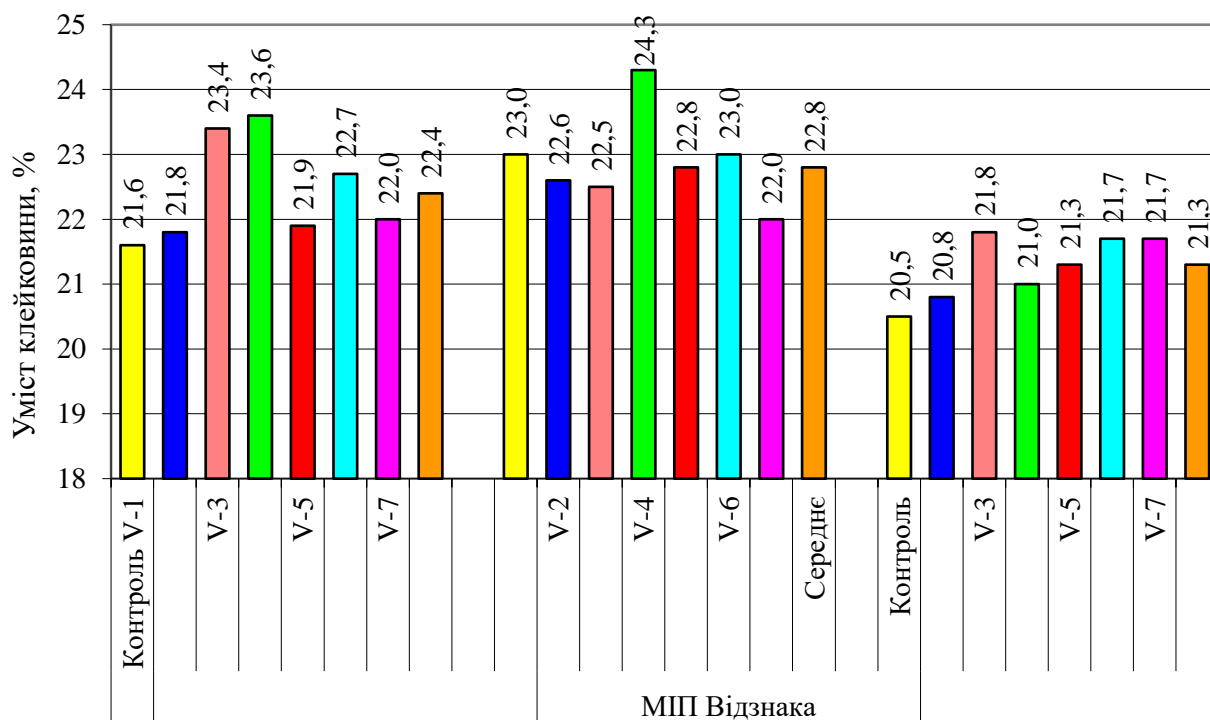
Примітка: V-1 – Контроль; V-2 – аміачна селітра (ам. с.), 25 кг/га; V-3 ам. с., 50 кг/га; V-4 – ам. с., 75 кг/га; V-5 карбамідо-азотна суміш із часткою азоту 32 % (КАС-32), 25 кг/га; V-6 КАС-32, 50 кг/га; V-7 – КАС-32, 75 кг/га.

Рис. 2. Вміст білка (%) пшениці м'якої озимої залежно від норм азотних добрив (середнє за 2023 і 2024 рр.)

Також, у середньому за роками порівняно з контролем, встановлено максимальну білковість для сортів МП Аеліта (10,2 %) та МП Відзнака (11,1 %) за підживлення аміачною селітрою у нормі N₇₅ (V-4). Сорт МП Фортуна найвищий (9,7 %) вміст білка формував за підживлення азотним добривом КАС-32 за двох норм N₅₀ і N₇₅ (V-6 і 7).

Середній вміст клейковини за роками у сорту МП Відзнака на контролі становив

23,0 %, а за варіантів підживлення спостерігали варіювання ознаки у межах 22,0–24,3 % (рис. 3). У сорту МП Аеліта на контролі вміст клейковини становив 21,6 %, а за використання добрив параметри клейковини збільшувались до 21,8–23,6 %. У сорту МП Фортуна вміст клейковини був найменшим 20,5 % (V-1), а за варіантів з азотним підживленням – 20,8–21,8 %.



Примітка: V-1 – Контроль; V-2 – аміачна селітра (ам. с.), 25 кг/га; V-3 ам. с., 50 кг/га; V-4 – ам. с., 75 кг/га; V-5 карбамідо-азотна суміш із часткою азоту 32 % (КАС-32), 25 кг/га; V-6 КАС-32, 50 кг/га; V-7 – КАС-32, 75 кг/га.

Рис. 3. Вміст клейковини (%) пшениці м'якої озимої залежно від норм азотних добрив (середнє за 2023 і 2024 рр.)

За живлення аміачною селітрою у нормі N75 (V-4) отримано максимальний вміст клейковини у сортів МПП Аеліта та МПП Відзнака (23,6; 24,3 % відповідно). Підвищення параметрів клейковини до 21,7–21,8 % у сорту МПП Фортунa відзначали за підживлення аміачною селітрою у нормі N₅₀ (V-3) та КАС-32 з нормою внесення N₅₀ і N₇₅ (V-6 і 7 відповідно).

Таким чином, за різного рівня азотного живлення у сортів пшениці м'якої озимої виявлені суттєві сортові відмінності за показниками якості клейковинного комплексу. Зокрема, вищі значення показників якості борошна сортів МПП Аеліта та МПП Відзнака отримали за підживлення аміачною селітрою з нормою 75 кг д. р. на 1 га (N₇₅), а сорту МПП Фортунa – КАС-32 з нормою внесення 50 і 75 кг д. р. на 1 га (N₅₀ і N₇₅ відповідно).

Встановлено, що збільшення доз азотних добрив впливало на формування підвищених показників вмісту білка та

клейковини у двох сортів пшениці м'якої озимої, а саме МПП Аеліта та МПП Фортунa.

Висновки. Установлено, що одноразове весняне підживлення азотними добривами у вищих дозах (N₅₀ і N₇₅) на III етапі органогенезу сприяло збільшенню параметрів вмісту білка й клейковини у нових сортів пшениці м'якої озимої.

Визначено, що найвищі показники вмісту білка й клейковини у сортів пшениці м'якої озимої МПП Аеліта (10,2 і 23,6 % відповідно) та МПП Відзнака (11,1 і 24,3 % відповідно) формуються за підживлення аміачною селітрою у нормі 75 кг д. р. на га, а для сорту МПП Фортунa (9,7 і 21,7 % відповідно) – за підживлення рідким добривом КАС-32 як з нормою 50 кг д. р. на га, так і з нормою 75 кг д. р. на га.

Виділено сорт МПП Відзнака зі стабільно вищим рівнем ознак якості клейковинного комплексу (індекс седиментації – 56 мл, вміст білка – 10,2 % і клейковини – 22,8).

Необхідним є враховувати генетичні особливості сортів при визначенні

оптимальних норм живлення азотними добривами (аміачна селітра і КАС-32) для отримання максимальних значень вмісту білка й клейковини. Дані елементи

Список використаної літератури

1. Жемела Г. П., Кузнецова О. А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 23–25.
2. Озеранський В. С., Крилик Л. В., Шевчук О. Ф. Теорія ймовірності та математична статистика. Вінниця : ВНТУ, 2025. 114 с.
3. Пивоваров О. А., Ковальова О. С., Кошулько В. С. Інноваційні методи визначення показників якості зерна. Дніпро : ДДАЕУ, 2023. 325 с.
4. Пшениця. Технічні умови : ДСТУ 3768:2019. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 21 с.
5. Технологія вирощування насіння пшениці озимої / за ред. А. А. Сіроштана, В. П. Кавунця. Центральне, 2023. 37 с.
6. Трансфер інноваційних технологій в агропромислове виробництво регіонів України / Я. М. Гадзало та ін. Київ : Аграрна наука, 2016. 242 с.
7. Фактори впливу на якість зерна та борошна нових сортів пшениці м'якої озимої. 2. Показники якості борошна / І. В. Правдзіва та ін. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 191–202. <http://mvis.mip.com.ua/article/view/119452>.
8. Формування елементів продуктивності сортів пшениці озимої в умовах Центрального Лісостепу залежно від агротехнічних чинників / О. А. Демидов та ін. *Plant varieties studying and protection*. 2024. Т. 20, № 2. С. 96–103. DOI: 10.21498/2518-1017.20.2.2024.304102.
9. Agricultural climatic factors and their thresholds for winter wheat cultivation in northern China / S. Chen et al. *Scientia Agricultura Sinica*. 2024. Vol. 57, Iss. 16. P. 3142–3153. DOI: 10.3864/j.issn.05781752.2024.16.004.
10. Azizov B., Khudaykulov J., Israilov I. Effect of late nitrogen nutrition on formation of harvest elements, grain yield, and quality indicators of winter wheat. *BIO Web of Conferences*. 2023. Vol. 65. Article: 04005. DOI: 10.1051/bioconf/20236504005.
11. Barabolia O. V., Tatarko Yu. V., Olefir O. A. Influence of quality indicators of winter wheat grain on baking properties of flour. *SWorldJournal*. 2021. Iss. 7, Part 3. No. 07–03. P. 68–75. DOI: 10.30888/2663-5712.2021-07-03-004.
12. Effects of reducing nitrogen application rate under different irrigation methods on grain yield, water and nitrogen utilization in winter wheat / J. Li et al. *Agronomy*. 2022. Vol.12, Iss. 8. Article: 1835. DOI: 10.3390/agronomy12081835.
13. Griffith B., Friesen L. Boundless Statistics for Organizations. Data Analysis & Interpretation.

агротехніки матимуть важливе значення у вдосконаленні ощадних технологій виробництва екологічно чистого зерна пшениці м'якої озимої.

References

1. Zhemela H. P., Kuznietsova O. A. Influence of varietal properties on productivity and quality of wheat grain. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2012. No. 3. P. 23–25.
2. Ozeranskyi V. S., Krylyk L. V., Shevchuk O. F. Theory and mathematical statistics. Vinnytsia : VNTU, 2025. 114 p.
3. Pivovarov O. A., Kovalova O. S., Koshulko V. S. Innovative methods for determining grain quality indicators. Dnipro : DDAEU, 2023. 325 p.
4. Wheat. Technical conditions : State Standard of Ukraine 3768:2019. Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2019. 21 p.
5. Technology of Growing Winter Wheat Seeds / za red. A. A. Sirostana, V. P. Kavuntsia. Tsentralne, 2023. 37 p.
6. Transfer of innovative technologies to the agro-industrial production of regions of Ukraine / Ya. M. Hadzalo et al. Kyiv : Ahrarna nauka, 2016. 242 p.
7. Factors of influence on grain and flour quality of new varieties of bread winter wheat. 2. Characteristics of flour quality / I. V. Pravdziva et al. *Myronivskiy visnyk*. 2016. Vol. 3. P. 191–202. <http://mvis.mip.com.ua/article/view/119452>.
8. Formation of productivity elements of winter wheat varieties depending on agrotechnical factors in the conditions of the central Forest-Steppe / O. A. Demydov et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2024. Vol. 20, No. 2. P. 96–103. DOI: 10.21498/2518-1017.20.2.2024.304102.
9. Agricultural climatic factors and their thresholds for winter wheat cultivation in northern China / S. Chen et al. *Scientia Agricultura Sinica*. 2024. Vol. 57, Iss. 16. P. 3142–3153. DOI: 10.3864/j.issn.05781752.2024.16.004.
10. Azizov B., Khudaykulov J., Israilov I. Effect of late nitrogen nutrition on formation of harvest elements, grain yield, and quality indicators of winter wheat. *BIO Web of Conferences*. 2023. Vol. 65. Article: 04005. DOI: 10.1051/bioconf/20236504005.
11. Barabolia O. V., Tatarko Yu. V., Olefir O. A. Influence of quality indicators of winter wheat grain on baking properties of flour. *SWorldJournal*. 2021. Iss. 7, Part 3. No. 07–03. P. 68–75. DOI: 10.30888/2663-5712.2021-07-03-004.
12. Effects of reducing nitrogen application rate under different irrigation methods on grain yield, water and nitrogen utilization in winter wheat / J. Li et al. *Agronomy*. 2022. Vol.12, Iss. 8. Article: 1835. DOI: 10.3390/agronomy12081835.
13. Griffith B., Friesen L. Boundless Statistics for Organizations. Data Analysis & Interpretation.

Oklahoma, 2021. 438 p. URL: <https://dlib.hust.edu.vn/bitstream/HUST/22911/1/OER00002117-1.pdf>.

14. Influence of nitrogen application rate on wheat grain protein content and composition in China : a meta-analysis / H.-Y. An et al. *Agronomy*. 2024. Vol. 14, Iss. 6. Article: 1164. DOI: 10.3390/agronomy14061164.

15. Kalitsinska O., Zaima O. Grain yield and quality of winter bread wheat depending on crop processing. *Genetics, Physiology and Plant Breeding : 8-th International Scientific Conference (Chisinau, October 7–8, 2024)*. Chisinau : CEP USM, 2024. P. 591–593. DOI: 10.53040/gppb8.2024.106.

16. Kovalenko N., Hloba O. The model of regional development of agrarian science in Ukraine: the relationship between a centenary past and today. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11, Iss. 4. P. 845–856. DOI: 10.31407/ijees11.423.

17. 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. Vol. 14, Iss. 4. Article: 552. DOI: 10.3390/agriculture14040552.

18. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on smallholder farms / W. Bedada et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2014. Vol. 195. P. 193–201. DOI: 10.1016/j.agee.2014.06.017.

19. Modeling the effects of extreme high-temperature stress at anthesis and grain filling on grain protein in winter wheat / R. Osman et al. *The Crop Journal*. 2021. Vol. 9, Iss. 4. P. 889–900. DOI: 10.1016/j.cj.2020.10.001.

20. Nadew B. B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). seed: A review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. Article: 356. DOI: 10.4172/2329-8863.1000356.

21. Optimizing top dressing nitrogen fertilization using VEN μ S and Sentinel-2 L1 data / D. J. Bonfil et al. *Remote Sensing*. 2021. Vol. 13, Iss. 19. Article: 3934. DOI: 10.3390/rs13193934.

22. Performance of wheat-based cropping systems and economic risk of low relative productivity assessment in a sub-dry Mediterranean environment / A. Nasrallah et al. *European Journal of Agronomy*. 2020. Vol. 113. Article: 125968. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125968.

23. Plant nitrogen metabolism: balancing resilience to nutritional stress and abiotic challenges / M. Farhan et al. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. 2024. Vol. 93, Iss. 3. P. 581–609. DOI: 10.32604/phyton.2024.046857.

24. Productivity of winter wheat (*T. aestivum*, *T. durum*, *T. spelta*) depending on varietal characteristics in the context of climate change / M. Korkhova et al. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24, Iss. 4. P. 236–244. DOI: 10.12912/27197050/163124.

Oklahoma, 2021. 438 p. URL: <https://dlib.hust.edu.vn/bitstream/HUST/22911/1/OER00002117-1.pdf>.

14. Influence of nitrogen application rate on wheat grain protein content and composition in China : a meta-analysis / H.-Y. An et al. *Agronomy*. 2024. Vol. 14, Iss. 6. Article: 1164. DOI: 10.3390/agronomy14061164.

15. Kalitsinska O., Zaima O. Grain yield and quality of winter bread wheat depending on crop processing. *Genetics, Physiology and Plant Breeding : 8-th International Scientific Conference (Chisinau, October 7–8, 2024)*. Chisinau : CEP USM, 2024. P. 591–593. DOI: 10.53040/gppb8.2024.106.

16. Kovalenko N., Hloba O. The model of regional development of agrarian science in Ukraine: the relationship between a centenary past and today. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11, Iss. 4. P. 845–856. DOI: 10.31407/ijees11.423.

17. 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. Vol. 14, Iss. 4. Article: 552. DOI: 10.3390/agriculture14040552.

18. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on smallholder farms / W. Bedada et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2014. Vol. 195. P. 193–201. DOI: 10.1016/j.agee.2014.06.017.

19. Modeling the effects of extreme high-temperature stress at anthesis and grain filling on grain protein in winter wheat / R. Osman et al. *The Crop Journal*. 2021. Vol. 9, Iss. 4. P. 889–900. DOI: 10.1016/j.cj.2020.10.001.

20. Nadew B. B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). seed: A review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. Article: 356. DOI: 10.4172/2329-8863.1000356.

21. Optimizing top dressing nitrogen fertilization using VEN μ S and Sentinel-2 L1 data / D. J. Bonfil et al. *Remote Sensing*. 2021. Vol. 13, Iss. 19. Article: 3934. DOI: 10.3390/rs13193934.

22. Performance of wheat-based cropping systems and economic risk of low relative productivity assessment in a sub-dry Mediterranean environment / A. Nasrallah et al. *European Journal of Agronomy*. 2020. Vol. 113. Article: 125968. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125968.

23. Plant nitrogen metabolism: balancing resilience to nutritional stress and abiotic challenges / M. Farhan et al. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. 2024. Vol. 93, Iss. 3. P. 581–609. DOI: 10.32604/phyton.2024.046857.

24. Productivity of winter wheat (*T. aestivum*, *T. durum*, *T. spelta*) depending on varietal characteristics in the context of climate change / M. Korkhova et al. *Ecological Engineering & Environmental Technology*.

25. Silifonov T. V. Grain yield and protein content in different ripening varieties of soft winter wheat using various types and doses of fertilizers. *Plant varieties studying and protection*. 2023. Vol. 19, No. 1. P. 44–51. DOI: 10.21498/2518-1017.19.1.2023.277770.

26. The formation of the productivity of winter wheat depends on the predecessor, doses of mineral fertilizers and bio preparations / V. Gamayunova et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No. 6. P. 65–74. DOI: 10.48077/scihor.25(6).2022.65-74.

2023. Vol. 24, Iss. 4. P. 236–244. DOI: 10.12912/27197050/163124.

25. Silifonov T. V. Grain yield and protein content in different ripening varieties of soft winter wheat using various types and doses of fertilizers. *Plant varieties studying and protection*. 2023. Vol. 19, No. 1. P. 44–51. DOI: 10.21498/2518-1017.19.1.2023.277770.

26. The formation of the productivity of winter wheat depends on the predecessor, doses of mineral fertilizers and bio preparations / V. Gamayunova et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No. 6. P. 65–74. DOI: 10.48077/scihor.25(6).2022.65-74.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-3

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.434:631.445.2:631.8

**МІКРОАГРЕГАТНИЙ СКЛАД ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО
ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕЄНОГО ҐРУНТУ ТРИВАЛОГО ВИКОРИСТАННЯ
ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ
ТА ПЕРІОДИЧНОГО ВАПНУВАННЯ****О. С. Гавришко, Ю. М. Оліфір, Т. В. Партика, Н. І. Козак**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Олег ГАВРИШКО,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-5458-0691

Юрій ОЛІФІР,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-7920-1854

Тетяна ПАРТИКА,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0000-0001-7912-5292

Надія КОЗАК,
доктор філософії
ORCID: 0000-0002-2809-2432

Для листування:

Олег ГАВРИШКО
e-mail: havryshko0@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

14 липня 2025 р.

Погоджено до друку:

21 липня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

Дослідженнями встановлено, що у варіантах органічного удобрення (10 т/га сівозмінної площі гною), без добрив (контроль) та лише вапнуванням (1,0 н CaCO₃ за Нг) спостерігалось значне збільшення частки мікроагрегатів (< 0,25 мм) після змочування (до 29,44; 25,95 і 25,63 % відповідно), зі статистично значущою ($p < 0,05$) різницею мокре-сухе. Натомість у комбінованих системах (органо-мінеральна система удобрення повною (N₆₅P₆₈K₆₈) і половинною (N₃₀P₃₄K₃₄) дозами на фоні періодичного вапнування 1,0 н за Нг), та за внесення лише мінеральних добрив (N₆₅P₆₈K₆₈) зростання фракції < 0,25 мм після змочування було незначним (+1,77; +7,12; +8,97 % відповідно). Коефіцієнт варіації засвідчив, що для сухого просіювання варіабельність невелика (8,32 %), тоді як для різниці між мокрим і сухим – дуже висока (57,47 %). Довірчий інтервал (95 %) середньої різниці становив від 4,47 до 18,07 %, що підкреслює широку невизначеність цієї оцінки. Для сухого просіювання довірчий інтервал досить вузький (9,80–11,68 %), натомість для мокрого він значно ширший (15,35–28,68 %), що відображає більшу гетерогенність даних. При цьому парний t тест ($p = 0,0080 < 0,05$), і непараметричний тест Вілкоксона ($p = 0,0312 < 0,05$) підтвердили статистично значущу відмінність між мокрим і сухим просіюванням, незалежно від розподілу даних.

Ключові слова: ґрунт, удобрення, вапнування, варіант, мікроагрегати, просіювання, різниця.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Гавришко О. С., Оліфір Ю. М., Партика Т. В., Козак Н. І., 2025

Microaggregate composition of Albic Stagnic Luvisol of long-term use under various fertilization and periodic liming systems

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5,
Obroshyne village, Lviv district,
Lviv region, 81115

About authors:

Oleh HAVRYSHKO
ORCID: 0000-0002-5458-0691

Yurii OLIFIR
ORCID: 0000-0002-7920-1854

Tetiana PARTYKA
ORCID: 0000-0001-7912-5292

Nadia KOZAK
ORCID: 0000-0002-2809-2432

For corresponding:
Oleh HAVRYSHKO
e-mail: havryshko0@gmail.com

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
July 14, 2025
Accepted:
July 21, 2025
Published:
September 30, 2025

The studies have shown that in the variants of organic fertilization (10 t of manure on ha of crop rotation area), without fertilizers (control) and only liming (1.0 n CaCO₃ by hydrolytic acidity) a significant increase in the proportion of microaggregates (< 0.25 mm) was observed after wetting (up to 29.44; 25.95 and 25.63 %, respectively), with a statistically significant ($p < 0.05$) wet-dry difference. On the other hand, in combined systems (organo-mineral fertilization system with full (N₆₅P₆₈K₆₈) and half (N₃₀P₃₄K₃₄) doses on the background of periodic liming of 1.0 n by hydrolytic acidity), and with the application of only mineral fertilizers (N₆₅P₆₈K₆₈), the growth of the < 0.25 mm fraction after wetting was insignificant (+1.77; +7.12; +8.97 %, respectively). The coefficient of variation showed that by dry sieving the variability was small (8.32 %), while by the wet-dry sieving difference was very high (57.47 %). The confidence interval (95 %) of the mean difference was from 4.47 to 18.07 %, highlighting the wide uncertainty of this estimate. For dry sieving, the confidence interval is quite narrow (9.80–11.68 %), while for wet sieving it is much wider (15.35–28.68 %), reflecting greater heterogeneity of the data. In this case, the paired t-test ($p = 0.0080 < 0.05$) and the nonparametric Wilcoxon test ($p = 0.0312 < 0.05$) confirmed a statistically significant difference between wet and dry sieving, regardless of the data distribution.

Keywords: soil, fertilizer, liming, variant, microaggregates, sieving, difference.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Ясно-сірі лісові поверхнево оглеєні ґрунти є надзвичайно важливим природним ресурсом для підтримки сталого сільського господарства Карпатського регіону, оскільки вони забезпечують стабільний рівень родючості та відіграють ключову роль у регулюванні водного балансу агроєкосистеми [2, 9]. Однак, тривале агрогенне навантаження спричиняє значні зміни мікроагрегатного складу цих ґрунтів, що призводить до їхньої деградації, зниження продуктивності та посилення негативних гідрологічних процесів [1, 3, 12, 18].

Функції ґрунтів тісно пов'язані з їхнім тривимірним пористим простором та пов'язаними з ним біогеохімічними

інтерфейсами, що відображається у складній структурі, що розвинулася під час педогенезу [21].

Мікроагрегати є одними із основних структурних елементів у ґрунтовому покриві, які забезпечують його водостійкість, здатність утримувати поживні речовини та покращують аерацію. Сучасні дослідження Totsche et al. та Biesgen, D. et al. засвідчили, що найважливішими в якості мікроагрегатоутворюючих матеріалів вважаються мінерали глини і оксиди Fe- і Al-гідроксиди. У мікроагрегатах мінерали пов'язані між собою головним чином фізико-хімічними та хімічними взаємодіями за участю цементуючих і

склеювальних агентів. До перших належать, зокрема, карбонати та короткодіапазонні впорядковані фази Fe, Mn та Al. Останні містять органічні матеріали різноманітного походження і, ймовірно, включають макромолекули та макромолекулярні суміші [15, 17].

Водночас внесення органічних добрив значно покращує мікроагрегатний склад та запобігає деградації ґрунту навіть у регіонах із підвищеним антропогенним навантаженням [11]. При цьому, стабільність мікроагрегатів прямо залежить від рівня органічної речовини, який впливає на збереження ґрунтової вологи та запобігає оглеєнню [22]. Наприклад, дослідження, проведені в Україні [7, 8] показали, що використання добрив та хімічних меліорантів, зокрема, вапняку впродовж 10 років призвело до збільшення розмірів мікроагрегатів та їх кількості, що пов'язане зі підвищенням вмісту органічної речовини в ґрунті. Використання вапняку з різними рН значеннями має різний вплив на мікроагрегатний склад ґрунту, знижуючи кількість мікроагрегатів при використанні вапняку з високим рН значенням та збільшуючи їх кількість при використанні вапняку з нижчим значенням рН.

Ґрунти з добре розвиненим мікроагрегатним станом мають значно кращий баланс вологи, оскільки вони містять оптимальну кількість капілярних (< 0,1 мм) та некапілярних (> 0,1 мм) пор, що сприяє рівномірному розподілу води в профілі [19, 20].

Оскільки, Карпатський регіон характеризується складними гідрологічними умовами: частими опадами, значними коливаннями вологості та високим ризиком глеєутворення, то тривалий вплив антропогенного навантаження на мікроагрегатний склад ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів безпосередньо визначає їхню здатність до інфільтрації, водоутримуючу здатність та стійкість до подальших деградаційних процесів [4, 10].

Об'єктивну інформацію про стан і зміни властивостей ґрунтів, під впливом

різних антропогенних навантажень в умовах сучасних кліматичних змін можна отримати тільки в базових тривалих стаціонарних дослідках [14].

Метою нашого дослідження було – в умовах класичного польового дослідження встановити зміни мікроагрегатної (< 0,25 мм) структури кислого ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту у взаємозв'язку з його фізико-хімічними та агрохімічними властивостями для оцінки наслідків тривалого сільськогосподарського навантаження.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на довготривалому стаціонарному досліді (49°47'54.3"N 23°52'26.9"E) відділу агрохімії та ґрунтознавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону (НААН), закладеному в 1965 р. Тип ґрунту місця дослідження ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний класифікується згідно з WRB (2022) як *Albic Pantostagnic Luvisol* [16].

Стаціонарний дослід розміщений в природі на трьох полях, кожне з яких налічує 18 варіантів у триразовому повторенні. Розташування варіантів одноярусне, послідовне. Загальна площа ділянки становить 168 м², облікова – 100 м². Агротехніка вирощування культур, обробіток ґрунту і догляд за посівами загальноприйняті для умов зони Західного Лісостепу України. У 2023 р. дослід занесено в Глобальну мережу довготривалих сільськогосподарських експериментів *GLTEN* [5, 6].

На найбільш характерних варіантах з різними співвідношеннями органічних, мінеральних добрив і періодичного вапнування висвітлювались проблеми, які полягали у недостатній вивченості змін мікроагрегатів (< 0,25 мм) та їх взаємозв'язку з фізико-хімічними властивостями ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під впливом тривалого сільськогосподарського використання, що ускладнює об'єктивну оцінку його агровиробничого стану та

ефективне управління ґрунтовими ресурсами.

З часу закладки досліду пройшло п'ять семипільних ротацій (1965–2001 рр.) з наступним чергуванням культур, а саме: картопля – ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної – конюшина лучна – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на силос – пшениця озима. По теперішній час дослідження проводяться у чотирипільній ротації: кукурудза на зерно – ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної – конюшина лучна – пшениця озима.

Дослідження на початку XII чотирипільної ротації (2024 р.) проводили у варіантах: без добрив (контроль) (вар. 1); лише періодичного вапнування (1,0 н CaCO₃ за Нг) (вар. 2); органічного удобрення (внесення 10 т/га сівозмінної площі гною) (вар. 3); органо-мінеральної системи удобрення однією (N₆₅P₆₈K₆₈) та половинною дозою (N₃₀P₃₄K₃₄) на фоні періодичного вапнування 1,0 н CaCO₃ за Нг (вар. 7 і 9); та систематичного внесення лише N₆₅P₆₈K₆₈ (вар. 15). Крім того, з метою збереження агроecosистеми та ефективності використання агроресурсного потенціалу, наведено вихідні дані 1965 р. з верхнього (0–20 см) гумусово-елювіального шару HEgl.

Аналітичні роботи виконували в атестованій агрохімічній лабораторії (свідоцтво № РЛ 009/22 від 07.02.2022 р., видане ДП «Львівстандартметрологія») Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за загальноприйнятими стандартизованими в Україні методиками. Зразки ґрунту відбирали та готували до аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464-2001. Фізико-хімічні, агрохімічні та агрофізичні аналізи ґрунту проводили за такими методами: вміст загального гумусу за Тюріним в модифікації Б. А. Нікітіна (ДСТУ 4289:2004); рН_{KCl} – потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390-2001); визначення гідролітичної кислотності (Нг) – за Каппеном (ДСТУ 7537:2014); обмінна кислотність та рухомий алюміній (Al³⁺) (за

Соколовим); вміст легкогідролізного азоту (N) – за Корнфілдом (ДСТУ 7863:2015); легкодоступний фосфор (P₂O₅) та обмінний калій (K₂O) за Чиріковим (ДСТУ 4115-2002).

Сприятливий фізичний режим в ґрунті створюється завдяки наявності не тільки макро-, але й мікроструктури. Тому з одночасною характеристикою макроструктури велике значення для оцінки агрофізичних властивостей ґрунту має його мікроструктура. Вона також повинна бути водостійкою та шпаруватою. В ієрархії ґрунтової структури мікроагрегати відносять до агрегатів першого порядку. Вони утворені безпосередньо елементарними гранулометричними елементами, розмір яких менше ніж 0,25 мм.

Для агрономічної та меліоративної оцінки ґрунту важливо знати не тільки ступінь мікроструктурності, але і якість мікроагрегатів в ньому. Це дає змогу виявити, як елементарні ґрунтові частинки (ЕГЧ) з'єднані між собою у мікроагрегати й наскільки водостійкі ці агрегати. Характеризуючи мікроструктуру, можна оцінити й макроструктуру ґрунту. За результатами мікроагрегатного та гранулометричного аналізів оцінюють оструктуреність і розпиленість ґрунтів, судять про потенційну здатність ґрунтів до оструктурення. Для визначення загального вмісту структурних агрегатів і розподілу їх за розмірами зразки ґрунту фракціонують на ситах, виконуючи так зване сухе просіювання у модифікації Н. І. Савінова (ДСТУ 4744). Перед фракціонуванням послідовно складають набір сит, діаметр отворів яких 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5 і 0,25 мм. Верхнє сито в наборі має найбільший розмір отворів (10 мм), нижнє – найменший (0,25 мм). Під нижнім ситом є піддон для збирання фракцій < 0,25 мм, а на верхньому – кришка для запобігання розпушування ґрунту при просіюванні. Вміст фракції < 0,25 мм розраховують за різницею між взятою для аналізу наважкою і сумою вмісту фракцій > 0,25 мм. За 100 % вважають взятую для аналізу наважку.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 10 та MS Excel 2021. У роботі прийнято 5 % рівень значущості ($p < 0,05$).

Результати та обговорення.
Отримані результати у довготривалому

стаціонарному досліді показали, що фізико-хімічні та агрохімічні показники ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів знаходяться у тісному зв'язку із системою удобрення та періодичного вапнування (табл. 1).

1. Фізико-хімічні та агрохімічні показники ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за різних систем удобрення і вапнування (XII ротація)

| № вар. | Системи удобрення тривалого стаціонарного досліді | рН _{KCl} | Кислотність | | Гумус, % | Al ³⁺ | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|--------------------|--|-------------------|---------------------|------------|-------------|------------------|-------------|-------------------------------|------------------|
| | | | Нг | обмінна | | | | | |
| | | | мг-екв/100 г ґрунту | | | | | | |
| шар ґрунту 0–20 см | | | | | | | | | |
| - | Вихідні дані (1965 р.) | 4,2 | 4,5 | 0,6 | 1,41 | 60,0 | 98,5 | 36,0 | 50,0 |
| 1, 10 | Без добрив (контроль) | 4,40 | 4,38 | 0,83 | 1,47 | 32,0 | 84,4 | 40,6 | 46,0 |
| 2 | СаСО ₃ , 1,0 н за Нг | 5,60 | 2,36 | 0,34 | 1,58 | 12,6 | 87,2 | 29,3 | 31,4 |
| 3 | Гній, 10 т/га | 5,04 | 3,81 | 0,36 | 1,70 | 9,9 | 88,2 | 32,3 | 38,7 |
| 7 | Гній, 10 т/га+ N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ + СаСО ₃ , 1,0 н за Нг | 4,91 | 3,15 | 0,30 | 1,92 | 7,2 | 96,6 | 157,8 | 166,1 |
| 9 | Гній, 10 т/га+ N ₃₀ P ₃₄ K ₃₄ + СаСО ₃ , 1,0 н за Нг | 5,03 | 2,98 | 0,28 | 1,79 | 10,8 | 93,8 | 135,6 | 122,9 |
| 15 | N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ | 4,11 | 4,29 | 1,55 | 1,62 | 36,9 | 94,0 | 155,6 | 126,6 |

Встановлено, що найефективнішим агрозаходом оптимізації фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ґрунту на початку XII ротації є застосування органо-мінеральної системи удобрення в сівозміні, яка передбачає внесення 10 т/га гною, однієї (N₆₅P₆₈K₆₈) та половинної (N₃₀P₃₄K₃₄) норми мінеральних добрив на фоні періодичного вапнування 1,0 н СаСО₃ за Нг (вар. 7 і 9). При цьому, в шарі ґрунту 0–20 см формується оптимальний поживний режим (зростання гумусу, збільшення вмісту легкодоступних азоту –

96,6 мг/кг ґрунту, рухомого P₂O₅ – 157,8 мг/кг ґрунту та обмінного K₂O – 166,1 мг/кг ґрунту), що створює сприятливі умови для росту та розвитку культур вирощування.

За результатами сухого просіювання встановлено, що частка дрібних агрегатів (< 0,25 мм) у ґрунті змінювалась залежно від системи удобрення. Найменше значення зафіксовано у варіанті з гноєм (10 т/га) (вар. 3) – 9,98 %, тоді як максимальне – при застосуванні лише мінеральних добрив повною дозою N₆₅P₆₈K₆₈ (вар. 15) – 12,50 % (табл. 2).

2. Порівняльний аналіз значущості різниць мікроагрегатної фракції (< 0,25 мм) ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за різних систем удобрення та періодичного вапнування

| № вар. | Системи удобрення тривалого стаціонарного досліді | Просіювання, % | | S = b/a | Різниця (мокре – сухе) | |
|--------|---|--------------------|-----------|---------|------------------------|--------------------|
| | | сухе (a) | мокре (b) | | Δ = (b-a), % | значуща (p < 0,05) |
| | | шар ґрунту 0–20 см | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | Гній, 10 т/га | 9,98 | 29,44 | 2,95 | +19,46 | Так |
| 1, 10 | Без добрив (контроль) | 10,54 | 25,95 | 2,46 | +15,40 | Так |
| 2 | 1,0 н СаСО ₃ за Нг | 10,74 | 25,63 | 2,39 | +14,88 | Так |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|---|-------|-------|------|-------|----|
| 15 | N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ (вар. 15) | 12,50 | 21,47 | 1,72 | +8,97 | Ні |
| 9 | Гній, 10 т/га + N ₃₀ P ₃₄ K ₃₄ + 1,0 н СаСО ₃ , за Нг | 10,28 | 17,40 | 1,69 | +7,12 | Ні |
| 7 | Гній, 10 т/га + N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ + 1,0 н СаСО ₃ за Нг | 10,43 | 12,20 | 1,17 | +1,77 | Ні |

Примітка: $S = b/a$ – частка від “сухих” агрегатів, які витримали вплив води (1 % = усі, >1 % = з’явились нових дрібних часток); $\Delta = (b-a)$ – різниця просіювання (мокре-сухе) часточок, які витримали вплив води.

Після змочування частка фракції < 0,25 мм у більшості варіантів значно зросла, що свідчить про зрушення мікроагрегатної структури ґрунту. Найбільше зростання зафіксовано у варіанті з внесенням лише гною – до 29,44 %, у контрольному варіанті без добрив (вар. 1, 10) – до 25,95 % та при вапнуванні (1,0 н СаСО₃ за Нг) (вар. 2) – до 25,63 %. У цих варіантах різниця між мокрим та сухим просіюванням становила відповідно +19,46; +15,40 та +14,80 %, що є статистично значущим ($p < 0,05$) показником. Натомість у варіантах з комбінованими системами удобрення (гній + мінеральні добрива + вапнування), зокрема у варіантах 7 та 9, частина

мікроагрегатів після змочування було значно нижчою, а саме: +1,77 та +7,12 % відповідно. Це свідчить про відсутність статистично значущих змін агрегатної структури під дією води. Аналогічна ситуація спостерігалася у варіанті з мінеральними добривами N₆₅P₆₈K₆₈, де приріст становив лише +8,97 % (табл. 2).

Тим самим описова статистична обробка результатів досліджень показала, що в середньому по досліді сухе просіювання становить $10,75 \pm 0,37$ % ($\sigma = 0,89$), а мокре – $22,01 \pm 2,59$ % ($\sigma = 6,35$). Середня різниця між мокрим і сухим просіюванням – $11,27 \pm 2,65$ % ($\sigma = 6,48$) (табл. 3).

3. Показники варіації та довірчі інтервали для трьох змінних (n = 6)

| Показник | Просіювання, % | | Різниця, % (мокре – сухе) |
|--|----------------|------------|------------------------------|
| | сухе | мокре | |
| Середнє по досліді: ($\bar{x} \pm S\bar{x}$) | 10,75±0,37 | 22,01±2,59 | 11,27±2,65 |
| Стандартне відхилення (S) | 0,89 | 6,35 | 6,48 |
| Коефіцієнт варіації (V) | 8,32 | 28,84 | 57,47 |
| 95 % ДІ нижня межа | 9,80 | 15,35 | 4,47 |
| 95 % ДІ верхня межа | 11,68 | 28,68 | 18,07 |

Коефіцієнт варіації свідчить, що для сухого просіювання варіабельність невелика (8,32 %), тоді як для різниці між мокрим і сухим – дуже висока (57,47 %). Довірчий інтервал (95 %) середньої різниці становить від 4,47 % до 18,07 %, що підкреслює широку невизначеність цієї оцінки. Для сухого просіювання довірчий інтервал досить вузький (9,80–11,68 %), натомість для мокрого він значно ширший (15,35–28,68 %), що відображає більшу гетерогенність даних.

Натомість розподіл даних парного порівняння відсотка мокрого і сухого

просіювання мікроагрегатів за однаково різних умов і незначній вибірці (n = 6) та t-тест показав статистично значущу різницю між мокрим та сухим просіюванням ($p = 0,0080 < 0,05$), що підтверджує зростання по досліді фракції < 0,25 мм під впливом вологи. Непараметричний тест Вілкоксона, який не вимагає нормальності, також свідчить про значущу відмінність ($p = 0,0312 < 0,05$). Тому, незалежно від припущень про розподіл даних, різниця між мокрим і сухим просіюванням є статистично значущою (табл. 4).

4. Результати про розподіл даних парного порівняння відсотка мокрого і сухого просіювання мікроагрегатів ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту (n = 6)

| Тест | Статистика | p-значення (<0,05) |
|---------------------|------------|--------------------|
| Парний t-тест | 4,262 | 0,0080 |
| Критерій Вілкоксона | 0,000 | 0,0312 |

Висновки. Таким чином, органо-мінеральна система удобрення (10 т/га гною + повною (N₆₅P₆₈K₆₈) і половинною (N₃₀P₃₄K₃₄) дозами на фоні періодичного вапнування 1,0 н за Нг), забезпечує найкращий поживний режим орного шару (0–20 см) ґрунту з мінімальними змінами мікроструктури (< 1,8 % приріст фракції < 0,25 мм після змочування). Проте у варіантах без добрив (контроль) та тривалого внесення самих

мінеральних добрив (N₆₅P₆₈K₆₈) приріст мікроагрегатів після змочування був значущим (25,95–29,4 % відповідно). Тим самим, парний t-тест (p = 0,0080) і тест Вілкоксона (p = 0,0312) підтвердили статистично значущу (p < 0,05) різницю між сухим і мокрим просіюванням ґрунту, що вказує на тенденцію до зростання у досліді фракції < 0,25 мм під впливом вологи.

Список використаної літератури

1. Баланс гумусу в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому під впливом курячого посліду і компостів на його основі / Є. В. Скрильник та ін. *Вісник аграрної наук.* 2020. №. 4. С. 21–27. DOI: doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-03.
2. Балюк С. А., Трускавецький Р. С. Ґрунтознавство в Україні: досягнення, пріоритети та перспективи. *Вісник аграрної науки.* 2021. №. 12 (825). С. 18–27. DOI: doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-02.
3. Вплив систем удобрення на динаміку нестабільних гумусових речовин у короткоротаційних сівозмінах / О. Й. Качмар та ін. *Вісник ЛНАУ: Агрономія.* 2019. №. 23. С. 234–237. DOI: doi.org/10.31734/agronomy2019.01.234.
4. Габриєль А. Й., Оліфір Ю. М. Тривалий стаціонарний дослід Інституту сільського господарства Карпатського регіону в контексті його 50-річного функціонування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2015. Вип. 58. С. 30–40.
5. Гавришко О. С. Роль глобальної мережі тривалих польових сільськогосподарських дослідів (GLTEN) у практичній підготовці здобувачів вищої освіти в галузі сучасних аграрних наук. Scientific and pedagogical internship «Development trends in the system of agricultural education: Baltic states' experience»: Internship proceedings (July 3 – August 13, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2023. P. 9–12.
6. Електронний ресурс: URL: <https://www.rothamsted.ac.uk/facilities-and-resources/gltten-global-long-term-agricultural-experiment-network>.
7. Мінькова, О. Г. Шляхи та способи переходу від традиційного аграрного виробництва до органічного.

References

1. Humus balance in podzolized heavy loamy chernozem under the influence of chicken manure and composts based on it / Ye. V. Skrylynyk et al. *Visnyk ahrarnoi nauk.* 2020. No. 4. P. 21–27. DOI: doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-03.
2. Baliuk S. A., Truskavetskyi R. S. Soil science in Ukraine: achievements, priorities and prospects. *Visnyk ahrarnoi nauky.* 2021. No. 12 (825). P. 18–27. DOI: doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-02.
3. The influence of fertilizer systems on the dynamics of unstable humic substances in short-rotation crop rotations / O. Y. Kachmar et al. *Visnyk LNAU: Ahronomiia.* 2019. No. 23. P. 234–237. DOI: doi.org/10.31734/agronomy2019.01.234.
4. Habryiel A. Y., Olifir Yu. M. Long-term stationary experiment of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region in the context of its 50-year operation. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo.* 2015. Issue 58. P. 30–40.
5. Havryshko O. S. The role of the Global Long-Term Agricultural Field Experiments Network (GLTEN) in the practical training of higher education students in the field of modern agricultural sciences Scientific and pedagogical internship «Development trends in the system of agricultural education: Baltic states' experience»: Internship proceedings (July 3 – August 13, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2023. P. 9–12.
6. Electronic resource: URL: <https://www.rothamsted.ac.uk/facilities-and-resources/gltten-global-long-term-agricultural-experiment-network>.
7. Minkova, O. H. Ways and methods of transition from traditional agricultural production to organic. *Visnyk Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva.* 2016. 1. P. 3–10.

Вісник Уманського національного університету садівництва. 2016. 1. С. 3–10.

8. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні : монографія / за ред. Я. М. Гадзала, В. Ф. Камінського. К. : Аграрна наука, 2016. 592 с.

9. Позняк С. П., Гнатишин М. А. Глобальна ініціатива «4 PER 1000» та можливості її реалізації в Україні. *Український географічний журнал*. 2021. No. 2 (114). С. 11–19. DOI: doi.org/10.15407/ugz2021.02.011.

10. Стационарні польові дослідження України. Реєстр атестатів / за ред. А. С. Заришняка, С. А. Балюка, М. В. Лісового. К. : Аграрна наука, 2014. 146 с.

11. Ткаченко М. А., Борис Н. Є. Оптимізація живлення сільськогосподарських культур за фізико-хімічної деградації кислих ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99 № 1. С. 15–22. DOI: doi.org/10.31073/agrovisnyk202101-02.

12. Фракційний та груповий склад гумусу ясносірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за тривалих агрогенних навантажень / Ю. М. Оліфір та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (2). С. 96–106. DOI: doi.org/10.32636/01308521.2023-(74)-2-9.

13. Architecture of soil microaggregates: Advanced methodologies to explore properties and functions / W. Amelung et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2023. <https://doi.org/10.1002/jpln.202300149>.

14. Chapter 1 – Long-term agricultural research at Rothamsted / A. J. Macdonald et al. *Long-Term Farming Systems Research. Academic Press*, 2020. P. 15–36. DOI: doi.org/10.1016/B978-0-12-818186-7.00002-3.

15. Clay content modulates differences in bacterial community structure in soil aggregates of different size / D. Biesgen et al. *Geoderma*, 2020. Vol. 376. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114544>.

16. 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. https://www.isric.org/sites/default/files/WRB_fourth_edition_2022-12-18.pdf.

17. Microaggregates in Soils / K. U. Totsche et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2018. 181 (1), 104–136. <https://doi.org/10.1002/jpln.201600451>.

18. Neina D. The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*. 2019. Vol. 2019 P. 1–9. DOI: doi.org/10.1155/2019/5794869.

19. Soil organic matter is stabilized by organo-mineral associations through two key processes: The role of the carbon to nitrogen ratio / P. M. Kopittke et al. *Geoderma*, 2020. Vol. 357. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113974>.

20. Spatial organization of soil microaggregates / E. Lehdorff et al. *Geoderma*, 2021. Vol. 386. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114915>.

8. Scientific foundations of organic production in Ukraine : monograph / za red. Ya. M. Hadzala, V. F. Kaminskoho. K. : Ahrarna nauka, 2016. 592 p.

9. Pozniak S. P., Hnatyshyn M. A. The global initiative «4 PER 1000» and the possibilities of its implementation in Ukraine. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*. 2021. No. 2 (114). P. 11–19. DOI: doi.org/10.15407/ugz2021.02.011.

10. Stationary field experiments of Ukraine. Register of certificates / za red. A. S. Zaryshniaka, S. A. Baliuka, M. V. Lisovoho. K. : Ahrarna nauka, 2014. 146 p.

11. Tkachenko M. A., Borys N. Ye. Optimization of crop nutrition during physicochemical degradation of acidic soils. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2021. Vol. 99. No. 1. P. 15–22. DOI: doi.org/10.31073/agrovisnyk202101-02.

12. Fractional and group composition of humus of light-gray forest superficially gleyed soil under prolonged agrogenic loads / Yu. M. Olifir et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2023. Issue 74 (2). P. 96–106. DOI: doi.org/10.32636/01308521.2023-(74)-2-9.

13. Architecture of soil microaggregates: Advanced methodologies to explore properties and functions / W. Amelung et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2023. <https://doi.org/10.1002/jpln.202300149>.

14. Chapter 1 – Long-term agricultural research at Rothamsted / A. J. Macdonald et al. *Long-Term Farming Systems Research. Academic Press*, 2020. P. 15–36. DOI: doi.org/10.1016/B978-0-12-818186-7.00002-3.

15. Clay content modulates differences in bacterial community structure in soil aggregates of different size / D. Biesgen et al. *Geoderma*, 2020. Vol. 376. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114544>.

16. 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. https://www.isric.org/sites/default/files/WRB_fourth_edition_2022-12-18.pdf.

17. Microaggregates in Soils / K. U. Totsche et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2018. 181 (1), 104–136. <https://doi.org/10.1002/jpln.201600451>.

18. Neina D. The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*. 2019. Vol. 2019 P. 1–9. DOI: doi.org/10.1155/2019/5794869.

19. Soil organic matter is stabilized by organo-mineral associations through two key processes: The role of the carbon to nitrogen ratio / P. M. Kopittke et al. *Geoderma*, 2020. Vol. 357. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113974>.

20. Spatial organization of soil microaggregates / E. Lehdorff et al. *Geoderma*, 2021. Vol. 386. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114915>.

21. State of water-stable soil structure in the Central Forest-Steppe under agrogenic and postagrogenic

21. State of water-stable soil structure in the Central Forest-Steppe under agrogenic and postagrogenic maintenance / S. Bulyhin et al. *Agricultural Science and Practice*. 2022. 9 (2), 3–22. <https://doi.org/10.15407/agrisp9.02.003>.

22. Wet sieving versus dry crushing: Soil microaggregates reveal different physical structure, bacterial diversity and organic matter composition in a clay gradient / V. J. Felde et al. *Eur J Soil Sci*. 2021. Vol. 72 (2). P. 810–828. <https://doi.org/10.1111/ejss.13014>.

maintenance / S. Bulyhin et al. *Agricultural Science and Practice*. 2022. 9 (2), 3–22. <https://doi.org/10.15407/agrisp9.02.003>.

22. Wet sieving versus dry crushing: Soil microaggregates reveal different physical structure, bacterial diversity and organic matter composition in a clay gradient / V. J. Felde et al. *Eur J Soil Sci*. 2021. Vol. 72 (2). P. 810–828. <https://doi.org/10.1111/ejss.13014>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-4

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.89:633.11:631.559

ОСОБЛИВОСТІ ФОТОСИНТЕЗУ ТА ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЗОВАНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В ЛАНКАХ СІВОЗМІН**А. О. Дубицька, О. Й. Качмар, О. Л. Дубицький**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Ангеліна ДУБИЦЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-5685-0237

Оксана КАЧМАР,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-0382-6030

Олександр ДУБИЦЬКИЙ,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0000-0002-8293-4119

Для листування:

Оксана КАЧМАР
e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

4 липня 2025 р.

Погоджено до друку:

15 липня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

Вивчали особливості загальної біотичної продуктивності пшениці озимої, зокрема динаміку вмісту хлорофілів ($a + b$) у верхніх листках (прапорцевий і підпрапорцевий), чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) у період весняного кушення, трубкування, колосіння – цвітіння та молочно-воскової стиглості і зернову продуктивність (фаза воскової стиглості зерна) за біологізованих систем удобрення (БСУ). Вони передбачали внесення соломи бобових (горох або кормові боби) + $N_{90}P_{60}K_{60}$. Додатковими факторами оптимізації живлення слугували біостимулятор (БС, обробка рослин) і гумусне добриво (ГД, прикореневе внесення), а також хелатне добриво (ХД, обробка рослин). Зазначені системи удобрення позитивно впливали на сумарний вміст хлорофілів ($a + b$) та ЧПФ. Обробки рослин пшениці озимої БС і ГД стимулювали зростання сумарного вмісту хлорофілів та ЧПФ від 2,37–2,31 мг/г та 4,80–5,12 г/м² за добу у фазі весняного кушення до 3,59–3,82 мг/г та 7,92–8,06 г/м² за добу на етапах колосіння – цвітіння. Період цвітіння – молочно-воскової стиглості характеризувався істотним зменшенням ефективності фотосинтетичних процесів (вміст пігментів, ЧПФ). За дії на рослини БС, ГД або ХД на базовому фоні удобрення показники маси зерен з колоса і маси 1000 зерен збільшувалися, що своєю чергою сприяло забезпеченню рівня врожаю 5,66–5,81 т/га. З'ясовано особливості мікроелементного складу зерна пшениці озимої (Mn, Fe, Zn, Cu) за БСУ. Найвищий рівень Fe, Cu та Zn у зерні пшениці озимої виявлено за умов систем удобрення з застосуванням БС або ХД на фоні $N_{90}P_{60}K_{60}$. За використання ГД, яке володіє адсорбуючою здатністю, спостерігали тенденцію до зниження вмісту вказаних мікроелементів. Кількість їх у зерні пшениці озимої не перевищувала гранично допустимих значень.

Ключові слова: пшениця озима, біологізовані системи удобрення, вміст хлорофілів, чиста продуктивність фотосинтезу, елементи продуктивності рослин.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Дубицька А. О., Качмар О. Й., Дубицький О. Л., 2025

Features of photosynthesis and production processes of winter wheat under using biologized fertilization systems in crop rotation links

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5,
Obroshyne village, Lviv district,
Lviv region, 81115

About authors:

Anhelina DUBYTSKA
ORCID: 0000-0002-5685-0237

Oksana KACHMAR
ORCID: 0000-0002-0382-6030

Alexander DUBYTSKYI
ORCID: 0000-0002-8293-4119

For corresponding:
Oksana KACHMAR
e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

Funding information:
National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:
July 4, 2025
Accepted:
July 15, 2025
Published:
September 30, 2025

The features of the total biotic productivity of winter wheat were studied, in particular, the dynamics of the chlorophyll ($a + b$) content in the upper leaves (the flag and subflag leaves), net photosynthesis productivity (NPP) during spring tillering, emergence into tube, earing–flowering and milky-wax ripeness, and grain productivity (wax ripeness stage of grain filling) under the conditions of biologized fertilizer systems (BFS). They assumed the application of legume straw (peas or fodder beans) + $N_{90}P_{60}K_{60}$. Additional factors for nutrition optimization were a biostimulator (BS, plant treatment) and humic fertilizer (HF, root application), as well as chelate fertilizer (CF, plant treatment). The above fertilizer systems had a positive effect on the total chlorophyll ($a + b$) content and NPP. Treatment of winter wheat plants with BS and HF stimulated an increase in the total content of chlorophylls and NPP from 2.37–2.31 mg/g and 4.80–5.12 g/m² per day in the spring tillering stage to 3.59–3.82 mg/g and 7.92–8.06 g/m² per day at the earing–flowering stages, respectively. The flowering–milky-wax ripeness period was characterized by a significant decrease in the efficiency of photosynthetic processes (pigment content, NPP). When exposed to BS, HF, or CF on a basic fertilizer background, the grain weight per ear and 1000-grain weight increased, which in turn contributed to a yield of 5.66–5.81 t/ha. The features of the trace element composition of winter wheat grain (Mn, Fe, Zn, and Cu) under BFS conditions were determined. The highest level of Fe, Cu, and Zn content in winter wheat grain was found under the conditions of fertilizer systems using BS or CF against the background of $N_{90}P_{60}K_{60}$. When using HF, which has an adsorbing capacity, a tendency to decrease the content of these trace elements was observed. Their content in winter wheat grain did not exceed the maximum permissible values.

Keywords: winter wheat, biologized fertilizer systems, chlorophyll content, net productivity of photosynthesis, elements of plant productivity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Сучасний стан досліджень проблеми фотосинтезу дає підставу вважати, що фотосинтетична діяльність сільськогосподарських культур є фізіологічною основою їх продуктивності й значною мірою залежить від вмісту пігментів у рослинах. Ключове значення мають зелені пігменти, хлорофіли a і b – чутливі індикатори фізіологічного стану рослин. Кількість і функціональна активність цих пігментів є показником потенційної здатності рослин формувати врожай [1, 6, 10, 13, 25]. Зазначені пігменти беруть безпосередню участь у формуванні фотосинтетичного апарату, відіграють важливу роль у фотохімічних реакціях,

пов'язаних з поглинанням і трансформацією енергії, яка потрібна в процесах синтезу речовин для росту та розвитку рослин. Важливе значення в цьому аспекті відіграє чиста продуктивність фотосинтезу, яка характеризується більшою кількістю метаболітів і структурних речовин, утворених у процесі розвитку і росту рослин [2, 11, 14, 17, 24]. Зауважимо, що збільшення тривалості роботи асиміляційного апарату сприяє зростанню поглинання фотосинтетично активної радіації та перетворенню її на органічні речовини [3, 5, 26, 28]. Такі властивості рослин пшениці озимої значною мірою

закріплені генетично, проте слід зазначити, що як шлях для досягнення аналогічних якостей може бути використання інноваційних елементів у технологіях вирощування культури. Важливим резервом удосконалення систем удобрення є вторинна рослинна продукція нетоварного врожаю – пожнивні рештки, солома тощо, а саме використання як добрива соломи зернових або зернобобових культур [18, 23, 27].

Низка вчених вказує на позитивний вплив загорання соломи зернових попередників для вирощування пшениці озимої. Зароблення її в ґрунт поліпшує кореневе живлення і фізичну структуру орного горизонту [7, 8, 12]. За розкладання соломи до ґрунту надходять не тільки мінеральні елементи, але й утворюється значна кількість вуглекислого газу, що використовується рослинами для фотосинтезу. В середньому 1 т соломи зернових містить: 0,5 % азоту, 0,25 % фосфорного ангідриду, 0,8 % калію, 35–40 % вуглецю. Крім того, у соломі міститься кальцій та магній, які здатні нейтралізувати кислотність ґрунту, та низка мікроелементів (В, Сu, Мn, Zn, Со, Fe). Щодо соломи бобових (горох, кормові боби, соя, люпин, вика), то вміст N і К у ній є вищим, ніж у зернових, а також рівень Са та Mg в 2,0–6,1 рази вищий [15, 20].

Для посилення екологізації та біологізації систем удобрення актуальним і доречним є використання гумусних добрив. Особливо важлива роль цих добрив у послабленні дії несприятливих зовнішніх факторів на рослини, зокрема вони нівелюють негативний вплив високих доз мінеральних добрив, підвищують стійкість до важких металів і, основне, – відчутно активізують аборигенну мікрофлору ґрунту і позитивно впливають на ґрунтово-біологічні процеси [9, 16, 22].

Важливим екологічним засобом для підвищення ефективності використання рослинами поживних елементів мінеральних добрив і ґрунту є рістстимулюючі речовини [21]. Як відомо, застосування цих біологічно активних

речовин дає змогу повніше реалізувати потенційні можливості рослин.

Ще одним шляхом досягнення подібного ефекту може бути застосування хелатних добрив [4, 21], вміст відповідних мікроелементів в яких забезпечує багатовекторний вплив на ріст і розвиток рослин. Зокрема, мікроелементи, які є в складі цих добрив, можуть брати участь в окисно-відновних процесах, фотосинтезі, азотному і вуглеводному обміні, входять до складу ферментів, вітамінів, підвищують стійкість до хвороб.

Висока продуктивність пшениці озимої і екологічна якість зерна характеризується оптимальними параметрами структури посівів, оскільки це є важливим чинником збалансованості продукції та її екологічності [19, 29].

Таким чином, для підтримання екобезпеки сталого розвитку рослинництва важливе значення має впровадження інноваційних систем удобрення, зокрема біологізованих, за вирощування пшениці озимої.

Вивчення потужності фотосинтетичного апарату та складових продукційного процесу пшениці озимої, аналіз еколого-агрономічних аспектів удосконалення систем удобрення шляхом їх біологізації було метою наших досліджень.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в 2021–2022 рр. у полі пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) сорту Краєвид, висіяної після гороху та кормових бобів в умовах достатнього зволоження Лісостепу Західного на сірому лісовому поверхнево оглеєному середньосуглинковому ґрунті. Експеримент провели у полі стаціонарного досліду з вивчення наукових основ управління продуктивністю короткоротаційних сівозмін в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. Схема досліду включає такі варіанти:

Блок I

1. Контроль (без добрив).
2. Солома гороху (г.).
3. Солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀.

4. Солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС.
5. Солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС + ГД.
6. Солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀ + ХД.

Блок II

1. Контроль (без добрив).
2. Солома кормових бобів (к. б.).
3. Солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀.
4. Солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС.
5. Солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС + ГД.
6. Солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀ + ХД.

Для поліпшення гормональної регуляції росту озимих зернових та послаблення стресових ситуацій використовували біостимулятор (БС) Міллерплекс, який містить натуральні цитокініни. Склад препарату: азот (амідна форма) – 3,0 %, доступний фосфор (P₂O₅) – 3,0 %, рухомий калій (K₂O) – 30,0 % і екстракт водоростей (*Ascophyllum nodosum*), а також амінокислоти, специфічні вуглеводи і мікроелементи в хелатованій формі.

Вносили гумусне добриво (ГД) – препарат нового покоління, що має високу ефективність. До складу входять, окрім гумінових та фульвокислот, також ульмінові кислоти та гумін, які дуже ефективні в рослинах. Склад ГД: гумінові кислоти – 19–21 %, фульвокислоти – 3–5 %, ульмінові кислоти і гумін – 27–30 %. Препарат ефективний для ґрунту та рослин.

Рослини оброблено хелатним добривом (ХД) з вмістом Zn, P, N, S. Склад препарату: амідний азот – 3,0 %, фосфор – 19,8 %, сірка – 5,3 % та цинк у хелатній формі – 5,9 %.

Дослід закладено на сірому лісовому поверхнево оглеєному суглинковому ґрунті. Ґрунт характеризується слабокислою реакцією (рН_{KCl} – 4,8–4,9), нижчою від середньої забезпеченістю

легкогідролізним азотом – 86–90 мг/кг ґрунту та середньою забезпеченістю рухомими формами фосфору і калію: 108 та 86 мг/кг ґрунту.

Обліковували врожай методом пробних снопів. Рослини аналізували (структура врожаю) за В. О. Єщенком та ін., вміст хлорофілів *a* та *b* – за Валленбурном, чисту продуктивність фотосинтезу – за М. М. Городнім (1972), вміст мікроелементів визначали на флуоресцентному спектрофотометрі TLFA в проточному гелії високої чистоти.

Результати та обговорення.

Виробництво зерна в Україні – стратегічна і найефективніша галузь народного господарства. Тому сьогодні на перший план виходять дослідження, присвячені пошуку альтернативних, екологічно безпечних засобів підвищення продуктивності рослин, які базуються на активації їхніх природних метаболічних механізмів. У цьому контексті цікавим і малодослідженим є аналіз впливу біологізованих систем удобрення (БСУ) в ланках сівозмін на формування фотосинтетичних та продукційних процесів у пшениці озимої. В основі зв'язку між вмістом хлорофілів й продуктивністю рослин є енергетична основа фотосинтезу: поглинання фотосинтетичними пігментами сонячної радіації, яка використовується для утворення органічних речовин. Важливою характеристикою цих процесів є вміст пігментів: хлорофілів *a*, *b* та їх суми (*a* + *b*).

Сумарний вміст хлорофілів (*a* + *b*) у верхніх листках пшениці озимої (після гороху або кормових бобів) (контроль) (табл. 1) в фазі весняного кущення становив 1,62 та 1,58 мг/г.

1. Динаміка вмісту суми хлорофілів (*a* + *b*) у верхніх листках пшениці озимої за біологізованих систем удобрення в ланках сівозмін, мг/г сирової речовини

| № вар. | Системи удобрення | Весняне кущення | Трубкування | Колосіння – цвітіння | Молочно-воскова стиглість |
|--------|-----------------------|-----------------|-------------|----------------------|---------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Блок I | | | | | |
| 1 | Контроль (без добрив) | 1,62 | 1,92 | 2,55 | 1,74 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|--|------|------|------|------|
| 2 | Солома гороху (г.) | 1,67 | 1,98 | 2,64 | 1,74 |
| 3 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ | 2,03 | 2,71 | 3,07 | 2,25 |
| 4 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС | 2,19 | 2,87 | 3,22 | 2,53 |
| 5 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД | 2,37 | 3,08 | 3,72 | 2,83 |
| 6 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД | 2,23 | 3,05 | 3,74 | 2,90 |
| Блок II | | | | | |
| 1 | Контроль (без добрив) | 1,58 | 2,00 | 2,45 | 1,60 |
| 2 | Солома кормових бобів (к. б.) | 1,65 | 2,06 | 2,53 | 1,60 |
| 3 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1,93 | 2,63 | 2,98 | 2,10 |
| 4 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС | 2,07 | 2,74 | 3,06 | 2,20 |
| 5 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД | 2,31 | 2,88 | 3,63 | 2,68 |
| 6 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД | 2,24 | 2,96 | 3,75 | 2,86 |

Заорювання соломи згаданих бобових не дало позитивного ефекту щодо вмісту хлорофілів. Збільшення вмісту хлорофілів ($a + b$) відзначено за умов біологізованих систем удобрення, а це варіанти 3–6, де він становив 2,19–2,37 та 1,93–2,24 мг/г, що вище від контролю на 2,5–4,6 %. У фазі трубкування пшениці озимої це перевищення виявилось більш показовим: на 35–46 та 22–42 %. У фазі колосіння – цвітіння воно було максимальним (3,07–3,74 та 2,98–3,75 мг/г). У період молочно-воскової стиглості настає старіння листків, сповільнюється асиміляція CO₂ через деградацію ферментних білків і реутилізацію азотовмісних сполук у зерно. Внаслідок цього відчутно зменшився вміст згаданих пігментів (до 2,25–2,90 мг/г сирової речовини).

За результатами польових досліджень визначали вплив БСУ на потужність фотосинтетичного апарату листків пшениці озимої. Відзначено відповідні закономірності змін вмісту пігментів ($a + b$) за цих умов. За внесення соломи бобових + N₉₀P₆₀K₆₀ вміст пігментів ($a + b$) становив 2,98–3,07 мг/г у фазі колосіння – цвітіння. Дворазова обробка рослин біостимулятором на фоні (солома бобових + N₉₀P₆₀K₆₀) зумовила зростання суми пігментів ($a + b$) порівняно з варіантом відсутності обробки (вар. 3) на 0,15–0,67 мг/г.

Виявлено, що застосування біостимулятора пролонгувало його дію до молочно-воскової стиглості. За даними літератури, більшість біостимуляторів стримують старіння верхніх листків та розклад відповідних пігментів [16, 21]. Вплив позакореневої обробки посівів пшениці озимої гумусним добривом на фоні (солома бобових + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС) проявився в підвищенні вмісту суми хлорофілів щодо варіанта 4 в фазі колосіння – цвітіння на 0,5 мг. Цю закономірність відзначено також у період молочно-воскової стиглості. Обробка (дворазова) пшениці озимої хелатним добривом (на основному фоні – вар. 3) вплинула аналогічно на вміст хлорофілів, який у фазі колосіння – цвітіння становив 3,70–3,75, що вище, ніж у варіанті 3 на 0,68–0,77 мг/г. Це вказує на позитивний вплив ХД щодо нагромадження пігментів у відповідній фазі. Цей стан обумовлений впливом вказаних добрив на антиоксидантні ферменти, що свідчить про активізацію захисних реакцій фотосинтетичного апарату та продовження його активного функціонування.

З вмістом пігментів ($a + b$) в верхніх листках пшениці озимої тісно пов'язана чиста продуктивність фотосинтезу. Від весняного кушення до колосіння – цвітіння спостерігали зростання величини чистої продуктивності фотосинтезу (рис. 1, 2).

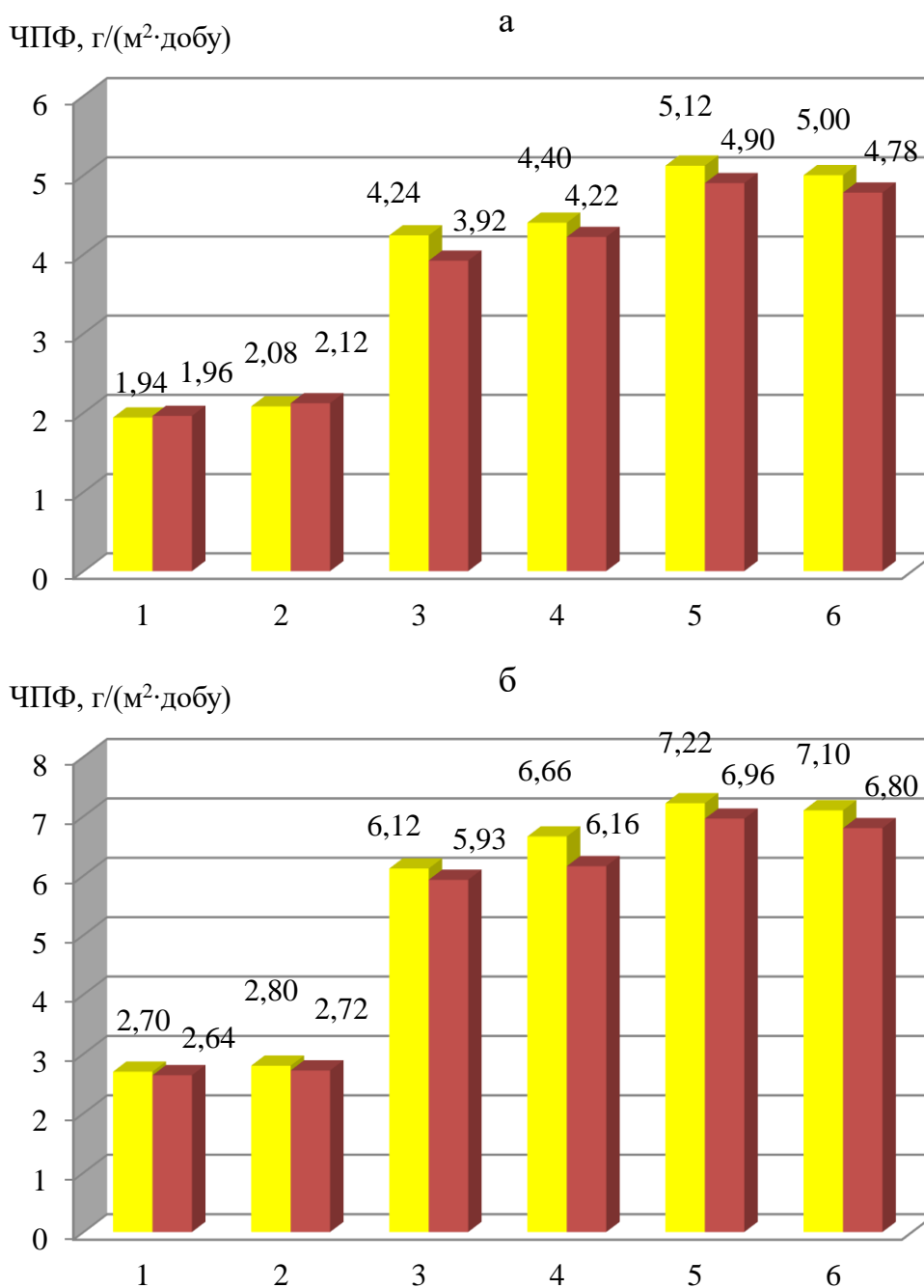


Рис. 1. Зміни чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) у двох перших фазах онтогенезу пшениці озимої: а, б – відповідно фази весняного кушення, трубкування; за віссю ординат – ЧПФ, г сирої речовини/(м² посіву · добу); світлі стовпці за номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6 – дослідні варіанти на основі соломи гороху (г.): контроль (без добрив), солома г., солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀, солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС, солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС + ГД, солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀ + ХД; темні стовпці за номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6 – дослідні варіанти на основі соломи кормових бобів (к. б.): контроль (без добрив), солома к. б., солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀, солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС, солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС + ГД, солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀ + ХД

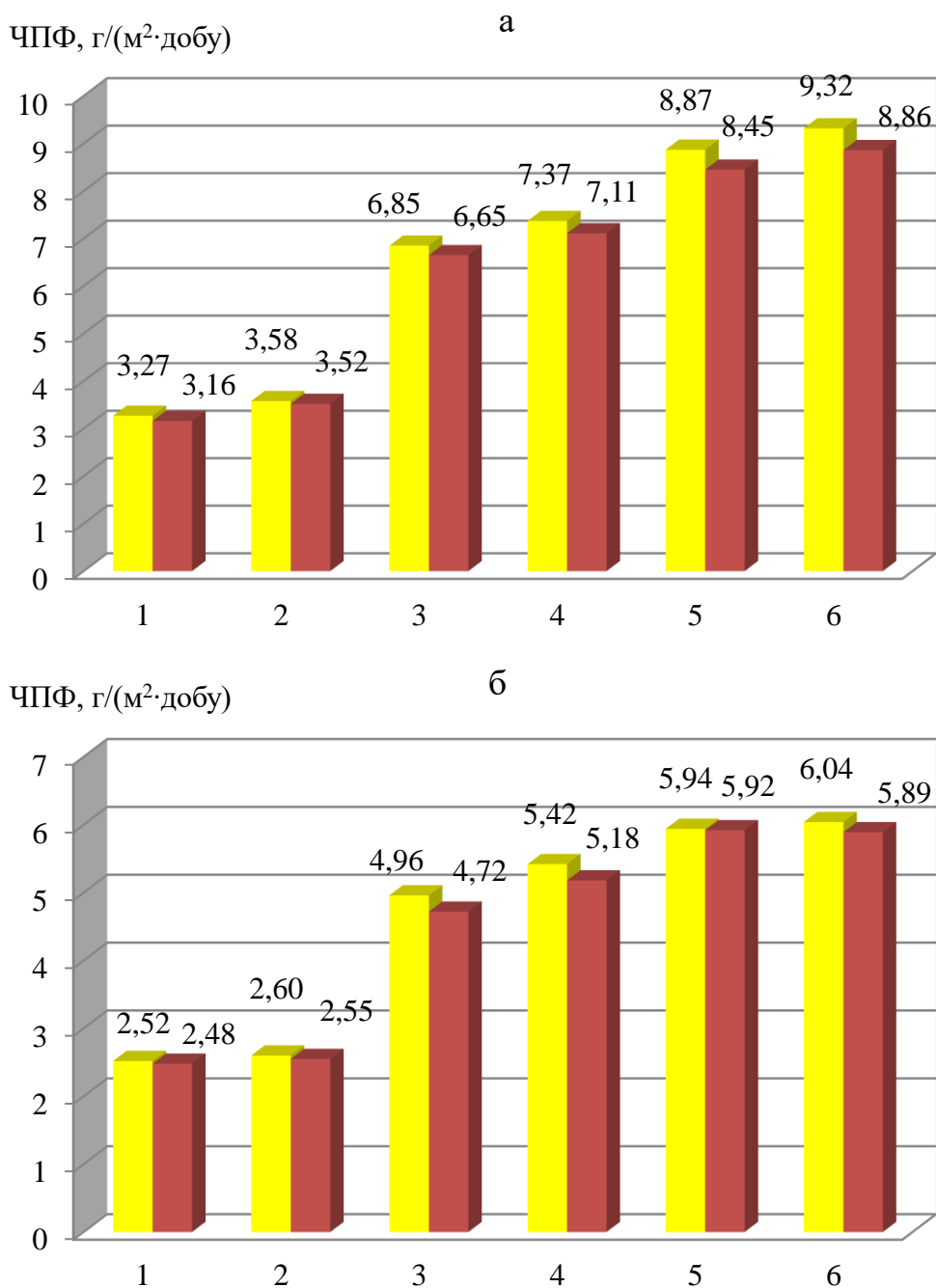


Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) у двох наступних фазах онтогенезу пшениці озимої: а, б – відповідно фази онтогенезу колосіння – цвітіння, молочновоскова стиглість; за віссю ординат – ЧПФ, г сирової речовини/(м² посіву · добу); світлі стовпці за номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6 – дослідні варіанти на основі соломи гороху (г.): контроль (без добрив), солома г., солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀, солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС, солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС + ГД, солома г. + N₉₀P₆₀K₆₀ + ХД; темні стовпці за номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6 – дослідні варіанти на основі соломи кормових бобів (к. б.): контроль (без добрив), солома к. б., солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀, солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС, солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС + ГД, солома к. б. + N₉₀P₆₀K₆₀ + ХД

Особливо слід відзначити варіанти 4; 5 та 6, де простежується найвищий рівень наростання маси листків (фаза колосіння –

цвітіння). Ці значення перевищували дані в контрольних варіантах у 2,2–2,9 рази. Виявлено, що заорювання соломи

кормових бобів у БСУ (блок II) призводило до тенденційного зниження інтенсивності наростання маси рослин пшениці озимої щодо варіантів з використанням соломи гороху, що може бути обумовлено кращим забезпеченням азотом після вказаного попередника.

Використання біологізованих систем удобрення впливає на перебіг фізіолого-біохімічних процесів у тканинах рослин пшениці озимої в осінній та весняно-літній періоди вегетації, що відображається на формуванні елементів структури врожаю культури (табл. 2).

2. Елементи зернової продуктивності врожаю пшениці озимої за біологізованих систем удобрення в ланках сівозмін

| № вар. | Системи удобрення | Кількість продуктивних стебел, шт./м ² | Кількість зерен у колосі, шт. | Маса зерна з колоса, г | Маса 1000 зерен, г | Врожай, т/га |
|---------|--|---|-------------------------------|------------------------|--------------------|--------------|
| Блок I | | | | | | |
| 1 | Контроль (без добрив) | 287 | 26 | 1,08 | 27,3 | 2,89 |
| 2 | Солома гороху (г.) | 292 | 27 | 1,12 | 28,8 | 3,07 |
| 3 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ | 378 | 33 | 1,29 | 36,9 | 5,12 |
| 4 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС | 393 | 36 | 1,32 | 38,3 | 5,32 |
| 5 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД | 412 | 39 | 1,41 | 39,4 | 5,72 |
| 6 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД | 399 | 39 | 1,38 | 40,4 | 5,87 |
| Блок II | | | | | | |
| 1 | Контроль (без добрив) | 282 | 24 | 0,97 | 26,3 | 2,77 |
| 2 | Солома кормових бобів (к. б.) | 297 | 25 | 1,08 | 27,3 | 2,93 |
| 3 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ | 352 | 33 | 1,30 | 35,7 | 5,00 |
| 4 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС | 360 | 35 | 1,32 | 37,3 | 5,20 |
| 5 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД | 388 | 38 | 1,39 | 38,7 | 5,59 |
| 6 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД | 378 | 39 | 1,40 | 39,0 | 5,71 |

HP_{0,05}

0,18

Густота продуктивного стеблостою варіювала залежно від систем удобрення. У середньому за роки досліджень найменшу кількість продуктивних стебел сформували рослини контрольного варіанта – 287 шт./м². Використання соломи бобових + N₉₀P₆₀K₆₀ (вар. 3) сприяло підвищенню цього показника на 3,1–3,2 % щодо контролю. Обробка рослин біостимулятором (БС) підвищила кількість продуктивних стебел на 3,5–3,6 % щодо контролю. Поєднання внесення гумусного добрива (ГД) з біостимулятором на фоні (N₉₀P₆₀K₆₀ + солома бобових) мало позитивний вплив на розвиток рослин, що проявилось у збільшенні цього показника в 1,9 разу щодо контролю. Обробка рослин хелатним добривом також позитивно вплинула на продуктивний стеблостій,

який зріс порівняно з контрольным варіантом в 1,4 разу.

Кількість зерен у колосі – це важливий показник структури врожаю. Він залежить від кількості квіток у колосі, які починають закладатися в період виходу в трубку, і завершується в час колосіння та квітіння рослин. Позитивний вплив БСУ проявився в збільшенні кількості зерен у колосі щодо контрольного варіанта в середньому на 48–50 %. Найвищий рівень цього показника відзначено у варіантах 5 та 6 (табл. 2).

Після завершення цвітіння рослин настає період, коли відбувається формування та наливу зернівок колосу. Саме в цей час значний вплив мають умови, в яких відбувається процес формування ваговитості зерна, і позначаються вони на

двох показниках структури врожаю – масі зерен 1 колоса та масі 1000 зерен.

Маса зерен з 1 колоса та маса 1000 зерен за використання соломи бобових (горох або кормові боби + N₉₀P₆₀K₆₀) зроста відповідно на 19 і 34 % порівняно з контрольним варіантом. Додавання БС та гумусного добрива або хелатного (вар. 4–6) підсилювало вплив базової системи удобрення (3-й варіант), що позначилося на збільшенні маси зерен 1 колоса на 29,0–30,0 %, маси 1000 зерен – на 40–44 % порівняно з контролем.

Отже, отримані дані показують, що застосування БСУ вплинуло на формування структури врожаю та відповідно врожайність пшениці озимої загалом. У середньому за роки досліджень найнижчу врожайність (на рівні 2,89 і 2,77 т/га) було сформовано в контрольних варіантах (табл. 2). Застосування як попередника пшениці озимої соломи гороху або кормових бобів з додаванням N₉₀P₆₀K₆₀ сприяло зростанню врожайності на 77–80 % щодо контрольного варіанта. Використання БС і ГД у посівах пшениці озимої (на фоні композиції вар. 3) збільшувало врожайність порівняно з першим варіантом (контроль) відповідно в 1,9–2,0 та 1,12–1,18 рази.

Отже, за внесення відповідних інноваційних елементів ефект впливу заораної соломи з оптимальною дозою добрив посилюється.

Таким чином, найбільшу врожайність сформували рослини за умов БСУ з вмістом БС та ГД, а також з використанням ХД.

Актуальною залишається на сьогодні також якість урожаю пшениці озимої.

Мікроелементний склад сільськогосподарських культур є важливим показником їх біологічної цінності. Відхилення вмісту елементів у зерні від оптимального рівня у бік збільшення або зменшення призводять до проблем здоров'я людини. У зерні пшениці мікроелементи не мають перевищувати гранично допустимі концентрації. Так, для цинку ця величина становить не більше ніж 50 мг/кг, а для заліза – 100 мг/кг і т. ін.

Отримані дані вмісту мікроелементів у зерні пшениці озимої (Fe, Cu, Zn, Mn) свідчать, що відмінності елементного складу зерна залежать від біологізованих систем удобрення.

В умовах контрольного варіанта (вар. 1) після гороху вміст заліза (Fe) виявився найнижчим (табл. 3).

3. Вміст мікроелементів у зерні пшениці озимої за біологізованих складових землеробства (удобрення, попередники), мг/кг

| № вар. | Системи удобрення | Fe | Cu | Zn | Mn |
|---------|--|------|-----|------|------|
| Блок I | | | | | |
| 1 | Контроль (без добрив) | 16,8 | 3,1 | 10,1 | 12,5 |
| 2 | Солома гороху (г.) | 18,3 | 3,6 | 12,4 | 12,4 |
| 3 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ | 22,6 | 4,8 | 13,9 | 14,3 |
| 4 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС | 23,4 | 5,3 | 14,4 | 14,5 |
| 5 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД | 22,0 | 4,2 | 13,2 | 13,7 |
| 6 | Солома г. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД | 24,2 | 5,2 | 14,7 | 14,0 |
| Блок II | | | | | |
| 1 | Контроль (без добрив) | 18,1 | 3,3 | 11,4 | 13,0 |
| 2 | Солома кормових бобів (к. б.) | 21,8 | 3,8 | 12,9 | 13,3 |
| 3 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ | 24,2 | 5,8 | 14,3 | 14,7 |
| 4 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС | 24,8 | 6,0 | 14,8 | 14,8 |
| 5 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД | 23,8 | 5,2 | 14,4 | 13,8 |
| 6 | Солома к. б. + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД | 24,5 | 5,8 | 15,8 | 14,2 |

Внесення мінеральних добрив ($N_{90}P_{60}K_{60}$) на фоні заораної соломи забезпечило зростання вмісту згаданого мікроелемента до 22,6–25,2 мг/кг, а додавання до цієї композиції біостимулятора або хелатного добрива (вар. 4 та 6) сприяло підвищенню вмісту заліза на 0,8–1,6 мг/кг щодо варіанта 3. За умов використання системи удобрення з гумусним добривом (вар. 5) нагромадження вказаного елемента зросло щодо контролю, але виявилось нижчим, ніж у варіантах 4 та 6. Відомо, що гумусні речовини та гумусові удобрення мають адсорбуючу здатність, що могло призвести до відзначеного ефекту. Щодо мікроелемента міді, то застосування мінеральних добрив на фоні соломи бобових з додаванням БС або ХД підвищило її вміст порівняно з контролем на 64–69 %, а щодо базового удобрення (вар. 3) – на 10–20 %. За умов використання ГД кількість міді в зерні зменшилася, що може бути викликано відповідним підвищенням урожайності та у цьому варіанті відомим "ефектом розбавлення".

Потреба рослин у марганці (Mn) задовольняється сірим лісовим ґрунтом за умов pH_{KCl} 5,0–5,2 повністю, що зумовило нагромадження згаданого елемента в гранично допустимих концентраціях (табл. 3). Вміст цинку в зерні пшениці озимої в контрольному варіанті становив 10,1–11,4 мг/кг, а додавання мінеральних добрив на фоні соломи бобових підвищило його рівень на 2,8–3,7 %. Обробка додатково рослин біостимулятором незначно підвищила вміст вказаного елемента порівняно з варіантом 3. Однак внесення ХД на рослини пшениці забезпечило більш вагоме зростання Zn у врожаї: 0,8–1,5 мг/кг. Значною мірою це може бути обумовлено достатнім вмістом цинку у хелатному добриві (5,9 % від загальної кількості).

Ми спостерігали менший вміст мікроелементів у зерні пшениці після соломи гороху щодо варіантів блоку II, скомпонованого на фоні соломи кормових

бобів. Це може бути викликано відповідним підвищенням урожайності у блоці I і відомим "ефектом розбавлення", а також підвищеним вмістом основних мікроелементів у соломі кормових бобів.

Висновки. В умовах достатнього зволоження Лісостепу Західного на сірому лісовому поверхнево оглеєному середньосуглинковому ґрунті у польовому досліді з вивчення впливу БСУ вміст хлорофілів ($a + b$) та чиста продуктивність фотосинтезу зростали від фази весняного кушення пшениці озимої до колосіння – цвітіння: від 1,62–1,58 мг/г до 2,55–3,74 та 1,96–4,90 до 3,27–9,54 г/м² за добу. Від фази молочно-воскової стиглості спостерігали відчутне зниження цих показників.

Найвагоміший вплив на хлорофілізацію асиміляційного апарату та показник чистої продуктивності фотосинтезу чинили БСУ з використанням БС та ГД або внесення ХД на фоні заорювання соломи бобових + $N_{90}P_{60}K_{60}$. Суми хлорофілів ($a + b$) відповідно становили 3,72–3,74 та 3,63–3,75 мг/г, а чиста продуктивність фотосинтезу – 8,86–9,54 г/м² за добу.

Найкращі показники елементів структури врожаю пшениці озимої були сформовані рослинами за використання біологізованих систем удобрення у складі: солома бобових (горох або кормові боби) на фоні $N_{90}P_{60}K_{60}$ з додаванням біостимулятора та гумусного препарату або хелатного добрива, що забезпечувало врожай 5,59–5,87 т/га.

БСУ сприяли вагомому збільшенню вмісту мікроелементів у зерні пшениці озимої: заліза – в межах 22,6–24,5, міді – 4,8–5,8, марганцю – 13,9–15,8 та цинку 14,3–14,8 мг/кг. Менші рівні асиміляції мікроелементів були за умови використання ГД у складі БСУ. Гранично допустимі концентрації мікроелементів не виявлено за всіх видів БСУ. Зазначено тенденцію підвищення вмісту мікроелементів у зерні пшениці у блоці II – після кормових бобів.

Список використаної літератури

1. Агроекологічні та економічні аспекти вирощування озимої пшениці в умовах Південного Степу України / Л. В. Андрійченко та ін. *Наукові праці. Екологія*. 2010. Т. 132, вип. 119. С. 41–44. URL: <http://ecology.chdu.edu.ua/article/view/64833> (дата звернення: 26.03.2025).

2. Вміст фотосинтетичних пігментів у листках гречки за дії біологічних препаратів / В. П. Карпенко та ін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Біологія*. 2021. Т. 81, № 1-2. С. 83–89. DOI: <https://doi.org/10.25128/2078-2357.21.1-2.11>.

3. Вплив передпосівного оброблення насіння різнокомпонентними протруйниками на стан пігментного комплексу пшениці озимої в умовах Південного Степу України / Ю. О. Кліпакова та ін. *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 59–67. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-163-1-59-67>.

4. Вплив позакореневої обробки рослин пшениці озимої комплексом мікроелементів, отриманим за допомогою нанотехнологій, на їх фотосинтетичну активність за різних умов вологозабезпечення / О. О. Стасик та ін. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. Т. 52, № 1. С. 46–63. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2020.01.046>.

5. Ефективність застосування нових мікроелементних комплексів при вирощуванні пшениці озимої / О. Є. Давидова та ін. *Фізіологія рослин і генетика*. 2015. Т. 47, № 3. С. 213–223. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/232903725.pdf> (дата звернення: 28.03.2025).

6. Зв'язок вмісту хлорофілу в листках і хлорофільного індексу посівів озимої пшениці в період наливання зерна з урожайністю / Г. О. Прядкіна та ін. *Фізіологія рослин і генетика*. 2015. Т. 47, № 2. С. 167–174. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/159495/07-Priadkina.pdf?sequence=1> (дата звернення: 30.03.2025).

7. Зубець М. В., Медведєв В. В., Балюк С. А. Розвиток і наукове забезпечення органічного землеробства в європейських країнах. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 10. С. 5–8. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vaan_2010_10_3.pdf (дата звернення: 25.03.2025).

8. Кліпакова Ю. О., Білоусова З. В., Кенєва В. А. Вплив строків та способу внесення добрив на формування продуктивності рослин пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 120. С. 53–60. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.8>.

9. Козак В., Пида С. Вплив мікробних препаратів та фунгіцидів на накопичення фотосинтетичних пігментів у листках сочевиці харчової (*Lens culinaris* Medik.). Збірник матеріалів II Міжнар. наук. конф. «Бессерівські природознавчі студії» (Кременець, 24–

References

1. Agroecological and economic aspects of winter wheat cultivation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine / L. V. Andriichenko et al. *Naukovi pratsi. Ekolohiia*. 2010. Vol. 132, iss. 119. P. 41–44. URL: <http://ecology.chdu.edu.ua/article/view/64833> (access date: 26.03.2025).

2. The content of photosynthetic pigments in buckwheat leaves under the influence of biological preparations / V. P. Karpenko et al. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriiia: Biolohiia*. 2021. Vol. 81, no. 1-2. P. 83–89. DOI: <https://doi.org/10.25128/2078-2357.21.1-2.11>.

3. The influence of pre-sowing seed treatment with multi-component seed dressings on the state of the pigment complex of winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine / Yu. O. Klipakova et al. *Ahrobiolohiia*. 2021. No. 1. P. 59–67. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-163-1-59-67>.

4. Effect of foliar treatment with microelement complex, obtained by nanotechnology, on the photosynthetic activity of winter wheat plants under different moisture conditions / O. O. Stasyk et al. *Fiziolohiia roslyn i henetyka*. 2020. Vol. 52, no. 1. P. 46–63. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2020.01.046>.

5. Effectiveness of new microelement complexes at winter wheat cultivation / O. Ye. Davydova et al. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2015. Vol. 47, no. 3. P. 213–223. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/232903725.pdf> (access date: 28.03.2025).

6. Relationships between leaves and canopy chlorophyll contents at grain filling and productivity of winter wheat / H. O. Priadkina et al. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2015. Vol. 47, no. 2. P. 167–174. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/159495/07-Priadkina.pdf?sequence=1> (access date: 30.03.2025).

7. Zubets M. V., Medvediev V. V., Baliuk S. A. Development and scientific support of organic farming in European countries. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No. 10. P. 5–8. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vaan_2010_10_3.pdf (access date: 25.03.2025).

8. Klipakova Yu. O., Bilousova Z. V., Kenieva V. A. The influence of dates and methods of fertilizer application on the formation of winter wheat plants productivity. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2021. No. 120. P. 53–60. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.8>.

9. Kozak V., Pyda S. The effect of microbial preparations and fungicides on the accumulation of photosynthetic pigments in the leaves of edible lentils (*Lens culinaris* Medik.). Zbirnyk materialiv II Mizhnar. nauk. konf. "Besserivski pryrodoznavchi studii"

25 верес. 2024 р.). Кременець : КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2024. Вип. II. С. 113–117. URL: https://kogpa.edu.ua/images/main_dir/kaf_bio/nauka/bess.pdf#page=113 (дата звернення: 24.03.2025).

10. Кудрявицька А. М. Вплив тривалого застосування добрив на продуктивність фотосинтезу та врожайність пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 4. С. 24–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201604-06>.

11. Мазуренко Б. О., Новицька Н. В. Накопичення абсолютно сухої речовини та чиста продуктивність фотосинтезу посівів тритикале за пізніх осінніх строків сівби та підживлень азотом. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 105–111. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.14>.

12. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів. *Зрошуване землеробство : міжвід. темат. наук. зб.* 2022. Вип. 77. С. 62–67. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.14>.

13. Михальська Л. М., Санін О. Ю., Третяков В. О. Вплив елементів живлення та фунгіцидів на вміст хлорофілу в листках високопродуктивних сортів пшениці озимої. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. Т. 52, № 6. С. 538–549. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2020.06.538>.

14. Особливості фотосинтезу і продукційного процесу у високоінтенсивних генотипів озимої пшениці / Д. А. Кірізій та ін. Київ : Основа, 2011. 415 с.

15. Поліщук П. Вміст хлорофілів і каротиноїдів у листках злакових і бобових рослин. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти "Молодь – аграрній науці і виробництву. Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва, харчові технології" (Біла Церква, 14 квіт. 2023 р.). Біла Церква : БНАУ, 2023. С. 56–57. URL: https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/tezy_stud_btf_14.04.23.pdf#page=56 (дата звернення: 24.03.2025).

16. Потужність розвитку фотосинтетичного апарату та врожайність рослин озимої пшениці за дії бензиламінопурину та пероксиду водню / Н. Ю. Таран та ін. *Фізіологія рослин і генетика*. 2014. Т. 46, № 5. С. 413–419. URL: http://jnas.nbu.gov.ua/j-pdf/FBKR_2014_45_5_7.pdf (дата звернення: 30.03.2025).

17. Прядкіна Г. О., Махаринська Н. М. Асиміляційний апарат листків окремих ярусів у сортів озимої пшениці за несприятливих умов навколишнього середовища. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53, № 1. С. 74–86. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2021.01.74>.

18. Прядкіна Г. О., Швартау В. В., Михальська Л. М. Потужність фотосинтетичного апарату, зернова продуктивність та якість зерна інтенсивних сортів м'якої озимої пшениці за різного

(Kremenets, 24–25 veres. 2024 r.). Kremenets: KOHPA im. Tarasa Shevchenka, 2024. Issue II. P. 113–117. URL: https://kogpa.edu.ua/images/main_dir/kaf_bio/nauka/bess.pdf#page=113 (access date: 24.03.2025).

10. Kudriavyska A. M. The effect of long-term application of fertilizers on the productivity of photosynthesis and yield of spring wheat. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No. 4. P. 24–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201604-06>.

11. Mazurenko B. O., Novytska N. V. Dry matter accumulation and triticale photosynthesis efficiency in dependence on late autumn sowing terms and nitrogen fertilizing. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2020. No. 111. P. 105–111. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.14>.

12. Marchenko K. Yu. Chlorophyll content and net productivity of photosynthesis of naked oats under the influence of biological preparations. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvid. temat. nauk. zb.* 2022. Iss. 77. P. 62–67. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.14>.

13. Mykhalska L. M., Sanin O. Yu., Tretiakov V. O. Influence of nutritional elements and fungicides on chlorophyll content in leaves of highly productive winter wheat varieties. *Fiziolohiia roslyn i henetyka*. 2020. Vol. 52, no. 6. P. 538–549. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2020.06.538>.

14. Features of photosynthesis and production process in high-intensity genotypes of winter wheat / D. A. Kirizii et al. Kyiv: Osnova, 2011. 415 p.

15. Polishchuk P. Content of chlorophylls and carotenoids in the leaves of cereal and leguminous plants. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти "Молодь – аграрній науці і виробництву. Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва, харчові технології" (Біла Церква, 14 квіт. 2023 р.). Біла Церква: БНАУ, 2023. P. 56–57. URL: https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/tezy_stud_btf_14.04.23.pdf#page=56 (access date: 24.03.2025).

16. Photosynthetic apparatus power development and yield of winter wheat plants under the effect of benzylaminopurine and hydrogen peroxide / N. Yu. Taran et al. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2014. Vol. 46, no. 5. P. 413–419. URL: http://jnas.nbu.gov.ua/j-pdf/FBKR_2014_45_5_7.pdf (access date: 30.03.2025).

17. Priadkina H. O., Makharynska N. M. Assimilation apparatus of different leaves tiers in winter wheat varieties under adverse environmental conditions. *Fiziolohiia roslyn i henetyka*. 2021. Vol. 53, no. 1. P. 74–86. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2021.01.74>.

18. Priadkina H. O., Shvartau V. V., Mykhalska L. M. The capacity of photosynthetic apparatus, grain productivity and its quality of intensive varieties of winter wheat at different levels of mineral nutrition. *Fiziologija i bihimija kul'turnyh rastenij*.

рівня мінерального живлення. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 43, № 2. С. 158–163. URL: <http://dSPACE.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/66363/09-Pryadkina.pdf?sequence=3> (дата звернення: 25.03.2025).

19. Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Федоренко С. В. Особливості фотосинтезу різних за морфотипами створених зразків пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2024. Вип. 105, ч. 1. С. 231–237. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-105-1-231-237>.

20. Сметанко О. В., Бурикна С. І., Кривенко А. І. Вплив елементів біологізації вирощування пшениці озимої на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8 (785). С. 33–37. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-05>.

21. Соколовська-Сергієнко О. Г., Прядкіна Г. О., Капітанська О. С. Активність фотосинтетичного апарату та продуктивність озимої пшениці за обробки хелатованим мікродобривом і стимулятором росту. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47, № 4. С. 321–329. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/FBKR_2015_47_4_8.pdf (дата звернення: 30.03.2025).

22. Старчевський Ю. І., Старчевський І. П. До питання практичної реалізації в Одеській області світової стратегії екологізації сільського господарства на засадах комплексної біологізації землеробства. *Вісник аграрної науки Південного регіону : міжвід. темат. наук. зб. С.-з. та біологічні науки*. 2008. Вип. 9, ч. 1. С. 23–33.

23. Стасик О. О., Кірізій Д. А., Прядкіна Г. О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53, № 2. С. 160–184. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160>.

24. Тодосійчук О. В. Вміст хлорофілу й чиста продуктивність фотосинтезу чини посівної за дії біологічних препаратів. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2024. № 2. С. 7–12. DOI: <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-2-7-12>.

25. Hashem L. F., Al-Issawi M. H. Chlorophyll content variation in wheat genotypes planted in semi-arid region. IOP Conference Series: "Earth and Environmental Science". V. 1252, no. 1. International Collaborative Conference of Modern Agricultural Technologies (Erbil, Iraq, 03.05.2023 – 04.05.2023). Published online (https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/1252/1) 20 December 2023. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1252/1/012025>.

2011. Vol. 43, no. 2. P. 158–163. URL: <http://dSPACE.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/66363/09-Pryadkina.pdf?sequence=3> (access date: 25.03.2025).

19. Riabovol L. O., Riabovol Ya. S., Fedorenko S. V. Features of photosynthesis of different morphotypes of soft winter wheat samples. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2024. Iss. 105, pt. 1. P. 231–237. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-105-1-231-237>.

20. Smetanko O. V., Burykina S. I., Kryvenko A. I. Influence of elements of biologization of cultivation of winter wheat on different backgrounds of mineral nutrition in conditions of South Steppe of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 8 (785). P. 33–37. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-05>.

21. Sokolovska-Serhiienko O. H., Priadkina H. O., Kapitanska O. S. Activity of photosynthetic apparatus and productivity in winter wheat treated by chelated microfertilizer and growth stimulator. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2015. Vol. 47, no. 4. P. 321–329. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/FBKR_2015_47_4_8.pdf (access date: 30.03.2025).

22. Starchevskiy Yu. I., Starchevskiy I. P. On the issue of practical implementation in the Odessa region of the world strategy of greening agriculture based on the complex biologization of agriculture. *Visnyk ahrarnoi nauky Pivdennoho rehionu: mizhvid. temat. nauk. zb. S.-h. ta biolohichni nauky*. 2008. Iss. 9, pt. 1. P. 23–33.

23. Stasyk O. O., Kirizii D. A., Priadkina H. O. Photosynthesis and productivity: main scientific achievements and innovative developments. *Fiziologhiia roslin i henetyka*. 2021. Vol. 53, no. 2. P. 160–184. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160>.

24. Todosiichuk O. V. Chlorophyll content and net photosynthetic productivity of sowing grasspea under the influence of biological preparations. *Visnyk Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2024. No. 2. P. 7–12. DOI: <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-2-7-12>.

25. Hashem L. F., Al-Issawi M. H. Chlorophyll content variation in wheat genotypes planted in semi-arid region. IOP Conference Series: "Earth and Environmental Science". Vol. 1252, no. 1. International Collaborative Conference of Modern Agricultural Technologies (Erbil, Iraq, 03.05.2023 – 04.05.2023). Published online 20 December 2023. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1252/1/012025>.

26. Identification and validation of quantitative trait loci for chlorophyll content of flag leaf in wheat under different phosphorus treatments / B. Yang et al. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Article number 1019012. P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1019012>.

26. Identification and validation of quantitative trait loci for chlorophyll content of flag leaf in wheat under different phosphorus treatments / B. Yang et al. *Frontiers in Plant Science*. 2022. V. 13. Article number 1019012. P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1019012>.

27. Mapping QTLs for chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in wheat under heat stress / N. Bhusal et al. *Biologia Plantarum*. 2018. V. 62, no. 4. P. 721–731. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10535-018-0811-6>.

28. New alleles for chlorophyll content and stay-green traits revealed by a genome wide association study in rice (*Oryza sativa*) / Y. Zhao et al. *Scientific Reports*. 2019. V. 9, no. 1. Article number 2541. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39280-5>.

29. Said A. A., Moursi Y. S., Sallam A. Association mapping and candidate genes for physiological non-destructive traits: Chlorophyll content, canopy temperature, and specific leaf area under normal and saline conditions in wheat. *Frontiers in Genetics*. 2022. V. 13. Article number 980319. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.980319>.

27. Mapping QTLs for chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in wheat under heat stress / N. Bhusal et al. *Biologia Plantarum*. 2018. Vol. 62, no. 4. P. 721–731. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10535-018-0811-6>.

28. New alleles for chlorophyll content and stay-green traits revealed by a genome wide association study in rice (*Oryza sativa*) / Y. Zhao et al. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9, no. 1. Article number 2541. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39280-5>.

29. Said A. A., Moursi Y. S., Sallam A. Association mapping and candidate genes for physiological non-destructive traits: Chlorophyll content, canopy temperature, and specific leaf area under normal and saline conditions in wheat. *Frontiers in Genetics*. 2022. Vol. 13. Article number 980319. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.980319>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-5

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.264:631.527

ОЦІНКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ КОСТРИЦІ ЧЕРВОНОЇ В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ**Р. Є. Іванців, О. Р. Перегрим, Л. З. Байструк-Глодан, Г. С. Коник**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Руслана ІВАНЦІВ,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0003-1830-1605

Ольга ПЕРЕГРИМ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6018-1128

Леся БАЙСТРУК-ГЛОДАН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-8446-5758

Григорій КОНИК,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-2841-2982

Для листування:

Руслана ІВАНЦІВ
e-mail: Ivanciv2207@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

20 червня 2025 р.

Погоджено до друку:

22 липня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

Дослідження проводили протягом 2023–2024 рр. у Передкарпатському відділі наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Матеріалом для дослідження слугували 18 зразків костриці червоної, які висівали в колекційному розсаднику. Стандарт – сорт Львів'янка. Проведено оцінку колекційних зразків за основними господарсько-цінними показниками. На основі попередніх дворічних даних виділено кращі зразки з колекції, які можуть слугувати вихідним матеріалом для подальшої селекційної роботи з кострицею червоною. Залежно від погодних умов року тривалість вегетаційного періоду досліджуваних зразків від фази початку весняного відростання до фази повної стиглості насіння становила від 97 до 104 діб. Висота рослин у фазі колосіння була від 74,4 до 91,2 см, облиствленість – 39,1–43,6 %, довжина волоті – 11–14 см, кількість насінин у волоті – 81–95 шт., маса 1000 насінин – 0,92–1,12 г. Врожайність зеленої маси при сінокісному способі використання в середньому за 2023–2024 рр. становила 20,55–31,75 т/га, вихід сухої речовини – 6,07–8,65 т/га, насіння – 0,152–0,203 т/га. Найбільший врожай зеленої маси і вихід сухої речовини мали зразки PFZ 02341, PFZ 02334, що вище стандарту на 7,77 і 6,60 т/га (зелена маса), а також на 1,73 і 1,38 т/га (суха речовина). При пасовищному способі використання врожайність зеленої маси становила 14,93–18,69 т/га, сухої речовини – 3,14–4,08 т/га. Найбільший врожай зеленої маси (18,69 т/га) і вихід сухої речовини (4,08 т/га) за два роки використання забезпечив зразок PFZ 02341, який перевищив стандарт на 0,55 і 0,90 т/га відповідно. Найбільшу врожайність насіння в середньому за два роки мали зразки PFZ 02230, PFZ 02333, PFZ 01776, PFZ 02335 (0,200–0,203 т/га).

Ключові слова: костриця червона, вихідний матеріал, продуктивність, зелена маса, суха речовина, насіння.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Іванців Р. Є., Перегрим О. Р., Байструк-Глодан Л. З., Коник Г. С., 2025

Evaluation of the source material of red fescue in the conditions of Precarpathia

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Ruslana IVANTSIV
ORCID: 0000-0003-1830-1605

Olha PEREHRYM
ORCID: 0000-0002-6018-1128

Lesya BAISTRUK-HLODAN
ORCID: 0000-0002-8446-5758

Hryhorii KONYK
ORCID: 0000-0003-2841-2982

For corresponding:
Ruslana IVANCIV
e-mail: Ivanciv2207@ukr.net

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
June 20, 2025
Accepted:
July 22, 2025
Published:
September 30, 2025

The research was conducted during 2023–2024 at the Precarpathian Department of Scientific Research of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS. The material for the study was 18 samples of red fescue which were sown in a collection nursery. The standard was Lvivyanka variety. The collection samples were evaluated according to the main economically valuable indicators. Based on the previous two-year data, the best samples from the collection were selected. Depending on the weather conditions of the year, the duration of the growing season of the studied samples from the beginning of spring regrowth to the full seed ripeness ranged from 97 to 104 days. The plant height was 74.4–91.2 cm, leafiness – 39.1–43.6 %, panicle length – 11–14 cm, number of seeds in a panicle – 81–95 pcs., weight of 1000 seeds – 0.92–1.12 g. The yield of green mass for hay was 20.55–31.75 t/ha, dry matter – 6.07–8.65 t/ha, seeds – 0.152 – 0.203 t/ha. Samples PFZ 02341, PFZ 02334 had the highest yield of green mass and dry matter, which exceeded the standard by 7.77 and 6.60 t/ha (green mass) as well as by 1.73 and 1.38 t/ha (dry matter). With the pasture method of use the yield of green mass was 14.93–18.69 t/ha, dry matter – 3.14–4.08 t/ha. The highest yield of green mass (18.69 t/ha) and dry matter (4.08 t/ha) had sample PFZ 02341. Samples PFZ 02230, PFZ 02333, PFZ 01776, PFZ 02335 had the highest seed yield.

Keywords: red fescue, source material, productivity, green mass, dry matter, seeds.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. У західних регіонах України, особливо в Карпатській і Передкарпатській зонах, де сільське господарство відіграє важливу роль, основними видами кормових культур на сіножатях і пасовищах виступають багаторічні злакові трави. Вони відзначаються високою кормовою цінністю та здатністю забезпечувати тварин поживним кормом упродовж усього вегетаційного періоду – з ранньої весни до пізньої осені. Родина злакових (*Poaceae*, *Gramineae*) включає близько 1000 видів, більшість із яких домінують у рослинному покриві низинних, лісостепових, степових і гірських регіонів. З них близько 30 видів мають вагомe значення у формуванні сіножатей і пасовищ [1, 16]. Найбільш

чисельно представленими серед них є види роду *Festuca* L.

Рід *Festuca* (вівсяниця, або костриця) об'єднує близько 300 видів, поширених по всій земній кулі. В Україні зафіксовано близько 50 видів цього роду. За поширенням вони поступаються лише представникам роду *Agropyron*. Більшість видів є добре поїданими худобою, характеризуються високою стійкістю до витоптування, деякі – здатністю формувати надранній зелений корм навесні та зберігати прикореневі листки в зеленому стані протягом зими, що робить їх цінним джерелом живлення в зимовий період. У господарському аспекті докладно вивчено приблизно 30 видів, серед яких особливу увагу привертає костриця червона [27].

Костриця червона (*Festuca rubra* L.) – це нещільно кущовий низовий злак з озимим типом розвитку, який належить до пасовищних видів. У природних умовах він поширений у лісових, лісостепових та гірських регіонах Північної Америки, Європи та Азії. Найчастіше зустрічається на суходільних і заплавах луках, подекуди – на торфовищах, болотистих ділянках, солончаках і піщаних ґрунтах. Культура характеризується високою зимостійкістю, здатністю витримувати весняні приморозки й короткочасне затоплення (до 20–30 днів). За темпами розвитку – середньостигла, проте малостійка до посухи [8, 22]. У межах виду розрізняють два морфотипи: кущовий і кореневищний. Перший використовується переважно для сінокосіння, другий – для пасовищного використання [2].

Костриця червона формує стебла заввишки 30–100 см та численні вкорочені пагони з довгими вузькими складеними листками. Вона добре облиствлена, з пагонів і листя зеленого або червонуватого забарвлення. Суцвіття представлене рихлою волоттю завдовжки 9–12 см, яка після цвітіння стає стиснутою. Маса 1000 насінин становить 1,0–1,3 г. У рік сівби розвивається повільно, досягає повного розвитку на 3–4 рік вегетації, а оптимальної продуктивності – на 4–6 рік. Цвітіння відбувається у червні, насіння досягає у липні. Вид здатен утримуватись у травостої понад 10 років. Відзначається активним весняним відростанням, а також швидким відновленням після скошування чи випасу. Має високу стійкість до витоптування і характеризується витривалістю на пасовищах. Восени утворює густу ніжну отаву, яка зберігається зеленою під снігом. За рівнем кущистості перевищує інші злакові види: на другий рік формує 120–150 пагонів, на третій – 490–560, іноді до 780. Вид має слабку центичну активність, однак здатен довгий час зберігатися в заглушеному стані у травостої й відновлюватися після зникнення агресивніших компонентів [17, 24].

Костриця червона використовується переважно для створення культурних багаторічних пасовищ. В умовах пасовища охоче споживається великою рогатою худобою, хоча в чистих посівах, особливо у перестої, поїдання знижується через схильність до пліснявіння густих травостоїв. Найкраще споживається до початку колосіння. За поживною цінністю поступається *Poa pratensis* і *Agrostis gigantea*, що обмежує її застосування як кормову культуру. У 1 кг сіна міститься близько 0,48 корм. од., у 1 кг зеленої маси у фазі колосіння – 0,31 корм. од. На пасовищах може розмножуватися шляхом самосіву. Потенційна врожайність: сіна – до 7,0 т/га, зеленої маси – до 30,0 т/га, насіння – до 0,2 т/га [3, 9, 28].

Крім того, *Festuca rubra* має велике значення як газонна трава. Вона вважається однією з найкращих серед злакових культур для створення високоякісних стійких газонів різного призначення в умовах різноманітних ґрунтово-кліматичних зон. Завдяки здатності формувати щільний, низкорослий травостій із довготривалим збереженням декоративності, забезпечує високі естетичні та технологічні характеристики газонів. Дернина відзначається пружністю, щільністю й доброю зв'язаністю. Завдяки інтенсивному вегетативному відновленню рослина добре переносить регулярне скошування, проте не витримує постійного підрізання нижче 2,5–3,0 см. Оптимальна висота скошування становить 4–5 см при відростанні до 8–10 см. Костриця червона також використовується для озеленення аеродромів, спортивних майданчиків і для протиерозійних заходів [10, 18, 25].

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні станом на 15 травня 2025 р. зареєстровано 26 сортів костриці червоної, з них одинадцять – Айра, Видубецька славна, Говерла, Деметра, Дніпровська, Древлянська, Зоря, Києвлянка, Львів'янка, Сирецька, Янка (Україна), шість – ФЕРФАЙН, Райдер, Рафаель, РЕВЕРЕНТ, Релевант, Роланд (Німеччина), шість – Сергей, Вагнер 1,

ГОНДОЛІН, ГРІНМІЛ, Корейл, ПНАФОР (Данія), два – Адіо, Джасперіна (США), один – Німба (Польща) [12].

Селекційна робота з кострицею червоною, яка ведеться науковцями Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН спрямована на створення сортів різних способів використання, з підвищеною кормовою і насінневою продуктивністю, стійких до несприятливих факторів зовнішнього середовища [15]. Важливе значення при цьому має правильно відібраний вихідний селекційний матеріал, з чого і починається селекційний процес з будь-якою культурою.

Селекція є складним і багатоступеневим процесом, що базується на ретельній оцінці та відборі генотипів, які поєднують у собі якомога більше цінних ознак, властивостей і якостей, необхідних для формування перспективного сорту. У зв'язку з цим особливе значення має правильний добір вихідного матеріалу. Під вихідним матеріалом у селекції розуміють сукупність культурних і дикорослих форм, придатних для використання при створенні нових сортів. Саме якість цього матеріалу значною мірою визначає ефективність селекційного процесу [7, 19].

У сучасній селекційній практиці як джерела вихідного матеріалу можуть використовуватись природні популяції (дикорослі форми, місцеві екотипи), селекційні сорти вітчизняного та закордонного походження, гібридні популяції, інцухт-лінії, а також мутантні та поліплоїдні форми тощо [26].

Дослідження, проведені багатьма вченими показало, що найбільш цінним вихідним матеріалом для селекції багаторічних трав, і в тому числі костриці червоної, є місцеві популяції та кращі дикі форми. Відмінною особливістю місцевих сортів є пристосованість їх до вирощування в певних ґрунтово-кліматичних умовах. За основними господарськими ознаками, такими як зимостійкість, посухостійкість, скоростиглість вони є кращими й сьогодні.

Тому місцеві сорти є цінним вихідним матеріалом для селекції.

Дикорослі форми трав крім таких важливих ознак, як зимостійкість, посухостійкість, стійкість до захворювань мають і деякі недоліки (неодночасна поява сходів, розтягнений період цвітіння, осипання насіння тощо), що потрібно враховувати при виборі їх як вихідного матеріалу для селекції. Але завдяки методам селекції на основі дикорослих популяцій можна створювати високопродуктивні, зимостійкі сорти злакових трав.

Цінними властивостями та господарськими ознаками характеризуються зразки вітчизняної та закордонної селекції. Сорти закордонної селекції можуть бути, як правило, менш зимостійкі порівняно з сортами вітчизняними. Але вони можуть відзначатися, наприклад, швидким ростом, багатоукісністю, підвищеною стійкістю до захворювань. Все це потрібно враховувати при виборі вихідного матеріалу. Схрещування кращих селекційних і місцевих сортів трав з дикорослими формами трав дозволяє поєднувати у гібридів цінні ознаки одних та інших. Селекційні сорти вітчизняної й закордонної селекції можна використовувати як для масового або індивідуального добору нових форм, а також для створення гібридних популяцій. Особливо цінні селекційні сорти можна використовувати як донори окремих ознак (висота рослин, облиствленість тощо) [6, 14, 20].

Гібридні популяції формуються на основі внутрішньовидової та віддаленої гібридизації, яка передбачає цілеспрямоване схрещування рослин. Завдяки комбінативній мінливості, що виникає в процесі гібридизації, з'являється можливість об'єднання в одному генотипі спадкових ознак і властивостей обох батьківських форм. У зв'язку з цим гібридні популяції мають особливу цінність як вихідний матеріал у селекції кормових трав, а сама гібридизація виступає одним із

найефективніших і найпоширеніших методів створення такого матеріалу.

Важливим вихідним матеріалом в селекції трав, що ведеться науковцями в зоні Передкарпаття, можуть бути й зразки власної селекції створені за допомогою індивідуального, масового добору [4, 5]. Отже, для пошуку бажаних генотипів з заданими ознаками та властивостями аналізується і вивчається великий об'єм вихідного матеріалу. Відібрані кращі зразки включаються у подальшу селекційну роботу.

Виходячи з вище сказаного, мета наших досліджень – провести вивчення та оцінку колекційних зразків костриці червоної за основними господарсько-цінними ознаками з подальшим відбором кращих з них як важливий вихідний

матеріал при створенні нових високопродуктивних сортів.

Матеріали і методи. Дослідження з вивчення та оцінки вихідного матеріалу костриці червоної виконувались протягом 2023–2024 рр. у селекційній сівозміні на полях Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Лішня Дрогобицького р-ну Львівської обл., зона Передкарпаття). Грунт – осушений гончарним дренажем дерново-середньопідзолистий поверхнево оглеєний середньокислий суглинковий утворений на делювіальних відкладах.

Матеріалом для вивчення слугували 18 зразків костриці червоної різного еколого-географічного походження. Стандарт – сорт Львів'янка (табл. 1).

1. Зразки костриці червоної використані у дослідженнях

| Номер реєстрації установи (PFZ) | Зразок | Країна походження | Звідки одержано зразок |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------|--|
| 01007 | Львів'янка (стандарт) | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02341 | ДП № 234 | Україна | с. Тишківці, Городенківський р-н, Івано-Франківська обл. |
| 02334 | ІД із № 2045 | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02344 | ДП № 2344 | Україна | с. Нижні ворота, Закарпатська обл. |
| 01769 | ІД із с. Янка | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02230 | ДП № 2230 | Україна | с. Лішня, Львівська обл. |
| 01776 | ІД із с. Говерла | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02353 | ДП № 2353 | Україна | с. Малятинці, Кіцманський р-н, Чернівецька обл. |
| 01363 | МД із с. Varius | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02116 | ДП № 2116 | Україна | с. Лішня, Львівська обл. |
| 02045 | ДП № 2045 | Україна | с. Мшанець, Старосамбірський р-н, Львівська обл. |
| 02372 | ГП № 2034 × с. Говерла | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02371 | ГП № 2034 × с. Львівська | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02338 | МД із № 2063 | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02335 | МД із № 2054 | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02333 | МД із № 2034 | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02336 | ІД із № 2054 | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02340 | МД із № 2116 | Україна | ІСГ КР НААН |
| 02367 | ГП № 2034 × № 2045 | Україна | ІСГ КР НААН |

Примітки: ІД – індивідуальний добір, МД – масовий добір, ГП – гібридна популяція, ДП – дикоросла популяція, ІСГ КР НААН – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Сорт костриці червоної Львів'янка є результатом селекційної роботи науковців Передкарпатського відділу наукових досліджень ІСГ Карпатського регіону НААН. Створений методом багаторазового добору із сорту Gludas. Врожайність зеленої маси 40,7 т/га, сіна 7,78 т/га, насіння 0,35 т/га. Сорт середньостиглий, зимостійкий, посухостійкий, сінокісного і лукопасовищного напрямку використання. Придатний для кормового використання в складі травосумішок, а також для закладки газонів. Рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу та Полісся. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2018 р. [13].

Колекційний розсадник костриці червоної закладено безпокритим літнім строком сівби 4 серпня 2022 р. Посівна площа ділянки – 2 м², облікова площа – 1 м², без повторень. Сорт-стандарт сіяли через кожні чотири зразки. Агротехніка вирощування костриці червоної в досліді була загальноприйнята для зони Передкарпаття.

Вивчення та оцінку досліджуваних зразків проводили згідно з загальноприйнятими методиками: «Методи оцінки вихідного і селекційного матеріалу» [11], «Методика проведення експертизи сортів рослин групи кормових та коренеплідних на відмінність, однорідність і стабільність» [21]. Статистичну обробку результатів дослідження проводили методом дисперсійного аналізу на ПК за допомогою програми Agrostat.

Селекційний матеріал оцінювали за кормовою і насінневою продуктивністю, зимостійкістю, швидкістю відростання травостою навесні, після укосів, за рівномірністю цвітіння і дозрівання насіння, висотою рослин, облиствленістю, стійкістю рослин до головних хвороб.

Впродовж усього вегетаційного періоду проводились фенологічні спостереження. В журналі фенологічних спостережень відзначали особливості росту і розвитку, зовнішнього вигляду рослин костриці червоної. У рік сівби фіксували

появу сходів, повні сходи, кущіння, стан перед зимівлею. На другий і наступний рік життя – стан після перезимівлі, початок і повне весняне відростання, вихід в трубку, колосіння, насіння пасовищної і сінокісної стиглості, цвітіння, настання господарської стиглості насіння. За початок фази приймали коли в неї вступало 10 % рослин, а повна фаза – 75 % рослин.

Визначення висоти травостою проводили шляхом вимірювання рослин від поверхні ґрунту до вершини суцвіття в п'яти місцях ділянки і наступним виведенням середнього значення.

За даними структурного аналізу визначали облиствленість рослин, масу 1000 насінин, кількість насінин у волоті, довжину волоті.

Облік кормової продуктивності проведено за сінокісного (два укоси) і пасовищного (чотири укоси) способів використання. При сінокісному використанні облік урожаю зеленої маси проводили в фазі колосіння-початку цвітіння, а при пасовищному використанні – на початку пасовищної стиглості (висота травостою 15–25 см).

Визначення урожаю зеленої маси й сухої речовини проводили шляхом скошування і зважування трави з подальшим перерахунком зеленої маси на суху речовину за відсотком усушки пробних снопів масою 1 кг. Урожай насіння збирали в фазі повної його стиглості шляхом обмолочування, витирання, очищення та зважували окремо з кожної ділянки.

Результати та обговорення. Клімат Передкарпаття характеризується помірною теплотою та високою вологістю. Весна тут зазвичай затяжна, літо – не спекотне, осінь довга, а зима порівняно м'яка. Перша половина осені відзначається стійкими, досить високими температурами та сухою погодою, що створює сприятливі умови для підготовки багаторічних трав до зимового періоду. Ґрунтово-кліматичні умови Передкарпаття сприятливі для вирощування костриці червоної, формування її продуктивності. За нашими

спостереженнями гідротермічні показники 2023–2024 рр. були досить різними та відрізнялися від середніх багаторічних

показників, що дало змогу провести оцінку вихідного матеріалу культури (табл. 2).

2. Метеорологічні умови за час проведення досліджень, 2023–2024 рр. (дані метеостанції м. Дрогобич)

| Місяць | Середньомісячна температура повітря, °С | | Середній багаторічний показник | Сума опадів, мм | | Середній багаторічний показник |
|----------|---|---------|--------------------------------|-----------------|---------|--------------------------------|
| | 2023 р. | 2024 р. | | 2023 р. | 2024 р. | |
| Січень | 3,3 | 0,1 | -5,7 | 70,1 | 53,9 | 29,0 |
| Лютий | -2,3 | 6,8 | -2,2 | 43,8 | 41,2 | 31,0 |
| Березень | 5,5 | 6,1 | 1,8 | 85,2 | 71,1 | 38,0 |
| Квітень | 7,9 | 11,5 | 7,9 | 71,4 | 44,7 | 53,0 |
| Травень | 13,5 | 14,5 | 13,2 | 46,1 | 44,2 | 97,0 |
| Червень | 17,1 | 19,4 | 16,2 | 187,9 | 91,2 | 119,0 |
| Липень | 20,1 | 20,9 | 17,6 | 217,3 | 127,0 | 110,0 |
| Серпень | 20,9 | 19,9 | 17,0 | 129,8 | 115,5 | 92,0 |
| Вересень | 17,1 | 15,9 | 13,4 | 78,8 | 104,6 | 62,0 |
| Жовтень | 12,6 | 9,3 | 8,4 | 68,9 | 71,0 | 44,0 |
| Листопад | 5,0 | 2,9 | 3,3 | 73,7 | 21,5 | 39,0 |
| Грудень | 2,5 | 1,2 | -1,3 | 60,7 | 8,2 | 41,0 |

Формування врожайності сільськогосподарських культур, в тому числі костриці червоної, відбувається на всіх етапах росту рослини. Для костриці червоної характерні такі фази росту і

розвитку: сходи, відростання, кушіння, вихід в трубку, колосіння, цвітіння, досягання, на які опосередкований вплив мають ґрунтово-кліматичні умови року (табл. 3).

3. Тривалість фенофаз костриці червоної при різних способах використання, діб (2023–2024 рр.)

| Рік | Відростання – сінокісна стиглість | | | Відростання – пасовищна стиглість | | | |
|------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| | відростання – вихід в трубку | вихід в трубку – колосіння | колосіння – цвітіння | I | II | III | IV |
| 2023 | 31–34 | 35–41 | 18–23 | 58–61 | 21–23 | 25–28 | 28–31 |
| 2024 | 24–28 | 14–16 | 26–30 | 44–48 | 20–24 | 23–25 | 27–33 |

Сівбу колекційних зразків костриці червоної проводили 4 серпня 2022 року. Початок сходів відмічено 9 серпня, повні сходи – 12 серпня. В зиму рослини костриці червоної входили у фазі кушіння, при цьому період сівба – сходи становив 6 діб, сходи – кушіння – 13 діб. Початок весняного відростання колекційних зразків залежно від погодних умов року відмічено в кінці першої – середині другої декади березня (2023 р.) і третя декада березня – початок квітня (2024 р.). Пасовищна

стиглість зразків наставала у 2023 р. через 58–61 добу, у 2024 р. – через 44–48 діб. Сінокісна стиглість відмічена через 71–74 діб (2023 р.) і 58–61 добу (2024 р.) (табл. 4).

Проведені дослідження показали, що в середньому за два роки використання загальна тривалість вегетаційного періоду від фази початку весняного відростання до господарської стиглості насіння становила 97–104 діб. Ми поділили колекційні зразки костриці червоної на три групи стиглості:

ранньостиглу (тривалість вегетаційного періоду становить 97–98 діб), середньостиглу (99–102 доби), пізньостиглу (103–104 доби). До групи ранньостиглих віднесено зразки PFZ 02353, PFZ01363, PFZ 02116, PFZ 02335, PFZ

02333, PFZ 02336, PFZ 02340, середньостиглих – PFZ 02341, PFZ 02353, PFZ 02344, PFZ 01769, PFZ 01776, PFZ 02045, PFZ 02372, PFZ 02371, PFZ 02367, стандарт Львів'янка, пізньостиглих – PFZ 02230, PFZ 02338.

4. Строки настання укїсної та господарської стиглості насіння костриці червоної в роки проведення досліджень

| Фаза | Рік вивчення | |
|---|--------------|-------------|
| | 2023 | 2024 |
| Початок весняного відростання | 10.03–17.03 | 22.03–01.04 |
| Пасовищна стиглість (1-й цикл спасування) | 09.05–12.05 | 06.05–10.05 |
| Сінокїсна стиглість (1-й укїс) | 22.05–25.05 | 20.05–23.05 |
| Господарська стиглість насіння | 27.06–03.07 | 19.06–24.06 |

Важливими селекційними ознаками при створенні сортів трав є висота та облиствленість рослин. Як правило, пасовищні сорти мають бути більш низькорослі, тонкостеблові, відрізнятися сильною кущистістю і доброю облиствленістю, витримувати інтенсивне випасання, давати високопоживну отаву. Сорти сінокїсного типу використання мають бути високорослі та придатними для механізованого збирання [23].

Висота рослин досліджуваних зразків у фазі колосіння становила від 74,4 до 91,2 см порівнюючи з сортом-стандартом 72,3 см. Найбільшу висоту рослин мали зразки PFZ 02353 (90,0 см), PFZ 02338

(91,2 см), PFZ 02336 (91,5 см) і PFZ 02367 (90,3 см).

Найціннішим компонентом у біомасі кормових культур є листки рослини, оскільки вони містять у 2–3 рази більше протеїну, ніж стебла. В середньому за два роки використання облиствленість колекційних зразків костриці червоної становила від 39,1 до 43,6 %. Облиствленість рослин стандарту Львів'янка склала 38,4 %. Найбільшу облиствленість рослин мали зразки PFZ 02367 (43,4 %), PFZ 02336 (43,6 %), PFZ 02338 (43,5 %), PFZ 02353 (43,2 %), найменшу – PFZ 02341 (39,1 %), PFZ 02372 (39,6 %), PFZ 02371 (39,8 %) (табл. 5).

5. Продуктивність та її структурні елементи колекційних зразків костриці червоної при сінокїсному способі використання (2023–2024 рр.)

| Зразок | Висота рослин, см | Облиствленість % | Врожайність зеленої маси | | Вихід сухої речовини | |
|-----------------|-------------------|------------------|--------------------------|---------|----------------------|---------|
| | | | т/га | ± до St | т/га | ± до St |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Львів'янка (St) | 72,3 | 38,4 | 23,98 | – | 6,92 | – |
| PFZ 02341 | 74,4 | 39,1 | 31,75 | +7,77 | 8,65 | +1,73 |
| PFZ 02334 | 85,2 | 41,2 | 30,58 | +6,60 | 8,50 | +1,38 |
| PFZ 02344 | 84,7 | 40,7 | 21,50 | -0,45 | 6,26 | -0,12 |
| PFZ 01769 | 86,2 | 42,4 | 22,38 | +0,43 | 6,52 | +0,14 |
| PFZ 02230 | 83,5 | 41,2 | 24,93 | +0,95 | 7,12 | +0,20 |
| PFZ 01776 | 83,7 | 41,6 | 24,34 | +0,36 | 6,97 | +0,05 |
| PFZ 02353 | 90,0 | 43,2 | 22,08 | +1,90 | 6,43 | -0,49 |
| PFZ 01363 | 83,4 | 41,6 | 22,70 | -1,28 | 6,57 | -0,35 |
| PFZ 02116 | 89,1 | 42,7 | 21,85 | -2,13 | 6,43 | -0,49 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------|------|------|-------|-------|------|-------|
| PFZ 02045 | 84,4 | 41,9 | 20,55 | -3,43 | 6,07 | -0,85 |
| PFZ 02372 | 80,3 | 39,6 | 26,70 | +2,72 | 7,44 | +0,52 |
| PFZ 02371 | 80,5 | 39,8 | 26,33 | +2,35 | 7,41 | +0,49 |
| PFZ 02338 | 91,2 | 43,5 | 25,68 | +1,10 | 7,22 | +1,00 |
| PFZ 02335 | 77,4 | 39,8 | 26,60 | +2,62 | 7,40 | +0,48 |
| PFZ 02333 | 89,2 | 42,1 | 26,63 | +2,35 | 7,46 | +0,54 |
| PFZ 02336 | 91,5 | 43,6 | 24,08 | -2,90 | 6,72 | -0,20 |
| PFZ 02340 | 89,7 | 42,7 | 24,90 | +0,92 | 7,06 | +0,14 |
| PFZ 02367 | 90,3 | 43,4 | 24,43 | +0,45 | 6,99 | +0,07 |
| НІР ₀₅ 2023 | | | | 0,76 | | 0,27 |
| 2024 | | | | 1,28 | | 0,30 |

Врожайність зеленої маси – ознака, яка має найбільш важливе практичне значення і в напрямі якої ведеться селекція з багаторічними травами. Проведений облік кормової продуктивності показав, що врожайність зеленої маси при сінокісному способі використання в середньому за 2023–2024 рр. становила 20,55–31,75 т/га. За цією ознакою 13 зразків перевищило стандарт на 0,36–7,77 т/га. Вихід сухої речовини склав 6,07–8,65 т/га. Найбільший врожай зеленої маси та вихід сухої речовини в середньому за два роки використання мали два зразки. Це PFZ 02341 і PFZ 02334, які перевищили стандарт по зеленій масі на 7,77 і 6,60 т/га, а по сухій речовині відповідно на 1,73 і 1,38 т/га. Також заслуговують на увагу по урожайності зеленої маси зразки PFZ

02372, PFZ 02371, PFZ 02335 і PFZ 02333, які перевищили стандарт на 2,35–2,62 т/га.

При пасовищному способі використання врожайність зеленої маси досліджуваних колекційних зразків костриці червоної становила від 14,93 до 18,69 т/га, при цьому всі зразки були вище стандарту. Вихід сухої речовини склав від 3,14 до 4,08 т/га. За цим показником всі зразки також перевищили стандарт крім зразка PFZ 02045, вихід сухої речовини якого був на 0,04 т/га менше за стандарт сорт Львів'янка. Найбільший врожай зеленої маси та вихід сухої речовини за два роки використання забезпечив зразок PFZ 02341, який перевищив стандарт на 0,55 т/га (зелена маса) і 0,90 т/га (суха речовина) (табл. 6).

6. Врожайність зеленої маси і вихід сухої речовини колекційних зразків костриці червоної при пасовищному способі використання (2023–2024 рр.)

| Зразок | Врожайність зеленої маси | | Вихід сухої речовини | |
|-----------------|--------------------------|---------|----------------------|---------|
| | т/га | ± до St | т/га | ± до St |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Львів'янка (St) | 14,82 | – | 3,18 | – |
| PFZ 02341 | 18,69 | +3,87 | 4,08 | +0,90 |
| PFZ 02334 | 15,37 | +0,55 | 3,35 | +0,17 |
| PFZ 02344 | 14,93 | +0,11 | 3,21 | +0,07 |
| PFZ 01769 | 15,33 | +0,51 | 3,20 | +0,06 |
| PFZ 02230 | 17,34 | +2,52 | 3,94 | +0,76 |
| PFZ 01776 | 17,22 | +2,40 | 3,51 | +0,33 |
| PFZ 02353 | 16,08 | +1,26 | 3,38 | +0,20 |
| PFZ 01363 | 16,14 | +1,32 | 3,37 | +0,19 |
| PFZ 02116 | 16,21 | +1,39 | 3,40 | +0,22 |
| PFZ 02045 | 15,03 | +0,21 | 3,14 | -0,04 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|------|-------|
| PFZ 02372 | 16,60 | +1,78 | 3,86 | +0,68 |
| PFZ 02371 | 17,10 | +2,28 | 3,53 | +0,35 |
| PFZ 02338 | 16,43 | +1,61 | 3,49 | +0,31 |
| PFZ 02335 | 17,04 | +2,22 | 3,59 | +0,41 |
| PFZ 02333 | 17,24 | +2,42 | 3,63 | +0,45 |
| PFZ 02336 | 16,09 | +1,27 | 3,36 | +0,18 |
| PFZ 02340 | 17,27 | +2,45 | 3,54 | +0,36 |
| PFZ 02367 | 15,34 | +0,52 | 3,20 | +0,02 |
| НІР ₀₅ | 2023 | 0,24 | 0,12 | |
| | 2024 | 0,72 | 0,26 | |

Для селекційної практики при створенні нових конкурентоспроможних сортів костриці червоної велике значення має врожайність насіння. Формування врожаю насіння костриці червоної є генетично детермінованим процесом і є наслідком взаємодії генотипу та умов зовнішнього середовища. У зв'язку з цим, одним із завдань дослідження було вивчити та виділити зразки колекції, які давали

найбільший врожай насіння в ґрунтово-кліматичних умовах Західного регіону України.

Важливу роль в селекційній роботі з кострицею червоною має визначення основних структурних елементів, що впливають на формування насінневої продуктивності. До таких показників ми віднесли довжину волоті, кількість насінин у волоті та масу 1000 насінин (табл. 7).

7. Насіннева продуктивність та елементи її структури колекційних зразків костриці червоної (2023–2024 рр.)

| Зразок | Довжина волоті, см | Кількість насінин у волоті, шт. | Маса 1000 насінин, г | Урожай насіння | |
|-------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|---------|
| | | | | т/га | ± до St |
| Львів'янка (St) | 11 | 81 | 0,94 | 0,174 | – |
| PFZ 02341 | 12 | 85 | 0,97 | 0,190 | +0,016 |
| PFZ 02334 | 13 | 90 | 0,99 | 0,177 | +0,003 |
| PFZ 02344 | 13 | 87 | 0,96 | 0,187 | +0,013 |
| PFZ 01769 | 13 | 94 | 1,10 | 0,188 | +0,014 |
| PFZ 02230 | 12 | 92 | 0,99 | 0,203 | +0,029 |
| PFZ 01776 | 12 | 93 | 1,02 | 0,200 | +0,026 |
| PFZ 02353 | 13 | 92 | 1,11 | 0,198 | +0,024 |
| PFZ 01363 | 14 | 95 | 0,94 | 0,189 | +0,015 |
| PFZ 02116 | 12 | 89 | 1,04 | 0,202 | +0,028 |
| PFZ 02045 | 13 | 91 | 1,09 | 0,152 | -0,022 |
| PFZ 02372 | 12 | 90 | 1,07 | 0,195 | +0,021 |
| PFZ 02371 | 11 | 84 | 0,92 | 0,198 | +0,024 |
| PFZ 02338 | 12 | 85 | 1,05 | 0,194 | +0,020 |
| PFZ 02335 | 13 | 90 | 1,12 | 0,200 | +0,026 |
| PFZ 02333 | 13 | 93 | 1,11 | 0,203 | +0,029 |
| PFZ 02336 | 12 | 88 | 1,07 | 0,197 | +0,023 |
| PFZ 02340 | 13 | 94 | 1,11 | 0,192 | +0,018 |
| PFZ 02367 | 12 | 91 | 1,09 | 0,181 | +0,007 |
| НІР ₀₅ | 2023 | | | 0,02 | |
| | 2024 | | | 0,01 | |

Довжина волоті досліджуваних середньому за два роки досліджень колекційних зразків костриці червоної встановила 11–14 см, кількість насінин у

волоті – 81–95 шт., маса 1000 насінин – 0,92–1,12 г. Найбільшу довжину волоті (14 см) мав зразок PFZ 01363 при довжині волоті стандарту 11 см. Найбільша кількість насінин у волоті (90–95 шт.) була в зразків PFZ 02334, PFZ 01769, PFZ 02230, PFZ 01776, PFZ 02353, PFZ 01363, PFZ 02045, PFZ 02372, PFZ 02335, PFZ 02333, PFZ 02340, PFZ 02367.

Маса 1000 насінин – важлива селекційно-цінна ознака. В наших дослідженнях показник маси 1000 насінин коливався від 0,92 г у зразка PFZ 02371 до 1,12 г у зразка PFZ 02335. Маса 1000 насінин в стандарту сорт Львів'янка в середньому за два роки склала 0,94 г. Найбільш грубе насіння і масу 1000 насінин мали такі зразки костриці червоної, як PFZ 01769, PFZ 02353, PFZ 02335, PFZ 02333, PFZ 02340.

За врожайністю насіння майже всі зразки перевищили стандарт на 0,003–0,029 т/га. Середня врожайність насіння досліджуваних зразків становила 0,190 т/га. Найбільшу насінневу продуктивність в середньому за два роки забезпечив зразок PFZ 02230, PFZ 02333 (0,203 т/га), PFZ 01776, PFZ 02335 (0,200 т/га).

Вивчення колекційних зразків продовжиться у 2025 р. За результатами трирічних досліджень будуть виділені кращі зразки з колекції для передачі їх в наступну схему селекційного процесу з метою використання їх як цінного вихідного матеріалу при створенні нових високопродуктивних сортів костриці червоної.

Висновки. Досліджувані колекційні зразки костриці червоної за тривалістю вегетаційного періоду від фази початку весняного відростання до господарської стиглості насіння було поділений на три

групи стиглості: ранньостигла (тривалість вегетаційного періоду становить 97–98 діб), середньостигла (99–102 доби), пізньостигла (103–104 доби).

Найбільшу висоту рослин мали зразки PFZ 02353 (90,0 см), PFZ 02338 (91,2 см), PFZ 02336 (91,5 см) і PFZ 02367 (90,3 см). Зразки PFZ 02367, PFZ 02336, PFZ 02338, PFZ 02034 характеризувалися найвищими показником облиствленості, яка становила 43,2–43,6 %.

За довжиною волоті виділилися зразок PFZ 01363(14 см), за кількістю насінин з волоті – зразки PFZ 02334, PFZ 01769, PFZ 02230, PFZ 01776, PFZ 02353, PFZ 01363, PFZ 02045, PFZ 02372, PFZ 02335, PFZ 02333, PFZ 02340, PFZ 02367 (90–95 шт.).

Найбільш крупне насіння і масу 1000 насінин відмічено у зразків PFZ 01769, PFZ 02353, PFZ 02335, PFZ 02333, PFZ 02340. Найбільшу врожайність насіння в середньому за два роки забезпечили зразки PFZ 02230, PFZ 02333, PFZ 01776, PFZ 02335 (0,200–0,203 т/га).

Врожайність зеленої маси при сінокоісному способі використання в середньому за 2023–2024 рр. становила 20,55–31,75 т/га, а вихід сухої речовини – 6,07–8,65 т/га. Найбільший врожай зеленої маси та вихід сухої речовини мали зразки PFZ 02341 і PFZ 02334, які перевищили стандарт на 7,77 і 6,60 т/га (зелена маса), а також на 1,73 і 1,38 т/га (суха речовина). При пасовищному способі використання за врожайністю зеленої маси (18,69 т/га) та виходом сухої речовини (4,08 т/га) за два роки використання виділилися зразок PFZ 01773, що на 0,55 і 0,90 т/га, відповідно, більше стандарту.

Отже, виділено ряд зразків за господарсько-цінними ознаками, які рекомендовано використовувати у селекційній роботі з кострицею червоною.

Список використаної літератури

1. Агроєкобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолук та ін. Львів : СПОЛОМ, 2013. 304 с.

2. Антипова Л. К., Гончарук В. С., Медведєв М. М. Костриця червона (*Festuca rubra* L.) – цінна газонна трава. *Наукові праці*

References

1. Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses : monograph / M. T. Yarmolyuk et al. Lviv : SPOLOM, 2013. 304 p.

2. Antypova L. K., Honcharuk V. S., Medvediev M. M. Red fescue (*Festuca rubra* L.) is a valuable lawn grass. *Naukovi pratsi Chornomorskoho*

Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». Серія: Екологія. 2012. Т. 179. Вип. 167. С. 65–67.

3. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу. Київ, 1995. 298 с.

4. Байструк-Глодан Л. З., Хом'як М. М., Жапалеу Г. З. Генетичне різноманіття кормових трав як вихідний матеріал для селекції. *Генетичні ресурси рослин*. 2019. № 24. С. 65–74. DOI: 10.36814/pgr.2019.24.05.

5. Байструк-Глодан Л. З., Хом'як М. М., Жапалеу Г. З. Джерела цінних ознак для селекції багаторічних трав. *Генетичні ресурси рослин*. 2021. № 28. С. 78–89. DOI: 10.36814/pgr.2021.28.08.

6. Бочарова М. І., Батерук М. М. Характеристика вихідного матеріалу пажитниці багатоквіткової і багаторічної за здатністю до самозапилення. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 1. С. 161–173.

7. Бугайов В. В., Мар'янюк О. С. Вихідний матеріал для селекції стоколосу безостого в умовах Центрального Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 26–31.

8. Василенко Н. Є., Аверчев О. В. Формування врожаю насіння низових злакових трав та його посівних якостей залежно від строків його збирання. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.1>.

9. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур. Біла Церква : ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376 с.

10. Газони: технологічні особливості створення та експлуатації / І. М. Дідур та ін. Вінниця : ВНАУ, 2019. 293 с.

11. Гопцій Т. І., Лиманська С. В., Гудим О. В. Методи оцінки вихідного і селекційного матеріалу. Харків, 2021. 107 с.

12. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (дата звернення: 20.05.2025).

13. Інформаційно-довідкова система «Сорт». URL: <http://sort.sops.gov.ua/> (дата звернення: 20.05.2025).

14. Кабанець В. М., Семененко Я. Ю. Оцінка вихідного матеріалу в селекції костриці лучної. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2015. Вип. 9. С. 63–67.

15. Коник Г. С. Оцінка зразків костриці червоної (*Festuca rubra* L.) за біологічними та господарсько цінними показниками як вихідного матеріалу для селекції. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 59. С. 95–102.

16. Коник Г. С., Іванців Р. Є., Гармич Д. Ю. Селекція багаторічних злакових трав у Передкарпатті. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 15–20.

derzhavnoho universytetu imeni Petra Mohyly kompleksu "Kyievo-Mohylianska akademiia". Seria : Ekolohiia. Vol. 179. Issue 167. P. 65–67.

3. Babych A. O. Feed and protein resources of the world. Kyiv, 1995. 298 p.

4. Bastruk-Hlodan L. Z., Khomiak M. M., Zhapaleu H. Z. Genetic diversity of forage grasses as source material for breeding. *Henetychni resursy roslyn*. 2019. No. 24. P. 65–74. DOI: 10.36814/pgr.2019.24.05.

5. Bastruk-Hlodan L. Z., Khomiak M. M., Zhapaleu H. Z. Sources of valuable traits for perennial grass breeding. *Henetychni resursy roslyn*. 2021. No. 28. P. 78–89. DOI: 10.36814/pgr.2021.28.08.

6. Bocharova M. I., Bateruk M. M. Characteristics of the initial material of multiflorous and perennial ryegrass with the ability to self-pollination. *Zbirnyk naukovykh prats NNTc "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2018. Issue 1. P. 161–173.

7. Buhaiov V. V., Mar'ianko O. S. Initial material for the selection of *Bromopsis inermis* under conditions of the Central Forest-steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2017. Issue 84. P. 26–31.

8. Vasylenko N. Ye., Averbchev O. V. Formation of the seed yield of grassroot grasses and its sowing qualities depending on the timing of their harvesting. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2019. No. 108. P. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.1>.

9. Vasylykivskyi S. P., Kochmarskyi V. S. Breeding and seed production of field crops. Bila Tserkva : PrAT "Myronivska drukarnia", 2016. 376 p.

10. Lawns: technological peculiarities of creation and operation / I. M. Didur et al. Vinnytsia : VNAU, 2019. 293 p.

11. Hoptsi T. I., Lymanska S. V., Hudym O. V. Methods of evaluation of the source and breeding material. Kharkiv, 2021. 107 p.

12. State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (last accessed: 20.05.2025).

13. Information and reference system "Sort". URL: <http://sort.sops.gov.ua/> (last accessed: 20.05.2025).

14. Kabanets V. M., Semenenko Ya. Yu. Evaluation of the source material in the selection of meadow fescue. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seria ahronomiia i biolohiia*. 2015. Issue 9. P. 63–67.

15. Konyk H. S. Evaluation of red fescue (*Festuca rubra* L.) samples according to biological and economically valuable indicators as a source material for breeding. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2016. Issue 59. P. 95–102.

16. Konyk H. S., Ivanciv R. Ye., Harmych D. Yu. Selection of perennial grasses in Peredkarpattia. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2016. Issue 82. P. 15–20.

17. Fodder production and meadow production / V. I. Hryhor'iev et al. ; ed. Ye. M. Ohurtsova. Kharkiv : KHNAU, 2021. 512 p.

17. Кормовиробництво та луківництво / В. І. Григор'єв та ін. ; за ред. Є. М. Огурцова. Харків : ХНАУ, 2021. 512 с.
18. Костриця червона ефективна проти ерозії. URL: <https://agroexpert.ua/kostrica-cervona-efektivna-proti-erozii/> (дата звернення: 21.05.2025).
19. Мазур О. В., Мазур О. В., Лозінський М. В. Селекція та насінництво польових культур. Вінниця : ТВОРИ, 2020. 348 с.
20. Марценюк І. М. Селекція та насінництво : курс лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2014. 96 с.
21. Методика проведення експертизи сортів рослин групи кормових та коренеплідних на відмінність, однорідність і стабільність / за ред. С. О. Ткачик. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 983 с.
22. Мицик Л. П. Розповсюдження, еколого-біологічні властивості, значення костриці червоної (*Festuca rubra* L., *Poaceae*). *Питання лісового степознавства та лісової рекультивациі земель*. 2016. Т. 45. С. 3–10.
23. Перегрим О. Р. Вивчення вихідного матеріалу для створення сортів тимофіївки лучної. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 5 (842). С. 50–56. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202305-07>.
24. Петриченко В. Ф., Макаренко П. С. Лучне кормовиробництво і насінництво трав. Вінниця : Діло, 2005. 227 с.
25. Пушка І. М. Луківництво та газони. Умань : УНУС, 2018. 87 с.
26. Фішук О. С., Андреева В. В. Генетика і селекція рослин : курс лекцій. Луцьк, 2017. 174 с.
27. Швиденко І. М. Газони і луківництво: курс лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання за спеціальністю 206 «Садово-паркове господарство». Харків, 2024. 100 с.
28. Штакал М. І., Штакал В. М. Теоретичні основи лучного кормо виробництва на осушених торфовищах : монографія / за ред. М. І. Штакала. Вінниця, 2020. 184 с.
18. Red fescue is effective against erosion. URL: <https://agroexpert.ua/kostrica-cervona-efektivna-proti-erozii/> (last accessed: 21.05.2025).
19. Mazur O. V., Mazur O. V., Lozinskyi M. V. Breeding and seed production of field crops. Vinnytsia : TVORY, 2020. 348 p.
20. Martsenyuk I. M. Breeding and seed production : course of lectures. Mykolaiv : MNAU, 2014. 96 p.
21. Methodology for conducting an examination of plant varieties of the fodder and root crop group for distinctiveness, uniformity and stability / ed. S. O. Tkachyk. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 2016. 983 p.
22. Mytsyk L. P. Dissemination, ecological and biological features, significance of red fescue (*Festuca rubra* L., *Poaceae*). *Pytannia stepovoho lisoznavstva ta lisovoi rekul'tyvatsii zemel'*. 2016. Vol. 45. P. 3–10.
23. Perehrym O. R. Study of the source material for the creation of varieties of meadow timothy. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2023. No. 5 (842). P. 50–56. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202305-07>.
24. Petrychenko V. F., Makarenko P. S. Meadow fodder production and seed production of grasses. Vinnytsia : Dilo, 2005. 227 p.
25. Pushka I. M. Meadow farming and lawns. Uman : UNUS, 2018. 87 p.
26. Fishchuk O. S., Andreyeva V. V. Genetics and Plant Breeding : Course of lectures. Lutsk, 2017. 174 p.
27. Shvydenko I. M. Lawns and meadow production: a course of lectures for applicants of the first (bachelor's) level of higher education of full-time and part-time study in specialties 206 "Garden and park management". Kharkiv, 2024. 100 p.
28. Shtakal M. I., Shtakal V. M. Theoretical bases of meadow fodder production on drained peatlands: monograph / ed. by M. I. Shakal. Vinnytsia, 2020. 184 p.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-6

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.2:633.6:631.8(477.8)

**ОПТИМІЗАЦІЯ УДОБРЕННЯ
ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ
ТА ЯКОСТІ РОСЛИН СОРГО ЦУКРОВОГО І КУКУРУДЗИ
В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ****У. М. Карбівська, А. А. Сітник**

Прикарпатський національний
університет імені Василя Стефаника
вул. Шевченка 57,
м. Івано-Франківськ, 76018

Про авторів:

Уляна КАРБІВСЬКА,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-0540-8887

Андрій СІТНИК,
здобувач РВО «Доктор філософії»
ORCID: 0009-0007-5647-4239

Для листування:

Уляна КАРБІВСЬКА
e-mail: uliana.karbivska@pnu.edu.ua

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

1 вересня 2025 р.

Погоджено до друку:

3 вересня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

Проаналізовано застосування мінеральних добрив, регулятора росту БЛЕК ДЖЕК КС та мікродобрива Інтермаг Титан на врожайність та елементний склад рослин сорго цукрового та кукурудзи. На контролі урожайність зеленої маси сорго цукрового за період досліджень становила 56,2 т/га. Використання регулятора росту БЛЕК ДЖЕК КС дозволило досягти врожайності 60,2 т/га, що на 6,6 % вище за контроль та 3,0 % з варіантом внесення мінерального добрива. Обробка посівів мікродобривом Інтермаг Титан підвищила урожайність до 61,5 т/га, що перевищило контрольний варіант на 5,3 т/га. Максимальний рівень урожайності – 63,2 т/га – було зафіксовано за умов комбінованого застосування добрива $N_{30}P_{30}K_{30}$ та мікродобрива Інтермаг Титан, що забезпечило приріст на 11,1 % порівняно з контролем. Високий результат також отримано у варіанті за спільного використання $N_{30}P_{30}K_{30}$ і БЛЕК ДЖЕК КС – 62,3 т/га. Встановлено, що найнижчу врожайність кукурудзи протягом двох років зафіксовано на контролі – 5,81 т/га. Застосування $N_{90}P_{90}K_{90}$ дозволило суттєво підвищити врожайність до 6,74 т/га, що на 0,93 т/га або 19,3 % перевищує показник контролю. Найвищий вміст фосфору в листках кукурудзи забезпечили обробки препаратами БЛЕК ДЖЕК КС та Інтермаг Титан, що значно перевищувало контроль. Максимальне накопичення калію відзначено у варіанті з внесенням мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$, тоді як на інших варіантах його рівень суттєво не відрізнявся. Це свідчить про високу ефективність комплексного застосування добрив у регулюванні елементного складу рослин кукурудзи. Встановлено, що внесення мінеральних добрив і біостимуляторів по-різному впливало на елементний склад сорго: вміст фосфору знижувався порівняно з контролем, тоді як накопичення калію у листках і коренях зростало, особливо за використання БЛЕК ДЖЕК КС та мінеральних добрив. Це свідчить про диференційований вплив удобрення на засвоєння макроелементів сорго.

Ключові слова: енергетичні культури, сорго цукрове, кукурудза, врожайність, продуктивність, удобрення, макроелементи, елементний склад, Західний регіон України.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Карбівська У. М., Сітник А. А., 2025

Optimization of fertilization as a factor in increasing the yield and quality of sugar sorghum and maize in the Western region of Ukraine

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,
57 Shevchenko Street,
Ivano-Frankivsk, 76018

About authors:

Uliana KARBIVSKA
ORCID: 0000-0002-0540-8887

Andrii SITNYK
ORCID: 0009-0007-5647-4239

For corresponding:

Uliana KARBIVSKA
e-mail: uliana.karbivska@pnu.edu.ua

Funding information:

Ministry of Education and Science of Ukraine

Received:
September 1, 2025
Accepted:
September 3, 2025
Published:
September 30, 2025

The application of mineral fertilizers, the growth regulator BLACK JACK KS, and the micronutrient fertilizer Intermag Titan was analyzed for their effects on the yield and nutrient composition of sugar sorghum and maize plants. In the control, the green biomass yield of sugar sorghum over the study period was 56.2 t/ha. The use of the growth regulator BLACK JACK KS increased the yield to 60.2 t/ha, which is 6.6 % higher than the control and 3.0 % higher than the variant with mineral fertilizer application. Treatment with the micronutrient Intermag Titan increased the yield to 61.5 t/ha, exceeding the control by 5.3 t/ha. The maximum yield of 63.2 t/ha was recorded under the combined application of $N_{30}P_{30}K_{30}$ fertilizer and Intermag Titan, providing an 11.1% increase compared to the control. A similarly high result was obtained with the combined use of $N_{30}P_{30}K_{30}$ and BLACK JACK KS, also yielding 63.2 t/ha. It was found that the lowest maize yield over two years was observed in the control, at 5.81 t/ha. The application of $N_{90}P_{90}K_{90}$ significantly increased the yield to 6.74 t/ha, exceeding the control by 0.93 t/ha or 19.3 %. The highest phosphorus content in maize leaves was recorded in the treatments with BLACK JACK KS and Intermag Titan, which significantly exceeded the control. Maximum potassium accumulation was observed in the variant with $N_{90}P_{90}K_{90}$ fertilizer, while other treatments did not show significant differences. This indicates the high efficiency of integrated fertilizer use in regulating the nutrient composition of maize plants. It was established that the application of mineral fertilizers and biostimulants had differential effects on the nutrient composition of sorghum: phosphorus content decreased compared to the control, whereas potassium accumulation in leaves and roots increased, especially with the use of BLACK JACK KS and mineral fertilizers. This demonstrates the differentiated influence of fertilization on the macroelement uptake in sorghum.

Keywords: energy crops, sugar sorghum, maize, yield, productivity, fertilization, macronutrients, elemental composition, Western region of Ukraine.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. З огляду на енергетичну залежність України та зниження врожайності провідних сільськогосподарських культур, що пов'язане з поступовими кліматичними змінами, зокрема глобальним потеплінням, особливої важливості набуває впровадження нових культур, здатних забезпечувати стабільне виробництво в умовах мінливого агроклімату [6, 8]. Серед перспективних культур перевага надається видам із високим потенціалом урожайності, посухостійкістю та невибагливістю до умов вирощування. У цьому аспекті особливий інтерес викликають енергетичні культури,

зокрема міскантус, світчграсс, сорго, кукурудза та інші. Для сільськогосподарських культур, що застосовуються в біоенергетиці, ключовими вимогами є низька собівартість продукції та здатність формувати стабільну сировинну базу [11, 12, 23].

Із зазначених культур однією з найбільш перспективних для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах України є сорго цукрове, яке поєднує високу стійкість до стресових факторів зі значним урожайним потенціалом. Його запровадження у виробництво може стати важливим чинником у формуванні

стабільної біоенергетичної системи країни [4, 13, 20]. Цукрове сорго належить до поширених кормових та енергетичних культур у світовому землеробстві, що зумовлено його високим вмістом цукрів (14–20 %) та стійкістю до посухи й підвищених температур. Для отримання стабільних урожаїв зеленої маси необхідним є використання високопродуктивних сортів і гібридів у поєднанні з дотриманням агротехнічних вимог, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов [18].

Кукурудза посідає провідне місце серед сільськогосподарських культур України, формуючи значну частку валового збору зерна. Основний обсяг урожаю використовується у тваринництві як високопоживний корм, тоді як менша його частина спрямовується на продовольчі та технічні потреби, зокрема на виробництво біопалива. У зв'язку з цим забезпечення галузей тваринництва, харчової й паливної промисловості якісною зерновою сировиною є актуальним завданням сучасної аграрної науки та виробничої практики [5, 7].

Сорго має широке господарське використання, зокрема у виробництві борошна, круп, спирту та крохмалю. Завдяки значному вмісту вуглеводів у соку стебел ця культура є цінною сировиною для отримання біоетанолу та харчового сиропу. Водночас після віджимання соку висушена стеблова маса може бути перероблена на тверде паливо [2, 3].

Надходження елементів живлення до рослин є важливим, а подекуди й визначальним фактором, що не лише сприяє підвищенню врожайності, а й покращує якість зерна кукурудзи. За таких умов посилюються обмінні процеси, інтенсивніше накопичуються поживні речовини – білки, жири, вуглеводи та інші сполуки. У середньому система удобрення забезпечує 40–60 % приросту врожаю будь-якої сільськогосподарської культури, зокрема й кукурудзи [9, 14, 15, 19, 22]. Внесення добрив сприяє не лише підвищенню врожайності, але й

поліпшенню якісних показників продукції. Це проявляється збільшенням вмісту білка та жирів у зерні, а також підвищенням кількості сухої речовини та кормових одиниць у рослинній масі сорго [24].

Найбільш дефіцитним елементом живлення для сорго є азот, забезпеченість яким природною родючістю ґрунту становить лише 38,7 %. Потреба рослин у фосфорі задовольняється на 53,2 %, а в калії – на 93,7 %. Найінтенсивніше сорго засвоює азот у періоди активного росту та формування генеративних органів: за 10–15 днів до початку викидання волоті та 10–15 днів після цвітіння. Фосфор активно засвоюється вже на ранніх стадіях вегетації, і до початку викидання волоті рослина поглинає до 50 % його загальної кількості. Калій рівномірно надходить у рослину протягом усього вегетаційного періоду [1, 16].

Отримання високих і якісних урожаїв сільськогосподарських культур, у тому числі кукурудзи й сорго, зумовлюється раціональним та збалансованим забезпеченням рослин поживними речовинами [26, 27]. У цьому аспекті азот відіграє ключову роль, насамперед у забезпеченні зростання врожайності культури та підвищенні продуктивності кормової бази [22, 25]. Часто азот є єдиним елементом живлення, що надходить із добривами, тоді як забезпечення культур іншими макроелементами – P, K, Ca, Mg, S – у багатьох випадках відбувається переважно за рахунок природної родючості ґрунту [28]. Серед катіонних мінералів особливе значення для вегетативного розвитку рослин має калій, який безпосередньо визначає рівень урожайності та якість отриманої продукції [21].

Мета наших досліджень полягала у визначенні особливостей формування врожайності та елементного складу рослин сорго та кукурудзи залежно від системи удобрення.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2023–2024 рр. на дослідному полігоні кафедри лісового й аграрного менеджменту Прикарпатського

національного університету імені Василя Стефаника. Польовий дослід закладали рендомізованим методом у триразовому повторенні. Ґрунт дослідної ділянки – дерново-підзолистий поверхнево оглеєний, важкоглинистого гранулометричного складу. Агрохімічні характеристики наступні: рН – 4,8; вміст гумусу – 2,75 %; вміст легкогідролізованого азоту – 78,2 мг/кг, рухомого фосфору – 43,4 мг/кг, обмінного калію – 98,3 мг/кг.

У досліді вивчали шість варіантів удобрення сорго цукрового та кукурудзи: контроль (вода), $N_{30}P_{30}K_{30}$ (сорго) та $N_{90}P_{90}K_{90}$ (кукурудза), БЛЕК ДЖЕК КС, Інтермаг Титан, $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС, $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан. Площа посівної ділянки становила 50 м², облікової – 30 м², повторність – чотириразова. Сівбу проводили у травні (глибина 4–6 см, міжряддя 45 см). Вирощували сорго цукрове сорту Фаворит та гібрид кукурудзи Мантікора. Агротехніка – загальноприйнята для культур, за винятком досліджуваних факторів. Мінеральні добрива вносили у вигляді нітроамфоски.

БЛЕК ДЖЕК КС є високоефективним природним органічним біостимулятором. Ульмінові кислоти та гумінові речовини, що входять до складу препарату, виконують роль активаторів росту рослин, стимулюючи обмінні, гормональні та ферментативні процеси. Завдяки повному спектру гумусових компонентів препарат проявляє високу біологічну активність і ефективність при листковому внесенні, що відрізняє його від звичайних гуматів.

Інтермаг Титан являє собою розчин з концентрацією титану 4,5 г/л. Титан у добриві присутній у вигляді добре розчинної хімічної сполуки з органічною кислотою. Перед обробкою рослин розчин титанових добрив розбавляли у співвідношенні 1:250. Внесення добрив здійснювали тричі упродовж вегетаційного періоду.

Сухе озолення проводили для рослин у фазі повної стиглості при температурі 530 °С упродовж 30 хв. Одержували золу

коріння, листя, стебла та зерна. Вміст макроелементів в зерні та вегетативній масі рослин встановлювали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115М1 з атомізацією в повітряно-ацетиленовому полум'ї.

Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду рослин здійснювався на основі даних Івано-Франківської обласної метеостанції. Протягом 2023–2024 рр. відзначалися значні відхилення кількості опадів від середньобагаторічних норм, що істотно вплинуло на агрокліматичні умови. У 2023 р. кліматичні умови були більш сприятливими для росту та розвитку сорго та кукурудзи: середньомісячна температура повітря у вегетаційний період (травень–серпень) коливалася від +14 °С у травні до +21,1 °С у серпні, що забезпечувало стабільні умови для ростових процесів. Вологозабезпечення також було оптимальним – за вегетаційний період випало 218,3 мм опадів, з яких 84,0 мм припадали на період сівби, це сприяло дружнім сходам та швидкому розвитку рослин у фазі кущення. Загалом вегетаційний період характеризувався сприятливими умовами, тепла погода та температурні показники відповідали середньобагаторічній нормі.

У 2024 р. відмічено дефіцит опадів, що призвело до зменшення запасів ґрунтової вологи та погіршення умов росту і розвитку цукрового сорго та кукурудзи. На момент сівби випало лише 31 мм опадів, а в подальші дні опади взагалі не спостерігалися. Це негативно позначилося на дружності сходів, густоті стояння рослин і, відповідно, на врожайності культури.

Результати та обговорення. Вирощування сорго цукрового потребує проведення комплексу агротехнічних заходів, кожен із яких суттєво впливає на стимулювання ростових процесів, розвиток рослин та забезпечення їх високої продуктивності. Різні компоненти технології вирощування визначають урожайність, створюючи сприятливі умови

для росту, що позитивно відображається на фізіологічному стані рослин та їх біометричних показниках. Висота рослин є одним із ключових показників, який тісно корелює з рівнем удобрення і слугує важливим критерієм оцінки адаптації сорго до конкретних умов вирощування. Залежно від призначення культури – для сінажу, силосу або зеленого корму – оптимальним є проведення збирання на різних фазах розвитку рослин.

За результатами досліджень, у фазі воскової стиглості висота рослин коливалася в межах 198,5–220,4 см, при цьому максимальні значення були зафіксовані у шостому варіанті досліді. Найбільш сприятливі погодні умови спостерігалися у 2023 р., що сприяло

максимальній висоті рослин сорго. У 2024 р., за умов несприятливого клімату в період сівби, висота рослин того ж варіанту знизилася на 4,6 см і становила 215,8 см. Найменшу висоту – 198,5 см – сформували рослини сорго цукрового на контрольному варіанті.

За результатами досліджень, на контрольному варіанті (обробка водою) урожайність зеленої маси сорго цукрового становила 56,2 т/га. Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило приріст урожайності на 2,2 т/га порівняно з контролем. Застосування регулятора росту БЛЕК ДЖЕК КС дозволило досягти урожайності 60,2 т/га, що перевищує контрольний варіант на 6,6 % та варіант з мінеральним добривом на 3,0 % (рис. 1).

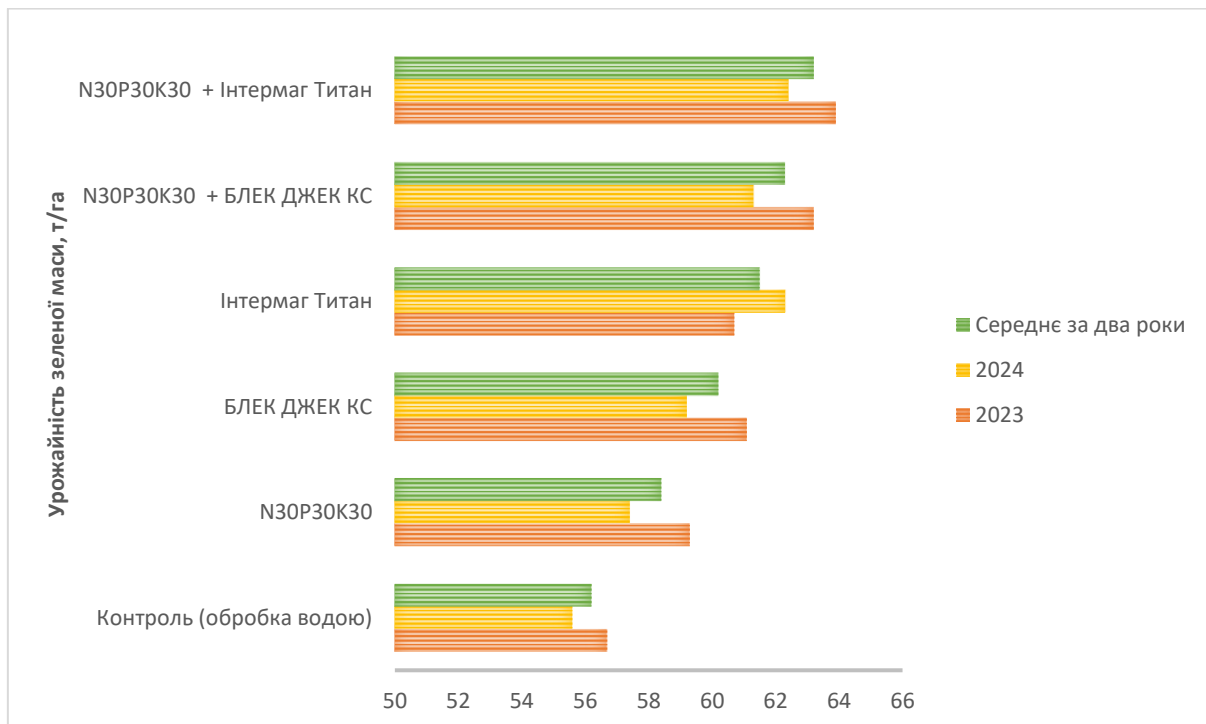


Рис. 1. Урожайність зеленої маси сорго цукрового у фазі молочно-воскової стиглості залежно від удобрення

Обробка посівів мікродобривом Інтермаг Титан підвищила урожайність до 61,5 т/га, що перевищувало показники контрольного варіанту на 5,3 т/га. Максимальна урожайність – 63,2 т/га – була досягнута за умов комбінованого застосування добрива $N_{30}P_{30}K_{30}$ та мікродобрива Інтермаг Титан, що

забезпечило приріст на 11,1 % порівняно з контролем. Високі результати також спостерігалися у варіанті спільного внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ і регулятора росту БЛЕК ДЖЕК КС – 62,3 т/га. Дослідження показали, що застосування регулятора росту БЛЕК ДЖЕК КС сприяло збільшенню врожайності на 9,8 %, тоді як

поєднання титановмісного мікродобрива з мінеральним живленням забезпечило приріст урожайності на 11,1 %.

Рівень рентабельності аграрного виробництва визначається не лише показниками урожайності сільськогосподарських культур, а і якісними характеристиками отриманої продукції. Формування якості зерна є результатом складної взаємодії природно-кліматичних умов, властивостей ґрунтів та

застосованих агротехнологій. Внесення добрив виступає ефективним засобом регулювання біосинтетичних процесів у рослинах, що дозволяє цілеспрямовано формувати якісний склад зерна відповідно до потреб споживача.

За результатами дослідження, найнижчу врожайність кукурудзи протягом двох років спостерігали на контрольному варіанті (без добрив, обробка водою) – 5,81 т/га (рис. 2).

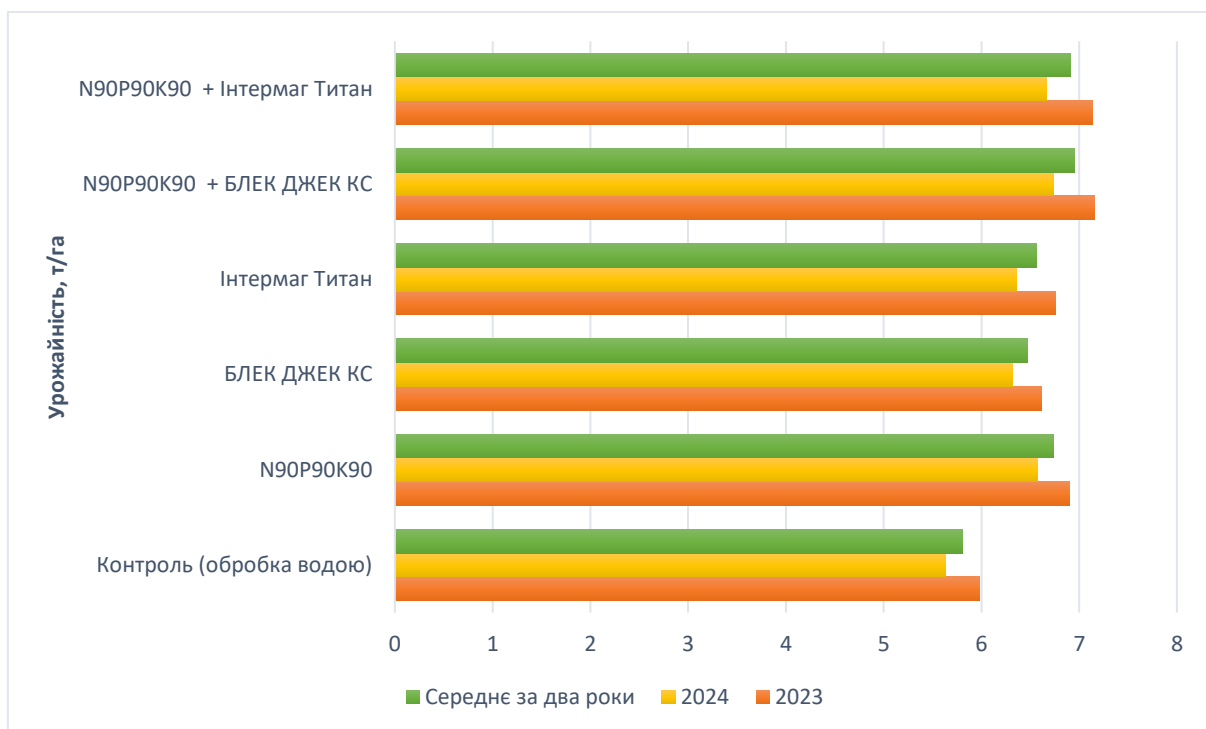


Рис. 2. Урожайність кукурудзи гібриду Мантікора

Внесення мінерального добрива N₉₀P₉₀K₉₀ дозволило суттєво підвищити врожайність до 6,74 т/га, що на 0,93 т/га, або 19,3 % перевищує показник контролю. Цей варіант виявився найбільш ефективним серед усіх досліджуваних. Застосування мікродобрива Інтермаг Титан забезпечило урожайність на рівні 6,56 т/га, що перевищувало контрольний варіант на 0,75 т/га, або на 14,7 %. При використанні регулятора росту БЛЕК ДЖЕК КС урожайність становила 6,47 т/га, що на 0,66 т/га, або 13,6 %, перевищувало показник контролю.

Таким чином, внесення добрив – як мінеральних, так і мікроелементних –

позитивно вплинуло на продуктивність кукурудзи гібрида Мантікора в умовах Прикарпаття Західного регіону України. Найбільший приріст урожайності спостерігався за внесення повного комплексу мінеральних добрив, проте мікродобрива також продемонстрували високий рівень ефективності, що підтверджує їх перспективність у системах живлення кукурудзи.

Фосфор належить до ключових елементів мінерального живлення рослин, зокрема сорго та кукурудзи. Він виступає основою енергетичного обміну клітин, оскільки бере участь у формуванні енергетичних резервів. Біохімічні процеси

життєдіяльності рослин відбуваються за безпосередньої участі фосфору, який входить до складу нуклеїнових кислот, нуклеотидів, ферментних систем, а також є складником продуктів фотосинтезу й дихання [10].

За результатами досліджень встановлено, що найвищий вміст фосфору

та калію в корінні рослин кукурудзи спостерігався на варіанті за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан і становив 120 та 2100 мг/100 г, найнижчим показником характеризувався контроль відповідно на 37 і 929 мг/100 менше до попереднього варіанту (табл. 1).

1. Вміст елементів у рослинах кукурудзи, мг/100 г

| Елемент | Варіанти досліді | | | | | |
|---------------|------------------|----------------------|--------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | Контроль | $N_{90}P_{90}K_{90}$ | БЛЕК ДЖЕК КС | Інтермаг Титан | $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС | $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Інтермаг Титан |
| Вміст фосфору | | | | | | |
| Листя | 52 | 108 | 151 | 184 | 160 | 190 |
| Стебла | 63 | 115 | 164 | 100 | 173 | 162 |
| Коріння | 83 | 89 | 97 | 114 | 108 | 120 |
| Зерно | 13 | 9 | 11 | 10 | 12 | 11 |
| Вміст калію | | | | | | |
| Листя | 1130 | 1205 | 977 | 937 | 1300 | 1250 |
| Стебла | 1315 | 1362 | 1331 | 853 | 1420 | 1388 |
| Коріння | 1171 | 633 | 1802 | 2051 | 1900 | 2100 |
| Зерно | 575 | 725 | 685 | 654 | 755 | 740 |

Варіанти з внесенням мінеральних добрив та гуматів характеризувалися середніми показниками, тоді як найнижчий вміст калію (633 мг/100 г) відмічено у варіанті з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$. Це свідчить про те, що титанові добрива підвищують інтенсивність засвоєння фосфору та калію рослинами кукурудзи з ґрунту, тоді як гумати виступають додатковим джерелом калію. Встановлено, що вміст фосфору в зерні кукурудзи залишався відносно стабільним у межах усіх варіантів досліді. Своєю чергою, калію у зерні на варіанті з внесенням препарату Інтермаг Титан виявлено 654 мг/100 г, тоді як його максимальний рівень (755 мг/100 г) зафіксовано на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС.

Дослідження показали, що максимальний вміст макроелементів у листках кукурудзи відзначався у варіантах мінеральних добрив із застосування Інтермаг Титан, де концентрація фосфору становила відповідно 184 та 190 мг/100 г.

Найвищий рівень калію (1300 мг/100 г) зафіксовано при внесенні $N_{90}P_{90}K_{90}$ + БЛЕК ДЖЕК КС, що на 170 мг/100 г більше від контрольного варіанта. У варіантах 3 і 4 вміст калію був майже ідентичним і становив 937–977 мг/100 г.

Вміст поживних елементів у рослинах сорго істотно залежав від варіанта удобрення. У листках сорго вміст фосфору був найбільшим на контролі (109 мг/100 г) та знижувався за застосування як мінеральних добрив, так і мікродобрив (табл. 2).

Мінімальні його значення зафіксовані у варіанті з обробкою рослин препаратом «Інтермаг Титан» (19 мг/100 г). Аналогічна тенденція простежувалася і в коренях: найбільший уміст фосфору на контролі (43 мг/100 г), найнижчий – у варіантах з Інтермаг Титан (18–19 мг/100 г). На відміну від фосфору, концентрація калію у листках сорго зростала за внесення мінеральних добрив та біостимуляторів.

2. Вміст елементів у рослин сорго, мг/100 г

| Елемент | Варіанти досліджу | | | | | |
|---------------|-------------------|---|-----------------|-------------------|--|--|
| | Контроль | N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | БЛЕК ДЖЕК КС | Інтермаг Титан | N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + БЛЕК ДЖЕК КС | N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + Інтермаг Титан |
| Вміст фосфору | | | | | | |
| Листя | 109 | 76 | 68 | 19 | 55 | 22 |
| Коріння | 43 | 30 | 25 | 18 | 20 | 19 |
| Вміст калію | | | | | | |
| Листя | 2438 | 2601 | 2734 | 2299 | 2650 | 2350 |
| Коріння | 1002 | 1820 | 971 | 904 | 1200 | 950 |

Найвищі показники відзначено у варіанті з препаратом БЛЕК ДЖЕК КС (2734 мг/100 г) та за поєднання мінерального живлення (2650 мг/100 г), що перевищувало контроль (2438 мг/100 г). У коренях сорго максимальний уміст калію спостерігався за застосування мінеральних добрив (1820 мг/100 г), тоді як найменші значення були зафіксовані у варіантах із застосуванням БЛЕК ДЖЕК КС та Інтермаг Титан (971–904 мг/100 г).

Висновки. В умовах Прикарпаття Західного регіону на дерново-підзолистому ґрунті застосування мінеральних добрив, регулятора росту та титанового мікродобрива на всіх дослідних варіантах позитивно впливало на ріст і продуктивність цукрового сорго сорту «Фаворит». Максимальна врожайність була досягнута при комбінованому внесенні N₃₀P₃₀K₃₀ з мікродобривом Інтермаг Титан – 63,2 т/га, а також у варіанті поєднання N₃₀P₃₀K₃₀ з регулятором росту БЛЕК ДЖЕК КС – 62,3 т/га. Найвищий

вміст фосфору в листках кукурудзи забезпечили обробки препаратами БЛЕК ДЖЕК КС та Інтермаг Титан, що значно перевищувало контрольний варіант. Максимальне накопичення калію відзначено у варіанті з внесенням мінеральних добрив N₉₀P₉₀K₉₀, тоді як на інших варіантах його рівень суттєво не відрізнявся від контролю. Це свідчить про високу ефективність комплексного застосування добрив у регулюванні елементного складу рослин кукурудзи.

Удобрення та біостимулятори по-різному впливають на елементний склад сорго і кукурудзи. Для сорго характерне зниження вмісту фосфору та зростання концентрації калію у рослинах, тоді як у кукурудзи відзначено стабільний рівень фосфору і максимальне нагромадження калію за внесення N₉₀P₉₀K₉₀. Використання БЛЕК ДЖЕК КС та Інтермаг Титан підвищувало інтенсивність засвоєння макроелементів обома культурами.

Список використаної літератури

1. Вплив доз добрив на біоенергетичну продуктивність сорго цукрового / В. В. Іваніна та ін. *Біоенергетика*. 2021. № 2. С. 21–23. <https://doi.org/10.47414/be.2.2021.244108>.
2. Ганженко О. М. Цукрове сорго. *The Ukrainian Farmer*. 2012. № 10. С.42–44.
3. Гументик М. Я., Бондар В. С. Цукроносні культури як сировина для виробництва етанолу. *Цукрові буряки*. 2006. № 6. С. 20–21.
4. Дремлюк Г. К., Гамадій В. Л., Гамадій І. В. Основні елементи технології вирощування сорго. *Посібник українського хлібороба*. 2013. № 3. С. 274–277.

References

1. Effect of fertilizer doses on bioenergetic productivity of sweet sorghum / V. V. Ivanina et al. *Bioenergetyka*. 2021. No. 2. P. 21–23. <https://doi.org/10.47414/be.2.2021.244108>.
2. Hanzhenko O. M. Sugar sorghum. *The Ukrainian Farmer*. 2012. No. 10. P. 42–44.
3. Humentyk M. Ya., Bondar V. S. Sugar-containing crops as raw material for ethanol production. *Tsukrovi buriaky*. 2006. No. 6. P. 20–21.
4. Dremliuk H. K., Hamadii V. L., Hamadii I. V. Main elements of sorghum cultivation technology. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2013. No. 3. P. 274–277.

5. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно та організація забезпечення тваринництва концентрованими кормами у Західному регіоні / П. Колісніченко та ін. *Актуальні проблеми розвитку регіональної економіки*. 2025. 2 (21), 11–22. <https://journals.pnu.edu.ua/index.php/aprde/article/view/9294/9148>.

6. Каленська С. М., Гриннюк І. П. Особливості росту і розвитку рослин сорго залежно від видових, сортових особливостей та удобрення культури в умовах Правобережного Лісостепу України. *Зб. наук. праць Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17. Т. 1. С. 359–363.

7. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Формування якості зерна кукурудзи різних напрямів використання залежно від технології вирощування в Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2020. № 89. С. 74–84. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-07>.

8. Ковальчук В. П., Григоренко Н. О., Костенко О. І. Цукрове сорго – цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії. *Цукрові буряки*. 2009. № 6. С. 6–7.

9. Локоть О. Ю., Тимошенко О. П., Селінний М. М. Застосування мікродобрих та страхових гербіцидів у технологіях вирощування кукурудзи. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2019. № 2. С. 25–35. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnu_roslyn_2019_2_5.

10. Макроелементний склад рослин CAREX HIRTA L. за дії нафтового забруднення ґрунту / Г. Коровецька та ін. *Вісник Львівського університету*. 2009. Вип. 50. 182–188.

11. Мулярчук О. І. Технологія вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківській області*. 2016. № 20. С. 54–60.

12. Мулярчук О. І., Кобернюк О. Т. Вплив мінерального живлення на вихід біоетанолу сорго цукрового. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. № 26 (1). С. 94–101.

13. Олексій Л. М., Буряк І. М. Елементи технології вирощування сорго цукрового для виробництва біоетанолу в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (1). С. 146–161. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-11.

14. Паламарчук В. Д. Економічна оцінка гібридів кукурудзи залежно від позакоренових підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. 1 (12). С. 18–27. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-1-2.

15. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та еколого безпечного розвитку сільських територій : монографія. Вінниця : ТОВ Друк, 2022. 372 с.

16. Попова О. П., Кулик М. І. Вплив позакоренової обробки посівів на врожайність

5. Economic efficiency of maize cultivation for grain and supply organization of livestock with concentrated feed in the Western region / P. Kolisnichenko et al. *Aktualni problemy rozvytku rehionalnoi ekonomiky*. 2025. Vol. 2. No. 21. P. 11–22. <https://journals.pnu.edu.ua/index.php/aprde/article/view/9294/9148>.

6. Kalenska S. M., Hrynniuk I. P. Features of sorghum growth and development depending on species, varietal traits and fertilization in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Zb. nauk. prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2013. Issue 17. Vol. 1. P. 359–363.

7. Kaminskyi V. F., Asanishvili N. M. Formation of grain quality of maize of different usage types depending on cultivation technology in the Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2020. No. 89. P. 74–84. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-07>.

8. Kovalchuk V. P., Hryhorenko N. O., Kostenko O. I. Sweet sorghum – sugar-containing raw material and potential energy source. *Tsukrovi buriaky*. 2009. No. 6. P. 6–7.

9. Lokot O. Yu., Tymoshenko O. P., Selinnyi M. M. Application of micronutrients and insurance herbicides in maize cultivation technologies. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2019. No. 2. P. 25–35. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnu_roslyn_2019_2_5

10. Macroelement composition of CAREX HIRTA L. plants under soil oil pollution / H. Korovetska et al. *Visnyk Lvivskoho universytetu*. 2009. Issue 50. P. 182–188.

11. Muliarchuk O. I. Technology of sweet sorghum cultivation for biofuel production. *Visnyk tsestru naukovoho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti*. 2016. No. 20. P. 54–60.

12. Muliarchuk O. I., Koberniuk O. T. Effect of mineral nutrition on bioethanol yield from sweet sorghum. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. 2017. No. 26 (1). P. 94–101.

13. Oleksii L. M., Buriak I. M. Elements of sweet sorghum cultivation technology for bioethanol production in the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. Vol. 68. No. 1. P. 146–161. [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(68\)-1-11](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-1-11).

14. Palamarchuk V. D. Economic evaluation of maize hybrids depending on foliar fertilization. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2019. Vol. 1. No. 12. P. 18–27. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2019-1-2>.

15. Palamarchuk V. D., Kolisnyk O. M. Modern technology of maize cultivation for energy-efficient and environmentally safe development of rural areas: monograph. Vinnytsia : TOV Druk, 2022. 372 p.

16. Popova O. P., Kulyk M. I. Effect of foliar treatment on biomass yield of sweet sorghum. *Ahrarni innovatsii*. 2024. No. 24. P. 123–134. <http://agrarian->

біомаси сорго цукрового. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 123–134. <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/602>.

17. Степаненко М. В. Економічна оцінка вирощування кукурудзи на біоетанол залежно від системи удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 134. 158–164. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.20>.

18. Чернова А. В., Коваленко О. А., Корхова М. М. Урожайність зеленої маси сорго цукрового залежно від сортових особливостей, норм висіву, біопрепарату та мікродобрив за різних років дослідження. *Аграрні інновації*. № 4. 2020. С. 136–142. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.20>.

19. Якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив / В. В. Глива та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022.71 (1). 66–79. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/71-1/4.pdf>.

20. Ahmed M., Fayyaz-ul-Hassan, Asif M. Amelioration of drought in sorghum by Silicon. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* 2014. Vol. 45. №. 4. P. 470–486.

21. Daoud, B. Pawelzik, E. and Naumann, M. Different potassium fertilization levels influence water-use efficiency, yield, and fruit quality attributes of cocktail tomato-A comparative study of deficient-to-excessive supply. *Sci. Hortic.* 2020. 272: 109562. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109562.

22. Gallais A., Cogue M. and Bertin P. Response to selection of a maize population for adaptation to high or low nitrogen fertilization. *Maydica*, 2008. 53, 21–28.

23. Karbivska U. M., Hryhoriv Ya. Ya., Sitnyk A. A. Impact of fertilization on the productivity of sugar sorghum in the conditions of the Carpathian. The 4th International scientific and practical conference “*Topical aspects of modern scientific research*” (December 21–23, 2023). CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2023. P. 15–19.

24. Kurilo V., Marchuk A., Ivanovs S. Impact of agrotechnical methods up on the energetic productivity of sweet sorghum. *Journal of research and applications in agricultural engineering. Poznan.* 2015. Vol. 60. No. 2. P. 50–53.

25. Nitrogen fertilisation of irrigated maize under Mediterranean conditions / P. Berenguer et al. *European Journal of Agronomy*, 2009. Vol. 30. P. 163–171.

26. Prokeš K. The nutrition of maize in a potato-growing region. Dissertation thesis. *Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno*. 2008.

27. Sulfur, Boron, and Zinc Fertilization Effects on Grain and Straw Quality of Maize and Sorghum Grown in Semi-Arid Tropical Region of India / K. L. Sahrawat et al. *Journal of Plant Nutrition*. 2008. Vol. 31. P. 1578–1584.

28. The effect of nitrogen fertilisation of grain maize at a very high supply of P, K, Ca and Mg in soil / T. Lošák et al. *Agrochemistry*, 2010. Vol. 50. P. 13–16.

innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/602.

17. Stepanenko M. V. Economic assessment of maize cultivation for bioethanol depending on fertilizer systems. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2023. No. 134. P. 158–164. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.20>.

18. Chernova A. V., Kovalenko O. A., Korkhova M. M. Green mass yield of sweet sorghum depending on varietal traits, seeding rates, biopreparations and micronutrients in different research years. *Ahrarni innovatsii*. 2020. No. 4. P. 136–142. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.20>.

19. Grain quality of maize hybrids of different maturity groups depending on mineral fertilizer rates / V. V. Hlyva et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2022. Vol. 71. No. 1. P. 66–79. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/71-1/4.pdf>.

20. Ahmed M., Fayyaz-ul-Hassan, Asif M. Amelioration of drought in sorghum by Silicon. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2014. Vol. 45. No. 4. P. 470–486.

21. Daoud B., Pawelzik E., Naumann M. Different potassium fertilization levels influence water-use efficiency, yield, and fruit quality attributes of cocktail tomato – A comparative study of deficient-to-excessive supply. *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 272. 109562. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109562>.

22. Gallais A., Cogue M., Bertin P. Response to selection of a maize population for adaptation to high or low nitrogen fertilization. *Maydica*. 2008. Vol. 53. P. 21–28.

23. Karbivska U. M., Hryhoriv Ya. Ya., Sitnyk A. A. Impact of fertilization on the productivity of sugar sorghum in the conditions of the Carpathians. The 4th International Scientific and Practical Conference “*Topical aspects of modern scientific research*”. (December 21–23, 2023). CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2023. P. 15–19.

24. Kurilo V., Marchuk A., Ivanovs S. Impact of agrotechnical methods upon the energetic productivity of sweet sorghum. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2015. Vol. 60. No. 2. P. 50–53.

25. Nitrogen fertilisation of irrigated maize under Mediterranean conditions / P. Berenguer et al. *European Journal of Agronomy*. 2009. Vol. 30. P. 163–171.

26. Prokeš K. The nutrition of maize in a potato-growing region. Dissertation thesis. *Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno*, 2008.

27. Sulfur, Boron, and Zinc fertilization effects on grain and straw quality of maize and sorghum grown in semi-arid tropical region of India / K. L. Sahrawat et al. *Journal of Plant Nutrition*. 2008. 31. P. 1578–1584.

28. The effect of nitrogen fertilisation of grain maize at a very high supply of P, K, Ca and Mg in soil / T. Lošák et al. *Agrochemistry*. 2010. Vol. 50. P. 13–16.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-7

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.51:633.63

**АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІНІВ
ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ
НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ
В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ
ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ****Д. О. Кисельов**

ПП «Західний Буг»
проспект Юності, 39, с. Павлів,
Шептицький р-н, Львівська обл.,
80250

Про авторів:

Дмитро КИСЕЛЬОВ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0009-0005-6771-8337

Для листування:

Дмитро КИСЕЛЬОВ
e-mail:
dmytro.kyselov@zahbug.com.ua

Інформація про фінансування:

ПП «Західний Буг»

Отримано:

4 серпня 2025 р.

Погоджено до друку:

15 вересня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

У статті наведено результати досліджень впливу термінів основного безвідвального обробітку ґрунту на врожайність цукрового буряку в короткоротаційних сівозмінах Західного Лісостепу України. Встановлено, що осіннє проведення обробітку забезпечує вищу врожайність культури порівняно з зимовим варіантом, особливо на легких карбонатних та піщаних ґрунтах. Виявлено, що продуктивні чорноземні ґрунти мають високу стійкість до зниження врожайності за різних термінів обробітку, але також реагують позитивно на осінній обробіток. Досліджено залежність валового збору цукру від кількості проходів техніки під час обробітку. Один прохід агрегату виявився оптимальним за показниками продуктивності, тоді як два проходи призводили до зниження врожайності. У досліді оцінено варіації врожайності за ґрунтовими групами, а також в цілому по господарству. Аналіз показав, що найбільш ефективне поєднання – осінній обробіток із одним проходом ґрунтообробної техніки – сприяє зростанню валового збору цукру до 11,3 т/га на продуктивних ґрунтах. Установлено важливість адаптації технологій обробітку до ґрунтово-кліматичних умов та структури сівозміни. Представлено дані, які можуть бути використані для оптимізації систем основного обробітку в умовах зміни клімату. Результати досліджень підтверджують доцільність мінімізації механічного впливу на ґрунт. Наголошено на потребі врахування агрофізичних властивостей ґрунту при плануванні технологічних операцій. Робота базується на багатофакторному підході з урахуванням типу ґрунту, терміну та інтенсивності обробітку. Запропоновано практичні рекомендації щодо удосконалення обробітку ґрунту у вирощуванні цукрового буряку.

Ключові слова: цукровий буряк, обробіток ґрунту, врожайність, короткоротаційна сівозміна.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Кисельов Д. О., 2025

Agrobiological substantiation of the influence of primary soil tillage timing on sugar beet yield in short-rotation crop rotations of the Western Forest-Steppe of Ukraine

Private Enterprise “Zakhidnyi Buh”
39 Yunosti Avenue, Pavliv village,
Sheptytskyi District, Lviv Region,
80250

About authors:

Dmytro KYSELOV
ORCID: 0009-0005-6771-8337

For corresponding:

Dmytro KYSELOV
e-mail:
dmytro.kyselov@zahbug.com.ua

Funding information:

Private Enterprise “Zakhidnyi Buh”

Received:

August 4, 2025

Accepted:

September 15, 2025

Published:

September 30, 2025

The article presents research results on the influence of timing of primary moldboard-free soil tillage on sugar beet yield in short-rotation crop rotations of the Western Forest-Steppe of Ukraine. It was established that autumn tillage provides higher crop yield compared to winter variant, especially on light carbonate and sandy soils. It was found that productive chernozem soils have high resistance to yield reduction under different tillage timing, but also respond positively to autumn tillage. The dependence of gross sugar yield on the number of machinery passes during tillage was investigated. One pass of the aggregate proved optimal in terms of productivity indicators, while two passes led to yield reduction. The experiment evaluated yield variations by soil groups as well as for the farm as a whole. Analysis showed that the most effective combination – autumn tillage with one pass of tillage machinery – promotes gross sugar yield increase up to 11.3 t/ha on productive soils. The importance of adapting tillage technologies to soil-climatic conditions and crop rotation structure was established. Data that can be used for optimizing primary tillage systems under climate change conditions are presented. Research results confirm the feasibility of minimizing mechanical impact on soil. The need to consider soil agrophysical properties when planning technological operations is emphasized. The work is based on a multifactorial approach considering soil type, timing and intensity of tillage. Practical recommendations for improving soil tillage in sugar beet cultivation are proposed.

Keywords: sugar beet, soil tillage, yield, short-rotation crop rotation.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. У результаті інтенсивного землеробства цукровий буряк потребує не лише правильної сівозміни й удобрення, а й оптимальних термінів основного обробітку ґрунту, які значно впливають на структуру ґрунту, баланс вологи, доступність поживних речовин, а також фітосанітарний стан посівів. Недотримання оптимальних строків – як передчасне, так і пізніе проведення обробітку ґрунту може негативно позначитися на фізико-хімічних властивостях ґрунту, кореневій системі та потенціалі урожайності.

Наукові дані із Центральної Європи свідчать, що зернові попередники (особливо пшениця) покращують результати врожайності буряка на 3–6 % порівняно з кукурудзою та соєю [6, 7]. Інші дослідження підтверджують ефективність зернових у досягненні стабільної продуктивності в умовах коротких сівозмін [12]. Проте обробіток ґрунту – особливо у

strip-till, або no-till режимах показує неоднозначні результати: деякі роботи демонструють підвищення врожайності на 5–6 % [9, 16], інші – однакові показники незалежно від глибини проведення [8, 11]. До мінімізації обробітків ґрунту та оптимізації азотного балансу необхідно віднести посів сидератів, як післязривної культури, а правильний підбір покривних культур і управління строками їх заробки в ґрунт є важливим інструментом підвищення ефективності використання азоту та стійкості агросистем у вирощуванні цукрового буряка [19]. В одному з проєктів була розроблена методика побудови «матриць сівозміни», які дозволяють кількісно оцінити вплив різних культур на врожай наступних у сівозміні. Запропонована система поєднує великі масиви експериментальних даних з польових досліджень і моделювання, що дає змогу формувати точніші рекомендації

для планування сівозмін та ґрунтових обробітків в різних ланках сівозміни [3, 12].

Урожайність цукрового буряка значною мірою залежить від попередника та обробітку ґрунту через їхній вплив на доступність води та поживних речовин. Тому моделювання цих ефектів є важливим для прийняття рішень у технологіях вирощування [4, 14]. У дослідженнях Університету Північної Дакоти встановлено, що система обробітку ґрунту не справляла істотного впливу на урожайність не залежно від типу його обробітку [14].

Одним з найважливіших показників, що впливають на формування високої та стабільної врожайності цукрового буряка в короткоротаційних сівозмінах є водний баланс, фізико-хімічні властивості та мікробіом ґрунту. В цілому, поєднання агротехнічних і мікробіологічних факторів є ключем до підвищення продуктивності та екологічної стійкості систем вирощування цукрового буряка [12, 17].

Цукровий буряк проявляє високу чутливість до дефіциту вологи у критичні фази росту, тоді як зернові культури мають відносно стабільніші показники в умовах змін клімату. Саме тому необхідна адаптація сівозмін, зокрема зміна термінів сівби, вибір пластичних сортів і оптимізація обробітку ґрунту, що стане ключовим елементом для підтримання продуктивності агросистем в умовах кліматичних змін [2, 5].

Необхідно зауважити, що крім вище перелічених факторів, управління органічною речовиною та оптимізація азотного живлення є ключовими факторами підвищення продуктивності та цукристості буряків у зрошуваних агроєкосистемах [9, 18]. В дослідженнях Ю. Макух наведено результати досліджень, які вказують, що поєднання оптимальних сівозмін і збалансованих систем удобрення є ключовим фактором у забезпеченні високої продуктивності цукрового буряка та раціонального використання водних ресурсів у чорноземних ґрунтах [1, 10, 20].

Більшість досліджень зосереджені на технології, але мало хто приділяє увагу строкам проведення основного обробітку – особливо в контексті кліматично-адаптивної технології в конкретних регіонах. Супутниковий аналіз та машинне навчання показують, що ефект попередника посилюється у вологі роки, а популярність бобових знижується при теплих умовах [13].

Окремим параметром при оцінці врожайності є час збирання цукрового буряка. Результати багаторічних польових експериментів показали, що відстрочене збирання з вересня до листопада сприяло підвищенню врожайності та накопиченню цукру в коренеплодах, проте ефект залежав від особливостей гібридів особливостей та погодних умов року. Для більшості гібридів оптимальними були пізніші строки, які забезпечували зростання урожайності на 4–6 %, а в окремих випадках – понад 6 %. Адаптація строків збирання до конкретних кліматичних і сортових умов є важливим фактором підвищення продуктивності та технологічної якості цукрового буряка [15].

Мета дослідження – встановити вплив строків основного обробітку ґрунту на врожайність цукрового буряку в умовах короткоротаційної сівозміни Західного Лісостепу України, враховуючи агрофізичні показники ґрунту та кліматичні умови.

Матеріали і методи. Дослідження проводилися впродовж 2021–2024 рр. у виробничих умовах ПП «Західний Буг», яке обробляє близько 65 000 га землі в межах Львівської, Тернопільської, Волинської та Чернівецької областей. З них 45 000 га включено до бурякової сівозміни. Щороку площа посіву цукрового буряку становить 14 500–15 500 га. Технологія вирощування цукрового буряка – традиційна для регіону. Норма висіву – 120 тис. нас./га.

Результати та обговорення. На основі проведених аналізів та отриманих результатів встановлено чітку залежність урожайності цукрового буряку від термінів основного обробітку ґрунту та типів ґрунтів

у межах короткочасної сівозміни (рис. 1). Порівняльний аналіз відносної врожайності демонструє, що проведення

основного обробітку восени забезпечує вищу урожайність на всіх типах ґрунтів порівняно з зимовим обробітком.

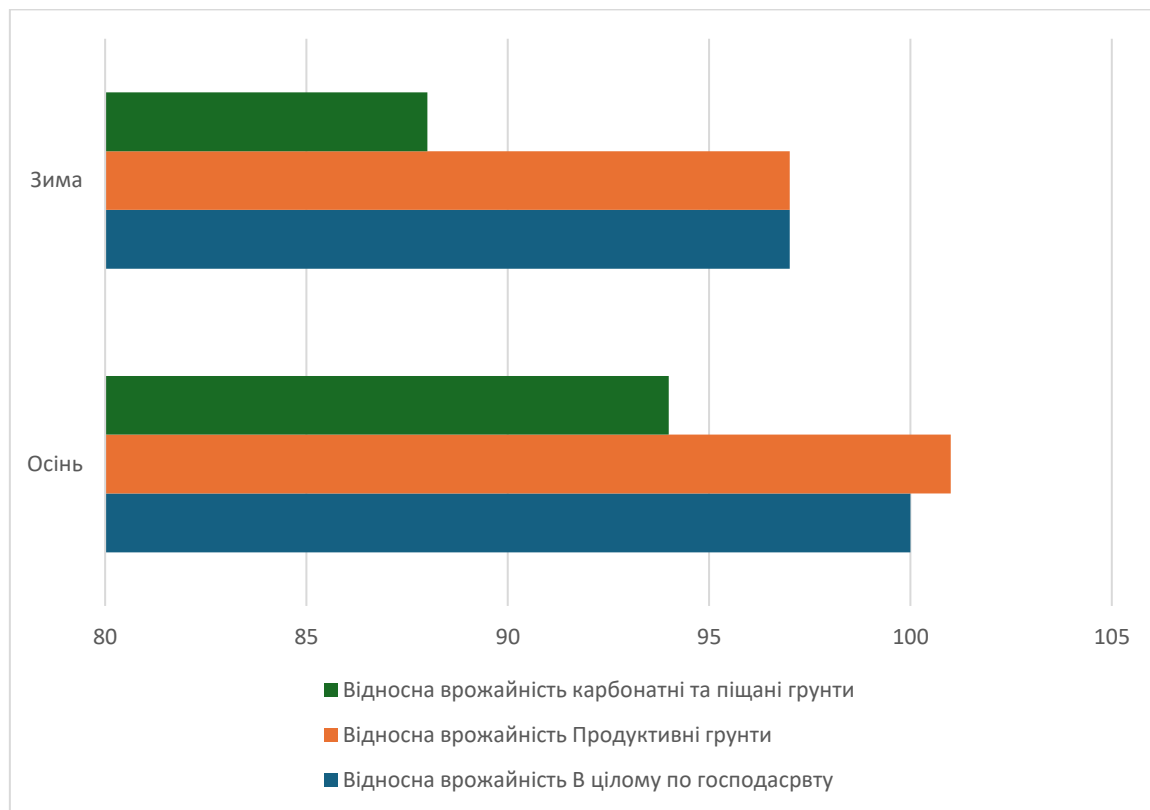


Рис. 1 Вплив термінів основного обробітку ґрунту на відносну врожайність цукрового буряка в умовах різних типів ґрунтів

Зокрема, на продуктивних ґрунтах (чорноземи, лесові суглинки) осінній обробіток дозволив досягти відносної врожайності понад 102 %, що є найвищим показником серед усіх варіантів. У той час як при зимовому обробітку на аналогічних ґрунтах цей показник становив близько 97 %, що вказує на втрату 4 відсоткових пунктів урожайності, ймовірно, через пізнє закриття вологи, слабку структуру орного горизонту й менше вікно на стабілізацію мікробіоти ґрунту.

На карбонатних та супіщаних ґрунтах, які характеризуються низькою вологомісткістю, загальна врожайність була нижчою в усіх варіантах, але вплив терміну обробітку залишався суттєвим: при осінньому обробітку врожайність становила приблизно 94 %, тоді як за зимового лише 89 %. Це свідчить про погіршення структурного стану ґрунту та

зменшення глибини проникнення вологи при пізньому обробітку ґрунту.

У середньому по господарству осінній обробіток забезпечив відносну врожайність близько 100 %, тоді як зимовий – близько 97 %. Таким чином, осінній термін основного обробітку в умовах Західного Лісостепу виявився оптимальним з огляду на збереження вологи, структурно-агрегатний стан ґрунту та стабільний розвиток бурякових рослин навесні.

Ці результати підтверджують дані попередніх досліджень щодо ефективності ранніх і середньоосінніх термінів обробітку у зонах з нестійким гідротермічним режимом [7, 10]. Водночас вони наголошують на необхідності адаптації строків агротехнічних операцій до типів ґрунтів і метеорологічних умов сезону.

На основі аналізу експериментальних даних встановлено, що терміни проведення основного обробітку ґрунту істотно впливають на рівень валового збору цукру

з одиниці площі в умовах короткочасних сівозмін Західного Лісостепу України (рис. 2).

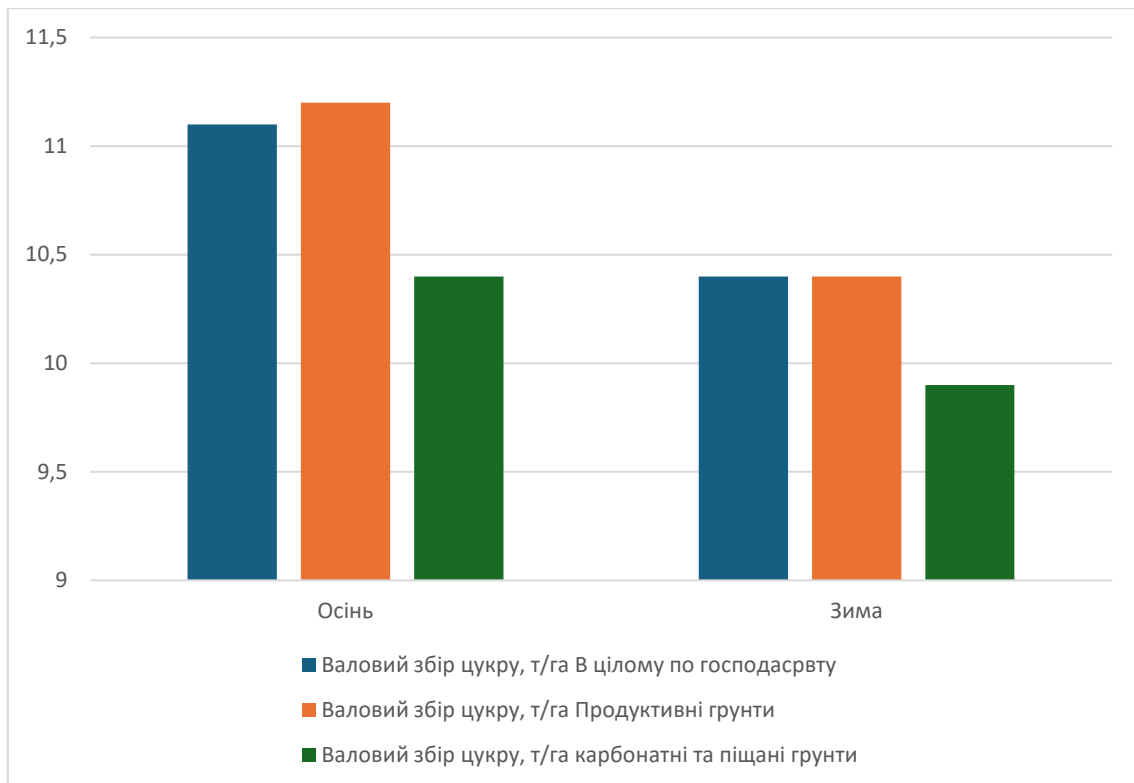


Рис. 2 Валовий збір цукру цукрового буряка за різних термінів обробітку ґрунту на основних типах ґрунтів

При осінньому обробітку ґрунту середній валовий збір цукру по господарству становив 11,1 т/га, що на 0,5 т/га перевищувало відповідний показник за умов зимового обробітку (10,5 т/га). Найвищі значення валового збору при осінньому обробітку були зафіксовані на продуктивних ґрунтах і становили 11,2 т/га, тоді як на карбонатних і піщаних ґрунтах цей показник був суттєво нижчим – близько 10,4 т/га.

У разі застосування зимового обробітку валовий збір знижувався на всіх типах ґрунтів. На продуктивних ґрунтах він становив 10,4 т/га, а на менш вологомістких – карбонатних та піщаних зменшувався до 9,9 т/га. Ці результати свідчать про негативний вплив пізнього обробітку на формування агрофізичних умов у період накопичення біомаси та цукристості.

Можемо зробити припущення, що зниження урожайності в умовах зимового обробітку може бути зумовлене ущільненням орного шару внаслідок проходження техніки по мерзлому або перезволоженому ґрунту, а також затримкою в прогріванні та аерації ґрунту навесні. Це особливо негативно впливає на початковий ріст і розвиток цукрового буряка в умовах дефіциту вологи або низької температури ґрунту.

Отримані результати свідчать про доцільність проведення основного обробітку ґрунту восени, особливо на малобуферних ґрунтах з метою зменшення втрат продуктивної вологи, покращення фізичного стану ґрунту та забезпечення оптимальних умов для формування врожаю цукрового буряка.

У результаті досліджень виявлено, що кількість проходів техніки під час

виконання основного безвідвального обробітку ґрунту має суттєвий вплив на валовий збір цукру з площі посіву

цукрового буряка. За умов одного проходу техніки забезпечувався вищий рівень урожайності на всіх типах ґрунтів.

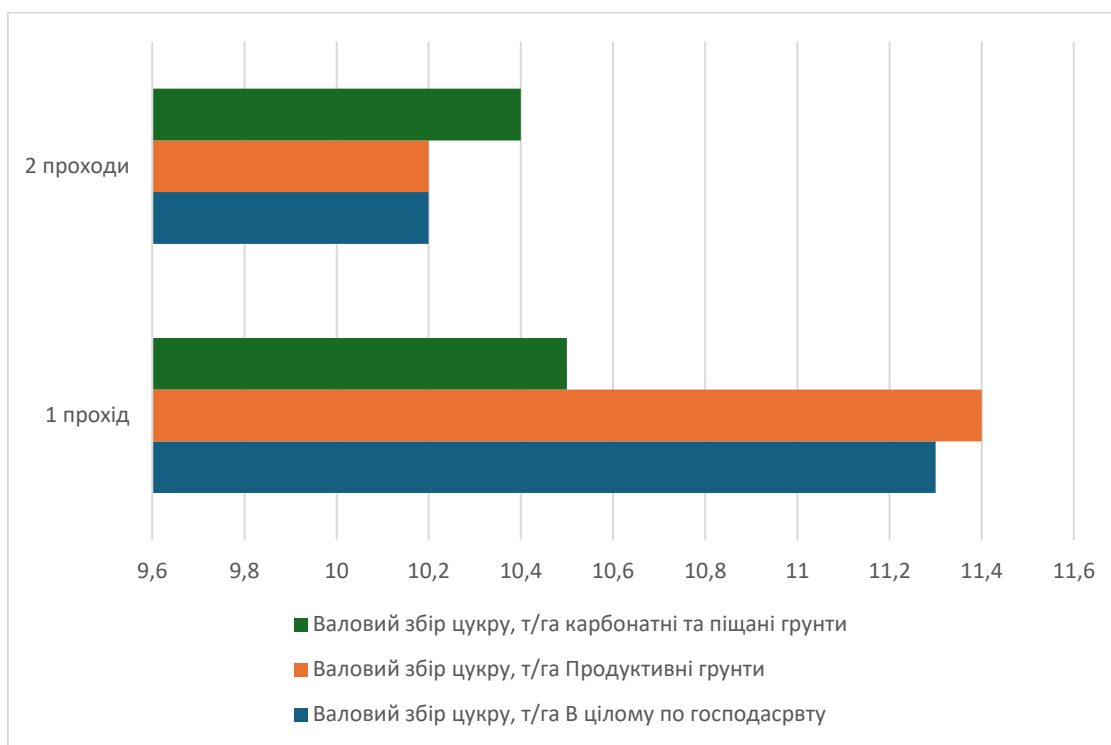


Рис 3. Валовий збір цукру цукрового буряка залежно від кількості проходів техніки під час безвідвального обробітку ґрунту

Так, середній валовий збір цукру по господарству становив 11,2 т/га за одного проходу техніки, що на 1,1 т/га більше порівняно з варіантом з двома проходами (10,1 т/га). Найвищі показники були зафіксовані на продуктивних ґрунтах при одному проході – 11,4 т/га. Натомість при дворазовому обробітку цей показник знизився до 10,2 т/га. Аналогічна тенденція спостерігалася і на карбонатних та піщаних ґрунтах – 10,5 т/га за одного проходу проти 10,3 т/га за двох.

Виявлене зниження урожайності при збільшенні кількості проходів техніки. Можемо зробити припущення, що це пов'язане з погіршенням агрофізичних властивостей ґрунту, зокрема надмірним ущільненням орного шару та зменшенням пористості, що негативно впливає на інфільтрацію вологи, аерацію й розвиток кореневої системи рослин. Це особливо критично в умовах обмеженої вологомисткості ґрунтів, таких як піщані

або карбонатні, де ущільнення швидко призводить до погіршення ростових умов.

Отримані результати підтверджують доцільність мінімізації кількості механічних втручань при основному обробітку ґрунту в технології вирощування цукрового буряку в умовах Західного Лісостепу України, що дозволяє зберегти структуру ґрунту, підвищити ефективність використання вологи та реалізувати продуктивний потенціал культури.

Висновки. В результаті проведених досліджень були зроблені наступні висновки:

1. Терміни основного обробітку ґрунту мають істотний вплив на урожайність цукрового буряку. Осінній обробіток забезпечує вищу відносну врожайність як у межах продуктивних ґрунтів (+1,5–2 %), так і по господарству в цілому, порівняно з зимовим обробітком. Особливо виражена різниця фіксується на карбонатних та піщаних ґрунтах, де

зимовий обробіток погіршує стартові умови для росту.

2. Валовий збір цукру також вищий після осіннього обробітку. На продуктивних ґрунтах він становив понад 11,2 т/га, тоді як при зимовому обробітку – лише 10,4–10,5 т/га. Це вказує на кращу акумуляцію та збереження вологи, мікробіологічну активність і стартову мінералізацію азоту за осінньої обробки, що важливо для росту буряка в ранні фази.

3. Кількість проходів техніки при основному обробітку має негативну кореляцію з врожайністю. За одного проходу техніки (один прохід безвідвального агрегата) отримано найвищий валовий збір цукру: до 11,3 т/га

на продуктивних ґрунтах і 11,2 т/га в середньому по господарству. Два проходи призводили до ущільнення ґрунту, зниження аерації та погіршення вологоутримуючих властивостей, особливо на легких ґрунтах.

4. Оптимальним поєднанням агроприймів у досліджуваних умовах є проведення основного безвідвального обробітку в осінній період одним проходом техніки. Це забезпечує максимальну продуктивність цукрового буряку, зменшує витрати пального, знижує ступінь ущільнення ґрунту та підвищує ефективність використання природної вологи.

Список використаної літератури

1. Закономірності зміни врожайності та якості коренеплодів буряків цукрових у разі застосування заходів підвищення толерантності до посухового стресу в умовах Правобережного Лісостепу України / О. І. Присяжнюк та ін. *Новітні агротехнології*. 10 (1). <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.281385>.
2. Продуктивність буряків цукрових у різноротаційних сівозмінах лівобережного лісостепу за органо-мінерального удобрення / Я. С. Цимбал та ін. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. Вип. 4 (6). [file:///C:/Users/User_405/Downloads/56-Article%20Text-108-1-10-20230228%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User_405/Downloads/56-Article%20Text-108-1-10-20230228%20(1).pdf).
3. AI-and data-driven pre-crop values and crop rotation matrices / S. Fenz et al. *European Journal of Agronomy*. 2023. Vol. 150. Article 126949. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126949>.
4. Bodner G., Alsalem M. Sugar beet rooting pattern mediates stomatal and transpiration responses to progressive water stress. *Agronomy*. 2023. Vol. 13 (10). P. 2519. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13102519>.
5. Climate change impacts on two European crop rotations via an ensemble of models / E. Pohanková et al. *European Journal of Agronomy*. 2025. Vol. 164. Article 127456. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127456>.
6. Crop rotational effects on yield formation in current sugar beet production – Results From a Farm Survey and Field Trials / H.-J. Koch et al. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 9. P. 231. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00231>.
7. Crop rotation effects on yield, technological quality and yield stability of sugar beet after 45 trial years / P. Götze et al. *European Journal of Agronomy*. 2017. Vol. 82. P. 50–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.003>.

References

1. Patterns of changes in yield and quality of sugar beet roots when applying measures to increase tolerance to drought stress in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine / O. I. Prisyazhniuk et al. *Novitni agrotekhnologii*. 10 (1). <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.281385>.
2. Productivity of sugar beet in different rotation crop rotations of the left bank forest-steppe under organic-mineral fertilization / Ya. S. Tsybmal et al. *Zemlerobstvo ta roslynnytstvo: teoriia i praktyka*. 2022. Vyp. 4 (6). [file:///C:/Users/User_405/Downloads/56-Article%20Text-108-1-10-20230228%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User_405/Downloads/56-Article%20Text-108-1-10-20230228%20(1).pdf).
3. AI-and data-driven pre-crop values and crop rotation matrices / S. Fenz et al. *European Journal of Agronomy*. 2023. Vol. 150. Article 126949. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126949>.
4. Bodner G., Alsalem M. Sugar beet rooting pattern mediates stomatal and transpiration responses to progressive water stress. *Agronomy*. 2023. Vol. 13 (10). P. 2519. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13102519>.
5. Climate change impacts on two European crop rotations via an ensemble of models / E. Pohanková et al. *European Journal of Agronomy*. 2025. Vol. 164. Article 127456. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127456>.
6. Crop rotational effects on yield formation in current sugar beet production – Results From a Farm Survey and Field Trials / H.-J. Koch et al. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 9. P. 231. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00231>.
7. Crop rotation effects on yield, technological quality and yield stability of sugar beet after 45 trial years / P. Götze et al. *European Journal of Agronomy*. 2017. Vol. 82. P. 50–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.003>.
8. Data on yield and soil parameters of three diverse tilled long-term experimental sites in Austria

8. Data on yield and soil parameters of three diverse tilled long-term experimental sites in Austria (2018–2022) / A. Tiefenbacher et al. *Scientific Data*. 2025. Vol. 12. Article 821. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-025-05086-6>.
9. Deficit irrigation for sugarbeet under conventional and no-till production / A. Nilahyane et al. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2020. Vol. 3, Issue 1. <https://doi.org/10.1002/agg2.20114>.
10. Dynamics of productive moisture reserves, and water consumption use in short-rotation grain-sugar beet crop rotations in the forest-steppe depending on the fertilization system and soil potential fertility / Y. Makukh et al. *Ecological Engineering & Environmental Technology (EEET)*. 2025. Vol. 26 (6). DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/204338>.
11. Effect of strip-till and variety on yield and quality of sugar beet / D. Górski et al. *Agriculture*. 2022. Vol. 12 (2). Article 166. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12020166>.
12. Effects of crop rotation on sugar beet growth through improving soil physicochemical properties and microbiome / C. Guo et al. *Industrial Crops and Products*. 2024. Vol. 212. Article 118331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118331>.
13. Kluger D. M., Di Tommaso S., Lobell D. B. Evaluating crop rotations around the world using satellite imagery and causal machine learning. *arXiv preprint*. 2025. arXiv:2506.02384. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.02384>.
14. Modeling the effects of crop rotation and tillage on sugarbeet yield and soil nitrate using RZWQM2 / M. J. Anar et al. *Transactions of the ASABE*. 2021. Vol. 64 (2). P. 461–474. DOI: <https://doi.org/10.13031/trans.13752>.
15. Nowicki R., Wilczewski E., Kłosowski M. The timing of sugar beet harvesting significantly influences root and sugar yield. *Agronomy*. 2025. Vol. 15 (3). Article 704. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy15030704>.
16. Overview of techniques for sustainable sugar beet production / Z. Gazdík et al. *International Journal of Plant Production*. 2025. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42106-025-00354-2>.
17. Phelippé-Guinvarc M., Cordier J. Actuarial implications and modeling of yellow virus on sugar beet after EU neonicotinoid ban and future climates. *arXiv preprint*. 2023. arXiv:2310.01869. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.01869>.
18. Soil organic carbon and nitrogen fractions and sugar beet sucrose yield in furrow-irrigated agroecosystems / T. T. Hurisso et al. *Soil Science Society of America Journal*. 2015. Vol. 79 (3). P. 876–888. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2015.02.0073>.
19. Temporal dynamics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) N supply from cover crops differing in biomass quantity and composition / H.-J. Koch et al. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Article 920531. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.920531>.
20. Water use of sugar beet and spring barley in different crop rotations and fertilisation systems in chernozem in Ukraine / Y. Makukh et al. *Scientific Data*. 2025. Vol. 12. Article 821. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-025-05086-6>.
9. Deficit irrigation for sugarbeet under conventional and no-till production / A. Nilahyane et al. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2020. Vol. 3, Issue 1. <https://doi.org/10.1002/agg2.20114>.
10. Dynamics of productive moisture reserves, and water consumption use in short-rotation grain-sugar beet crop rotations in the forest-steppe depending on the fertilization system and soil potential fertility / Y. Makukh et al. *Ecological Engineering & Environmental Technology (EEET)*. 2025. Vol. 26 (6). DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/204338>.
11. Effect of strip-till and variety on yield and quality of sugar beet / D. Górski et al. *Agriculture*. 2022. Vol. 12 (2). Article 166. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12020166>.
12. Effects of crop rotation on sugar beet growth through improving soil physicochemical properties and microbiome / C. Guo et al. *Industrial Crops and Products*. 2024. Vol. 212. Article 118331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118331>.
13. Kluger D. M., Di Tommaso S., Lobell D. B. Evaluating crop rotations around the world using satellite imagery and causal machine learning. *arXiv preprint*. 2025. arXiv:2506.02384. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.02384>.
14. Modeling the effects of crop rotation and tillage on sugarbeet yield and soil nitrate using RZWQM2 / M. J. Anar et al. *Transactions of the ASABE*. 2021. Vol. 64 (2). P. 461–474. DOI: <https://doi.org/10.13031/trans.13752>.
15. Nowicki R., Wilczewski E., Kłosowski M. The timing of sugar beet harvesting significantly influences root and sugar yield. *Agronomy*. 2025. Vol. 15 (3). Article 704. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy15030704>.
16. Overview of techniques for sustainable sugar beet production / Z. Gazdík et al. *International Journal of Plant Production*. 2025. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42106-025-00354-2>.
17. Phelippé-Guinvarc M., Cordier J. Actuarial implications and modeling of yellow virus on sugar beet after EU neonicotinoid ban and future climates. *arXiv preprint*. 2023. arXiv:2310.01869. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.01869>.
18. Soil organic carbon and nitrogen fractions and sugar beet sucrose yield in furrow-irrigated agroecosystems / T. T. Hurisso et al. *Soil Science Society of America Journal*. 2015. Vol. 79 (3). P. 876–888. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2015.02.0073>.
19. Temporal dynamics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) N supply from cover crops differing in biomass quantity and composition / H.-J. Koch et al. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Article 920531. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.920531>.
20. Water use of sugar beet and spring barley in different crop rotations and fertilisation systems in chernozem in Ukraine / Y. Makukh et al. *Scientific*

20. Water use of sugar beet and spring barley in different crop rotations and fertilisation systems in chernozem in Ukraine / Y. Makukh et al. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2023. Vol. 26 (3). P. 04. https://www.researchgate.net/publication/372899878_Water_use_of_sugar_beet_and_spring_barley_in_different_crop_rotations_and_fertilisation_systems_in_chernozem_in_Ukraine/.

Papers. Series A. Agronomy. 2023. Vol. 26 (3). P. 04. https://www.researchgate.net/publication/372899878_Water_use_of_sugar_beet_and_spring_barley_in_different_crop_rotations_and_fertilisation_systems_in_chernozem_in_Ukraine/.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-8

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.16:631.527

**ПЕРСПЕКТИВНІ КОЛЕКЦІЙНІ ЗРАЗКИ
ЯЧМЕНЮ ПОСІВНОГО (ОЗИМОГО)
ЗА УМОВ ПІДВИЩЕНОЇ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ****О. Б. Маренюк, В. Д. Бугайов, Ю. А. Векленко**

Інститут кормів та сільського
господарства Поділля НААН
Проспект Юності, 16, м. Вінниця,
21100

Про авторів:

Олександр МАРЕНЮК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-8981-9244

Василь БУГАЙОВ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-1799-6599

Юрій ВЕКЛЕНКО,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-0560-261X

Для листування:

Василь БУГАЙОВ
e-mail: bugayovvd@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

28 липня 2025 р.

Погоджено до друку:

16 вересня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

Ячмінь – одна з ключових культур, яка має велику питому вагу у зерновому балансі України. Основну частку посівів традиційно займає ячмінь ярий. Щорічно близько 75,0–80,0 % зібраного зерна культури використовується на фуражні цілі. Слід відзначити, що характерною особливістю вирощування ячменю в Україні є низький рівень урожайності. Це обумовлено як суб'єктивними (порушення технології вирощування), так і об'єктивними (глобальні кліматичні зміни) причинами. Останнім часом одним з основних чинників, що стримує підвищення урожайності ячменю виступає підвищена кислотність ґрунтів. Шляхи розв'язання цієї проблеми слід шукати селекційними методами, а саме встановленням генетичних джерел цінних господарських ознак, які надалі будуть використані як вихідний матеріал при створенні нових високопродуктивних сортів з високою генетичною стійкістю проти основних біо- та абіотичних чинників. Мета дослідження – проведення скринінгу колекційних зразків ячменю озимого дворядного за врожайністю зерна та іншими цінними господарськими ознаками в умовах підвищеної кислотності ґрунту для подальшого залучення їх в селекційні програми зі створення нових високопродуктивних сортів. За результатами дослідження виділено кращі зразки різного еколого-географічного походження: Атол (UKR), Епос (UKR), Catherine (DEU) (довжина колосу); Атол (UKR), Конкорд (UKR), Pascal (FRA) (кількість зерен у колосі); Hannelore (AUT), Mascara (FRA), Loreley (DEU), Атлант Миронівський (UKR), Catherine (DEU), Аполлон (UKR), Алекс (UKR) (маса 1000 зерен); Loreley (DEU), Marianne (FRA), Аполлон (UKR), Монро (AUS), Catherine (DEU) (врожайність). Означені зразки рекомендується для подальшого використання в селекційній практиці.

Ключові слова: ячмінь озимий, селекція, колекційні зразки, врожайність, кислотність ґрунту.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Маренюк О. Б., Бугайов В. Д., Векленко Ю. А., 2025

Prospective collection samples of sowing (winter) barley in the conditions of increased soil acidity

Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS
Yunosti avenue, 16, Vinnytsia city, 21100

About authors:

Oleksandr MARENIUK
ORCID: 0000-0002-8981-9244

Vasyl BUHAYOV
ORCID: 0000-0003-1799-6599

Yurii VEKLENKO
ORCID: 0000-0003-0560-261X

For corresponding:

Vasyl BUGAYOV
e-mail: bugayovvd@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

July 28, 2025

Accepted:

September 16, 2025

Published:

September 30, 2025

Barley is one of the key crops, which has a large share in the grain balance of Ukraine. The main share of crops is traditionally occupied by spring barley. Every year, about 75.0–80.0 % of the harvested grain of the crop is used for fodder purposes. It should be noted that a characteristic feature of barley cultivation in Ukraine is the low level of yield. This is due to both subjective (violation of cultivation technology) and objective (global climate change) reasons. Recently, one of the main factors that hinders the increase in barley yield is increased soil acidity. Ways to solve this problem should be sought in breeding methods, namely by establishing genetic sources of valuable economic traits, which will later be used as source material in the creation of new high-yielding varieties with high genetic resistance to the main biotic and abiotic factors. The purpose of the study is to screen collection samples of two-row winter barley for grain yield and other valuable economic characteristics in conditions of increased soil acidity for their further involvement in breeding programs to create new high-yielding varieties. According to the results of the study, the best samples of different ecological and geographical origin were selected: Atol (UKR), Epos (UKR), Catherine (DEU) (ear length); Atol (UKR), Concord (UKR), Pascal (FRA) (number of grains in the ear); Hannelore (AUT), Mascara (FRA), Loreley (DEU), Atlant Myronivskyi (UKR), Catherine (DEU), Apollon (UKR), Alex (UKR) (weight of 1000 grains); Loreley (DEU), Marianne (FRA), Apollon (UKR), Monroe (AUS), Catherine (DEU) (yield). The indicated samples are recommended for further use in breeding practice.

Keywords: winter barley, breeding, collection samples, yield, soil acidity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) – одна з основних сільськогосподарських культур світу, як за поширенням, так і за використанням [15]. Слід зазначити, що у зв'язку з суттєвим потеплінням площі під ячменем озимим зростають [3, 23, 25].

В останні роки (2020–2024 рр.) в Україні при значному скороченні площі посівів ячменю в їх структурі також значно зросла частка озимого (57,0–60,0 %). У 2024 р. загальна площа посіву ячменю складала 1,399 млн га, в тому числі озимого – 0,834 млн га [4].

Маючи досить високий рівень урожайності – потенціал є не використаним як через об'єктивні, так і через суб'єктивні причини. Одним з таких чинників виступає підвищена кислотність ґрунтів. Як відомо, ячмінь найбільше чутливий до впливу даного фактору [8].

В Україні кожен четвертий гектар ґрунту кислий, а в зоні Лісостепу майже кожен другий (49,7–47,4 %). Особливо великі площі (52,1–65,0 %) таких ґрунтів у Вінницькій, Черкаській, Тернопільській і Хмельницькій областях [11]. Втрати врожаю на кислих ґрунтах можуть становити 20,0–40,0 % [1, 18, 24]. За таких умов дуже важливе значення має підвищена адаптивна реакція вихідного матеріалу на умови вирощування [13, 30]. Широке застосування такої оцінки відмічено в селекції зернових, зернобобових, технічних культур [7, 10, 28] та люцерни [16, 22, 29].

Ефективність селекційної роботи з ячменем (*Hordeum vulgare* L.) насамперед залежить від знань і використання наявної мінливості зародкової плазми [2, 19], адже знання генетичного різноманіття є

важливим для розробки відповідних критеріїв відбору в програмах селекції [26]. Створення нових високопродуктивних сортів залежить від методів селекції та якості вихідного матеріалу. Ефективне використання колекційних зразків ячменю озимого потребує розширення досліджень зародкової плазми різного еколого-географічного походження [12, 14, 27]. Цілеспрямований аналіз колекційного матеріалу дозволяє селекціонерам використовувати все різноманіття ознак у селекційному процесі [20, 21].

Матеріали і методи. Дослідження проводили на дослідних полях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН з наступними агрохімічними показниками орного шару на глибині 0–30 см: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,2–2,3 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 7,0–7,8 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чіриковим) – 10,0–14,4 і 8,4–11,0 мг/100 г ґрунту відповідно. Реакція ґрунтового розчину кисла (рН 4,8–4,9). Гідролітична кислотність у межах 3,6–3,7 мг-екв. на 100 г ґрунту. Сума ввібраних основ складає в середньому 9,8–12,6 мг-екв. на 100 г ґрунту при ступені насиченості основами 75,0–80,0 %. Посіви ячменю озимого розміщували за схемою семипільної

селекційної сівозміни, попередник – гірчиця біла. Технологія вирощування типова для зони Лісостепу.

Як матеріал для дослідження використано 19 колекційних зразків ячменю посівного (озимого) дворядного (різновидність *nutans*) різного еколого-географічного походження. Сівбу проводили в II декаді жовтня тракторною порційною сівалкою СКС-6-10, облікова площа дослідної ділянки становила 5 м². Повторність – триразова. Розміщення систематичне. Збирання врожаю проводили в I декаді липня. Польові дослідження, обліки, спостереження проводили згідно з методичними вказівками [5, 20].

Обробку експериментальних даних та визначення їх статистичної вірогідності здійснювали за допомогою Microsoft Excel.

Гідротермічні умови 2023–2024 рр. наведено на рисунку 1 та 2. Вегетаційні періоди ячменю озимого впродовж трьох досліджуваних років (2022–2024 та 2023–2024) характеризувалися переважно підвищеними температурами та нерівномірним розподілом опадів, що мало відповідний вплив на ріст, розвиток і формування врожайності ячменю посівного (озимого).

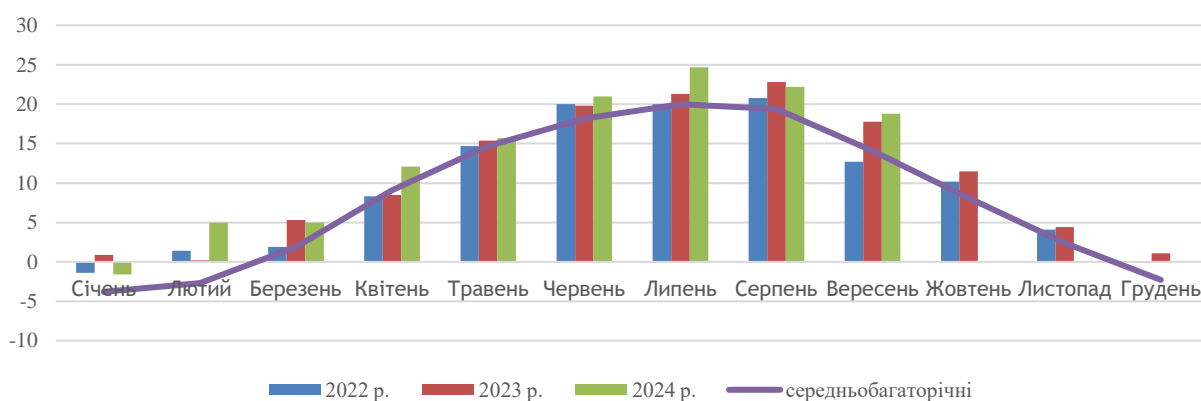


Рис. 1. Температурний режим (°C) за вегетаційний період ячменю озимого (2022–2024 рр.)

Впродовж вегетаційного періоду (жовтень 2022 – липень 2023 рр.) температурний режим характеризувався в основному вищими показниками за

середньобагаторічну норму. Осінньо-зимовий період виявився безморозним: у листопаді – 4,4 °C, грудні – 1,1 °C, січні – 0,9 °C, лютому – 0,2 °C, що на 2,0–4,0 °C

перевищувало багаторічні значення. Весна також була тепліша за норму: березень – 5,3 °C; квітень – 8,5 °C; травень – 15,4 °C. Середня температура в літні місяці

складала: у червні – 19,2 °C, липні – 21,3 °C, що на 2,8 та 3,3 °C відповідно більше за середньобагаторічний показник.

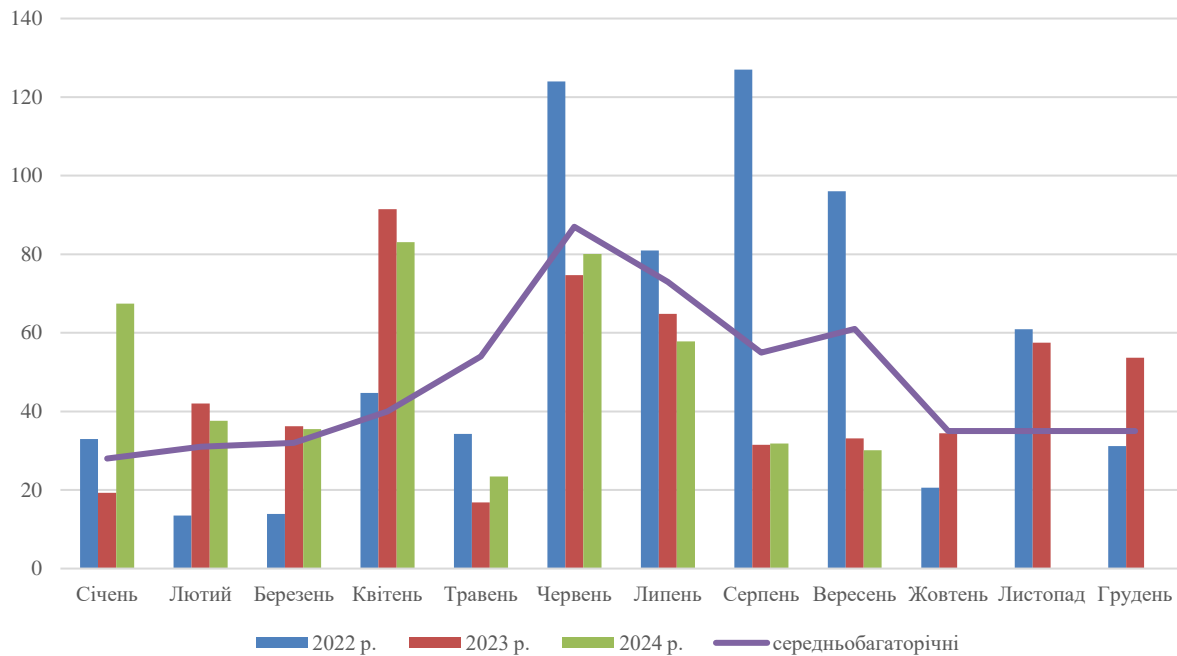


Рис. 2. Сума опадів (мм) за вегетаційний період ячменя озимого (2022–2024 рр.)

В цілому температурні умови першого року досліджень були сприятливими для проходження основних фаз органогенезу та збирання врожаю. Кількість опадів була неоднозначною: достатнє зволоження восени 2022 р. (207,5 мм) та весною 2023 р. (у квітні) – 92,3 мм при нормі 48,0 мм, але суттєвий дефіцит у травні – лише 16,8 мм проти норми 61,0 мм. У червні випало 74,7 мм, що дещо більше за середньобагаторічне значення. Посушливий травень – 16,8 мм при нормі 48,0 мм. В період збирання (в I декаді липня) спостерігалась суха погода.

У другому вегетаційному періоді (жовтень 2023 – липень 2024 рр.) температурний режим характеризувався значно вищими показниками порівняно із середньобагаторічними даними. Жовтень 2023 р. був теплим – 11,5 °C, як і листопад – 4,4 °C та грудень – 1,1 °C. Зимовий період 2023–2024 рр. був аномально теплим: у січні – -1,6 °C (норма – 3,8 °C), а в лютому – 5,0 °C, що

перевищувало середній показник на 7,7 °C. Весняні місяці також були теплими: березень – 5,0 °C, квітень – 12,1 °C, травень – 15,7 °C. Влітку температура досягла 21,0 °C у червні та 24,7 °C у липні.

За кількістю опадів восени спостерігалось рівномірне забезпечення вологою: жовтень – 27,8 мм, листопад – 57,5 мм. Весною випадала також достатня кількість опадів, окрім травня – 23,4 мм при середньобагаторічній нормі 61,0 мм. У червні випало 80,1 мм, при середньобагаторічному показнику 74,0 мм. У період збирання – в I декаді липня спостерігалась помірно суха погода.

Результати та обговорення. За результатами досліджень, проведених у 2023–2024 рр. встановлено, що колекційні зразки сортів ячменю озимого значно різнилися за висотою рослини. Даний показник становив від 54,0 см у сорту Mascara (FRA) до 104,3 см у сорту Алекс (UKR). Середнє значення висоти рослин – 76,82 см (табл. 1).

Вилягання – один з основних чинників зниження врожайності сортів ячменю. Слід зазначити, що всі дослідні зразки мали високу стійкість до вилягання

(7–9 балів). На нашу думку, при створенні сортів слід орієнтуватися на висоту рослини в межах 70,0–90,0 см.

1. Висота рослин ячменю озимого в колекційному розсаднику у 2023–2024 рр.

| Назва колекційного зразка | Висота рослини, см | | | |
|---------------------------|--------------------|---------|--------------------------|-------------|
| | 2023 р. | 2024 р. | Середнє за 2023–2024 рр. | +/- до СМР* |
| Аполлон (UKR) | 71,3 | 85,0 | 78,2 | +1,7 |
| Атлант Миронівський (UKR) | 61,7 | 78,0 | 69,9 | -6,6 |
| Марфа (UKR) | 79,3 | 87,7 | 83,5 | +7,0 |
| Атол (UKR) | 94,0 | 93,7 | 93,9 | +17,4 |
| Епос (UKR) | 93,3 | 96,0 | 94,7 | +18,2 |
| Алекс (UKR) | 86,0 | 104,3 | 95,2 | +18,7 |
| Конкорд (UKR) | 71,0 | 87,3 | 79,2 | +2,7 |
| Фрегат (UKR) | 69,3 | 83,7 | 76,5 | 0,0 |
| Wintmalt (DEU) | 61,3 | 63,3 | 62,3 | -14,2 |
| Loreley (DEU) | 70,3 | 75,3 | 72,8 | -3,7 |
| Catherine (DEU) | 68,0 | 78,3 | 73,2 | -3,3 |
| Existenz (DEU) | 65,3 | 77,3 | 71,3 | -5,2 |
| Marianne (FRA) | 70,0 | 85,7 | 77,9 | +1,4 |
| Mascara (FRA) | 54,0 | 74,0 | 64,0 | -12,5 |
| Pascal (FRA) | 65,7 | 81,0 | 73,4 | -3,1 |
| Hannelore (AUT) | 61,3 | 69,3 | 65,3 | -11,2 |
| Арканда (AUT) | 64,3 | 76,0 | 70,2 | -6,3 |
| Novosadkii 565 (SRB) | 57,0 | 79,0 | 68,0 | -8,5 |
| Монро (AUS) | 81,3 | 88,7 | 85,0 | +8,5 |
| СМР* | 70,8 | 82,3 | 76,5 | |
| НІР _{0,05} | 3,5 | 4,1 | | |

Примітка: *СМР – середній міжпопуляційний рівень.

Довжина колосу має суттєвий вплив на продуктивність сорту. Досліджувані зразки ячменю озимого мали значну диференціацію за довжиною колосу. В

середньому за роки досліджень вона варіювала від 7,0 см у сортів Атлант Миронівський (UKR) та Лад (UKR) до 10,8 см у сорту Атол (UKR) (табл. 2).

2. Довжина колосу рослин ячменю озимого в колекційному розсаднику у 2023–2024 рр.

| Назва колекційного зразка | Довжина колосу, см | | | |
|---------------------------|--------------------|---------|--------------------------|------------|
| | 2023 р. | 2024 р. | Середнє за 2023–2024 рр. | +/- до СМР |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Аполлон (UKR) | 7,8 | 9,0 | 8,4 | -0,5 |
| Атлант Миронівський (UKR) | 7,0 | 7,7 | 7,4 | -1,5 |
| Марфа (UKR) | 9,0 | 9,3 | 9,2 | +0,3 |
| Атол (UKR) | 9,8 | 10,8 | 10,3 | +1,4 |
| Епос (UKR) | 9,0 | 10,7 | 9,9 | +1,0 |
| Алекс (UKR) | 9,5 | 9,2 | 9,4 | +0,5 |
| Конкорд (UKR) | 9,2 | 9,0 | 9,1 | +0,2 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|------|------|-----|------|
| Фрегат (UKR) | 9,0 | 8,7 | 8,9 | 0,0 |
| Wintmalt (DEU) | 9,5 | 8,8 | 9,2 | +0,3 |
| Loreley (DEU) | 8,0 | 9,5 | 8,8 | -0,1 |
| Catherine (DEU) | 9,8 | 9,7 | 9,8 | +0,9 |
| Existenz (DEU) | 7,5 | 8,2 | 7,9 | -1,0 |
| Marianne (FRA) | 8,2 | 8,2 | 8,2 | -0,7 |
| Mascara (FRA) | 7,8 | 9,2 | 8,5 | -0,4 |
| Pascal (FRA) | 7,8 | 9,8 | 8,8 | -0,1 |
| Hannelore (AUT) | 8,5 | 10,5 | 9,5 | +0,6 |
| Арканда (AUT) | 9,2 | 9,7 | 9,5 | +0,6 |
| Novosadkii 565 (SRB) | 8,0 | 8,0 | 8,0 | -0,9 |
| Монро (AUS) | 7,3 | 9,2 | 8,3 | -0,6 |
| СМР | 8,5 | 9,2 | 8,9 | |
| НІР _{0,05} | 0,41 | 0,43 | | |

Високі середні показники довжини колосу відмічено в Атол (UKR) – 10,3 см, Епос (UKR) – 9,85, Catherine (DEU) – 9,75. Кількість зерен у колосі, або озерненість колосу залежить від типу колосу, який формує рослина. Даний показник має

високий вплив на зернову продуктивність [29]. За результатами нашого дослідження найбільшу кількість зерен у колосі формували зразки: Атол (UKR) – 27,5 шт., Конкорд (UKR) – 27,0 шт. та Pascal (FRA) – 27,0 шт. (табл. 3).

3. Кількість зерен у колосі рослин ячменю озимого в колекційному розсаднику у 2023–2024 рр.

| Назва колекційного зразка | Кількість зерен у колосі, шт. | | | |
|---------------------------|-------------------------------|---------|--------------------------|------------|
| | 2023 р. | 2024 р. | Середнє за 2023–2024 рр. | +/- до СМР |
| Аполлон (UKR) | 24,7 | 26,7 | 25,7 | +0,1 |
| Атлант Миронівський (UKR) | 22,0 | 26,0 | 24,0 | -1,6 |
| Марфа (UKR) | 23,3 | 24,7 | 24,0 | -1,6 |
| Атол (UKR) | 26,7 | 28,3 | 27,5 | +1,9 |
| Епос (UKR) | 23,3 | 28,7 | 26,0 | +0,4 |
| Алекс (UKR) | 25,3 | 27,3 | 26,3 | +0,7 |
| Конкорд (UKR) | 26,0 | 28,0 | 27,0 | +1,4 |
| Фрегат (UKR) | 25,3 | 28,0 | 26,7 | +1,1 |
| Wintmalt (DEU) | 26,7 | 24,0 | 25,4 | -0,2 |
| Loreley (DEU) | 24,0 | 28,0 | 26,0 | +0,4 |
| Catherine (DEU) | 25,3 | 26,7 | 26,0 | +0,4 |
| Existenz (DEU) | 24,0 | 26,3 | 25,2 | -0,4 |
| Marianne (FRA) | 22,7 | 26,0 | 24,4 | -1,2 |
| Mascara (FRA) | 23,3 | 26,3 | 24,8 | -0,8 |
| Pascal (FRA) | 25,3 | 28,7 | 27,0 | +1,4 |
| Hannelore (AUT) | 22,7 | 25,7 | 24,2 | -1,4 |
| Арканда (AUT) | 24,0 | 29,3 | 26,7 | +1,1 |
| Novosadkii 565 (SRB) | 22,0 | 24,0 | 23,0 | -2,6 |
| Монро (AUS) | 22,0 | 29,7 | 25,9 | +0,3 |
| СМР | 24,1 | 27,0 | 25,6 | |
| НІР _{0,05} | 1,25 | 1,42 | | |

Маса 1000 зерен є важливим елементом, який суттєво пов'язаний з урожайністю. Вирішальне значення на формування зерна з високою масою 1000 зерен мають умови вирощування, опади й температура повітря в період наливу зерна, а також біологічні особливості сорту. Стабільність маси

1000 зерен відображає стійкість рослин до екстремальних умов.

Вивчені дослідні зразки ячменю озимого мали велике різноманіття за масою 1000 зерен. В середньому за роки досліджень дана ознака коливалась від 49,6 г у сорту Фрегат (UKR) до 62,8 г у сорту Hannelore (AUT) (табл. 4).

4. Маса 1000 зерен колекційних зразків ячменю озимого у 2023–2024 рр.

| Назва колекційного зразка | Маса 1000 зерен, г | | | |
|---------------------------|--------------------|---------|--------------------------|-----------|
| | 2023 р. | 2024 р. | Середнє за 2023–2024 рр. | +/-до СМР |
| Аполлон (UKR) | 58,8 | 61,0 | 59,9 | +2,8 |
| Атлант Миронівський (UKR) | 60,0 | 60,6 | 60,3 | +3,2 |
| Марфа (UKR) | 54,8 | 55,0 | 54,9 | -2,2 |
| Атол (UKR) | 60,0 | 59,0 | 59,5 | +2,4 |
| Епос (UKR) | 58,0 | 57,4 | 57,7 | +0,6 |
| Алекс (UKR) | 60,0 | 59,8 | 59,9 | +2,8 |
| Конкорд (UKR) | 50,4 | 51,2 | 50,8 | -6,3 |
| Фрегат (UKR) | 49,6 | 51,6 | 50,6 | -6,5 |
| Wintmalt (DEU) | 54,0 | 57,4 | 55,7 | -1,4 |
| Loreley (DEU) | 60,0 | 61,8 | 60,9 | +3,8 |
| Catherine (DEU) | 60,4 | 59,6 | 60,0 | +2,9 |
| Existenz (DEU) | 54,8 | 54,2 | 54,5 | -2,6 |
| Marianne (FRA) | 53,2 | 54,6 | 53,9 | -3,2 |
| Mascara (FRA) | 60,0 | 61,8 | 60,9 | +3,8 |
| Pascal (FRA) | 52,8 | 57,8 | 55,3 | -1,8 |
| Hannelore (AUT) | 62,8 | 61,7 | 62,3 | +5,2 |
| Арканда (AUT) | 56,0 | 56,0 | 56,0 | -1,1 |
| Novosadkii 565 (SRB) | 57,6 | 54,4 | 56,0 | -1,1 |
| Монро (AUS) | 55,6 | 59,2 | 57,4 | +0,3 |
| СМР | 56,8 | 57,6 | 57,1 | +2,8 |
| НІР _{0,05} | 2,8 | 2,8 | | |

Слід зазначити, що більшість сортів, які були представлені у досліді мали високі середні показники маси 1000 зерен, зокрема: Hannelore (AUT) – 62,25 г, Mascara (FRA) – 60,9, Loreley (DEU) – 60,9, Атлант Миронівський (UKR) – 60,3, Catherine (DEU) – 60,0, Аполлон (UKR) – 59,9, Алекс (UKR) – 59,9 г та інші [6].

Урожайність ячменю озимого залежить від багатьох факторів, перш за все, від зовнішніх умов. Велике значення має також генетична природа сорту, яка дозволяє в оптимальних умовах реалізувати

максимальний продуктивний потенціал.

Досліджувані зразки ячменю озимого мали значну диференціацію за продуктивністю. В середньому за роки досліджень даний показник становив від 4,14 т/га у сорту Арканда (AUT) до 7,66 т/га у сорту Loreley (DEU) (табл. 5).

Високий середній рівень урожайності встановлено у наступних сортів: Loreley (DEU) – 7,62 т/га, Marianne (FRA) – 7,37, Аполлон (UKR) – 7,05, Монро (AUS) – 7,0 та Catherine (DEU) – 6,96 т/га.

5. Урожайність колекційних зразків ячменю озимого у 2023–2024 рр.

| Назва колекційного зразка | Урожайність, кг/м ² | | | |
|---------------------------|--------------------------------|---------|--------------------------|------------|
| | 2023 р. | 2024 р. | Середнє за 2023–2024 рр. | +/- до СМР |
| Аполлон (UKR) | 6,9 | 7,2 | 7,1 | +1,2 |
| Атлант Миронівський (UKR) | 5,9 | 6,2 | 6,1 | +0,2 |
| Марфа (UKR) | 5,4 | 5,7 | 5,6 | -0,3 |
| Атол (UKR) | 5,2 | 5,4 | 5,3 | -0,6 |
| Епос (UKR) | 4,9 | 5,2 | 5,0 | -0,9 |
| Алекс (UKR) | 5,0 | 5,3 | 5,2 | -0,7 |
| Конкорд (UKR) | 5,2 | 5,4 | 5,3 | -0,6 |
| Фрегат (UKR) | 5,9 | 6,2 | 6,1 | +0,2 |
| Wintmalt (DEU) | 5,9 | 6,2 | 6,1 | +0,2 |
| Loreley (DEU) | 7,6 | 7,7 | 7,6 | +1,7 |
| Catherine (DEU) | 6,8 | 7,1 | 7,0 | +1,1 |
| Existenz (DEU) | 4,2 | 4,4 | 4,3 | -1,6 |
| Marianne (FRA) | 7,4 | 7,3 | 7,4 | +1,5 |
| Mascara (FRA) | 5,7 | 5,9 | 5,8 | -0,1 |
| Pascal (FRA) | 5,9 | 6,2 | 6,1 | +0,2 |
| Hannelore (AUT) | 5,8 | 6,0 | 5,9 | 0,0 |
| Арканда (AUT) | 4,1 | 4,5 | 4,3 | -1,6 |
| Novosadkii 565 (SRB) | 5,8 | 6,1 | 5,9 | 0,0 |
| Монро (AUS) | 6,9 | 7,1 | 7,0 | +1,1 |
| СМР | 5,8 | 6,1 | 5,9 | |
| НІР _{0,05} | 0,3 | 0,3 | | |

Висновки. За результатами дослідження виділено перспективні колекційні зразки сортів ячменю посівного (озимого) дворядного за окремими та комплексом цінних господарських ознак,

які можна рекомендувати до залучення як вихідний матеріал в селекційні програми для створення високопродуктивних сортів за умов підвищеної кислотності ґрунту.

Список використаної літератури

1. Бугайов В., Горенський В. Екологічна адаптивність зародкової плазми люцерни різного еколого-географічного походження в умовах підвищеної кислотності ґрунту. *Корми та кормовиробництво*. 2023. Вип. 96. С. 19–29. doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-02.
2. Буняк Н. М. Оцінка колекційних зразків ячменю ярого за комплексом цінних господарських ознак в умовах Носівської селекційно-дослідної станції. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 1. С. 7–17. DOI: <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-1-7-17>.
3. Генетичні джерела врожайності та стабільності для селекції ячменю озимого в Лісостепу України / В. М. Гудзенко та ін. *Plant breeding and seed production*. 2025. Вип. 21. № 1. С. 25–38. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.1.2025.327499>.
4. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvzu_reg.htm.
5. Єщенко В. О., Копитко П. Х., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія.

References

1. Buhaiov V., Horenskyi V. Ecological adaptability of alfalfa germplasm of different ecological and geographical origins in conditions of increased soil acidity. *Kormy ta kormovyrobnytstvo*. 2023. Issue 96. P. 19–29. doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-02.
2. Buniak N. M. Evaluation of spring barley collection samples according to a complex of valuable economic traits in the conditions of the Nosivka breeding and research station. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2023. No. 1. P. 7–17. DOI: [10.32782/2310-0478-2023-1-7-17](https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-1-7-17).
3. Genetic sources of yield and stability for winter barley breeding in the Forest-Steppe of Ukraine / V. M. Hudzenko et al. *Plant breeding and seed production*. 2025. Issue 21. No. 1. P. 25–38. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.1.2025.327499>.
4. State Statistics Service of Ukraine. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvzu_reg.htm.
5. Yeshchenko V. O., Kopytko P. Kh., Opryshko V. P. Fundamentals of scientific research in

2005. 288 с.

6. Ідентифікація генетичних джерел підвищеного та стабільного рівня прояву маси 1000 зерен ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) / В. М. Гудзенко та ін. *Агроекологічний журнал*. 2021. Вип. 3. С. 82–90. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240325>.

7. Мазур О., Мазур О. Пластичність та стабільність сортів звичайної квасолі за технологією. *Сільське та лісове господарство*. 2024. Вип. 32. № 1. С. 93–108. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-1>.

8. Маренюк О. Б., Корнійчук О. В., Дорошчук В. О. Основні результати та перспективи селекції ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунтів. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 35–45. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/287/222>.

9. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур / За ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. Вип. 2. 68 с.

10. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну адаптивність : монографія / В. В. Базалій та ін. 2024. 244 с.

11. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / за ред. Балюка С. А., Медведєва В. В., Тараріко О. Г. та ін. Київ, 2010. С. 16–22. https://www.iogu.gov.ua/literature/periodically/1_2010.pdf.

12. Оцінка продуктивності сортів ячменю озимого в умовах Карпатського регіону / М. І. Терлецька та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72. № 1. С. 76–90. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(72\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(72)-1-6).

13. Abdelghany A. M., Lamtom, S. F., Naser M. Dissecting the resilience of barley genotypes under multiple adverse environmental conditions. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. No. 1. P. 1–17.

14. Advancing the conservation and utilization of barley genetic resources: Insights into germplasm management and breeding for sustainable agriculture / A. Visoni et al. *Plants*. 2023. 12 (18), 3186. <https://doi.org/10.3390/plants12183186>.

15. Barley2035: A decadal vision for barley research and breeding / C. Jiang et al. *Molecular Plant*. 2025. Vol. 18. Issue 2. P. 195–218. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2024.12.009>.

16. Crops of alfalfa genotypes in the soil with very low and very toxic concentrations of mobile aluminium / Au. Liatukiene et al. *Cogent Food & Agriculture*. 2024. Vol. 10. No. 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2294543>.

17. Determinants of grain number responding to environmental and genetic factors in two-and six-rowed barley types / R. A. Serrago et al. *Field Crops Research*. 2023. Vol. 302. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109073>.

18. Ecological plasticity and stability of promising lines of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in terms of yield / Y. A. Kuzmenko et al. *Plant varieties studying and protection*. 2023. Vol. 18. No. 4. P. 242–250.

agronomy. Kyiv : Diia. 2005. 288 p.

6. Identification of genetic sources of increased and stable level of manifestation of 1000-grain mass of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) / V. M. Hudzenko et al. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2021. Issue 3. P. 82–90. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240325>.

7. Mazur O., Mazur O. Plasticity and stability of common bean varieties by technology. *Silske ta lisove hospodarstvo*. 2024. Issue 32. No. 1. P. 93–108. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-1>.

8. Mareniuk O. B., Korniihuk O. V., Doroshchuk V. O. Main results and prospects of spring barley breeding in conditions of increased soil acidity. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2020. Issue 89. P. 35–45. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/287/222>.

9. Methodology of state variety testing of agricultural crops / Za red. V. V. Volkodava. Kyiv, 2001. Issue 2. 68 p.

10. Scientific foundations of winter wheat breeding for agroecological adaptability : monograph / V. V. Bazalii et al. 2024. 244 p.

11. National report on the state of soil fertility in Ukraine / za red. Baliuka S. A., Medvedieva V. V., Tarariko O. H. et al. Kyiv, 2010. P. 16–22. [iogu.gov.ua/literature/periodically/1_2010.pdf](https://www.iogu.gov.ua/literature/periodically/1_2010.pdf).

12. Assessment of the productivity of winter barley varieties in the conditions of the Carpathian region / M. I. Terletska et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2022. Issue 72. No. 1. P. 76–90. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(72\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(72)-1-6).

13. Abdelghany A. M., Lamtom, S. F., Naser M. Dissecting the resilience of barley genotypes under multiple adverse environmental conditions. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. No. 1. P. 1–17.

14. Advancing the conservation and utilization of barley genetic resources: Insights into germplasm management and breeding for sustainable agriculture / A. Visoni et al. *Plants*. 2023. 12 (18), 3186. <https://doi.org/10.3390/plants12183186>.

15. Barley2035: A decadal vision for barley research and breeding / C. Jiang et al. *Molecular Plant*. 2025. Vol. 18. Issue 2. P. 195–218. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2024.12.009>.

16. Crops of alfalfa genotypes in the soil with very low and very toxic concentrations of mobile aluminium / Au. Liatukiene et al. *Cogent Food & Agriculture*. 2024. Vol. 10. No. 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2294543>.

17. Determinants of grain number responding to environmental and genetic factors in two-and six-rowed barley types / R. A. Serrago et al. *Field Crops Research*. 2023. Vol. 302. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109073>.

18. Ecological plasticity and stability of promising lines of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in terms of yield / Y. A. Kuzmenko et al. *Plant varieties studying and protection*. 2023. Vol. 18. No. 4. P. 242–250. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985>.

<https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985>.

19. Genetic diversity among barley accessions based in morpho – agronomical characteristics under irrigation in the Brazilian savannah / V. A. Monteiro et al. *AJCS*. 2020. Vol. 14. No. 9. P. 1385–1393. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.09.p2281>.

20. Genetic diversity and population structure of Serbian barley (*Hordeum vulgare* L.) collection during a 40-year long breeding period / L. Brbaklić et al. *Agronomy*. 2021. 11 (1). 118. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010118>.

21. Genetic sources of yield and stability for winter barley breeding under conditions of the Ukrainian Forest – Steppe / V. M. Hudzenko et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2025. Vol. 21. No. 1. P. 25–38. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.1.2025.327499>.

22. Genotypes variation of *Medicago sativa* (L.) seed yield components in acid soil under conditions of cross – fertilization / Z. Lakic et al. *Genetika*. 2022. Vol. 54. Issue 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.2298/genstr22010011>.

23. Heil K., Gerl S., Schmidhalter U. Sensitivity of winter barley yield to climate variability in a Pleistocene loess area. *Climate*. 2021. Vol. 9. Issue 7. P. 1–16. <https://doi.org/10.3390/cli9070112>.

24. Kochian L. V., Hoekenga O. A., Piñeros M. A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2004. Vol. 55. P. 459–493.

25. Optimizing nitrogen use efficiency and yield in winter barley: a three – year study of fertilization systems in southern Germany / M. Mittermayer et al. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15. Issue 1. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/app15010391>.

26. Saroei E., Cheghamirza K., Zarei L. Genetic diversity of characteristics in barley cultivars. *Genetika*. 2017. Vol. 49. No. 2. P. 495–510. <https://doi.org/10.2298/GENSR1702495S>.

27. Sieling K., Kage H. Winter barley grown in a long-term field trial with a large variation in N supply: Grain yield, Yield components, protein concentration and their trends. *European Journal of Agronomy*. 2022. Vol. 136. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126505>.

28. Spriazhka R., Zhemoida V. Environmental plasticity and stability of corn hybrids during selection for grain quality. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2022. Vol. 18. No. 5. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.05.007>.

29. The influence of hydrothermal factors on feed and seed productivity of alfalfa in conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine / V. Petrychenko et al. *Plant and soil science*. 2022. Vol. 13. No. 3. [https://doi.org/10.31548/agr.13\(3\).2022.49-59](https://doi.org/10.31548/agr.13(3).2022.49-59).

30. Yiğit A., Chmielewski F. M. A deeper insight into the yield formation of winter and spring barley in relation to weather and climate variability. *Agronomy*, 2024. Vol. 14. No. 7. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071503>.

19. Genetic diversity among barley accessions based in morpho – agronomical characteristics under irrigation in the Brazilian savannah / V. A. Monteiro et al. *AJCS*. 2020. Vol. 14. No. 9. P. 1385–1393. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.09.p2281>.

20. Genetic diversity and population structure of Serbian barley (*Hordeum vulgare* L.) collection during a 40-year long breeding period / L. Brbaklić et al. *Agronomy*. 2021. 11 (1). 118. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010118>.

21. Genetic sources of yield and stability for winter barley breeding under conditions of the Ukrainian Forest – Steppe / V. M. Hudzenko et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2025. Vol. 21. No. 1. P. 25–38. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.1.2025.327499>.

22. Genotypes variation of *Medicago sativa* (L.) seed yield components in acid soil under conditions of cross – fertilization / Z. Lakic et al. *Genetika*. 2022. Vol. 54. Issue 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.2298/genstr22010011>.

23. Heil K., Gerl S., Schmidhalter U. Sensitivity of winter barley yield to climate variability in a Pleistocene loess area. *Climate*. 2021. Vol. 9. Issue 7. P. 1–16. <https://doi.org/10.3390/cli9070112>.

24. Kochian L. V., Hoekenga O. A., Piñeros M. A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2004. Vol. 55. P. 459–493.

25. Optimizing nitrogen use efficiency and yield in winter barley: a three – year study of fertilization systems in southern Germany / M. Mittermayer et al. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15. Issue 1. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/app15010391>.

26. Saroei E., Cheghamirza K., Zarei L. Genetic diversity of characteristics in barley cultivars. *Genetika*. 2017. Vol. 49. No. 2. P. 495–510. <https://doi.org/10.2298/GENSR1702495S>.

27. Sieling K., Kage H. Winter barley grown in a long-term field trial with a large variation in N supply: Grain yield, Yield components, protein concentration and their trends. *European Journal of Agronomy*. 2022. Vol. 136. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126505>.

28. Spriazhka R., Zhemoida V. Environmental plasticity and stability of corn hybrids during selection for grain quality. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2022. Vol. 18. No. 5. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.05.007>.

29. The influence of hydrothermal factors on feed and seed productivity of alfalfa in conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine / V. Petrychenko et al. *Plant and soil science*. 2022. Vol. 13. No. 3. [https://doi.org/10.31548/agr.13\(3\).2022.49-59](https://doi.org/10.31548/agr.13(3).2022.49-59).

30. Yiğit A., Chmielewski F. M. A deeper insight into the yield formation of winter and spring barley in relation to weather and climate variability. *Agronomy*, 2024. Vol. 14. No. 7. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071503>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-9

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.854.78: 631.81.095.337

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ
ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ****В. Д. Паламарчук, В. Ю. Кричковський**

¹Вінницький національний аграрний
університет
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця,
Вінницька обл., 21008

Про авторів:

Віталій ПАЛАМАРЧУК,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-4906-3761

Вадим КРИЧКОВСЬКИЙ,
доктор філософії з агрономії
ORCID: 0000-0003-4415-0708

Для листування:

Віталій ПАЛАМАРЧУК
e-mail: vd-palamarchuk@ukr.net

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

21 серпня 2025 р.

Погоджено до друку:

27 серпня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

В статті приведені результати вивчення впливу позакореневих підживлень рослин регулятором росту Архітект на прояв господарсько-цінних ознак та урожайності гібридів соняшнику різних груп стиглості. Дослідження проводились впродовж 2022 та 2023 років на дослідному полі ТОВ «Органік-Д», на сірих лісових ґрунтах, легкосуглинкового механічного складу. Результатами проведених досліджень встановлено, що внесення регулятора росту рослин Архітект впливало на тривалість фенологічних фаз, висоту рослин, рівень забур'яненості та урожайність досліджуваних гібридів соняшнику в умовах Лісостепу України. Встановлено, що тривалість періодів вегетації змінювалася залежно від біологічних особливостей гібридів і погодних умов років досліджень. Використання регулятора росту Архітект у фазу 6–7 листків сприяло подовженню окремих фенологічних фаз на 1–2 доби та в середньому подовженню вегетаційного періоду на 2,2 доби. Позакореневе підживлення забезпечило підвищення висоти рослин у фазу утворення кошика на 2,1 см, а у фазу цвітіння – на 8,1 см, що зумовило зростання конкурентоспроможності посівів відносно бур'янів. Кількість малорічних бур'янів у посівах зменшувалася на 0,5–1,1 шт./м², багаторічних – на 0,4–0,9 шт./м² порівняно з контролем. Урожайність гібридів соняшнику варіювала залежно від погодних умов: у 2023 р. вона становила 3,52 т/га, у 2022 р. – 3,23 т/га. Використання регулятора росту Архітект сприяло приросту урожайності на 0,23 т/га, що у середньому по досліді становило – 3,49 т/га проти 3,27 т/га на контролі. Отримані результати свідчать про доцільність застосування регулятора росту Архітект у технологія вирощування соняшнику з метою підвищення продуктивності культури та ефективності використання агрофітоценозу.

Ключові слова: соняшник, регулятор росту, насіння, ріст і розвиток, гібрид, забур'яненість, позакореневе підживлення, мікроелементи, продуктивність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Паламарчук В. Д., Кричковський В. Ю., 2025

Productivity of sunflower hybrids depends on foliar fertilization

¹Vinnitsia National Agrarian University
Soniachna st., 3, Vinnitsia city,
Vinnitsia Region, 21008

About authors:

Vitalii PALAMARCHUK
ORCID: 0000-0002-4906-3761

Vadym KRYCHKOVSKIY
ORCID: 0000-0003-4415-0708

For corresponding:

Vitalii PALAMARCHUK
e-mail: vd-palamarchuk@ukr.net

Funding information:

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:

August 21, 2025

Accepted:

August 27, 2025

Published:

September 30, 2025

The article presents the results of studying the effect of foliar application of the plant growth regulator Architect on the expression of economically valuable traits and yield of sunflower hybrids of different maturity groups. The research was conducted during 2022 and 2023 on the experimental fields of Organic-D LLC on grey forest soils of light loamy texture. The results of the conducted research demonstrated that the application of the plant growth regulator Architect influenced the duration of phenological phases, plant height, weed infestation, and the yield of the studied sunflower hybrids under the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine. It was found that the duration of the vegetation periods varied depending on the biological characteristics of the hybrids and the weather conditions of the study years. Foliar application of Architect at the 6–7 leaf stage contributed to the extension of certain phenological phases by 1–2 days and, on average, prolonged the growing period by 2.2 days. Foliar feeding increased plant height at the head formation stage by 2.1 cm and at the flowering stage by 8.1 cm, which enhanced the competitiveness of crops against weeds. The number of annual weeds in the stands decreased by 0.5–1.1 plants/m², and perennial weeds by 0.4–0.9 plants/m² compared to the control. Sunflower yield varied depending on weather conditions: in 2023 it reached 3.52 t/ha, while in 2022 it was 3.23 t/ha. The use of Architect resulted in a yield increase of 0.23 t/ha, with the average across the experiment being 3.49 t/ha compared to 3.27 t/ha in the control. The obtained results confirm the feasibility of applying the growth regulator Architect in sunflower cultivation technologies to improve crop productivity and the efficiency of agrophytocenosis utilization.

Keywords: sunflower, growth regulator, seeds, growth and development, hybrid, weed infestation, foliar fertilization, micronutrients, productivity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Соняшник є провідним джерелом олійної сировини в Україні. За обсягами посівів і збору врожаю насіння держава стабільно входить до числа чотирьох світових лідерів. Сприятливі умови для вирощування, помірні виробничі витрати, висока рентабельність та ліквідність продукції стали причиною істотного зростання посівних площ культури [30]. Однак, поряд зі збільшенням площ, у сучасних умовах існує тенденція зниження врожайності, що зумовлено недотриманням основних агротехнічних вимог [29, 34].

Одним із ключових завдань сучасного аграрного сектору є визначення ефективних підходів для підвищення врожайності та покращення якості продукції соняшнику. Вирішення якого можливе шляхом застосування позакореневого підживлення

мікроелементами та стимуляторами росту, що за несприятливих умов сприяє забезпеченню рослин елементами живлення. Поглинання елементів живлення через листковий апарат значно швидше та ефективніше, ніж з ґрунту, що сприяє збільшенню площі листкової поверхні та підвищує стійкість до стресових факторів [15, 27].

Сучасні гібриди соняшнику здатні формувати врожайність на рівні 4,5–5,0 т/га із виходом олії 1,5–2,0 т/га. Використання високоінтенсивних гібридів, стійких до хвороб і чутливих до інтенсифікації вирощування, дозволяє отримати врожай із високим вмістом олії [14, 16]. У технологіях вирощування важливу роль відіграє оптимізація системи удобрення, особливо за рахунок мікроелементів та регуляторів росту [8].

На розвиток рослин під час вегетації впливають численні стресові чинники, які поділяють на біологічні (дія шкідників, хвороб, конкуренція), фізичні (нестача чи надлишок вологи, температура, освітлення) та хімічні (солі, ксенобіотики, гази). Мікроелементи є важливим компонентом ґрунту, повітря й рослин і беруть участь у всіх процесах життєдіяльності. Їхня нестача або надлишок здатні знижувати врожайність і якість продукції [5, 7, 23].

Мінеральне живлення рослин відіграє вагомe значення у процесі синтезу вітамінів. Основним джерелом мікроелементів у ґрунті є ґрунтоутворні породи. Найменший їхній вміст характерний для ґрунтів Полісся, тоді як у Лісостепу та Степу через більшу кількість гумусу рівень мікроелементів суттєво зростає [31–33].

Дефіцит або надлишок елементів живлення може негативно впливати на рослини не лише через власну токсичність, але й через блокування доступу інших важливих поживних речовин. Це відчутно позначається на врожайності та якості продукції [33].

Низький вміст поживних елементів здатний викликати порушення обмінних та фізіологічних процесів, що надалі веде до зниження врожаю та його якісних показників. У зв'язку з цим добрива для позакореневого внесення, збагачені мікроелементами, набувають особливого значення [10]. Забезпечені ними рослини значно краще засвоюють основні добрива (на 10–30 % ефективніше), підвищують стійкість до хвороб, шкідників, заморозків, посухи та інших стресових факторів.

Засвоєння елементів живлення через листовий апарат відбувається набагато швидше, ніж кореневою системою, хоча обсяги такого живлення обмежені. Наприклад, макроелементи – фосфор, калій, кальцій – поглинаються у невеликій кількості, тоді як мікроелементи листя здатне засвоювати повністю [5, 32].

Позакореневе підживлення – це метод, що дозволяє швидко компенсувати нестачу поживних речовин у рослинах та позитивно впливає на їхній розвиток. Його застосовують

у випадках, коли у зв'язку із несприятливими погодними умовами чи послаблений стан ґрунту ефективність кореневого живлення знижується. Крім того, цей спосіб забезпечує оперативне постачання мікроелементів у періоди пікової потреби рослин [20].

Внесення регуляторів росту та мікродобрив у листовій формі не замінює основного удобрення, але значно підсилює його ефективність. Однією з найважливіших переваг такого методу є стимулювання активності кореневої системи. Позакореневі підживлення із вмістом азоту, калію, заліза, цинку, марганцю та магнію стимулюють фотосинтез, сприяють розвитку коріння та підвищують здатність рослин ефективніше засвоювати поживні речовини [10]. Найкращі результати позакореневого внесення дає на добре удобрених ґрунтах за умов інтенсивних технологій, коли нестача макро- чи мікроелементів стає обмежувальним фактором зростання врожайності [25].

Регулятори росту рослин виступають одним із ключових інструментів інтенсифікації продукційного процесу, оскільки здатні стимулювати фізіолого-біохімічні механізми функціонування клітин. Їх застосування активізує перебіг метаболічних реакцій, стимулює фотосинтетичну активність та інтенсифікує процеси дихання, що у комплексі забезпечує більш ефективне засвоєння елементів мінерального живлення. Водночас використання таких препаратів підвищує толерантність рослин до абіотичних стресових чинників і сприяє повнішій реалізації їхнього генетично зумовленого продуктивного потенціалу [17, 18].

Застосування регуляторів росту рослин обумовлює активізацію морфогенетичних процесів, що проявляється у збільшенні показників морфологічного розвитку та біомаси рослин соняшнику [6]. Використання таких препаратів позитивно впливає на формування листового апарату, інтенсифікацію біосинтезу пігментів фотосинтетичного комплексу, зокрема хлорофілів, а також на підвищення продуктивності фотосинтетичної діяльності [11, 24].

Подвійне застосування регуляторів росту в період вегетації соняшнику зумовлює посилений розвиток елементів структури врожаю та забезпечує приріст урожайності насіння на 0,23 т/га відносно контрольного варіанта [36].

Більшість мікроелементів виконують функцію каталізаторів, які прискорюють перебіг біохімічних реакцій та визначають їхню спрямованість. Через це їх неможливо повністю замінити іншими речовинами, а дефіцит мікроелементів здатний істотно гальмувати ріст і розвиток рослин [9, 22, 35].

Несприятливі метеорологічні умови, зокрема дефіцит ґрунтової вологи, підвищені температури та заморозки, негативно відбиваються на продуктивності соняшнику, особливо у північно-східному Лісостепу України. Додатковим стресовим фактором для рослин є пестицидне навантаження та прояви фітотоксичності, що систематично знижує врожайність. Це підкреслює актуальність адаптації технологій вирощування культур до сучасних умов із застосуванням регуляторів росту рослин для підвищення стійкості та ефективності продукційного процесу [18].

Тривале та систематичне внесення добрив, зокрема гною та мінеральних препаратів у підвищених нормах, у сівозміні сприяє істотному зростанню вмісту гумусу та загального азоту в ґрунті порівняно з контролем без добрив [9]. Оптимальним у цьому плані виявляється органо-мінеральне удобрення, при якому органічні добрива поєднуються з мінеральними в еквівалентних пропорціях. Така система забезпечує стабілізацію гумусового стану ґрунту, а також підвищення концентрації рухомих форм фосфору та калію [10].

У посушливих умовах внесення гуматів підвищує адаптивну здатність сільськогосподарських культур до дефіциту вологи в повітрі та ґрунті. Саме тому все більше агровиробників інтегрують їх у технологічні схеми вирощування, розглядаючи як обов'язковий компонент сучасних систем агротехніки [4, 37].

Рослини олійних культур, оброблені препаратом «Гумісол-супер 04»,

демонструють підвищену морфологічну розвиненість та здоров'я, а також більш ефективно протистоять стресовим факторам, таким як посуха та підвищені температури. Використання регуляторів та стимуляторів росту на основі гумінових кислот, завдяки їхній високій біодоступності та відносно простому виробництву, є економічно доцільним та ефективним порівняно з іншими препаратами [10, 12].

У соняшнику фази розвитку з 5–6 пар справжніх листків та цвітіння є критичними для забезпечення рослин бором, марганцем і сіркою, через те що в даний період ще не повністю сформована коренева система і відбувається активне збільшення поверхні листків. Суміжно проходить утворення кошиків, надалі розмір яких впливає на майбутню продуктивність соняшнику. Оптимальним є позакореневе підживлення ввечері, після 16:00–17:00, із використанням робочого розчину в обсязі 300–350 л/га, що забезпечує ефективне зволоження листової поверхні та покращене засвоєння поживних речовин [2]. Регулятори росту рослин та мікроелементи можуть застосовуватися у бакових сумішах із більшістю пестицидів, що дозволяє істотно знижувати рівень затрат на саме внесення та підвищувати економічну ефективність технології [2, 26]. Саме ці питання лягли в основу проведених досліджень.

Мета дослідження полягає у вивченні особливостей формування продуктивності та якості врожаю соняшнику залежно від біологічного потенціалу досліджуваних гібридів та ефективності застосування позакорневих підживлень із використанням регуляторів росту рослин.

Матеріали і методи. Дослідження виконувалися у 2022 та 2023 роках на дослідному полі ТОВ «Органік-Д», розташованому в центральній частині Вінницької області. Для досліджень використовували ранньостиглі гібриди соняшнику: Монарх, Рюрик, НК Октава та середньоранні: Армада КЛ, Н6ЛН436 Онікс і Персей.

Архітект – регулятор росту рослин у вигляді суспо-емульсії. Діючими речовинами

даного регулятора є піраклостробін (100 г/л), прогексадіон кальцію (25 г/л) та мепікват-хлорид (150 г/л). Він належить до хімічної групи стробілурини + ацилциклогексадіони + сполуки четвертинного амонію.

Внесення регулятора росту Архітект сприяє регуляції ростових процесів, оптимізує архітектоніку рослин, поліпшує транспортування поживних речовин, підвищує посухостійкість, зберігає і підвищує урожайність та запобігає переростанню рослин, сприяє підвищенню стійкості соняшнику до фомозу, септоріозу, іржі, альтернاریозу, склеротініозу та фомопсису.

Добре змішується з більшістю пестицидів, але не дозволяється для використання із листовими добривами, які містять кальцій. Рекомендована норма застосування 1,5 л/га + 0,5 л/га прилипач Турбо (сульфат амонію 2 : 1). Обприскування соняшнику можливе від фази 6 справжніх листків до фази кінця утворення кошика. Максимальна кількість обробок – 2.

У дослідженнях застосовувалися польовий, лабораторний, математико-статистичний та розрахунково-порівняльний методи [37]. Роботи виконувалися відповідно до загальноприйнятих методик. Польові досліді закладали за схемою розщеплених ділянок із двофакторним варіантом. Площа посівної ділянки становила 50 м², а облікової – 25 м².

За кліматичними умовами регіон проведення досліджень є придатним для культивування гібридів соняшнику різних груп стиглості. Суми ефективних температур вище 10 °С коливаються в межах 3200–3400 °С. Середня багаторічна тривалість безморозного періоду становить 195–205 днів. Весняні заморозки зазвичай фіксуються в першій декаді квітня, тоді як осінні – на початку травня. Тривалість вегетаційного періоду переважно становить 230–240 днів, з можливими коливаннями від 200 до 300 днів у різні роки. Річна сума опадів у цьому агрокліматичному районі варіює від 360 до 480 мм.

Грунтовий покрив досліджуваного господарства переважно представлений сірими лісовими ґрунтами, що сформувалися

на лесоподібних суглинках бурувато-коричневого відтінку, відзначаються тонкопористою структурою та підвищеною щільністю. Рівень залягання ґрунтових вод перевищує три метри. Ґрунтовий розчин характеризується слабокислою реакцією (рН 5,6-5,9). Орний шар містить 2,8 % гумусу (за Тюріном), нітратного азоту – 9,6 мг/100 г ґрунту (за Кравковим), рухомого фосфору – 11,8 мг/100 г та обмінного калію – 12,7 мг/100 г (за Чіріковим).

Технологія вирощування культури відповідала загальноприйнятим агротехнічним заходам для Лісостепової зони України, за винятком досліджуваних факторів. Попередником виступала озима пшениця. Після збирання попередника здійснювали дворазове лушення стерні за допомогою дискового лушчильника ЛДГ-15 в агрегаті з трактором Case IH на глибину 6–8 см, та друге – через 14 днів після першого, глибиною 12–14 см. Зяблеву оранку здійснювали у жовтні плугом ПЛН-8-35 на глибину 25–27 см. Мінеральні добрива вносили під зяблеву оранку у розрахунок N₆₀P₆₀K₆₀.

В період фізичної стиглості ґрунту, застосовували боронування боронами БЗН-9 «Мрія» по діагоналі до попереднього обробітку ґрунту (оранки). Передпосівну підготовку ґрунту здійснювали культиватором КПС-4.1 «Весна» на глибину 5–6 см, відповідно до загортання насіння. Під час цього обробітку вносили гербіцид Харнес 90 % к.е. у нормі 2,5 л/га.

Гібриди соняшнику висівали у період коли температура ґрунту досягала 8–10 °С завчасно протруєним насінням фунгіцидом Фаср ТС (2,5 л/т), сівалкою VESTA 8 PROFI. Після сівби здійснювали прикочування ґрунту кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6, що забезпечувало дружне та своєчасне проростання сходів. Перший міжрядний обробіток глибиною 6–8 см проводили при висоті рослин 30–40 см, використовуючи культиватор ALTAIR 5,6-04 з підгортачами. Збирання врожаю здійснювали у фазі побуріння кошиків на не менше ніж 75 % рослин, коли вологість насіння становила 12–14 %.

Фенологічні спостереження передбачали визначення дат повного проростання сходів, формування кошиків, цвітіння та досягнення повної стиглості. За початок кожної фази приймали її прояв у 10 % рослин, а за завершення – у 75 % рослин [13].

Висоту рослин визначали на 50 маркованих екземплярах, вимірюючи від рівня ґрунту до лицевої сторони кошика, із двома несуміжними повтореннями у фазах формування кошика, цвітіння та повної стиглості [28]. На всіх дослідних ділянках, у період настання повної стиглості, здійснювали відбір репрезентативних зразків для детального аналізу структури врожаю, що дозволяло оцінити вклад окремих компонентів у загальну продуктивність рослин [21].

Забур'яненість посівів соняшнику встановлювали методом кількісно-вагового обліку. При цьому спостереження здійснювали по діагоналі кожної дослідної ділянки, накладаючи рамку площею 0,25 м² (0,5 × 0,5 м) у 10 точках. Видовий склад бур'янів визначали шляхом підрахунку одного та багаторічних видів, та розраховували рівень забур'яненості посівів [19].

Визначення урожайності насіння соняшнику здійснювали вручну у два послідовні етапи. На першому, у фазі побуріння кошиків, їх зрізали та

розташовували на стеблах насінням униз, щоб запобігти пошкодженню птахами. Після настання повної стиглості кошики обмолочували, насіння зважували, а з кожної ділянки відбирали середні зразки масою близько 300 г у поліетиленові пакети для подальшого визначення вологості, маси 1000 насінин та лушпинності. Урожайність після зважування перераховували на 12 % вологості та 100 % чистоту [3].

Результати та обговорення.

Біологічною характеристикою гібридів соняшнику є мінливість темпів росту та розвитку, яка зумовлюється умовами вегетації, зокрема доступністю вологи, режимом живлення та застосованими агротехнічними заходами. Зокрема, тривалість вегетаційного періоду істотно залежить від погодних умов, а також продуктивності рослин: чим довший період асиміляції та поглинання елементів живлення та вологи з ґрунту, тим більше накопичується сухої речовини, що безпосередньо впливає на формування вищої врожайності.

Результати досліджень показали, що тривалість міжфазних періодів росту та розвитку гібридів соняшнику визначалася як їхньою генетичною схильністю до скоростиглості, так і впливом досліджуваних факторів (табл. 1).

1. Тривалість міжфазних періодів соняшнику залежно від позакореневого підживлення, діб (середнє за 2022–2023 рр.)

| Гібрид соняшнику | Позакореневі підживлення | Міжфазні періоди росту і розвитку рослин | | | |
|------------------|---|--|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | повні сходи – утворення кошику | утворення кошику – цвітіння | цвітіння – повна стиглість | тривалість вегетаційного періоду |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Монарх | 1 (контроль без підживлень) | 29 | 16 | 51 | 96 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 29 | 17 | 52 | 98 |
| Рюрик | 1 (контроль без підживлень) | 30 | 18 | 53 | 101 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 30 | 19 | 54 | 103 |
| НК Октава | 1 (контроль без підживлень) | 29 | 17 | 52 | 98 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 29 | 17 | 53 | 99 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------|---|----|----|----|-----|
| Армада КЛ | 1 (контроль без підживлень) | 32 | 20 | 57 | 109 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 32 | 22 | 58 | 112 |
| Персей | 1 (контроль без підживлень) | 35 | 21 | 59 | 115 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 35 | 23 | 60 | 118 |
| НБЛН436 Онікс | 1 (контроль без підживлень) | 34 | 21 | 58 | 113 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 34 | 22 | 59 | 115 |

Протягом років досліджень погодні чинники у фазі від повних сходів до формування кошиків у соняшнику мали певні відмінності, що позначалося на темпах росту та розвитку культури. Залежно від поєднання температурного режиму та забезпеченості вологою змінювалася тривалість цієї фенологічної фази, і така закономірність простежувалася у всіх досліджуваних гібридів.

Тривалість періоду «повні сходи – утворення кошика» у досліджуваних гібридів соняшнику коливалася в межах 29–35 діб. Найбільшу тривалість даного періоду відмічено у групі середньоранніх гібридів соняшнику (32–35 діб). Застосування позакореневих підживлень регулятором росту Архітект у поєднанні із прилипачем Турбо не впливало на значення періоду «повні сходи – утворення кошику».

Ми встановили, що тривалість періоду «утворення кошика – цвітіння» змінювалася залежно від біологічних особливостей гібридів та застосування регулятора росту рослин Архітект у фазу 5–6 листків соняшнику. В середньому по досліді тривалість періоду «утворення кошика – цвітіння» на контрольному варіанті (без внесення регулятора росту рослин Архітект) склало 18,8 діб, а за проведення позакореневого підживлення регулятором росту рослин Архітект – 20,0 діб. Застосування регулятора росту Архітект сприяв зростанню даного періоду на 1–2 доби, порівняно із контролем.

Тривалість періоду «цвітіння – повна стиглість» має аналогічну залежність і зростання даного періоду за рахунок внесення регулятора росту рослин Архітект на 1 добу в порівнянні із контролем.

Тривалість вегетаційного періоду також змінювалася залежно від біологічних особливостей та застосування регулятора росту рослин Архітект. Зокрема, у ранньостиглих гібридів тривалість вегетаційного періоду складала 96–103 доби, а в середньоранніх – 109–118 діб. Тобто зростання вегетаційного періоду із подовженням тривалості вегетаційного періоду становило – 13–15 діб.

Внесення регулятора росту рослин Архітект забезпечив тривалість вегетаційного періоду, в середньому по досліді – 107,5 діб, тоді як на контролі воно становило – 105,3 доби. Тобто тривалість вегетаційного періоду зростає на 2,2 доби порівняно із контролем (без проведення позакореневих підживлень регулятором росту рослин).

Отже, біологічні особливості гібридів соняшнику та застосування позакореневих підживлень сприяють зміні тривалості окремих періодів вегетації та тривалості вегетаційного періоду в цілому. Надалі дана залежність впливатиме на формування продуктивності гібридів соняшнику.

Висота рослин є однією з основних агротехнічних характеристик сортів і гібридів соняшнику. Характерна для цієї ознаки відносна вирівняність зумовлена морфологічними особливостями культури, однак її прояв залежить від взаємодії рослин та умов вирощування, зокрема рівня забезпеченості елементами живлення, регуляторами росту рослин й водозабезпечення. Унаслідок цього висота рослин одного й того самого гібриду може змінюватися в різні роки, особливо у період від сходів до цвітіння, коли вплив цих чинників є найбільш відчутним.

Ріст соняшнику у висоту та розвиток його вегетативних і генеративних органів зумовлюють загальну потужність рослин, що безпосередньо визначає рівень урожайності насіння, його якість та вихід олії з одиниці площі. Як високоросла культура, соняшник формує у посівах специфічні умови повітряного, водного та світлового режимів,

які додатково впливають на кінцевий показник – продуктивність рослин.

Результати проведених досліджень щодо впливу позакоренових підживлень регулятора росту рослин Архітект на висоту рослин гібридів соняшнику свідчать про різноспрямований характер їх дії (табл. 2).

2. Характеристика висоти рослин у гібридів соняшнику залежно від застосування регулятора росту рослин Архітект, см (середнє за 2022–2023 рр.)

| Гібрид соняшнику (фактор А) | Позакореневі підживлення (фактор В) | Висота рослин у фазу | |
|-----------------------------|---|----------------------|----------|
| | | утворення кошику | цвітіння |
| Монарх | 1 (контроль без підживлень) | 52,6 | 166,9 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 53,9 | 168,0 |
| Рюрик | 1 (контроль без підживлень) | 54,8 | 169,4 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 56,4 | 172,7 |
| НК Октава | 1 (контроль без підживлень) | 53,7 | 167,5 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 55,8 | 170,9 |
| Армада КЛ | 1 (контроль без підживлень) | 59,7 | 167,5 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 60,6 | 169,8 |
| Персей | 1 (контроль без підживлень) | 61,2 | 172,2 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 64,5 | 176,5 |
| Н6ЛН436 Онікс | 1 (контроль без підживлень) | 63,7 | 171,9 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 67,2 | 177,8 |
| НІР ₀₅ , см | | | |
| Фактор А | | 2,3 | 6,8 |
| Фактор В | | 1,8 | 5,9 |
| Взаємодія АВ | | 2,6 | 7,5 |

Висота рослин у фазу утворення кошика в досліджуваних гібридів соняшнику коливалась у межах 52,6–67,2 см. В межах досліджуваних гібридів, в середньому за два роки, вона становила (НІР₀₅ гібрид 2,3 см) – Монарх – 53,3 см, Рюрик – 55,6 см, НК Октава – 54,8 см, Армада КЛ – 60,2 см, Персей – 62,9 см, Н6ЛН436 Онікс – 65,5 см. Застосування позакоренових підживлень регулятором росту рослин Архітект забезпечив зростання висоти рослин у досліджуваних гібридів соняшнику, в середньому на 2,1 см до 59,7 см, порівняно із контрольним варіантом (57,6 см).

Водночас встановлене найвище значення висоти рослин у фазу цвітіння соняшнику, так у межах гібридів, в середньому за два роки, вона склала (НІР₀₅ гібрид 6,8 см) – Монарх – 165,1 см,

Рюрик – 168,6 см, НК Октава – 166,7 см, Армада КЛ – 166,2 см, Персей – 172,4 см та Н6ЛН436 Онікс – 172,9 см. Проведення позакоренових підживлень регулятором росту Архітект (НІР₀₅ позакореневі підживлення 5,9 см) сприяло збільшенню висоти рослин у досліджуваних гібридів соняшнику на 8,1 см до 172,7 см, тоді як на контролі вона становила 164,6 см.

Покращення ростових процесів у гібридів соняшнику внаслідок внесення регулятора росту рослин Архітект, що виразилося у зростанні лінійних розмірів позитивно вплинуло на підвищення конкурентоспроможності посівів щодо забур'яненості. Встановлено, що за рахунок своїх біологічних особливостей бур'яни відзначаються вищою конкурентоспроможністю у використанні

світла, елементів живлення та ґрунтової вологи, що призводить до зниження урожайності та погіршення його якості.

Збільшення рівня забур'яненості посівів соняшнику значною мірою зумовлюється порушенням сівозмін, недотриманням вимог основного обробітку ґрунту та недостатньою ефективністю заходів контролю бур'янової рослинності. Запровадження у виробництво нових гібридів соняшнику з притаманними їм морфо-біологічними особливостями зумовлює необхідність вивчення їх реакції на агротехнічні заходи в конкретних ґрунтово-

кліматичних умовах, що має важливе практичне значення.

Результати проведених досліджень та аналіз забур'яненості посівів гібридів соняшнику свідчать, що у їх фітоценозі переважали однорічні бур'яни, зокрема злакові (кур'яче просо, мишій) та дводольні (щиряця біла й звичайна, лобода біла та інші). Натомість багаторічні види, такі як осот рожевий і берізка польова, траплялися значно рідше, а їх шкідливість була менш відчутною (табл. 3).

3. Вплив позакоренових підживлень РРР Архітект на забур'яненість посівів гібридів соняшнику, (середнє за 2022-2023 рр.), шт./м²

| Гібрид соняшника | Позакоренові підживлення | Фенологічна фаза розвитку соняшнику | | | | | |
|------------------|---|-------------------------------------|--------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| | | утворення кошику | | цвітіння | | повна стиглість | |
| | | мало-річні | багато-річні | мало-річні | багато-річні | мало-річні | багато-річні |
| Монарх | 1 (контроль без підживлень) | 16,2 | 7,0 | 13,3 | 4,9 | 6,0 | 1,6 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 15,5 | 6,2 | 12,5 | 4,4 | 5,4 | 1,2 |
| Рюрик | 1 (контроль без підживлень) | 14,8 | 6,5 | 12,4 | 3,6 | 5,2 | 2,1 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 13,1 | 4,2 | 10,6 | 3,1 | 4,5 | 1,5 |
| НК Октава | 1 (контроль без підживлень) | 15,7 | 6,5 | 13,1 | 5,2 | 5,5 | 1,5 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 15,2 | 5,8 | 12,5 | 5,1 | 5,1 | 1,1 |
| Армада КЛ | 1 (контроль без підживлень) | 13,8 | 4,9 | 10,4 | 3,1 | 5,2 | 0,8 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 13,3 | 4,4 | 9,9 | 3,0 | 4,8 | 0,5 |
| Персей | 1 (контроль без підживлень) | 13,5 | 7,2 | 10,7 | 4,2 | 4,2 | 1,1 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 12,8 | 6,7 | 8,5 | 2,8 | 3,5 | 0,5 |
| Н6ЛН436 Онікс | 1 (контроль без підживлень) | 12,4 | 5,4 | 9,2 | 3,6 | 5,2 | 0,9 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 12,0 | 4,7 | 8,6 | 3,3 | 4,7 | 0,6 |

Із даних таблиці 3 видно, що у фазу утворення кошику кількість малорічних бур'янів, в середньому за два роки, на посівах гібридів соняшнику коливалась у межах 12,0–16,2 шт./м², а багаторічних – 4,7–7,0 шт./м². При цьому на контрольному варіанті (без позакоренових підживлень), в середньому по досліді, кількість малорічних бур'янів, склала 14,4 шт./м², а на варіанті із

внесенням регулятора росту рослин Архітект – 13,7 шт./м², це стосується і групи багаторічних бур'янів – 6,3 та 5,3 шт./м². Тобто поліпшення ростових процесів соняшнику за рахунок внесення регулятора росту рослин сприяє зменшенню кількості бур'янів, що пояснюється кращою конкурентоспроможністю культурних рослин соняшнику.

Аналогічна тенденція щодо залежності рівня забур'яненості посівів соняшнику та застосування позакореневих підживлень регулятором росту рослин Архітект встановлена і для фази цвітіння та повної стиглості. Так зокрема у фазу цвітіння кількість малорічних бур'янів на контрольному варіанті складала 11,5 шт./м², а багаторічних 4,1 шт./м², а на варіанті із проведенням позакореневих підживлень – 4,1 та 3,6 шт./м², відповідно. У фазу повної стиглості кількість малорічних бур'янів на контролі складала 5,2 шт./м², а багаторічних – 1,3 шт./м², тоді як на варіанті із внесенням регулятора росту Архітект вона зменшилась і становила 1,3 та 0,9 шт./м².

Встановлено, що упродовж вегетаційного періоду на рівень забур'яненості посівів впливали біологічні особливості гібридів соняшнику та внесенням Архітект. Найменшим рівнем забур'янення характеризувалися варіанти із проведенням позакореневих підживлень регулятором росту

рослин Архітект, зокрема малорічними бур'янами на 0,5–1,1 шт./м², багаторічними – 0,4–0,9 шт./м², порівняно із контролем.

У зв'язку з різним рівнем адаптаційної здатності гібридів соняшнику різної скоростиглості до погодних умов вегетаційного періоду простежується їх схильність певною мірою перерозподіляти співвідношення між вегетативною та генеративною масою. Це відкриває можливість завдяки застосуванню агрохімічних заходів регулювати ріст і розвиток рослин, підвищувати урожайність та більш повно реалізовувати генетичний потенціал гібридів.

Аналіз результатів досліджень показав, що рівень урожайності гібридів соняшнику визначався як їх біологічними особливостями та відмінностями погодних умов у різні роки, так і застосуванням позакореневих підживлень регулятором росту рослин Архітект (табл. 4).

4. Вплив позакореневих підживлень регулятора росту рослин Архітект на урожайність гібридів соняшнику, т/га (за 2022–2023 рр.)

| Гібрид соняшнику (фактор А) | Позакореневі підживлення (фактор В) | Урожайність насіння, т/га | | |
|--------------------------------|---|---------------------------|---------|--------------------------|
| | | 2022 р. | 2023 р. | середнє за 2022–2023 рр. |
| Монарх | 1 (контроль без підживлень) | 2,81 | 3,14 | 2,98 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 3,06 | 3,37 | 3,22 |
| Рюрик | 1 (контроль без підживлень) | 2,95 | 3,22 | 3,09 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 3,12 | 3,67 | 3,40 |
| НК Октава | 1 (контроль без підживлень) | 2,89 | 3,25 | 3,07 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 3,09 | 3,48 | 3,29 |
| Армада КЛ | 1 (контроль без підживлень) | 3,11 | 3,39 | 3,25 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 3,33 | 3,67 | 3,50 |
| Персей | 1 (контроль без підживлень) | 3,52 | 3,76 | 3,64 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 3,75 | 3,84 | 3,80 |
| Н6ЛН436 Онікс | 1 (контроль без підживлень) | 3,45 | 3,67 | 3,56 |
| | Архітект (1,5 л/га) + Турбо (0,5 л/га) у фазу 6–7 листків | 3,71 | 3,79 | 3,75 |

НІР₀₅, т/га

Фактор А

Фактор В

Взаємодія АВ

0,18

0,22

0,23

0,29

0,41

0,51

Урожайність гібридів соняшнику в роки досліджень зазнавала коливань, що було зумовлено відмінностями погодних умов у період вегетації. Зокрема, у 2023 р., який характеризувався більш сприятливим поєднанням гідротермічних факторів, середня врожайність становила 3,52 т/га, тоді як у 2022 р. цей показник був нижчим і дорівнював 3,23 т/га.

Внесення регулятора росту рослин Архітект сприяв зростанню рівня урожайності гібридів соняшнику, в середньому за два роки, на 0,23 т/га в порівнянні із контрольним варіантом (3,27 т/га).

Отже, проведення позакоренових підживлень регулятором росту рослин Архітект забезпечує поліпшення ростових процесів гібридів соняшнику та формування найвищої урожайності насіння, в середньому по досліді – 3,49 т/га.

Висновки. Тривалість фенологічних фаз соняшнику істотно залежить від біологічних особливостей гібридів та погодних умов вегетаційного періоду. Період «повні сходи – утворення кошика» знаходився у межах 29–35 днів і був найдовшим у середньоранніх гібридів, порівняно із групою ранньостиглих.

Застосування регулятора росту Архітект у фазі 5–6 листків сприяє подовженню періодів «утворення кошика – цвітіння» та «цвітіння – повна стиглість» на 1–2 доби, що зумовлює збільшення загальної тривалості вегетаційного періоду в середньому на 2,2 доби порівняно з контролем.

Список використаної літератури

1. Андресон Р. Як соняшник впливає на родючість. *Зерно*. 2020. № 10. С. 32–41.
2. Великий І. Гумати – економічно виправдано за будь-яких умов. *Пропозиція*. 2020. № 4. С. 65.
3. Вирощування насіння гібридів соняшнику : методичні рекомендації / В. В. Кириченко та ін. Харків, 2014. 28 с.
4. Вожегова Р., Митрофанов О., Малярчук М. Ефективність сучасних технологій вирощування соняшнику за різних умов зволоження та способів і глибини основного обробітку ґрунту на півдні України. *Техніка та технології АПК*. 2013. № 1. С. 19–21.
5. Вплив позакоренових підживлень на продуктивність соняшнику в умовах південного Степу України / О. А. Коваленко та ін. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 2 (25). С. 33–47. DOI:

Формування лінійних розмірів рослин соняшнику залежить від біологічних особливостей гібрида та внесення регулятора росту рослин Архітект, що зумовлює приріст лінійних розмірів: у фазу утворення кошика – в середньому на 2,1 см, у фазу цвітіння – на 8,1 см, що підвищувало конкурентоспроможність соняшнику відносно бур'янів. При цьому рівень забур'яненості посівів соняшнику зменшується завдяки позакореновому підживленню регулятором росту Архітект: чисельність малорічних бур'янів знижувалась у середньому на 0,5–1,1 шт./м², багаторічних – на 0,4–0,9 шт./м² у порівнянні з контролем.

Урожайність гібридів соняшнику варіювала залежно від погодних умов років досліджень, зокрема у 2023 р., за сприятливішого гідротермічного режиму, вона становила 3,52 т/га, тоді як у 2022 р. – 3,23 т/га. Внесення регулятора росту рослин Архітект сприяв підвищенню урожайності в середньому на 0,23 т/га (до 3,49 т/га) порівняно з контрольним варіантом (3,27 т/га).

Загалом, біологічні особливості гібридів та застосування регулятора росту Архітект забезпечили покращення ростових процесів, зниження рівня забур'яненості та формування вищої продуктивності посівів досліджуваних гібридів соняшнику, що свідчить про доцільність використання цього агрохімічного заходу у технологіях його вирощування.

References

1. Andreson R. How sunflower affects fertility. *Zerno*. 2020. No.10, P. 32–41.
2. Velykyi I. Humates are economically justified under any conditions. *Propozytisia*. 2020. No. 4. P. 65.
3. Growing sunflower hybrid seeds : methodological recommendations / V. V. Kyrychenko et al. Kharkiv, 2014. 28 p.
4. Vozhehova R., Mytrofanov O., Maliarchuk M. Efficiency of modern sunflower cultivation technologies under different moisture conditions and methods and depth of primary tillage in the south of Ukraine. *Tekhnika ta tekhnologii APK*. 2013. No. 1. P. 19–21.
5. Effect of foliar fertilization on sunflower productivity under the conditions of the southern Steppe of Ukraine / O. A. Kovalenko et al. *Sil'ske hospodarstvo ta*

10.37128/2707-5826-2022-2-4.

6. Гангур В. В., Єремко Л. С., Ласло О. О. Вплив сучасних регуляторів росту рослин на урожайність насіння соняшника. Збірник наукових праць науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу Полтавської державної аграрної академії за підсумками науково-дослідної роботи в 2018 році (м. Полтава, 16–18 травня 2019 р.). Полтава : РВВ ПДАА, 2019. С. 150–152.

7. Глупак З. І., Шаповал В. М. Вплив регуляторів росту на формування врожайності соняшнику в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 30–36. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.5>.

8. Зозуля О. Соняшник: до кожного гібрида – свій підхід. *Пропозиція*. 2020. № 3. С. 102–104.

9. Інноваційні підходи до фітореMediaції та фіторекультивування у сучасних системах землеробства : монографія / Я. Г. Цицора та ін. Вінниця : ТОВ «Друк», 2022. 1200 с.

10. Інноваційні технології в рослинництві : підручник / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : ТОВ «Друк», 2024. 582 с.

11. Каленська С. М., Гарбар Л. А., Горбатюк Е. М. Роль регламентів сівби у формуванні фітометричних показників соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 49–55. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.7>.

12. Кірізій Д. А., Стасик О. О. Вплив посухи і високої температури на фізіологобіохімічні процеси та продуктивність рослин. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. Т. 54. № 2. С. 95–122. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2022.02.095>.

13. Клименко М. О., Фещенко В. П., Вознюк Н. М. Основи та методологія наукових досліджень : навчальний посібник. Київ : Аграрна освіта, 2010. 352 с.

14. Кузнецова І. В., Доморощенко М. Л. Переробка насіння соняшнику для отримання харчового білку. *Масложировий комплекс*. 2020. № 3. С. 22–23.

15. Курач О. В., Лукашук Я. Я., Пермута В. В. Вплив доз мінерального удобрення та симуляторів росту на продуктивність гібридів соняшнику. *Вісник аграрної науки*. 2023. Т. 101. № 8. С. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202308-02>.

16. Лазнюк І. Експортно-виробничо-переробні рекорди. *Пропозиція*. 2020. № 3. С. 44–45.

17. Ласло О. О. Показники ефективності застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування соняшнику за умов глобальних кліматичних змін. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 107–112. DOI: [10.31210/visnyk2022.02.12](https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.12).

18. Лемішко С. М., Черних С. А. Ефективність дії ристрегулюючих речовин і мікродобрив на процеси формування продуктивності соняшнику в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 94–98. DOI: [10.32848/agraar.innov.2023.17.12](https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2023.17.12).

19. Манько Ю. П., Бабенко Є. О. Методика визначення показників допуску рівня забур'яненості

lisivnytstvo. 2022. No. 2 (25). P. 33–47. DOI: [10.37128/2707-5826-2022-2-4](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-2-4).

6. Hanhur V. V., Yeremko L. S., Laslo O. O. Influence of modern plant growth regulators on sunflower seed yield. Zbirnyk naukovykh prats naukovo-praktychnoi konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii za pidsumkamy naukovodoslidnoi roboty v 2018 rotsi (m. Poltava, 16–18 travnia 2019 r.). Poltava : RVV PDAA, 2019. P. 150–152.

7. Hlupak Z. I., Shapoval V. M. Influence of growth regulators on sunflower yield formation under the conditions of the northeastern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2023. No. 134. P. 30–36. DOI: [10.32782/2226-0099.2023.134.5](https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.5).

8. Zozulia O. Sunflower: a tailored approach for each hybrid. *Propozytsiia*. 2020. No. 3. P. 102–104.

9. Innovative approaches to phytoremediation and phytoreclamation in modern farming systems : monograph / Ya. H. Tsytsiura et al. Vinnytsia : TOV «Druk», 2022. 1200 p.

10. Innovative technologies in crop production : textbook / V. D. Palamarchuk et al. Vinnytsia : TOV «Druk», 2024. 582 p.

11. Kalenska S. M., Harbar L. A., Horbatiuk E. M. The role of sowing regulations in the formation of biometric indicators of sunflower. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2020. No. 113, P. 49–55. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.7>.

12. Kirizii D. A., Stasyk O. O. Impact of drought and high temperature on physiological and biochemical processes and plant productivity. *Fiziolohiia roslin i henetyka*. 2022. Vol. 54. No. 2, P. 95–122. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2022.02.095>.

13. Klymenko M. O., Feshchenko V. P., Vozniuk N. M. Fundamentals and methodology of scientific research: textbook. Kyiv : Ahrama osvita. 2010. 352 p.

14. Kuznetsova I. V., Domoroshchenkova M. L. Processing of sunflower seeds for obtaining edible protein. *Maslozhyrovyi kompleks*. 2020. No. 3. P. 22–23.

15. Kurach O. V., Lukashuk Ya. Ya., Permuta V. V. Influence of mineral fertilizer doses and growth simulators on the productivity of sunflower hybrids. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2023. Vol. 101. No. 8. P. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202308-02>.

16. Lazniuk I. Export, production, and processing records. *Propozytsiia*. 2020. No. 3. P. 44–45.

17. Laslo O. O. Indicators of the effectiveness of using plant growth regulators in sunflower cultivation technology under conditions of global climate change. *Visnyk PDAA*. 2022. No. 2, P. 107–112. DOI: [10.31210/visnyk2022.02.12](https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.12).

18. Lemishko S. M., Chernykh S. A. Effectiveness of growth-regulating substances and microfertilizers on sunflower productivity formation under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Ahrarni innovatsii*. 2023. No. 17. P. 94–98. DOI: <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2023.17.12>.

19. Manko Yu. P., Babenko Ye. O. Methodology for determining permissible weed infestation levels in agricultural crops for effective control. Zbirnyk

посівів сільськогосподарських культур для ефективного її контролю. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 20. С. 67–72.

20. Маслак О. Нові олійні рекорди. Світове виробництво. *Пропозиція*. 2020. № 6. С. 36–38.

21. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.

22. Оларь Н. Г. Попит і пропозиція на ринку основних олієвісних культур, що використовуються для виробництва біодизеля. *Науковий вісник*. 2011. № 168. С. 90–95.

23. Паламарчук В. Д. Позакореневі підживлення у сучасних технологіях вирощування гібридів соняшнику. *Аеробіологія*. 2020. № 1 (157). С. 137–144. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-137-144>.

24. Покопцева Л. А. Єременко О. А., Булгаков Д. В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду Армада. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 4. С. 127–135.

25. Скрильник Є. Уся правда про гумати. *Пропозиція*. 2020. № 3. С. 66–70.

26. Стратієвський Д. А., Крайнов О. О. Ефективність використання грамініциду еволюшн в системі захисту соняшнику. «*Аграрна наука: стан та перспективи розвитку*»: збірник матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Одеса, 28–29 листопада 2023 р.). Одеса, ОДАУ. С. 240–242.

27. Сучасні системи удобрення в землеробстві України : науково-методичні та науково-практичні рекомендації / Е. Г. Дегодюк та ін. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 84 с.

28. Ткачик С. О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи технічних та кормових на придатність до поширення в Україні. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2017. 74 с.

29. Турак Р. О. Продуктивність соняшнику залежно від системи удобрення в умовах Західного регіону України. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 12. С. 240–247. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.24>.

30. Формування продуктивності гібридів соняшника залежно від рівня удобрення та умов зволоження / В. А. Мазур та ін. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4 (19). С. 208–220.

31. Циганський В. І. Оптимізація системи удобрення соняшнику на основі використання сучасних мікробіологічних добрив. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4 (19). С. 65–75. DOI: [10.37128/2707-5826-2020-4-6](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-4-6).

32. Цицюра Я. Г., Дідур І. М. Оптимізація удобрення соняшника за рахунок застосування біологічних препаратів в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 36–51. DOI: [10.37128/2707-5826-2021-4-4](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-4).

naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv. 2014. Issue 20. P. 67–72.

20. Maslak O. New oilseed records. Global production. *Propozitsiia*. 2020. No. 6, P. 36–38.

21. Moiseichenko V. F., Yeschenko V. O. Fundamentals of scientific research in agronomy. Kyiv : Vyshcha shkola, 1994. 334 p.

22. Olar N. H. Demand and supply in the market of major oil-bearing crops used for biodiesel production. *Naukovyi visnyk*. 2011. No. 168. P. 90–95.

23. Palamarchuk V. D. Foliar feeding in modern technologies for cultivating sunflower hybrids. *Ahrobiolohiia*. 2020. No. 1 (157). P. 137–144. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-137-144>.

24. Pokoptseva L. A., Yeremenko O. A., Bulhakov D. V. Use of plant growth regulators for pre-sowing treatment of Armada hybrid sunflower seeds. *Visnyk ahrarynoi nauky Prychornomor'ia*. 2015. Issue 4. P. 127–135.

25. Skrylnyk Ye. The whole truth about humates. *Propozitsiia*. 2020. No. 3. P. 66–70.

26. Stratiievskiy D. A., Krainov O. O. Efficiency of using the graminicide Evolution in the sunflower protection system. «*Ahrarna nauka: stan ta perspektyvy rozvytku*»: zbirnyk materialiv III Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (m. Odesa, 28–29 lystopada 2023 r.). Odesa, ODAU. 2023. P. 240–242.

27. Modern fertilization systems in crop production of Ukraine : scientific-methodical and scientific-practical recommendations / E. H. Dehodiuk et al. Vinnytsia : TOV «TVORY», 2020. 84 p.

28. Tkachyk S. O. Methodology for conducting expert evaluation of plant varieties of technical and fodder groups for suitability for dissemination in Ukraine. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu. 2017. 74 p.

29. Turak R. O. Sunflower productivity depending on the fertilization system under the conditions of the Western region of Ukraine. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychyykh nauk*. 2025. No. 12, P. 240–247. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.24>.

30. Formation of sunflower hybrid productivity depending on the level of fertilization and moisture conditions / V. A. Mazur et al. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2020. No. 4 (19). P. 208–220.

31. Tsyhanskyi V. I. Optimization of sunflower fertilization systems based on the use of modern microbiological fertilizers. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2020. No. 4 (19). P. 65–75. DOI: [10.37128/2707-5826-2020-4-6](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-4-6).

32. Tsytsiura Ya. H., Didur I. M. Optimization of sunflower fertilization through the use of biological preparations under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2021. No. 4 (23). P. 36–51. DOI: [10.37128/2707-5826-2021-4-4](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-4).

33. Tsytsiura Ya. H., Pervachuk M. V. Formation of sunflower grain productivity depending on the application of the microbiological fertilizer Groundfix under the conditions of the Forest-Steppe of Right-Bank Ukraine. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2018. No. 1 (8). P. 62–73.

34. Shakalii S. M., Kulyk Ye. I. Influence of

33. Цицюра Я. Г., Первачук М. В. Формування зернової продуктивності соняшника залежно від застосування мікробіологічного добрива Граундфікс в умовах лісостепу правобережного України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 1 (8). С. 62–73.

34. Шакалій С. М., Кулик Є. І. Вплив способів обробки біостимуляторами на посівні якості насіння соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 137. С. 343–351. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.40>.

35. Ярошко М. Вирощування соняшнику в умовах посухи. *Агроном*. 2020. № 4. С. 86–89.

36. Helmy A. M., & Ramadan M. F. Agronomic performance and chemical response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to some organic nitrogen sources and conventional nitrogen fertilizers under sandy conditions. *Grasas Y Aceites*. 2009. Vol. 60. P. 55–67.

37. Mazur V. A., Kolisnyk O. M. Influence of technological approaches of growing on sunflower seed productivity. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Issue 4. No. 23. P. 5–15. DOI: [10.37128/2707-5826-2021-4-1](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-1).

38. Weed control and winter wheat crop yield with the application of herbicides, nitrogen fertilizers, and their mixtures with humic growth regulators / I. Korotkova et al. *Acta Agrobotanica*. 2021. Vol. 74. Article 748. P. 1–16. DOI: [10.5586/aa.748](https://doi.org/10.5586/aa.748).

biostimulant treatment methods on the seed quality of sunflower. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2024. No. 137, P. 343–351. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.40>.

35. Yaroshko M. Sunflower cultivation under drought conditions. *Ahronom*. 2020. No. 4. P. 86–89.

36. Helmy A. M., & Ramadan M. F. Agronomic performance and chemical response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to some organic nitrogen sources and conventional nitrogen fertilizers under sandy conditions. *Grasas Y Aceites*. 2009. Vol. 60. P. 55–67.

37. Mazur V. A., Kolisnyk O. M. Influence of technological approaches of growing on sunflower seed productivity. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2021. Issue 4. No. 23. P. 5–15. DOI: [10.37128/2707-5826-2021-4-1](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-1).

38. Weed control and winter wheat crop yield with the application of herbicides, nitrogen fertilizers, and their mixtures with humic growth regulators / I. Korotkova et al. *Acta Agrobotanica*. 2021. Vol. 74. Article 748. P. 1–16. DOI: [10.5586/aa.748](https://doi.org/10.5586/aa.748).

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-10

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.55:631.41:631.582:631.81

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР
І ПОЛЬОВИХ СІВОЗМІН
ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ
І УДОБРЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО****І. Д. Примак, М. В. Войтовик, С. В. Горновська, О. Б. Панченко, С. В. Ображій**

Білоцерківський національний
аграрний університет
*Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква,
Київська обл., 09117*

Про авторів:

Іван ПРИМАК,
доктор сільськогосподарських наук,
професор
ORCID: 0000-0002-0094-3469

Михайло ВОЙТОВИК,
доктор сільськогосподарських наук,
доцент
ORCID: 0009-0008-8420-3222

Світлана ГОРНОВСЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук, доцент
ORCID: 0000-0001-8244-3523

Олександр ПАНЧЕНКО,
кандидат сільськогосподарських
наук, доцент
ORCID: 0000-0002-6694-9142

Сергій ОБРАЖІЙ,
кандидат сільськогосподарських
наук, доцент
ORCID: 0000-0002-0773-6382

Для листування:

Світлана ГОРНОВСЬКА
e-mail: gornovskaya@ukr.net

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки України

Отримано:
30 травня 2025 р.
Погоджено до друку:
18 вересня 2025 р.
Опубліковано:
30 вересня 2025 р.

П'ятирічними (2020–2024 рр.) дослідженнями на чорноземі типовому глибокому дослідного поля Білоцерківського НАУ встановлено, що продуктивність п'ятипільних польових сівозмін (перша: 1 – горох; 2 – пшениця озима, гірчиця біла та сидерат; 3 – кукурудза; 4 – гречка; 5 – пшениця озима, гірчиця біла на сидерат; друга: 1 – соя; 2 – пшениця озима, гірчиця біла на сидерат; 3 – кукурудза; 4 – ячмінь ярий, гірчиця біла на сидерат; 5 – соняшник), урожайність основних культур істотно нижча за безполицево-дискового і дискового, ніж полицево-дискового обробітку. Зеленої маси післязривної гірчиці білої зароблено в ґрунт за дискового обробітку істотно менше після обох передпопередників. За диференційованого обробітку в другій сівозміні урожайність кукурудзи і ячменю ярого істотно підвищувалася. За виходом сухої речовини й кормових одиниць товарної та нетоварної продукції рільництва диференційований обробіток удобрених ділянок другої сівозміни істотно переважає полицево-дисковий обробіток. За виходом сухої речовини основної продукції досліджувані сівозміни з часткою просапних культур 20 і 40 % майже рівноцінні, а за збором перетравного протеїну з товарної продукції друга сівозміна переважала першу на 19 %. Найбільш ефективна система основного обробітку ґрунту в обох сівозмінах – диференційована, що передбачає глибоку (на 25–27 см) оранку під одну просапну культуру – кукурудзу (з внесенням 30 т/га гною), а під решту сільськогосподарських рослин – безполицевий і дисковий різноглибинні обробітки з внесенням на гектар ріллі 6 т гною + N₉₈P₆₆K₉₂ в першій і 6 т гною + N₉₂P₆₆K₉₀ в другій сівозміні.

Ключові слова: сівозміна, обробіток, удобрення, культури, урожайність, продуктивність, суха речовина, кормові одиниці, перетравний протеїн, нетоварна продукція.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Примак І. Д., Войтовик М. В., Горновська С. В., Панченко О. Б., Ображій С. В., 2025

Productivity of agricultural crops and field crop rotations under different primary tillage and fertilization systems on typical chernozem

Bila Tserkva National Agrarian University
8/1 Soborna Square, Bila Tserkva, Kyiv region, 09117

About authors:

Ivan PRYMAK
ORCID: 0000-0002-0094-3469

Mykhailo VOITOVYK
ORCID: 0009-0008-8420-3222

Svitlana HORNOVSKA
ORCID: 0000-0001-8244-3523

Oleksandr PANCHENKO
ORCID: 0000-0002-6694-9142

Serhii OBRAZHII
ORCID: 0000-0002-0773-6382

For corresponding:
Svitlana HORNOVSKA
e-mail: gornovskayasvetlana@ukr.net

Funding information:
Ministry of Education and Science of Ukraine

Received:
May 30, 2025
Accepted:
September 18, 2025
Published:
September 30, 2025

Five-year (2020–2024) studies conducted on typical deep chernozem at the experimental field of Bila Tserkva National Agrarian University established that the productivity of five-field crop rotations (first rotation: 1 – pea; 2 – winter wheat, white mustard as green manure; 3 – maize; 4 – buckwheat; 5 – winter wheat, white mustard as green manure; second rotation: 1 – soybean; 2 – winter wheat, white mustard as green manure; 3 – maize; 4 – spring barley, white mustard as green manure; 5 – sunflower) and yield of main crops were significantly lower under moldboard-free disk and disk tillage compared to moldboard-disk tillage. Green mass of post-harvest white mustard incorporated into soil was significantly lower under disk tillage after both preceding crops. Under differentiated tillage in the second crop rotation, maize and spring barley yields increased significantly. In terms of dry matter and feed unit output from marketable and non-marketable agricultural products, differentiated tillage of fertilized plots in the second crop rotation significantly exceeded moldboard-disk tillage. Regarding dry matter output of main products, the studied crop rotations with 20 % and 40 % share of row crops were nearly equivalent, while digestible protein collection from marketable products showed the second rotation exceeding the first by 19 %. The most effective primary soil tillage system in both rotations was differentiated tillage, involving deep plowing (25–27 cm) for one row crop – maize (with 30 t/ha manure application), and moldboard-free and disk tillage of varying depths for other agricultural crops with application of 6 t manure + N₉₂P₆₆K₉₂ per hectare of arable land in the first rotation and 6 t manure + N₉₂P₆₆K₉₂ in the second rotation.

Keywords: crop rotation, tillage, fertilization, crops, yield, productivity, dry matter, feed units, digestible protein, non-marketable products.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Система основного обробітку ґрунту істотно впливає на решту складників будь-якої системи рільництва – систему удобрення, меліорації, захисту рослин, технології вирощування сільськогосподарських рослин тощо. Домінантною (провідною) ланкою системи землеробства є система організації землевпорядкування і сівозмін [10].

Механічний обробіток ґрунту, особливо основний, справляє істотний вплив майже на всі показники його родючості. Хоча він не додає ґрунту ні речовини, ні енергії, проте, змінюючи в першу чергу його фізичну будову, а отже

фізичні, хімічні, біологічні та фізико-хімічні властивості, прискорює або уповільнює темпи синтезу і мінералізації органічної речовини. Остання є головним показником родючості, енергетичним ресурсом ґрунту. Так само як температура тіла є показником стану хворої людини, так і вміст та якість органічної речовини в ґрунтовому середовищі характеризує його стан, фізичні та інші властивості [11].

На сьогодні обробіток ґрунту має бути енергоощадним, ґрунтозахисним, волозберігаючим, структуровідновлюючим, протиерозійним.

Майже до кінця XIX ст. причиною вітроерозійних процесів вважали висушування ґрунту. Саме ця думка на ерозію і висунула першочергове завдання нагромадження вологи, вирішення якого покладали в першу чергу на глибоку оранку. І це зрозуміло, оскільки плуг вважався основним знаряддям в рільництві, мав тисячолітню історію, пережив всі суспільні формації, забезпечив підвищення продуктивності землеробської праці порівняно з обробіткою мотикою у 50 разів. Плуг був символом знаряддя мирної праці, колос – народного блага, сніп – згуртованості та єдності, серп – праці на землі. Та й мрія всіх людей на Землі – перекувати мечі в плуги [9].

Заклав основи ґрунтозахисного обробітку ґрунту І. Є Овсінський, який виконував його ножовими культиваторами не глибше 5 см власної конструкції. На його думку, більш родючий верхній шар ґрунту має залишатися зверху, а гній забезпечує кращі результати за заробки дводюймовою оранкою. Праця українського фермера, фундатора ґрунтозахисного рільництва «Нова система землеробства» вперше опублікована в 1898 р. польською мовою в журналі «Rolnic i Hodowka» («Селянин і підприємець»), в 1899 р. – в Києві, Вільнюсі та Харкові. Пізніше вона неодноразово перевидавалася.

У «Досягненнях сільськогосподарських дослідних станцій України» за редакцією В. Румянцева (1928 р.) рекомендовані такі глибини (см) основного обробітку: Сумська – під буряки цукрові – 18–22, Маріупольська – під пшеницю яру й озиму – 11, Харківська – під коренеплоди – 18–22, зернові – 9–13, Носівська – під ярі й озимі – 13, Аджамська – під чорні та травневі (ранні весняні) пари – 11 см. На початку XX ст. навіть під найбільш вибагливі до розпушення рільничі рослини глибину оранки пропонували в межах 18–22 см і лише в окремих випадках 25–27 см [10].

У 30-ті рр. проти поверхневого і мілкового обробітків різко виступили В. Р. Вільямс і М. С. Соколов. «Головний

агроном країни», консультант Держплану, вчений сталінської епохи В. Р. Вільямс, користуючись беззаперечним авторитетом партійних і державних органів, заявив, що мілка оранка є «агротехнічним і виробничим безглуздом», рекомендуючи повсюдно культурну оранку на глибину не менше 20 см [9]. До 50-х рр. протилежні думки в рільництві майже відсутні.

Академік М. М. Тулайков (1875–1938 рр.), який рішуче виступив проти догматів В. Р. Вільямса, рекомендуючи в посушливих районах мілку оранку, поплатився життям за свої експерименти [22].

У другій половині XX ст. першим в радянській імперії категорично відмовився від оранки Т. С. Мальцев, назвавши її «вивертанням ґрунту навиворіт». У чотириріпільній сівозміні він рекомендує глибокий обробіток безполицевим плугом, виготовленим власноруч в 1952 р., тільки під чистий пар, а на решті полів – поверхневий обробіток дисковими лущильниками. У 60–70-х рр. колективом Всесоюзного НДІ зернового господарства, створеного в 1957 р., на чолі з О. І. Бараєвим була розроблена і впроваджена ґрунтозахисна система землеробства, фундаментом якої слугував різноглибинний безполицевий обробіток в польових зернопарових короткоротаційних сівозмінах [11].

Найбільш активно ідеї І. Є. Овсінського у другій половині XX ст. в Україні розвивали М. К. Шичула і Ф. Т. Моргун, які керували впродовж 1973–1988 рр. значно масштабнішим експериментом щодо впровадження безполицевого (плоскорізного) обробітку на всій площі орних земель Полтавської області. Ці вчені мають порівняно невеликий загальний послідовників-однодумців, які виступають за заборону використання плугів, вбачаючи їх причиною інтенсивного розвитку в Україні дефляційних і ерозійних процесів, дегуміфікації, знеструктурення, переущільнення, кіркоутворення, опустелювання тощо [9, 24].

В Україні є поодинокі господарства, які повністю перейшли на нульовий обробіток ґрунту – систему No-till [16, 19, 21]. Але цей процес переходу набирає обертів [5, 16, 26, 27]. Окремі господарства освоїли Strip-till (смуговий обробіток), Verti-till (вертикальний обробіток) [6, 12, 13].

Strip-till є альтернативою No-till, яка використовує переваги та мінімізує недоліки останньої. За смугового обробітку краще і раніше весною прогривається ґрунт, з'являється можливість глибоко і «адресно» вносити добрива тощо. У комплексі агрегатів для технології Strip-till пропонується мати знаряддя для поверхневого обробітку, краще штригельні пружинні борони [12].

Характерною особливістю технології Verti-till є мінімізація: переміщення прошарків ґрунту у вертикальному і горизонтальному напрямках, винесення на поверхню поля насінневих і вегетативних органів розмноження бур'янів, руйнування капілярних пор. За вертикального обробітку рослинні рештки рівномірно розподілені у верхньому шарі ґрунту. Вітчизняний комплекс засобів механізації технологічних процесів системи Verti-till налічує 8 найменувань і 30 марок знарядь. Робочими органами машин є зблоковані у підресорені батареї хвилясті диски, кут атаки яких регулюється від 0 до 25 °С, а глибина обробітку до 16 см. Завдяки невеликій ввігнутості хвилясті диски можуть застосовуватися як для вертикального обробітку (за нульового кута атаки), так і для поєднання його з підрізанням (обробітком) смуг ґрунту і перемішуванням з органічними рештками (мульчуванням) за кута атаки дисків більше нуля. Для підвищення ефективності мульчування за батареями хвилястих дисків встановлюють ротаційні борони та котки [6]. А поодинокі вітчизняні рільники навіть впроваджують «органічний No-till» [17].

Хліборобів України спонукають до мінімізації обробітку ґрунту в першу чергу погіршення клімату (опустелювання,

аридизація), дорожнеча енергоносіїв, вітрова і водна ерозія та інші деградаційні процеси. 20 % сільськогосподарських земель держави зазнали істотної деградації, за останні 130 років ґрунти втратили близько 30 % гумусу [6].

До початку ХХІ ст. консерватизм агрономів, керівників господарств і особливо науковців, вихованих на непохитних канолах оранки, виявився сильнішим пилових бур. За останню четверть століття на високому теоретичному і методичному рівні добре вивчені механізми ерозії і дефляції, встановлені критерії вітростійкості поверхні ґрунтів, нормативи охорони ґрунтової структури, моделі оптимального кореневмісного шару, всебічно обґрунтовано питання диференціації родючості ґрунту за різних способів, заходів і глибини його обробітку.

Дослідження абсолютної більшості вітчизняних науковців і практичний досвід рільників переконливо свідчать про високу ефективність диференційованого обробітку в сівозмінах, за якого оранку проводять один раз у 3–5 років, в першу чергу під просапні культури, а в решту періоду часу мілкі, поверхневі чи навіть нульові обробітки залежно від біологічних особливостей культур, показників і умов родючості ґрунту [10, 11, 27]. Тому плугобудівні заводи удосконалюють плуги і нарощують їх виробництво [2].

Інститут гідротехніки та меліорації НААН України рекомендує основний обробіток під озимі на глибину не більше 10–12 см; ярі зернові та зернобобові культури – безполицеве розпушення на 12–14 см, або 18–22 см, а також оранку на 20–22 см; кукурудзу на зерно і силос, соняшник – оранку на 25–27 см у ранні строки, або ж плоскорізне розпушення на таку ж глибину [28].

На чорноземі типовому глибокому середньосулинковому Правобережного Лісостепу України рекомендовано в зернопросапній і плодозмінній п'ятипільних сівозмінах поєднувати оранку один раз за ротацію відповідно під

соняшник і буряки цукрові з чизелюванням і дискуванням під решту культур [4].

У десятипільній зернопаропросапній сівозміні північної частини Правобережного Степу України найбільш ефективним виявився полицево-безполицевий обробіток чорнозему звичайного, що передбачав поєднання оранки під просапні культури з нульовим обробітком під сільськогосподарські рослини звичайного рядкового способу сівби. Під буряки цукрові пропонується глибока (28–30 см) оранка за умови безполицевого обробітку на 18–22 см під їх попередник – пшеницю озиму. За розміщення ячменю ярого після буряків цукрових основний обробіток під нього плоскорізний – на 20–22 см. Під кукурудзу доцільна оранка на 25–27 см, а під соняшник, залежно від погодних умов року: у посушливі роки оранка на 22–25 см, зволожені – мінімальний обробіток [30].

У десятипільній стаціонарній сівозміні рекомендує і Л. В. Центило полицево-безполицевий обробіток чорнозему типового, за якого глибоку оранку проводять два рази під соняшник та буряки цукрові, а під решту культур – безполицевий мілкий і чизельний різноглибинні обробітки [29].

Аналогічні рекомендації висвітлені у багатьох працях [20, 31, 32]. Певний загальний висновок вітчизняних науковців необхідність проведення культурної оранки в сівозміні пов'язує з визначенням коефіцієнта оструктуреності ґрунту. За його величини нижче 0,67 такий захід обов'язковий. Вчені, як і В. Р. Вільямс, вважають, що структура верхнього (0–10 см) шару ґрунту під впливом атмосферних опадів, повітря і обробітку неминує погіршуватися. Лише культурна оранка або двоярусний плуг забезпечують взаємне переміщення без перемішування нижньої структурної й верхньої знеструктуреної частин орного шару, створюючи гетерогенний [1, 26].

В Інституті сільського господарства Західного Полісся НААН України найвищу урожайність сої у чотиріпільній зернопросапній сівозміні отримано за

обробітку плугом на 20–22 см і дисковою бороною АГ-2,4-20 на 15–17 см за досліджуваних трьох систем удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту [33].

У семипільній зернопаропросапній сівозміні Лівобережного Степу України рекомендована під просапні культури (кукурудзу, соняшник) оранка на 22–24 см, зернові колосові і бобові – дискування на 10–12 см [14].

На темно-каштановому середньо суглинковому ґрунті з глибоким заляганням ґрунтових вод у Південному Степу України найвищу урожайність соняшнику після пшениці озимої забезпечила оранка на 22–24 см. За чизелювання на 18–22 см і дискування на 10–14 см цей показник істотно знижувався [3]. А в досліді Прикарпатської державної сільськогосподарської станції найкращі результати отримано за мілкого обробітку на 10–12 см під ріпак озимий [15].

Мета дослідження – вивчити вплив чотирьох систем механічного обробітку і чотирьох систем удобрення чорнозему типового на продуктивність агрофітоценозів і двох польових спеціалізованих зернопросапних сівозмін з часткою зернових культур відповідно 100 і 80 %; запропонувати виробництву оптимальне поєднання систем обробітку й удобрення, що забезпечує отримання з кожного гектара ріллі 4 т сухої речовини, понад 5 т кормових одиниць і 0,40–0,45 т перетравного протеїну з основної продукції та відповідно 9,0–9,5; 7,0–7,5 і 0,50–0,55 т з товарної й нетоварної продукції сільськогосподарських рослин за високої агротехнічної та енергетичної ефективності досліджуваних агротехнічних заходів.

Матеріали і методи. Робота виконувалася на чорноземі типовому глибокому середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ впродовж 2020–2024 рр. у двох стаціонарних польових зернопросапних спеціалізованих сівозмінах, повністю розгорнутих в просторі часі.

На дослідній ділянці в гранулометричному складі орного шару

домінує фракція великого пилю – близько 53 %, через що цей ґрунт зазнає ерозійних процесів. Сума обмінних катіонів – до 37 мг-екв./100 г ґрунту, ступінь насичення ґрунту основами – 98 %, а співвідношення катіонів кальцію до магнію – 5,3. Вміст гумусу – 3,6–3,8 % (за методом Тюріна та Кононової), легкогідролізованого азоту – 110 мг/кг (за методом Корнфілда), рухомих сполук фосфору й обмінного калію – 120 і 110 мг/кг (за методом Чирикова). Щільність будови орного шару (0–30 см) – 1,18 г/см³, загальна пористість – 52 %, максимальна молекулярна вологомідкість – 13,8 %, вологість стійкого в'янення – 11,0 %, повна вологомідкість – 41,5 %, найменша (польова) вологомідкість – 28,3 %.

Облік урожайності проводили за технічної стиглості культур методом суцільного (прямого) збирання рослин з облікових ділянок з наступним

перерахунком на стандартні чистоту і вологість окремо з кожного варіанту. Енергетичну оцінку досліджуваним агрозаходам проводили за рекомендаціями О. К. Медведовського і П. І. Іваненка [16].

За математично-статистичної обробки результатів досліджень використовували програмні засоби Microsoft Excel STATISTIKA 10.0.

Вивчали чотири системи основного обробітку ґрунту (табл. 1) і чотири системи удобрення агрофітоценозів сівозмін (табл. 3). За нульової системи (нульового рівня) добрива не вносили в обох сівозмінах. За першої, другої й третьої (першого, другого і третього рівня) відповідно 6 т гною + N₆₄P₅₄K₅₈; 6 т гною + N₉₈P₆₆K₉₂ і 6 т гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ – у першій сівозміні та 6 т гною + N₅₄P₄₈K₄₈; 6 т гною + N₉₂P₆₆K₉₀ і 6 т гною + N₁₂₀P₉₂K₁₁₀ – у другій сівозміні на гектар ріллі.

1. Системи основного обробітку чорнозему типового у сівозмінах

| № поля | Культура сівозміни | Варіанти основного обробітку ґрунту | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------------------|
| | | I | II | III | IV |
| | | полицево-дисковий (контроль) | чизельно (безполицево)-дисковий | диференційований (полицево-чизельно-дисковий) | дисковий (мілкий) |
| Глибина (см) і знаряддя обробітку | | | | | |
| Перша сівозміна | | | | | |
| 1 | Горох | 18–20 (п.) | 18–20 (ч.) | 18–20 (ч.) | 10–12 (д.б.) |
| 2 | Пшениця озима | 8–10 (д.б.) | 8–10 (д.б.) | 8–10 (д.б.) | 8–10 (д.б.) |
| | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| 3 | Кукурудза | 25–27 (п.) | 25–27 (ч.) | 25–27 (п.) | 10–12 (д.б.) |
| 4 | Гречка | 10–12 (д.б.) | 10–12 (ч.) | 10–12 (ч.) | 10–12 (д.б.) |
| 5 | Пшениця озима | 6–8 (д.б.) | 6–8 (д.б.) | 6–8 (д.б.) | 6–8 (д.б.) |
| | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| Друга сівозміна | | | | | |
| 1 | Соя | 10–12 (д.б.) | 20–22 (ч.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| 2 | Пшениця озима | 6–8 (д.б.) | 6–8 (д.б.) | 6–8 (д.б.) | 6–8 (д.б.) |
| | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| 3 | Кукурудза | 25–27 (п.) | 25–27 (ч.) | 25–27 (п.) | 10–12 (д.б.) |
| 4 | Ячмінь ярий | 10–12 (д.б.) | | | 10–12 (д.б.) |
| | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| 5 | Соняшник | 25–27 (п.) | 25–27 (ч.) | 25–27 (ч.) | 10–12 (д.б.) |

Примітка: п. – плуг ПЛН-3-35; д.б. – дискова борона БДВ-3,0; ч. – чизель (глибокорозпошувач) ГР-3,4.

У досліді триразова повторність, послідовне і систематичне розміщення варіантів і повторень. Ділянки першого порядку (варіанти обробітку) розташовані в один ярус, а другого (варіанти удобрення) – у чотири яруси. Площа посівних і облікових ділянок відповідно – 171 і 112 м². Кожне поле сівозмін займає площу 7835,6 м². Як добриво вносилися: аміачна селітра, простий гранульований суперфосфат, калійна сіль і напівперепрілий гній великої рогатої худоби.

Кормові одиниці та перетравний протеїн розраховували за «Довідником

поживності кормів» в Лісостепу України [7].

Результати та обговорення. У першій сівозміні урожайність гороху за безполицево-дискового і дискового обробітків істотно, а за диференційованого – неістотно нижча, ніж на контролі. Встановлено, що зі збільшенням норм внесених добрив ця різниця зростає. На удобрених ділянках другого, третього і четвертого варіантів обробітку вона становила відповідно 0,24; 0,11 і 0,31 т/га, а удобрених найвищою нормою – 0,33; 0,16 і 0,43 т/га (табл. 2).

2. Урожайність сільськогосподарських культур першої сівозміни за різних систем обробітку й удобрення ґрунту, т/га

| Варіанти обробітку | | Системи (рівні) удобрення на гектар ріллі | Номер полів першої сівозміни | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--------------|-----------|--------|---------------|--------------|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| № | Назва | | Рільничі рослини першої сівозміни | | | | | | |
| | | Горох | Пшениця озима | Гірчиця біла | Кукурудза | Гречка | Пшениця озима | Гірчиця біла | |
| 1 | Полицево-дисковий (контроль) | Без добрив | 2,19 | 2,69 | 10,81 | 3,21 | 1,26 | 2,27 | 10,11 |
| | | 6 т гною + N ₆₄ P ₅₄ K ₅₈ | 2,97 | 4,87 | 15,52 | 5,80 | 2,00 | 4,29 | 15,92 |
| | | 6т гною + N ₉₈ P ₆₆ K ₉₂ | 3,44 | 6,28 | 18,12 | 7,67 | 2,48 | 5,69 | 18,71 |
| | | 6 т гною + N ₁₂₆ P ₈₂ K ₁₁₆ | 3,72 | 6,90 | 19,21 | 8,42 | 2,73 | 6,32 | 19,90 |
| 2 | Безполицево (чизельно) – дисковий | Без добрив | 1,95 | 2,36 | 10,23 | 2,67 | 1,01 | 1,86 | 10,52 |
| | | 6 т гною + N ₆₄ P ₅₄ K ₅₈ | 2,69 | 4,48 | 14,91 | 5,12 | 1,72 | 3,79 | 16,50 |
| | | 6т гною + N ₉₈ P ₆₆ K ₉₂ | 3,14 | 5,83 | 17,31 | 6,88 | 2,17 | 5,14 | 19,23 |
| | | 6 т гною + N ₁₂₆ P ₈₂ K ₁₁₆ | 3,39 | 6,40 | 18,42 | 7,57 | 2,38 | 5,74 | 20,71 |
| 3 | Диференційований | Без добрив | 2,08 | 2,90 | 10,40 | 2,93 | 1,34 | 2,39 | 10,71 |
| | | 6 т гною + N ₆₄ P ₅₄ K ₅₈ | 2,84 | 5,04 | 15,01 | 5,58 | 2,12 | 4,44 | 16,81 |
| | | 6т гною + N ₉₈ P ₆₆ K ₉₂ | 3,29 | 6,43 | 17,53 | 7,49 | 2,63 | 5,87 | 19,60 |
| | | 6 т гною + N ₁₂₆ P ₈₂ K ₁₁₆ | 3,56 | 7,01 | 18,61 | 8,26 | 2,90 | 6,52 | 21,01 |
| 4 | Дисковий (мілкий) | Без добрив | 1,88 | 2,24 | 9,80 | 2,16 | 0,88 | 1,74 | 9,20 |
| | | 6 т гною + N ₆₄ P ₅₄ K ₅₈ | 2,62 | 4,39 | 14,40 | 4,92 | 1,65 | 3,68 | 14,91 |
| | | 6т гною + N ₉₈ P ₆₆ K ₉₂ | 3,04 | 5,72 | 16,93 | 6,92 | 2,18 | 5,01 | 17,52 |
| | | 6 т гною + N ₁₂₆ P ₈₂ K ₁₁₆ | 3,29 | 6,27 | 17,92 | 7,77 | 2,45 | 5,57 | 18,72 |
| НІР _{0,05} | | | 0,23 | 0,33 | 0,76 | 0,50 | 0,21 | 0,38 | 0,71 |

Урожайність пшениці озимої істотно зменшувалася за безполицево-дискового і дискового обробітків, ніж на контролі, причому зростання норм внесення добрив посилювало цю різницю. За нульового – першого, другого і третього рівнів

удобрення вона становила відповідно 0,33; 0,39; 0,46 і 0,51 т/га по безполицево-дисковому обробітку та 0,44; 0,49; 0,56 і 0,64 т/га – по дисковому. За диференційованого обробітку урожайність

неістотно вища (на 0,11–0,22 т/га), ніж на контролі.

Найвища урожайність кукурудзи зафіксована за полицево-дискового обробітку. За безполицево-дискового і дискового обробітків вона істотно, а за диференційованого – неістотно нижча. З підвищенням рівня внесених добрив різниця в урожайності за другого обробітку, порівняно з першим, зростала, а за третього й четвертого – зменшувалися. Так, за нульового, першого, другого і третього рівнів удобрення вона становила відповідно 0,54; 0,68; 0,78 і 0,86 т/га по безполицево-дисковому обробітку (порівняно з полицево-дисковим) та 1,04; 0,87; 0,76 і 0,64 т/га по дисковому обробітку.

Урожайність гречки неістотно вища за диференційованого обробітку та істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків, ніж на контролі. За підвищення рівня внесених добрив ця різниця між першим, другим та третім варіантами обробітку зростає, а між першим (контролем) і четвертим – знижується. Так, на неудобрених і удобрених найвищою нормою добрив ділянках вона становила відповідно 0,25 і 0,36 т/га за безполицево-дискового обробітку (порівняно з контролем), 0,08 і 0,17 – диференційованого та 0,38 і 0,27 т/га за дискового обробітку.

Урожайність пшениці озимої неістотно вища (на 0,12–0,20 т/га) за диференційованого та істотно нижча за чизельно-дискового (на 0,40–0,57 т/га) і дискового (на 0,53–0,74 т/га) обробітків. За підвищення норм внесених добрив різниця в урожайності між контрольним і експериментальними варіантами обробітку зростає. Урожайність на 0,58 т/га більша за розміщення озимої рослини після бобової, ніж круп'яної культури.

За бобового передпопередника урожайність гірчиці білої нижча на всіх експериментальних варіантах обробітку, проте істотно лише на четвертому. За підвищення норм внесення добрив ця різниця зростає, особливо за дискового

обробітку, де вона становила 0,97; 1,08; 1,19 і 1,26 т/га відповідно за нульової, першої, другої й третьої систем удобрення.

За круп'яного передпопередника і безполицево-дискового та диференційованого обробітків урожайність капустиної рослини підвищується, а за дискового – істотно знижується. За збільшення норми добрив різниця між експериментальними варіантами обробітку і контролем зростає. Так, на неудобрених ділянках безполицево-дискового, диференційованого і дискового обробітків вона становила відповідно 0,42; 0,63 і 0,88 т/га, а на удобрених найвищою нормою – 0,76; 1,11 і 1,22 т/га.

Лише на неудобрених ділянках полицево-дискового обробітку перевага в урожайності сидеральної рослини (на 0,65 т/га) на боці бобового, а на решті варіантів – круп'яного передпопередника.

У другій сівозміні урожайність сої найвища за полицево-дискового обробітку, на решті варіантів вона нижча, проте за диференційованого неістотно. Збільшення норм внесення добрив посилює різницю між варіантами обробітку. За нульової, першої, другої й третьої систем удобрення вона становила відповідно 0,26; 0,33; 0,38 і 0,41 т/га за безполицево-дискового обробітку, 0,12; 0,15; 0,17 і 0,19 – диференційованого, 0,29; 0,35; 0,41 і 0,44 т/га за дискового обробітку (табл. 3).

Середня по досліді урожайність сої становила 2,43 т/га зерна з вмістом 2,97 т/га кормових одиниць і 0,66 т/га перетравного протеїну. У полі гороху першої сівозміни ці показники становили відповідно 2,85; 3,32 і 0,468 т/га. Таким чином, попри те, що соя поступилася гороху за урожайністю зерна на 14,7 %, збором кормових одиниць на 10,5 %, проте перевищила його за виходом перетравного протеїну на 41,2 %.

Урожайність пшениці озимої істотно нижча за безполицево-дискового і дискового та неістотно вища за диференційованих обробітків, порівняно з контролем. За підвищення норм внесення добрив різниця в урожайності між експериментальними варіантами обробітку

і контролем зростала. На неудобрених ділянках і удобрених найвищою нормою вона становила відповідно 0,36 і 0,48 т/га на

другому варіанті обробітку, 0,14 і 0,25 – третьому, 0,38 і 0,49 т/га на четвертому варіанті.

3. Урожайність сільськогосподарських культур другої сівозміни за різних систем обробітку і удобрення ґрунту, т/га

| Варіанти обробітку | | Системи (рівні) удобрення на гектар ріллі | Номер полів другої сівозміни | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--------------|-----------|-------------|--------------|----------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| № | Назва | | Рільничі рослини другої сівозміни | | | | | | |
| | | Соя | Пшениця озима | Гірчиця біла | Кукурудза | Ячмінь ярий | Гірчиця біла | Соняшник | |
| 1 | Полицево-дисковий (контроль) | Без добрив | 1,91 | 2,75 | 11,29 | 3,36 | 2,46 | 12,47 | 1,51 |
| | | 6 т гною + N ₅₄ P ₄₈ K ₄₈ ; | 2,59 | 4,76 | 17,10 | 5,85 | 4,33 | 18,72 | 2,54 |
| | | 6т гною + N ₉₂ P ₆₆ K ₉₀ | 3,01 | 6,14 | 20,13 | 7,53 | 5,29 | 22,14 | 3,19 |
| 2 | Безполицево (чизельно) – дисковий | 6 т гною + N ₁₂₀ P ₉₂ K ₁₁₀ | 3,21 | 6,64 | 21,47 | 8,24 | 5,76 | 23,65 | 3,52 |
| | | Без добрив | 1,65 | 2,39 | 11,68 | 2,78 | 2,15 | 13,33 | 1,25 |
| | | 6 т гною + N ₅₄ P ₄₈ K ₄₈ ; | 2,27 | 4,37 | 17,64 | 5,16 | 3,95 | 19,65 | 2,28 |
| | | 6т гною + N ₉₂ P ₆₆ K ₉₀ | 2,63 | 5,70 | 20,74 | 6,81 | 4,96 | 23,12 | 2,92 |
| 3 | Диференційований | 6 т гною + N ₁₂₀ P ₉₂ K ₁₁₀ | 2,80 | 6,16 | 22,20 | 7,40 | 5,37 | 24,52 | 3,21 |
| | | Без добрив | 1,79 | 2,89 | 11,75 | 4,02 | 2,74 | 13,43 | 1,62 |
| | | 6 т гною + N ₅₄ P ₄₈ K ₄₈ ; | 2,44 | 4,94 | 17,72 | 6,64 | 4,67 | 19,79 | 2,68 |
| | | 6т гною + N ₉₂ P ₆₆ K ₉₀ | 2,84 | 6,36 | 20,80 | 8,41 | 5,65 | 23,31 | 3,37 |
| 4 | Дисковий (мілкий) | 6 т гною + N ₁₂₀ P ₉₂ K ₁₁₀ | 3,02 | 6,89 | 22,20 | 9,05 | 6,18 | 24,94 | 3,73 |
| | | Без добрив | 1,62 | 2,37 | 10,39 | 2,67 | 2,11 | 11,61 | 1,18 |
| | | 6 т гною + N ₅₄ P ₄₈ K ₄₈ ; | 2,25 | 4,31 | 15,97 | 5,10 | 3,92 | 17,79 | 2,22 |
| | | 6т гною + N ₉₂ P ₆₆ K ₉₀ | 2,60 | 5,65 | 19,08 | 6,71 | 4,86 | 21,13 | 2,89 |
| | | 6 т гною + N ₁₂₀ P ₉₂ K ₁₁₀ | 2,77 | 6,15 | 20,28 | 7,31 | 5,31 | 22,51 | 3,16 |
| HP _{0,05} | | | 0,25 | 0,36 | 0,89 | 0,56 | 0,26 | 0,84 | 0,24 |

Урожайність гірчиці білої істотно нижча за дискового обробітку: на ділянках нульової, першої, другої й третьої систем удобрення відповідно на 0,91; 1,14; 1,05 і 1,22 т/га. За безполицево-дискового і диференційованого обробітку цей показник неістотно підвищувався, відповідно на 0,57 і 0,62 т/га.

Середня урожайність по досліді капустиної рослини у ланках з горохом і гречкою в першій сівозміні (попередник – пшениця озима) та соєю і кукурудзою в другій (попередники відповідно пшениця озима і ячмінь ярий) становила відповідно 15,00 і 15,94 та 17,23 і 19,20 т/га. Таким чином, в першій сівозміні цей показник вищий на 6,3 % за розміщення гірчиці білої після круп'яного, ніж бобового

передпопередника. У другій сівозміні він значно вищий, ніж в першій, при цьому сидеральної маси отримано на 11,4 % більше після ярої, ніж озимої рослини.

Урожайність кукурудзи і ячменю ярого істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків та істотно вища за диференційованого. За підвищення норм добрив різниця між контрольним і експериментальними варіантами обробітку зростала. За нульової, першої, другої й третьої систем удобрення кукурудзи вона становить 0,58; 0,69; 0,72 і 0,84 т/га на другому варіанті обробітку, 0,66; 0,79; 0,88 і 0,81 – третьому, 0,69; 0,75; 0,82 і 0,93 т/га на четвертому.

Зеленої маси гірчиці білої отримано істотно більше за безполицево-дискового і

диференційованого обробітків та істотно менше за дискового. Насіння соняшнику зібрано істотно менше на другому і четвертому варіанті та неістотно більше (на 0,11–0,21 т/га) на третьому варіанті обробітку, порівняно з контролем.

У першій сівозміні вихід нетоварної продукції гороху і пшениці озимої істотно нижчий за безполицево-дискового і дискового обробітків. За диференційованого обробітку цей показник

у бобової рослини неістотно знижується, а у зернової колосової – підвищується. У гречки й кукурудзи він істотно знижується за безполицево-дискового обробітку на всіх ділянках досліду, за дискового – лише за нульової та першої систем удобрення. За диференційованого обробітку він змінюється неістотно у кукурудзи, а у гречки – зростає, причому істотно на удобрених ділянках (табл. 4).

4. Вихід нетоварної частини урожаю культур сівозмін за різних систем обробітку і удобрення ґрунту, т/га

| Варіанти обробітку | | Системи (рівні) | Перша сівозміна | | | | | Друга сівозміна | | | | |
|--------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------|--------|---------------|-----------------|---------------|-----------|-------------|----------|
| № | Назва | | Горох | Пшениця озима | Кукурудза | Гречка | Пшениця озима | Соя | Пшениця озима | Кукурудза | Ярий ячмінь | Соняшник |
| 1 | Полицево-дисковий (контроль) | 0 | 2,64 | 3,33 | 4,50 | 3,03 | 2,92 | 2,76 | 3,40 | 4,68 | 2,81 | 2,40 |
| | | 1 | 3,85 | 6,04 | 8,46 | 4,93 | 5,50 | 3,78 | 5,90 | 8,47 | 5,39 | 4,10 |
| | | 2 | 4,60 | 7,93 | 11,50 | 6,40 | 7,34 | 4,52 | 7,68 | 11,21 | 6,74 | 5,25 |
| | | 3 | 5,36 | 8,85 | 13,01 | 7,32 | 8,21 | 4,89 | 8,38 | 12,52 | 7,50 | 6,00 |
| 2 | Безполицево (чизельно)-дисковий | 0 | 2,28 | 3,02 | 4,04 | 2,54 | 2,45 | 2,44 | 3,00 | 4,16 | 2,51 | 2,03 |
| | | 1 | 3,39 | 5,75 | 7,95 | 4,38 | 4,95 | 3,37 | 5,47 | 7,94 | 4,97 | 3,76 |
| | | 2 | 4,06 | 7,58 | 10,92 | 5,99 | 6,75 | 4,02 | 7,20 | 10,73 | 6,41 | 4,97 |
| | | 3 | 4,68 | 8,44 | 12,24 | 6,90 | 7,57 | 4,32 | 7,85 | 11,88 | 7,06 | 5,55 |
| 3 | Диференційований | 0 | 2,54 | 3,62 | 4,20 | 3,26 | 3,10 | 2,62 | 3,59 | 5,65 | 3,15 | 2,58 |
| | | 1 | 3,73 | 6,36 | 8,31 | 5,33 | 5,75 | 3,59 | 6,15 | 9,80 | 5,84 | 4,33 |
| | | 2 | 4,45 | 8,22 | 11,31 | 6,88 | 7,64 | 4,30 | 7,98 | 12,75 | 7,25 | 5,61 |
| | | 3 | 5,20 | 9,07 | 13,11 | 8,00 | 8,54 | 4,62 | 8,73 | 13,96 | 8,07 | 6,39 |
| 4 | Дисковий (мілкий) | 0 | 2,17 | 2,90 | 3,34 | 2,29 | 2,32 | 2,41 | 3,00 | 4,04 | 2,49 | 1,90 |
| | | 1 | 3,31 | 5,70 | 7,79 | 4,38 | 4,88 | 3,39 | 5,46 | 7,96 | 4,98 | 3,70 |
| | | 2 | 4,07 | 7,48 | 11,14 | 6,25 | 6,64 | 4,02 | 7,22 | 10,68 | 6,33 | 4,98 |
| | | 3 | 4,78 | 8,33 | 12,83 | 7,34 | 7,42 | 4,33 | 7,91 | 11,90 | 7,05 | 5,53 |

НІР_{0,05}

0,30 0,28 0,43 0,38 0,33 0,28 0,38 0,51 0,41 0,36

У другій сівозміні вихід соломи сої й пшениці озимої істотно нижчий на другому і четвертому варіантах обробітку, ніж на першому. За диференційованого обробітку цей показник у сої неістотно нижчий, а у пшениці озимої – неістотно вищий. У решти культур другої сівозміні він зменшується за безполицево-дискового і дискового обробітків та підвищується за диференційованого.

У першій сівозміні співвідношення товарної до нетоварної продукції в рослин гречки, кукурудзи й пшениці озимої найширше – за дискового, найвужче – за полицево-дискового обробітку. За цих варіантів обробітку воно становило відповідно 2,76 і 2,52 у круп'яної культури; 1,58 і 1,46 – просапної; 1,29 і 1,24 в озимої за розміщення після гороху та 1,31 і 1,27 – після гречки. У гороху співвідношення зерна до соломи найвище за

диференційованого обробітку (1,31), найнижче – за безполицево-дискового (1,25). З підвищенням норм внесення добрив цей показник зростає за всіх варіантів обробітку. Так, на неудобрених ділянках гречки, кукурудзи, гороху, пшениці озимої в ланках з круп'яною і бобовою культурами за полицево-дискового обробітку він становив відповідно 2,38; 1,38; 1,17; 1,25 і 1,21, а за щорічного внесення на гектар ріллі сівозміни 6 т гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ – 2,52; 1,54; 1,42; 1,29 і 1,27.

У другій сівозміні співвідношення основної до побічної продукції у всіх культур найвужче на першому варіанті обробітку, найширше – на четвертому. З підвищенням норм добрив воно зростає. Так, на неудобрених ділянках сої, пшениці озимої, кукурудзи, ячменю ярого і

соняшнику цей показник становив відповідно 1,41; 1,21; 1,37; 1,11 і 1,54 за полицево-дискового обробітку; 1,44; 1,22; 1,47; 1,13 і 1,58 – безполицево-дискового; 1,43; 1,22; 1,39; 1,12 і 1,54 – диференційованого; 1,45; 1,24; 1,49; 1,15 і 1,59 за дискового обробітку. На удобрених найвищою нормою добрив ділянках перерахованих вище культур другої сівозміни співвідношення товарної до нетоварної продукції становило відповідно 1,50; 1,25; 1,51; 1,29 і 1,69 за полицево-дискового обробітку; 1,52; 1,26; 1,60; 1,30 і 1,71 – безполицево-дискового; 1,51; 1,26; 1,54; 1,29 і 1,70 – диференційованого; 1,54; 1,28; 1,62; 1,32 і 1,73 – за дискового обробітку. Продуктивність обох сівозмін істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків (табл. 5).

5. Продуктивність сівозмін за різних систем обробітку і удобрення ґрунту, т/га

| Обробіток ґрунту | Системи (рівні) удобрення | Вихід зерна | Товарна продукція основних культур | | | Товарна і нетоварна продукція основних культур разом | | | Суха речовина основної і побічної продукції та сидератів | Вміст перетравного протеїну в кормовій одиниці основної продукції, г |
|---------------------------------|---------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------|---------------------|--|-----------------|---------------------|--|--|
| | | | суха речовина | кормові одиниці | перетравний протеїн | суха речовина | кормові одиниці | перетравний протеїн | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Полицево-дисковий (контроль) | 0 | <u>2,29</u> | <u>1,98</u> | <u>2,67</u> | <u>0,215</u> | <u>4,48</u> | <u>3,60</u> | <u>0,256</u> | <u>5,31</u> | <u>80,5</u> |
| | | 2,07 | 2,05 | 2,81 | 0,268 | 4,55 | 3,69 | 0,299 | 5,49 | 95,4 |
| | 1 | <u>3,96</u> | <u>3,42</u> | <u>4,63</u> | <u>0,357</u> | <u>7,84</u> | <u>6,29</u> | <u>0,427</u> | <u>9,09</u> | <u>77,1</u> |
| | | 3,48 | 3,45 | 4,74 | 0,427 | 7,80 | 6,29 | 0,479 | 9,24 | 90,1 |
| 2 | <u>5,08</u> | <u>4,40</u> | <u>5,97</u> | <u>0,452</u> | <u>10,22</u> | <u>8,17</u> | <u>0,542</u> | <u>11,70</u> | <u>75,7</u> | |
| | 4,37 | 4,32 | 5,95 | 0,527 | 9,90 | 7,94 | 0,594 | 11,60 | 88,6 | |
| 3 | <u>5,59</u> | <u>4,83</u> | <u>6,56</u> | <u>0,496</u> | <u>11,43</u> | <u>9,05</u> | <u>0,599</u> | <u>13,00</u> | <u>75,6</u> | |
| | 4,75 | 4,71 | 6,48 | 0,571 | 10,91 | 8,68 | 0,645 | 12,73 | 88,1 | |
| Безполицево (чизельно)-дисковий | 0 | <u>1,94</u> | <u>1,68</u> | <u>2,27</u> | <u>0,183</u> | <u>3,84</u> | <u>3,08</u> | <u>0,219</u> | <u>4,66</u> | <u>80,6</u> |
| | | 1,77 | 1,74 | 2,40 | 0,229 | 3,93 | 3,18 | 0,257 | 4,93 | 95,4 |
| | 1 | <u>3,53</u> | <u>3,05</u> | <u>4,14</u> | <u>0,319</u> | <u>7,10</u> | <u>5,67</u> | <u>0,382</u> | <u>8,35</u> | <u>77,1</u> |
| | | 3,13 | 3,09 | 4,25 | 0,381 | 7,09 | 5,68 | 0,429 | 8,59 | 89,6 |
| 2 | <u>4,60</u> | <u>3,98</u> | <u>5,41</u> | <u>0,410</u> | <u>9,41</u> | <u>7,47</u> | <u>0,493</u> | <u>10,88</u> | <u>75,8</u> | |
| | 4,04 | 3,95 | 5,44 | 0,477 | 9,18 | 7,31 | 0,539 | 10,94 | 87,7 | |
| 3 | <u>5,07</u> | <u>4,38</u> | <u>5,95</u> | <u>0,450</u> | <u>10,52</u> | <u>8,27</u> | <u>0,545</u> | <u>12,09</u> | <u>75,6</u> | |
| | 4,32 | 4,28 | 5,90 | 0,516 | 10,04 | 7,95 | 0,584 | 11,92 | 87,5 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Диференційований | 0 | <u>2,30</u> 2,26 | <u>1,98</u> 2,23 | <u>2,66</u> 3,08 | <u>0,215</u> 0,279 | <u>4,54</u> 4,95 | <u>3,60</u> 4,05 | <u>0,257</u> 0,313 | <u>5,38</u> 5,95 | <u>80,8</u> 90,6 |
| | 1 | <u>3,97</u> 3,71 | <u>3,44</u> 3,67 | <u>4,63</u> 5,06 | <u>0,358</u> 0,440 | <u>7,99</u> 8,32 | <u>6,33</u> 6,73 | <u>0,429</u> 0,496 | <u>9,26</u> 9,82 | <u>77,3</u> 87,0 |
| | 2 | <u>5,11</u> 4,63 | <u>4,42</u> 4,58 | <u>5,98</u> 6,32 | <u>0,453</u> 0,543 | <u>10,37</u> 10,52 | <u>8,22</u> 8,45 | <u>0,544</u> 0,613 | <u>11,86</u> 12,29 | <u>75,8</u> 85,9 |
| | 3 | <u>5,62</u> 5,00 | <u>4,86</u> 4,96 | <u>6,57</u> 6,84 | <u>0,497</u> 0,587 | <u>11,65</u> 11,52 | <u>9,13</u> 9,18 | <u>0,603</u> 0,664 | <u>13,24</u> 13,42 | <u>75,6</u> 85,8 |
| Дисковий (мілкий) | 0 | <u>1,75</u> 1,73 | <u>1,51</u> 1,69 | <u>1,98</u> 2,33 | <u>0,168</u> 0,222 | <u>3,50</u> 3,83 | <u>2,71</u> 3,10 | <u>0,201</u> 0,249 | <u>4,25</u> 4,70 | <u>84,5</u> 95,3 |
| | 1 | <u>3,42</u> 3,09 | <u>2,96</u> 3,05 | <u>4,01</u> 4,20 | <u>0,310</u> 0,376 | <u>6,95</u> 7,04 | <u>5,52</u> 5,63 | <u>0,372</u> 0,424 | <u>8,12</u> 8,39 | <u>77,3</u> 89,5 |
| | 2 | <u>4,54</u> 3,94 | <u>3,93</u> 3,89 | <u>5,34</u> 5,37 | <u>0,403</u> 0,471 | <u>9,39</u> 9,11 | <u>7,41</u> 7,23 | <u>0,487</u> 0,533 | <u>10,77</u> 10,73 | <u>75,5</u> 87,7 |
| | 3 | <u>5,04</u> 4,28 | <u>4,36</u> 4,24 | <u>5,92</u> 5,84 | <u>0,445</u> 0,511 | <u>10,62</u> 10,01 | <u>8,30</u> 7,90 | <u>0,543</u> 0,579 | <u>12,09</u> 11,73 | <u>75,2</u> 87,5 |
| НІР _{0,05} | | <u>0,31</u> 0,28 | <u>0,27</u> 0,30 | <u>0,35</u> 0,32 | <u>0,028</u> 0,034 | <u>0,44</u> 0,44 | <u>0,38</u> 0,39 | <u>0,028</u> 0,028 | <u>0,44</u> 0,48 | |

Примітка: в чисельнику дробу наведені дані по першій сівозміні, в знаменнику – по другій.

У першій сівозміні продуктивність гектара ріллі за виходом зерна, сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну однакова за полицево-дискового і диференційованого обробітків неудообрених і удообрених ділянок. Продуктивність сівозміни у сухій речовині, кормових одиницях і перетравному протеїні основної й побічної продукції разом неістотно вища за диференційованого обробітку, ніж на контролі. За виходом сухої речовини основної та побічної продукції й заробленої в ґрунт зеленої маси гірчиці білої перевага диференційованого обробітку над полицево-дисковим більш виражена, особливо на удообрених варіантах, досягаючи 0,16–0,24 т/га, що нижче НІР_{0,05}.

У другій сівозміні ці показники вищі за диференційованого обробітку. Вихід зерна сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну основної продукції відповідно на 0,23–0,26; 0,22–0,26; 0,32–0,37 і 0,013–0,016 т/га вищий, ніж на контролі. На неудообрених ділянках ці показники дещо нижчі: 0,19; 0,18; 0,27 і 0,011 т/га. Продуктивність сівозміни за виходом сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну основної й

побічної продукції на удообрених ділянках відповідно на 0,52–0,62, 0,44–0,51 і 0,017–0,019 т/га більша за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітку. На неудообрених ділянках ця різниця між варіантами обробітку нижча: 0,40; 0,36 і 0,014 т/га. За обрахунку продуктивності другої сівозміни в сухій речовині товарної й нетоварної продукції та сидеральної маси диференційований обробіток мав істотну перевагу над полицево-дисковим, проте лише на удообрених ділянках, де приріст становив 0,58–0,69 т/га. На неудообрених ділянках цей показник становив 0,46 т/га за НІР_{0,05} 0,48 т/га.

У першій і другій сівозмінах з одного гектара ріллі отримано відповідно 3,99 і 3,54 т зерна, 3,45 і 3,49 т сухої речовини основної продукції з вмістом 4,67 і 4,81 т кормових одиниць, 0,358 і 0,427 т перетравного протеїну. Сухої речовини товарної й нетоварної продукції зібрано відповідно 8,12 і 8,04 т/га з вмістом 6,43 і 6,44/га кормових одиниць, 0,431 і 0,481 т перетравного протеїну. Сухої речовини основної та побічної продукції та сидеральної маси отримано 9,37 т/га в першій і 9,53 т/га в другій сівозміні. Вміст

перетравного протеїну в кожній кормовій одиниці основної продукції становив відповідно 77,5 і 89,5 г.

Забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном за підвищення норм внесення добрив зменшується в обох сівозмінах. У першій сівозміні цей показник практично не залежав від досліджуваних систем обробітку, а у другій він нижчий на 3,6 % за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітку.

Таким чином, друга сівозміна поступалася першій лише за виходом зерна (на 0,45 т/га у зв'язку з наявністю одного поля соняшнику). За виходом кормових одиниць і перетравного протеїну основної продукції вона переважала першу сівозміну відповідно на 3,0 і 19,3 %. Перетравного протеїну з основної та побічної продукції отримано на 11,6 % більше у другій сівозміні, а забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном в ній на 15,5 % вища, ніж в першій сівозміні. За сухою масою товарної й нетоварної продукції та зеленого добрива перевага другої сівозміни над першою незначна – 1,7 %.

Найнижчі показники собівартості 1 т кормових одиниць, високі – умовно чистого прибутку і рентабельності в обох сівозмінах отримані за другої системи удобрення (6 т/га ріллі гною + N₉₂₋₉₈P₆₆K₉₀₋₉₂) і диференційованого обробітку ґрунту. Вони становили відповідно 4,89; 15,60 тис. грн/га і 33,6 % за полицево-дискового обробітку; 5,45; 12,45 і 24,6 – безполицево-дискового; 4,76; 17,67 і 41,0 – диференційованого; 5,10; 12,23 тис. грн/га і 26,9 % за дискового обробітку в першій сівозміні. У другій сівозміні ці показники економічної ефективності відповідно на 7–9,10–12 і 3–5 % вищі.

Вихід енергії з урожаєм товарної й нетоварної продукції рільництва та коефіцієнти їх енергетичної ефективності становили відповідно 127,1 і 255,5 ГДж/га та 2,3 і 4,7 за полицево-дискового обробітку; 98,6 і 197,1 та 2,1 і 4,4 – безполицево-дискового; 128,3 і 255,9 та 2,4 і 4,9 – диференційованого; 95,7 і

191,3 ГДж/га та 2,1 і 4,3 – за дискового обробітку ґрунту першої сівозміни. У другій сівозміні завдяки наявності високоенергетичних культур (сої та соняшнику) ці показники на 8–15 % вищі, проте закономірні зміни ефективності обробітку аналогічні першій сівозміні.

Висновки. У першій польовій п'ятипільній сівозміні урожайність основних культур істотно нижча за полицево-дискового і дискового, ніж полицево-дискового обробітку. Зеленої маси післяжнивної гірчиці білої зароблено в ґрунт неістотно менше в ланці з горохом та неістотно більше в ланці з гречкою по безполицево-дисковому обробітку, а за дискового обробітку істотно менше після обох передпопередників. За диференційованого обробітку урожайність основних культур, а також післяжнивної гірчиці білої в ланці з горохом не зазнали істотних змін. Гірчиця біла в ланці з гречкою позитивно реагувала на такий обробіток ґрунту.

Продуктивність першої сівозміни за виходом зерна, сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну істотно не відрізняється за полицево-дискового і диференційованого обробітків та істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків.

У другій польовій п'ятипільній сівозміні урожайність основних культур і продуктивність сівозміни, виражена товарною продукцією, істотно нижчі за безполицево-дискового і дискового обробітків. Гірчиця біла після пшениці озимої неістотно, а після ячменю ярого істотно підвищувала урожайність за безполицево-дискового і диференційованого обробітків та істотно знижувала її за дискового обробітку. За диференційованого обробітку урожайність сої, пшениці озимої й соняшнику істотно не змінювалася, а кукурудзи і ячменю ярого – істотно підвищувалася. Продуктивність сівозміни, виражена товарною продукцією, істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків та неістотно вища за диференційованого обробітку. За виходом

сухої речовини й, кормових одиниць товарної та нетоварної продукції рільництва безполицево-дисковий і дисковий обробітки істотно поступаються, а диференційований істотно переважає (на удобрених ділянках) полицево-дисковий обробіток.

У першій сівозміні забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном не залежить від систем обробітку, у другій – на 3,6 % вища за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітку.

За виходом сухої речовини основної продукції досліджувані сівозміни майже рівноцінні, а за виходом кормових одиниць і перетравного протеїну з товарної

продукції друга сівозміна переважала першу відповідно на 3 і 19 %. Перетравного протеїну з основної та побічної продукції отриманого майже на 12 % більше в другій, ніж в першій, сівозміні.

Найбільш ефективна система основного обробітку ґрунту в обох сівозмінах-диференційована, що передбачає глибоку (на 25–27 см) оранку під одну просапну культуру – кукурудзу (з внесенням 30 т/га гною), а під решту сільськогосподарських рослин – безполицевий і дисковий різноглибинні обробітки з внесенням на гектар ріллі 6 т гною + $N_{98}P_{66}K_{92}$ в першій і 6 т гною + $N_{92}P_{66}K_{90}$ в другій сівозміні.

Список використаної літератури

1. Агроінженерні підходи щодо збереження родючості ґрунтів / В. Ф. Камінський та ін. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 11. С. 5–16.
2. Вічна класика. Аграрії віддають перевагу плугам JUWEL за якість роботи та легкість. *Агроном*. 2023. № 3 (81). С. 94–97. <https://agrotimes.ua/article/agrariyi-viddayut-perevagu-plugam-lemken-juwel-za-yakist-roboty-ta-legkist/>.
3. Вожегова Р., Влашчук А., Дробіт О. Особливості агротехніки соняшнику в Південному Степу України: як удосконалити основний обробіток ґрунту і ширину міжрядь, щоб покращити урожайність. *Farmer*. 2021. № 1 (133). С. 24–25.
4. Войтовик М. В. Наукове обґрунтування продуктивності короткоротаційних сівозмін і відтворення родючості чорнозему типового Правобережного Лісостепу України : автореф. дис... д-ра с.-г. наук : 06.01.01. Дніпро, 2024. 43 с.
5. Гончаренко Ю. І. No-till цього року, ймовірно, рятує хліборобів від пекельної посухи. *Зерно*. 2024. № 9 (218). С. 22–26. <https://www.zerno-ua.com/journals/2024/veresen-2024/anatolij-shumko-pp-myhajlivskiy-lan-vperto-jdemo-vpered/>.
6. Грицишин М. І., Перепелиця Н. М. Збереження родючості ґрунтів в умовах зміни клімату: техніко-технологічний аспект. *Пропозиція*. 2024. № 8. С. 87–91.
7. Ґрунтозахисне та ресурсощадне землеробство в Україні : навч. посібник / Х. А. Мумінджанов та ін. Київ : НУБіП України, 2023. 120 с.
8. Довідник поживності кормів / М. М. Карпусь та ін. Київ : Урожай. 1988. С. 70–178.
9. Еволюція систем землеробства в Україні : монографія / І. Д. Примак та ін. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2022. 524 с.
10. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і

References

1. Agroengineering approaches to soil fertility conservation / V. F. Kaminskyi et al. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2021. No. 11. P. 5–16.
2. A timeless classic. Farmers prefer JUWEL plows for their quality and lightness. *Agronom*. 2023. No. 3 (81). P. 94–97. <https://agrotimes.ua/article/agrariyi-viddayut-perevagu-plugam-lemken-juwel-za-yakist-roboty-ta-legkist/>.
3. Vozhegova R., Vlashchuk A., Drobit O. Features of sunflower agrotechnics in the Southern Steppe of Ukraine: how to improve basic tillage and row spacing to improve yields. *Farmer*. 2021. No. 1 (133). P. 24–25.
4. Vojtovyk M. V. Scientific substantiation of the productivity of short-rotation crop rotations and reproduction of fertility of chernozem of the typical Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk : 06.01.01. Dnipro, 2024. 43 p.
5. Goncharenko Yu. Stubbornly moving forward. No-till this year is likely to save farmers from a hellish drought. *Zerno*. 2024. No. 9 (218). P. 22–26. <https://www.zerno-ua.com/journals/2024/veresen-2024/anatolij-shumko-pp-myhajlivskiy-lan-vperto-jdemo-vpered/>.
6. Grytsyshyn M. I., Perepelytsia N. M. Preservation of soil fertility in the context of climate change: technical and technological aspect. *Propozytzia*. 2024. No. 8. P. 87–91.
7. Soil conservation and resource-saving agriculture in Ukraine: a textbook / Kh. A. Mumindzhanov et al. Kyiv : NUBiP Ukraini, 2023. 120 p.
8. Handbook of feed nutritional value / M. M. Karpus et al. Kyiv : Urozhaj. 1988. P. 70–178.
9. Evolution of farming systems in Ukraine : monograph / I. D. Prymak et al. Vinnytsia : TOV «TVORY», 2022. 524 p.
10. Evolution of theoretical and practical

поверхневого обробітку ґрунту в Україні до середини першої половини 20 ст. / І. Д. Примак та ін. *Агробіологія*. 2018. № 1 (138). С. 7–27. <https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/uk/content/evolyuciya-teoretychnyh-i-praktychnyh-osnov-perehodu-vid-polycevogo-do-bezpolycevogo-i-0>.

11. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого та нульового обробітків ґрунту в Україні з середини першої половини 20 ст. до сьогодні / І. Д. Примак та ін. *Агробіологія*. 2018. № 2 (139). С. 6–17.

12. Карпенко О. Смугастиї рейс, або дещо про сучасні інструменти технології Strip-till. *Зерно*. 2024. № 8. С. 96–99.

13. Крохмаль Ю. Коригуємо сівозміну щосезону, адже йдеться про виживання. *Агронам*. 2024. № 3. С. 34–35. <https://www.agronom.com.ua/yurij-krohmal-koryguemo-sivozminu-shhosezonu-adzhe-jdetsya-pro-vyzhyvannya/>.

14. Курдюкова О. М. Ботаніко-біологічна характеристика бур'янових синузій агрофітоценозів Лівобережного Степу України та заходи їх контролю : автореф. дис... д-ра с.-г наук : 06.01.13. Київ. 47 с.

15. Лис Н. Вплив способів основного обробітку ґрунту та мінерального живлення на ріст і розвиток рослин ріпаку озимого. *Farmer*. 2021. № 1 (133). С. 80–82.

16. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 203 с.

17. Наружна Ю. Готові практичні рішення для сої за no-till. *Пропозиція*. 2024. № 7. С. 22–23. <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/hotovi-praktychni-rishennya-dlya-soyi-za-no-till>.

18. Наружна Ю. Технологія no-till для посушливого Півдня / *Пропозиція*. 2024. № 6. С. 22–25. <https://propozitsiya.com/articles/intervyu/tekhnohliya-no-till-dlya-posushlyvoho-pivdnya>.

19. Осінній І. Удосконалюється все. Навіть No-till. *Зерно*. 2024. № 5 (214). С. 38–41. <https://www.zerno-ua.com/journals/2024/traven-2024/udoskonalyuyetsya-vse-navit-no-till/>.

20. Павліченко А. А. Продуктивність плодозмінної сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення у Правобережному Лісостепу України : автореф. дис... канд. с.-г. наук : 06.01.01. Умань, 2019. 23 с.

21. Рижов О. Гречка відповідає на чимало запитань. *Зерно*. 2024. № 1 (210). С. 29–31.

22. Рижук С. А., Примак І. Д. Шукач істин, засновник школи, сухе землеробство» (до 130-річчя з дня народження академіка М. М. Тулайкова). Історичні записки : Збірник наукових праць. Вип. 7. Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2005. С. 245–251.

foundations of the transition from moldboard to moldboard-free and surface tillage in Ukraine until the middle of the first half of the 20th century / I. D. Prymak et al. *Agrobiologiya*. 2018. No. 1 (138). P. 7–27. <https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/uk/content/evolyuciya-teoretychnyh-i-praktychnyh-osnov-perehodu-vid-polycevogo-do-bezpolycevogo-i-0>.

11. Evolution of theoretical and practical foundations of the transition from moldboard to moldboard-free and surface and zero tillage in Ukraine from the middle of the first half of the 20th century to the present / I. D. Prymak et al. *Agrobiologiya*. 2018. No. 2 (139). P. 6–17.

12. Karpenko O. Strip-till, or something about modern tools of Strip-till technology. *Zerno*. 2024. No. 8. P. 96–99.

13. Krokhmal Yu. We adjust crop rotation every season, because it is about survival. *Agronom*. 2024. No. 3. P. 34–35. <https://www.agronom.com.ua/yurij-krohmal-koryguemo-sivozminu-shhosezonu-adzhe-jdetsya-pro-vyzhyvannya/>.

14. Kurdiukova O. M. Botanical and biological characteristics of weed synusia of agrophytocenoses of the Left Bank Steppe of Ukraine and measures of their control : avtoref. dys. d-ra s.-g nauk : 06.01.13. Kyiv. 47 p.

15. Lys N. Influence of methods of basic tillage and mineral nutrition on the growth and development of winter rape plants. *Farmer*. 2021. No. 1 (133). P. 80–82.

16. Medvedovskii O. K., Ivanenko P. I. Energy analysis of intensive technologies in agricultural production. Kyiv : Urozhai, 1988. 203 p.

17. Naruzhna Yu. Ready-made practical solutions for soybeans under no-till. *Propozytsia*. 2024. No. 7. P. 22–23. <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/hotovi-praktychni-rishennya-dlya-soyi-za-no-till>.

18. Naruzhna Yu. No-till technology for the arid South. *Propozytsia*. 2024. No. 6. P. 22–25. <https://propozitsiya.com/articles/intervyu/tekhnohliya-no-till-dlya-posushlyvoho-pivdnya>.

19. Osinnij I. Everything is being improved. Even No-till. *Zerno*. 2024. No. 5 (214). P. 38–41. <https://www.zerno-ua.com/journals/2024/traven-2024/udoskonalyuyetsya-vse-navit-no-till/>.

20. Pavlichenko A. A. Productivity of fruit rotation crop rotation depending on the systems of basic tillage and fertilization in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys... kand. s.-g. nauk : 06.01.01. Uman, 2019. 23 c.

21. Ryzhov O. Buckwheat answers many questions. *Zerno*. 2024. No. 1 (210). P. 29–31.

22. Ryzhuk S. A., Prymak I. D. Seeker of truth, founder of the school, dry farming (to the 130th anniversary of the birth of Academician M. M. Tulaykov). *Istorychni zapysky : Zbirnyk naukovykh prats*. Issue 7. Lugansk : Vyd-vo SNU im. V. Dalia, 2005. P. 245–251.

23. Rudchenko V. Undoubtedly, no-till technology

23. Рудченко В. Беззаперечно, технологія no-till працює та показує відчутні результати. *Пропозиція*. 2024. № 7. С. 8–13. <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/vitaliy-rudchenko-bezzaperechno-tekhnohohiya-no-till-pratsyuye-ta>.
24. Системи зберігаючого землеробства: No-till і Strip-till / М. П. Косолап та ін. Київ : НУБіП України, 2023. 379 с.
25. Сівозміни : навчальний підручник / С. П. Танчик та ін. Київ : ЦП Компрінт. 2019. С. 114–116.
26. Сучасні проблеми оранки як особливого прийому обробітку ґрунту / В. В. Адамчук та ін. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 5–10.
27. Танчик С. П., Цюк О. А., Центило Л. В. Наукові основи систем землеробства : монографія. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. С. 175–190, 271–274.
28. Тараріко Ю. О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України (Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу). Київ : ДІА. 2011. 576 с.
29. Центило Л. В. Агроєкологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агроценозів Правобережного Лісостепу України : автореф. дис... д-ра с.-г. наук : 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.
30. Черячукін М. І. Наукове обґрунтування та розроблення заходів основного обробітку ґрунту в зональних системах землеробства Правобережному Степу України : автореф. дис... д-ра с.-г. наук : 06.01.01. 2016. 51 с.
31. Шевченко М. В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.01. Дніпропетровськ, 2015. 41 с.
32. Шевченко М. В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження : монографія. Харків : ХНАУ, Майдан, 2019. С. 43–62, 165.
33. Фурманець М., Фурманець Ю. Забур'янення посівів сої під впливом систем обробітку ґрунту та удобрення. *Агроном*. 2023. № 3 (81). С. 72–74. <https://www.agronom.com.ua/zabur-yanennya-posiviv-soyi-pid-vplyvom-system-obrobitku-gruntu-ta-udobrennya/>.
- works and shows tangible results. *Propozitsiya*. 2024. No. 7. P. 8–13. <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/vitaliy-rudchenko-bezzaperechno-tekhnohohiya-no-till-pratsyuye-ta>.
24. Conservation agriculture systems: No-till and Strip-till / M. P. Kosolap et al. Kyiv : NUBiP Ukraine, 2023. 379 p.
25. Crop rotations : textbook / S. P. Tanchyk et al. Kyiv : TsP Kompriynt. 2019. P. 114–116.
26. Modern problems of plowing as a special method of soil cultivation / V. V. Adamchuk et al. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2016. No. 1. P. 5–10.
27. Tanchyk S. P., Tsiuk O. A., Tsentylo L. V. Scientific foundations of farming systems: monografii. Vinnitsia : TOV «Nilan-LTD», 2015. P. 175–190, 271–274.
28. Tarariko Yu. O. Energy-saving agroecosystems. Assessment and rational use of Ukraine's agro-resource potential (Recommendations on the example of the Steppe and Forest-Steppe). Kyiv : DIA. 2011. 576 p.
29. Tsentylo L. V. Agroecological foundations of reproduction of typical chernozem fertility and increase of agrocenoses productivity of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys... d-ra s.-g. nauk : 06.01.01. Kyiv, 2020. 41 p.
30. Cheriachukin M. I. Scientific substantiation and development of measures of basic soil cultivation in zonal farming systems of the Right-Bank Steppe of Ukraine : avtoref. dys... d-ra s.-g. nauk : 06.01.01. 2016. 51 p.
31. Shevchenko M. V. Scientific foundations of soil cultivation systems in field crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk : 06.01.01. Dnipropetrovsk, 2015. 41 p.
32. Shevchenko M. V. Scientific foundations of soil cultivation systems under conditions of unstable and insufficient moisture : monograph. Kharkiv : KhNAU, Majdan, 2019. P. 43–62, 165.
33. Furmanets M., Furmanets Yu. Weed infestation of soybean crops under the influence of tillage and fertilization systems. *Agronom*. 2023. No. 3 (81). P. 72–74. <https://www.agronom.com.ua/zabur-yanennya-posiviv-soyi-pid-vplyvom-system-obrobitku-gruntu-ta-udobrennya/>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-11

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.1:631.8

**УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКА
ТА ПРИПОСІВНОГО УДОБРЕННЯ
В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ****С. С. Танасов¹, І. І. Сенник², Г. П. Сидорук³**¹ТОВ «Байєр»*вул. Верхній вал 4Б, м. Київ,
Україна, 04071*²Західноукраїнський національний
університет*вул. Львівська, 11, м. Тернопіль,
46009*³Тернопільська державна
сільськогосподарська
дослідна станція Інституту
сільського господарства
Карпатського регіону НААН,
*вул. Тролейбусна, 12, м. Тернопіль,
46002***Про авторів:**Сергій ТАНАСОВ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0009-0005-2099-6292Іван СЕНИК,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-3249-2065Галина СИДОРУК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-7584-8095**Для листування:**Галина СИДОРУК
*e-mail: sydoruk_galyna@ukr.net***Інформація про фінансування:**Західноукраїнський національний
університет

Отримано:

4 серпня 2025 р.

Погоджено до друку:

11 вересня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

У статті наведено результати багаторічних досліджень щодо вивчення впливу застосування різних норм припосівних мінеральних добрив на урожайність кукурудзи залежно від попередника. Встановлено, що зернова продуктивність досліджуваної культури визначається погодними умовами вегетаційного періоду та досліджуваними факторами. Результати кореляційно-регресійного аналізу вказують на те, що достатня забезпеченість рослин вологою у фазі 3–5 листків та викидання волоті позитивно впливало на вихід зерна з одиниці площі, оскільки коефіцієнти кореляції (r) становлять відповідно 0,7469 та 0,7959. Водночас надмірне зволоження у період наливання зерна знижує урожайність кукурудзи, що зумовлене розвитком хвороб, які погіршують процеси формування зернової продуктивності. Дослідженнями підтверджена думка науковців про те, що буряків цукрових не є добрим попередником для кукурудзи, оскільки не сприяють розвитку мікоризи і як наслідок рослини досліджуваної культури на початкових етапах свого росту і розвитку відчують нестачу фосфору, що проявляється у «Purple Corn Syndrome». На варіантах вирощування кукурудзи, де попередником був соняшник урожайність зерна становила 12,9–14,7 т/га, а при її вирощуванні після буряків цукрових – 11,9–14,2 т/га залежно від удобрення. Порівняльна оцінка норм внесення припосівного добрива YaraMila 16-27-7 свідчить про різну реакцію культури на варіацію досліджуваного фактора залежно від попередника. Встановлено, що при вирощуванні кукурудзи після соняшника приріст урожаю зерна становить 0,7–1,9 т/га, а при розміщенні її після буряків цукрових – 0,9–2,4 т/га залежно від кількості внесених елементів живлення. Найвища зернова продуктивність досліджуваної культури відмічена на варіантах із максимальними нормами внесення припосівного добрива (150 кг/га YaraMila 16-27-7) – 14,7 т/га у випадку коли попередником виступав соняшник та 14,2 т/га при розміщенні кукурудзи після цукрових буряків.

Ключові слова: кукурудза, урожайність, попередники (соняшник, буряк цукровий), припосівне удобрення.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Танасов С. С., Сенник І. І., Сидорук Г. П., 2025

Corn yield depends on the predecessor and applied fertilizer by sowing in the conditions of the Western Forest-Steppe

¹Bayer LLC
str. Verhniy Val, 4b, Kiyiv,
04071

²West Ukrainian National University
str. Lvivska, 11, Ternopil,
46009

³Ternopil State Agricultural
Experimental Station of the Institute
of Agriculture of Carpathian Region
of NAAS
str. Trolleybusna, 12, Ternopil,
46002

About authors:

Serhii TANASOV
ORCID: 0009-0005-2099-6292

Ivan SENYK
ORCID: 0000-0003-3249-2065

Halyna SYDORUK
ORCID: 0000-0002-7584-8095

For corresponding:
Halyna SYDORUK
e-mail: sydoruk_galyna@ukr.net

Funding information:
West Ukrainian National University

Received:
August 4, 2025
Accepted:
September 11, 2025
Published:
September 30, 2025

The article presents the results of many years of research on the impact of different rates of seeding fertilizers on corn yield depending on the predecessor. It was established that the grain yield of the studied crop is determined by the weather conditions of the growing season and the factors studied. The results of correlation-regression analysis indicate that sufficient moisture supply of plants in the phase of 3–5 leaves and panicle ejection has a positive effect on grain yield per unit area, since the correlation coefficients (r) are 0.7469 and 0.7959, respectively. At the same time, excessive moisture during the grain filling period reduces corn yield, which is due to the development of diseases, which in turn worsen the processes of grain yield formation. The research confirmed the scientists' opinion that sugar beets are not a good precursor for corn, since they do not contribute to the development of mycorrhiza and as a result, the plants of the studied crop at the initial stages of their growth and development experience a lack of phosphorus, which manifests itself in the «Purple Corn Syndrome». Thus, in corn growing options where the predecessor was sunflower, the grain yield was 12.9–14.7 t/ha, and when it was grown after sugar beets – 11.9–14.2 t/ha, depending on the fertilizer. A comparative assessment of the rates of application of the YaraMila 16-27-7 seed fertilizer indicates a different reaction of the studied crop to the variation of the studied factor depending on the predecessor. It was found that when growing corn after sunflower, the grain yield increase is 0.7–1.9 t/ha, and when placing it after sugar beets – 0.9–2.4 t/ha depending on the amount of nutrients applied. The highest grain productivity of the studied crop was noted in variants with maximum rates of application of seedbed fertilizer (150 kg/ha YaraMila 16-27-7) – 14.7 t/ha in the case when the predecessor was sunflower and 14.2 t/ha when placing corn after sugar beets.

Keywords: corn, yield, predecessors (sunflower, sugar beet), seedbed fertilizer.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Кукурудза в Україні належить до основних експортоорієнтованих культур, займаючи друге місце після сояшнику [1]. У 2024 р. було експортовано 29,6 млн т зерна даної культури на загальну суму \$5 млрд, що становить 21 % усієї сільськогосподарської продукції [14]. За даними Державної служби статистики України у 2024 р. урожайність кукурудзи становила 6,6 т/га [5], що значно нижче її потенційних можливостей [12].

Одним із ключових чинників підвищення урожайності даної культури є забезпечення агроценозів достатньою

кількістю поживних речовин [4, 6, 8, 9]. Він відіграє важливу роль у процесах росту, розвитку та формуванні продуктивності сільськогосподарських культур, в тому числі й кукурудзи. Характерною особливістю фосфору є те, що його доступність залежить від температури ґрунту і показника рН. За низьких температур та в кислому і лужному середовищі даний макроелемент стає недоступним для рослин [5]. Не менш важливим фактором, від якого залежить забезпеченість рослин фосфором є вміст його в ґрунті, проте в більшості даний

показник не відповідає оптимальним значенням [15].

Досить часто у виробництві відбувається візуальний дефіцит даного елемента живлення, що проявляється у фіолетовому забарвленні листків на початкових етапах онтогенезу кукурудзи й це має назву синдром пурпурової кукурудзи або «Purple Corn Syndrome». Однією із причин його виникнення є погіршення засвоєння фосфору з ґрунту через відсутність або зменшення чисельності мікоризних грибів, які беруть участь у засвоєнні даного елемента живлення. Найчастіше це явище спостерігається при вирощуванні кукурудзи після цукрових буряків та ріпаку, які не є культурами-господарями для даних мікроорганізмів [17, 18].

Одним зі шляхів розв'язання питання оптимізації фосфорного живлення в перші тижні вегетації культури, особливо при її вирощуванні після буряків цукрових і ріпаку є внесення припосівних стартових добрив [3].

Проте на сьогодні питання припосівного внесення фосфорних добрив

вивчене недостатньо, оскільки основні наукові дослідження спрямовані на пошук оптимальних норм основного внесення даного елемента [2, 13, 16, 19, 20].

Матеріали і методи. Виходячи із мети досліджень, вирішення намічених програмою завдань проводилося в польовому досліді, де у 2020–2022 рр. вивчалися технологічні заходи вирощування кукурудзи на зерно. Польові дослідження здійснювалися на «Байер АгроАрені», яка розміщена в с. Кам'янки Тернопільського району Тернопільської області.

В досліді використовувався гібрид ДКС 3969 із ФАО 310. Він придатний для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних умовах України, відзначається швидкою енергією початкового росту, швидкою вологовіддачею. Придатний до вирощування за різних способів обробітку ґрунту та систем удобрення.

Схема досліді охоплювала два фактори: фактор А – попередник, фактор В – норма внесення припосівного добрива YaraMila 16-27-7 + Zn (0,1 %), S (2 %) (табл. 1).

1. Схема досліді

| Фактор А – попередник | Фактор В – норма внесення припосівного добрива |
|----------------------------------|---|
| 1. Соняшник 2. Буряки цукрові | 1. Контроль без припосівного удобрення 2. 75 кг/га 3. 100 кг/га 4. 125 кг/га 5. 150 кг/га |

На всіх варіантах досліді під передпосівну культивуацію вносився карбамід в нормі 250 кг/га.

Площа облікових ділянок 100 м². Повторність чотириразова. Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятих методик [10].

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений середньосуглинковий.

Технологія вирощування кукурудзи типова для Лісостепу західного, норма висіву насіння – 80 тис. шт./га.

Погодні умови в роки досліджень відрізнялися від середніх багаторічних показників, що дозволило об'єктивно оцінити вплив досліджуваних факторів на процеси росту, розвитку та формування зернової продуктивності кукурудзи (табл. 2).

2. Погодні умови в роки проведення досліджень

| Роки | Січень | Лютий | Березень | Квітень | Травень | Червень | Липень | Серпень | Вересень | Жовтень | Листопад | Грудень |
|-------------------------|--------|-------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Температура повітря, °С | | | | | | | | | | | | |
| 2020 | 0,3 | 2,2 | 4,9 | 8,6 | 11,8 | 19,3 | 19,4 | 19,6 | 16,3 | 11,8 | 4,0 | 0,6 |
| 2021 | -1,9 | -3,0 | 1,7 | 6,7 | 13,2 | 19,2 | 21,8 | 18,3 | 13,7 | 7,1 | 4,3 | -2,1 |
| 2022 | -1,9 | 2,7 | 2,2 | 7,0 | 15,4 | 20,6 | 20,3 | 21,1 | 13,5 | 8,5 | 2,4 | -0,7 |
| Норма | -4,5 | -3,4 | 1,0 | 8,1 | 14,1 | 17,2 | 18,8 | 18,2 | 13,8 | 8,4 | 2,4 | -2,4 |
| Опади, мм | | | | | | | | | | | | |
| 2020 | 15 | 37 | 20 | 16 | 60 | 123 | 94 | 81 | 58 | 73 | 11 | 29 |
| 2021 | 31 | 54 | 59 | 10 | 53 | 41 | 101 | 48 | 39 | 5 | 10 | 77 |
| 2022 | 29 | 17 | 3 | 28 | 17 | 13 | 82 | 78 | 123 | 19 | 15 | 40 |
| Норма | 28 | 27 | 27 | 40 | 62 | 83 | 92 | 57 | 55 | 31 | 38 | 35 |

Результати та обговорення.

Дослідженнями встановлено, що урожайність кукурудзи залежала від попередника, норм внесення припосівного добрива та погодних умов вегетаційного періоду (табл. 3).

Так, у перший рік досліджень (2022 р.) урожайність зерна становила

12,9–15,0 т/га залежно від варіанта досліджу. На контрольному варіанті без припосівного внесення добрив зернова продуктивність становила 13,3 т/га при вирощуванні кукурудзи після соняшнику та 12,9 т/га при її вирощуванні після буряків цукрових.

3. Урожайність зерна кукурудзи залежно від попередника та норм внесення припосівних добрив, т/га

| Фактор А – попередник | Фактор В – норми припосівного внесення добрив, кг/га | Роки | | | |
|--------------------------|--|------|------|------|----------------------|
| | | 2020 | 2021 | 2022 | середнє за 2020–2022 |
| Соняшник | контроль без добрив | 13,3 | 13,9 | 11,5 | 12,9 |
| | 75 | 14,0 | 14,5 | 12,3 | 13,6 |
| | 100 | 14,4 | 14,9 | 12,7 | 14,0 |
| | 125 | 14,7 | 15,2 | 13,6 | 14,5 |
| | 150 | 15,0 | 15,5 | 13,6 | 14,7 |
| Буряки цукрові | контроль без добрив | 12,1 | 12,6 | 11,1 | 11,9 |
| | 75 | 13,6 | 14,0 | 11,7 | 13,1 |
| | 100 | 13,9 | 14,3 | 12,3 | 13,5 |
| | 125 | 14,3 | 14,8 | 12,6 | 13,9 |
| | 150 | 14,6 | 15,2 | 12,8 | 14,2 |
| НІР ₀₅ , т/га | А | 0,15 | 0,10 | 0,11 | |
| | В | 0,38 | 0,29 | 0,24 | |
| | АВ | 0,55 | 0,42 | 0,39 | |

Внесення одночасно із сівбою 75 кг/га мінерального добрив YaraMila 16-27-7 збільшило вихід зерна з одиниці площі відповідно на 0,7 т/га до рівня відповідно 14,0 та 13,6 т/га.

Зростання норми внесення припосівного удобрення до 100 та 125 кг/га забезпечило урожайність зерна кукурудзи 14,4 та 13,9 т/га і 14,7 та 14,3 залежно від попередника. Найвищий рівень зернової продуктивності агроценозів досліджуваної

культури забезпечило внесення 150 кг/га добрива YaraMila 16-27-7. На варіанті, де кукурудза вирощувалася після соняшника урожайність зерна становила 15,0 т/га, а при її висіванні після буряків цукрових – 14,6 т/га.

Погодні умови 2021 р. виявилися більш сприятливими для росту, розвитку та формування продуктивності досліджуваної культури, завдяки чому рівень урожайності був вищим порівняно із попереднім роком. Залежно від варіанту досліду вихід зерна кукурудзи з одиниці площі становив 13,5–15,5 т/га. Найменш продуктивним виявився контроль без внесення припосівних добрив – 13,9 т/га при вирощуванні після соняшнику та 13,5 т/га за її висівання після буряків цукрових.

Використання в технології припосівного удобрення позитивно позначилося на урожайності досліджуваної культури, зумовивши її зростання до рівня 15,5 т/га на варіанті із внесенням 150 кг/га YaraMila 16-27-7 за умови висівання кукурудзи після соняшнику та 15,2 т/га при її вирощуванні після буряків цукрових. Необхідно зазначити, що спостерігається тенденція щодо зростання зернової продуктивності досліджуваної культури зі збільшенням норми внесення припосівних добрив.

Третій рік досліджень (2022 р.) відзначився найменшою урожайністю зерна кукурудзи, яка залежно від варіанту досліду становила 11,1–13,6 т/га. Контрольні варіанти, без припосівного удобрення, на яких досліджувана культура висівалася після соняшнику та буряків цукрових забезпечили найнижчий рівень

зернової продуктивності – відповідно 11,5 та 11,1 т/га. При внесенні одночасно із сівбою 75 кг/га добрива YaraMila 16-27-7 зазначені показники знаходилися на рівні відповідно 12,3 та 11,7 т/га. Зі збільшенням норми внесення комплексного мінерального добрива спостерігається зростання урожайності зерна. Так, при застосуванні 100 кг/га рівень зернової продуктивності досліджуваної культури становив 12,7 т/га при її висіванні після соняшнику та 12,3 т/га при її вирощуванні після буряків цукрових. На варіантах досліду, де вносили 125 та 150 кг/га припосівного добрива YaraMila 16-27-7 урожайність зерна знаходилася на рівні 13,6 т/га, за попередника соняшник та 12,6 і 12,8 т/га за попередника буряки цукрові.

В середньому за три роки досліджень доведено доцільність застосування припосівного удобрення YaraMila 16-27-7, які забезпечували зростання урожайності кукурудзи на зерно незалежно від попередника. Так, на контролі, де досліджувана культура висівалася без добрив рівень зернової продуктивності становив 12,9 т/га при її вирощуванні після соняшнику та 12,5 т/га при її вирощуванні після буряків цукрових. Залежно від норми внесення припосівного добрива урожайність зерна знаходилася на рівні 13,1–14,7 т/га. Серед досліджуваних варіантів удобрення найвищою урожайністю відзначилися варіанти із внесенням 150 кг/га одночасно із сівбою комплексного добрива YaraMila 16-27-7 – 14,7 т/га при вирощуванні після соняшнику та 14,2 т/га при вирощуванні після буряків цукрових.

4. Кореляційні зв'язки та рівняння регресії залежності урожаю зерна кукурудзи (Y) від суми опадів за місяцями вегетації (X)

| Місяці вегетації | Рівняння регресії | Коефіцієнт кореляції |
|------------------|----------------------------|----------------------|
| Травень | $y = 11,7209 + 0,0454 * X$ | $r = 0,7469$ |
| Червень | $y = 13,0877 + 0,0102 * X$ | $r = 0,4157$ |
| Липень | $y = 2,955 + 0,1163 * X$ | $r = 0,7959$ |
| Серпень | $y = 16,3381 - 0,0384 * X$ | $r = -0,4989$ |
| Вересень | $y = 15,5695 - 0,0256 * X$ | $r = -0,8043$ |

Нашими дослідженнями встановлено, що урожайність зерна кукурудза змінювалася за роками досліджень, залежно від агрометеорологічних умов вегетаційного періоду. Використовуючи метод кореляційно-регресійного аналізу ми розрахували залежність величини урожаю зерна кукурудзи від кількості атмосферних опадів (табл. 4)

Результати кореляційно-регресійного аналізу вказують на те, що достатня забезпеченість рослин вологою у фазі 3–5 листків (травень) та викидання волоті (липень) позитивно впливає на вихід зерна з одиниці площі, оскільки коефіцієнти кореляції (r) становлять відповідно 0,7469

та 0,7959. Водночас надмірне зволоження в період наливання зерна (вересень) знижує урожайність кукурудзи, що зумовлене розвитком хвороб, які своєю чергою погіршують процеси формування зернової продуктивності.

Ключовим показником, який визначає доцільність впровадження у виробництво досліджуваних технологічних заходів вирощування будь-якої культури є їх економічна ефективність. Нашими дослідженнями встановлено, що норми внесення припосівних добрив, що вивчалися в досліді забезпечували різний рівень рентабельності та величину умовно-чистого прибутку (табл. 5).

5. Основні показники економічної ефективності припосівного внесення добрив

| Фактор А – попередник | Фактор В – норми припосівного внесення добрив, кг/га | Урожайність, т/га | Приріст урожаю, т/га | Вартість приросту урожаю, грн/га | Вартість внесених добрив, грн/га | Умовно-чистий прибуток від застосування добрив, грн/га | Рівень рентабельності, % |
|-----------------------|--|-------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|--------------------------|
| Соняшник | контроль без добрив | 12,9 | – | – | – | – | – |
| | 75 | 13,6 | 0,7 | 6510 | 3465 | 3045 | 87,9 |
| | 100 | 14,0 | 1,1 | 10230 | 4620 | 5610 | 121,4 |
| | 125 | 14,5 | 1,6 | 14880 | 6930 | 7950 | 114,7 |
| | 150 | 14,8 | 1,9 | 17670 | 9240 | 8430 | 91,2 |
| Буряки цукрові | контроль без добрив | 11,9 | – | – | – | – | – |
| | 75 | 12,8 | 0,9 | 8370 | 3465 | 4905 | 141,6 |
| | 100 | 13,2 | 1,3 | 12090 | 4620 | 7470 | 161,7 |
| | 125 | 13,9 | 2,0 | 18600 | 6930 | 11670 | 168,4 |
| | 150 | 14,3 | 2,4 | 22320 | 9240 | 13080 | 141,6 |

Залежно від норми внесення добрив приріст урожаю зерна кукурудзи становив 0,7–2,4 т/га. Порівняльна оцінка впливу попередників на показники зростання урожайності від припосівного удобрення, вказують на те, що рослини досліджуваної культури більше реагують на нього при вирощуванні після буряків цукрових, ніж після соняшнику – 0,9–2,4 т/га порівняно із 0,7–1,1 т/га. Це можна пояснити недостатнім розвитком мікоризи на полях після цукрових буряків [8], що відповідним

чином покращує реакцію кукурудзи на елементи живлення, внесені в зону рядка.

Найбільший приріст урожаю відмічено на варіанті із внесенням максимальних норм YaraMila 16-27-7 – 1,9 т/га при вирощуванні кукурудзи після соняшнику та 2,4 т/га при її вирощуванні після буряків цукрових.

Враховуючи ціну зерна кукурудзи станом на 01.07.2025 р. – 9300 грн/т, вартість додаткового приросту урожаю становила 6510–22320 грн/га. Ринкова ціна 1 т добрива YaraMila 16-27-7 становила

46200 грн, відповідно затрати на припосівне удобрення кукурудзи знаходяться в межах 3465–9240 грн/га залежно від норми внесення. Величина умовно-чистого прибутку від внесення комплексного добрива одночасно із сівбою становила 3045–13080 грн/га, а рівень рентабельності відповідно 87,9–168,4 %.

Найвища окупність внесення добрив відмічена на варіанті внесення добрив 100 кг/га при вирощуванні кукурудзи після соняшнику та 125 кг/га при її висіванні після попередника буряки цукрові. На зазначених варіантах досліджу показники рівня рентабельності становили відповідно 121,4 та 168,4 %.

Висновки. Неодмінною економічно-доцільною складовою частиною вирощування кукурудзи в умовах Західного

Лісостепу є внесення припосівних добрив. За результатами трирічних досліджень доведено, що найбільшими приростами урожаю від внесення комплексного добрива YaraMila 16-27-7 відзначаються варіанти вирощування кукурудзи, попередником якої є буряків цукрових – 0,9–2,4 т/га залежно від норми внесення. Кукурудза, яка висівається після соняшнику менше реагує на припосівне удобрення – прибавка урожаю зерна становить 0,7–1,9 т/га. За показниками економічної ефективності оптимальними нормами внесення комплексного добрива YaraMila 16-27-7 є 100 кг/га за висівання досліджуваної культури після соняшника та 125 кг/га при її висіванні після буряків цукрових. Рівень рентабельності при цьому становив відповідно 121,4 та 168,4 %.

Список використаної літератури

1. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу / О. П. Волошук та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36. [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3).
2. Бова Д., Думич В. Вплив норм унесення фосфорно-калійних добрив на ефективність вирощування кукурудзи на зерно в умовах заходу України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2022. Вип. 31. С. 159–168. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2022_31_17.
3. Вплив добрив на процеси формування та продуктивність кукурудзи на зелену масу / В. М. Фурман та ін. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. 2025. № 142. Ч. 2 С. 143–150. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.18>.
4. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в західному Лісостепу України / А. М. Польовий та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 1. С. 29–36. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9639/1/n109v1r2021polevoy.pdf>.
5. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 560 с.
6. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Підбуртній О. В. Урожайність кукурудзи залежно від вологозабезпеченості та удобрення у Правобережному Лісостепу. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика. Рослинництво, кормовиробництво, луківництво*. 2024. Вип. 2 (12). С. 72–84. <https://doi.org/10.54651/agri.2024.02.09>.

References

1. Biological requirements of corn hybrids for growing conditions in the Western Forest-Steppe / O. P. Voloshchuk et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2019. Issue 65. P. 22–36. [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3).
2. Bova D., Dumych V. The influence of phosphorus-potassium fertilizer application rates on the efficiency of corn cultivation for grain in the conditions of western Ukraine. Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for Ukrainian agriculture. 2022. Issue 31. P. 159–168. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2022_31_17.
3. The influence of fertilizers on the processes of formation and productivity of corn on green mass / V. M. Furman et al. *Tavriyskyi naukovyi visnyk. Zemlerobstvo, roslinnytstvo, ovochivnytstvo ta bashtannytstvo*. 2025. No. 142. Part 2. P. 143–150. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.18>.
4. The impact of climate change on the formation of corn productivity in the Western Forest-Steppe of Ukraine / A. M. Polovyi et al. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2021. Issue 1. P. 29–36. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9639/1/n109v1r2021polevoy.pdf>.
5. Hospodarenko H. M. Agrochemistry : textbook. Kyiv : LLC «SIC GROUP UKRAINE», 2018. 560 p.
6. Hospodarenko H. M., Cherny O. D., Pidburtnyi O. V. Corn yield depending on moisture availability and fertilization in the Right-Bank Forest-Steppe. *Zemlerobstvo ta roslinnytstvo: teoriia i praktyka. Rosllynystvo, kormovyrobnytstvo, lukivnytstvo*. 2024. Issue 2 (12). P. 72–84. <https://doi.org/10.54651/agri.2024.02.09>.

7. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 01.07.25 р.).
8. Засуха А. А. Зміна біометричних показників рослин кукурудзи залежно від застосування добрив та регуляторів росту росли. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 46–54. <https://doi.org/10.32848/agr.ar.innov.2023.22.8>.
9. Зернова продуктивність кукурудзи різних груп стиглості залежно від позакоренових підживлень в умовах Лісостепу Західного / А. М. Шувар та ін. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 1. С. 23–27. journals.isgkr.science/index.php/asp/article/view/75/227
10. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко та ін. ; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
11. Павлик Р. Внесення добрив POP-up методом. URL: <https://superagronom.com/articles/70-roman-pavlik-vnesennya-dobriv-ror-up-metodom> (дата звернення 01.07.25 р.).
12. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. Вид. 5-те, випр. і допов. Львів : Науково-дослідний фонд «Українські технології», 2020. 806 с.
13. Рудавська Н. М., Гук Р. М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 61. С. 123–134. http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2017_61_13.
14. Тарасовський Юрій. Україна в 2024 році експортувала агропродукції на \$24,5 млрд, що є другим результатом після рекорду 2021-го. *Forbes Україна*. URL: <https://forbes.ua/news/ukraine-u-2024-rotsi-eksportovala-agroproduksii-na-245-mlrd-shcho-e-drugim-rezultatom-pislya-rekordu-2021-go-03012025-26034> (дата звернення 01.07.25 р.)
15. Фосфатний режим ґрунтів Тернопільської області / А. М. Шувар та ін. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 3. С. 24–28. DOI: [https://doi.org/10.32636/agroscience.2024-\(3\)-3-3](https://doi.org/10.32636/agroscience.2024-(3)-3-3).
16. Хавхун А. А. Вплив мінерального живлення на ростові процеси рослин кукурудзи в умовах лісостепу правобережного. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 7. С. 190–196. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.21>.
17. Effect of mycorrhizae on phosphate fertilization efficiency and maize growth under field conditions / F. de Souza Buzo et al. *Sci Rep*. 2023. 13. P. 3527. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30128-7>.
18. Medina A., Jakobsen I., Egsgaard H. Sugar beet waste and its component ferulic acid inhibits external mycelium of arbuscular mycorrhizal fungus. *Soil Biology and Biochemistry*. 2011. Vol. 43. Issue 7. P. 1456–1463. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.03.016>.
19. Role of phosphate fertilizer on growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.) / M. R. Naomi et al. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 637. P. 1–8.
7. State Statistics Service of Ukraine. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (date of access 01.07.25).
8. Zasukha A. A. Change in biometric indicators of corn plants depending on the use of fertilizers and plant growth regulators. *Ahrarni innovatsii*. 2023. No. 22. P. 46–54. doi.org/10.32848/agr.ar.innov.2023.22.8.
9. Grain productivity of corn of different maturity groups depending on foliar top dressing in the conditions of the Western Forest-Steppe / A. M. Shuvar et al. *Agronauka i praktika*. 2024. Vol. 3. Part. 1. P. 23–27. <https://journals.isgkr.science/index.php/asp/article/view/75/227>.
10. Basics of scientific studies of in agronomy / V. O. Yeshchenko et al. ; za red. V. O. Yeshchenka. Vinnytsia : PP «TD «Edelveis i K», 2014. 332 p.
11. Pavlyk R. Fertilizer application using the POP-up method. URL: <https://superagronom.com/articles/70-roman-pavlik-vnesennya-dobriv-ror-up-metodom>.
12. Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V. Crop production. New technologies for growing field crops: textbook. Vyd. 5-te, vypr. i dopov. Lviv : Naukovodoslidnyi fond «Ukrainski tekhnolohii», 2020. 806 p.
13. Rudavska N. M., Huk R. M. The influence of fertilizer on the formation of the yield of corn hybrids. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2017. Vol. 61. P. 123–134.: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2017_61_13.
14. Tarasovskyi, Yu. In 2024, Ukraine exported agricultural products worth \$24.5 billion, which is the second highest result after the record of 2021. *Forbes Ukraine*. URL: forbes.ua/news/ukraine-u-2024-rotsi-eksportovala-agroproduksii-na-245-mlrd-shcho-e-drugim-rezultatom-pislya-rekordu-2021-go-03012025-26034.
15. Phosphate regime of soils in Ternopil region / A. M. Shuvar et al. *Ahrnauka i praktyka*. 2024. Vol. 3. Part 3. P. 24–28. DOI: [https://doi.org/10.32636/agroscience.2024-\(3\)-3-3](https://doi.org/10.32636/agroscience.2024-(3)-3-3).
16. Khavkhun A. A. The influence of mineral nutrition on the growth processes of corn plants in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychkh nauk*. 2024. No. 7. P. 190–196. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.21>.
17. Effect of mycorrhizae on phosphate fertilization efficiency and maize growth under field conditions / F. de Souza Buzo et al. *Sci Rep*. 2023. 13. P. 3527. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30128-7>.
18. Medina A., Jakobsen I., Egsgaard H. Sugar beet waste and its component ferulic acid inhibits external mycelium of arbuscular mycorrhizal fungus. *Soil Biology and Biochemistry*. 2011. Vol. 43. Issue 7. P. 1456–1463. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.03.016>.
19. Role of phosphate fertilizer on growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.) / M. R. Naomi et al. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 637. P. 1–8.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/637/1/012070/pdf>.

20. The Impact of Different Phosphorus Fertilizers Varieties on Yield under Wheat–Maize Rotation Conditions / C. Liang et al. *Agronomy*. 2024. № 14 (6), P. 1317. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061317>.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/637/1/012070/pdf>.

20. The Impact of Different Phosphorus Fertilizers Varieties on Yield under Wheat–Maize Rotation Conditions / C. Liang et al. *Agronomy*. 2024. № 14 (6), P. 1317. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061317>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-12

Оригінальна наукова стаття

УДК 635.1/.8:631.95:631.559

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕЛЕНИХ ОВОЧІВ
ЗА ВИКОРИСТАННЯ АБСОРБЕНТІВ У ЛАНЦІ СІВОЗМІНИ****В. В. Яценко**

Уманський національний
університет
вул. Інститутська, 1, м. Умань,
Уманський р-н, Черкаська обл.,
20301

Про автора:

Вячеслав ЯЦЕНКО,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-2989-0564

Для листування:

Вячеслав ЯЦЕНКО
e-mail: slaviksklavin16@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки України

Отримано:

18 червня 2025 р.

Погоджено до друку:

16 липня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

У 2022–2024 рр. на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського національного університету проведено дослідження з вивчення впливу абсорбентів на продуктивність зелених овочевих культур – салату головчастого, салату листового та шпинату. В досліді використовували сорти Дублянський і Akane (салат листовий), Годар і Fairly (салат головчастий), гібриди шпинату Gnu F₁ і Spigos F₁. Польові дослідження закладали у чотириразовій повторності за методом двофакторного досліді з рендомізованим розміщенням варіантів. Виявлено, що застосування абсорбентів, особливо у формі порошку, сприяло достовірному зростанню біометричних показників і врожайності всіх досліджуваних культур. Найбільший приріст маси листків та головок (від 5,2 до 6,8 %) і врожайності (до 8,2 %) спостерігали саме за використання порошкоподібної форми абсорбенту. Застосування абсорбенту значно підвищувало запаси продуктивної вологи в прикореневому шарі, особливо у фазі активної вегетації (травень), що позитивно впливало на ріст та розвиток рослин. Доведено ефективність салатних культур як індикаторів короткотермінових агротехнологічних змін. Встановлено, що порошкоподібні абсорбенти поліпшують вологозабезпечення, знижують стрес рослин за нестабільного зволоження. Отримані результати свідчать про доцільність їх використання в адаптивних технологіях вирощування овочевих культур в умовах змін клімату.

Ключові слова: абсорбент, салат листовий, салат головчастий, шпинат городній, урожайність, запаси продуктивної вологи.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Яценко В. В., 2025

Productivity formation of green vegetables using absorbents with in crop rotation systems

Uman National University
Instytutska street, 1, Uman,
Uman district, Cherkasy region,
20301

About author:

Viacheslav YATSENKO
ORCID: 0000-0003-2989-0564

For corresponding:

Viacheslav YATSENKO
e-mail: slaviksklavin16@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:

June 18, 2025

Accepted:

July 16, 2025

Published:

September 30, 2025

During 2022–2024 a study was conducted at the experimental field of the Department of Vegetable Growing of Uman National University to investigate the effect of absorbents on the productivity of leafy vegetables – head lettuce, leaf lettuce, and spinach. The experiment involved the use of the varieties Dublianskiyi and Akane (leaf lettuce), Goddar and Fairly (head lettuce), and spinach hybrids Gnu F1 and Spiros F1. Field trials were laid out in four replications using a two-factor randomized block design. It was found that the application of absorbents, especially in powder form, significantly increased biometric parameters and yields of all studied crops. The greatest increase in leaf and head mass (from 5.2 to 6.8 %) and yield (up to 8.2 %) was observed with powdered absorbents. The use of absorbents significantly increased the reserves of productive soil moisture in the root zone, particularly during the active vegetation phase (May), which positively influenced plant growth and development. The study confirmed the efficiency of lettuce crops as indicators of short-term agro-technological changes. It was established that powdered absorbents improve soil moisture conditions and reduce plant stress under unstable water supply. The results confirm the feasibility of using absorbents in adaptive vegetable growing technologies under climate change conditions.

Keywords: absorbent, leaf lettuce, head lettuce, spinach, yield, productive soil moisture reserves.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарської науки особливу увагу привертає вивчення ефективності використання абсорбентів у контексті зростаючого дефіциту водних ресурсів, зниження родючості ґрунтів та потреби підвищення адаптивності овочевих культур до абіотичних чинників. У численних дослідженнях встановлено, що застосування абсорбентів може забезпечити суттєве підвищення продуктивності, оптимізувати водоспоживання та поліпшити фізико-хімічні характеристики ґрунтового середовища. Нижче подано детальний аналіз ключових джерел, що репрезентують результати метааналітичних, лабораторно-польових і прикладних досліджень з цієї проблематики.

У дослідженні Zheng та співавт. [9], яке охопило 1504 парних спостереження, сформованих на основі 310 публікацій,

проведено масштабну метааналітичну оцінку впливу абсорбентів на врожайність сільськогосподарських культур, водопродуктивність та ґрунтові характеристики. Встановлено, що середній приріст урожайності за умов внесення абсорбентів становив 12,8 %, а водопродуктивність зростала на 17,2 %. Найбільш виражений ефект було зафіксовано для коренеплодів та овочевих культур, що свідчить про високий потенціал згаданої технології саме у сфері овочівництва [3]. Згідно з отриманими даними, внесення абсорбентів на незрошуваних ділянках забезпечувало суттєво вищий приріст урожайності (+18,3 %) порівняно із зрошуваними (+14,8 %) [9].

Механізми впливу обумовлені поліпшенням агрегатної структури ґрунту, зростанням його пористості, водоутримувальної здатності та загального

вмісту органічної речовини (SOM), а також підвищенням доступності основних елементів живлення (N, P, K). Показано, що ефективність абсорбентів корелює із початковими властивостями ґрунту – зокрема, вищі значення рН та щільності пов'язано зі зростанням результативності дії. Таким чином, отримані результати є вагомим науковим аргументом на користь широкого впровадження абсорбентів у технології вирощування зеленних овочів в умовах водного стресу [4, 7, 17].

У дослідженні Jahan & Nassiri [12] здійснено регіональну оцінку впливу абсорбентів на продуктивність сільськогосподарських культур в умовах Ірану. За середньої норми внесення 100 кг/га було зафіксовано зростання врожайності зернових на 13,2 %, бобових – на 27,5 %, а лікарських рослин – на 11,2 % [10]. Попри підвищення біомаси та вмісту поживних речовин у ґрунті, суттєвих змін індексу врожайності зафіксовано не було.

У роботі Sarmah & Karak [21] розроблено біоразкладний гідрогель на основі модифікованого крохмалю з водоутримувальною здатністю понад 700 г/г. Внесення препарату в ґрунт у концентрації 0,25 % сприяло підвищенню вологоутримувального потенціалу ґрунту на 120 % та поліпшенню його структурних властивостей. За експериментального вирощування гороху було виявлено позитивний вплив на вегетативний ріст, що пов'язано із поступовим, контрольованим вивільненням азоту, інкапсульованого у структурі гідрогелю [13]. Дослідження відкриває перспективи широкого застосування екологічно безпечних абсорбентів у біологізованих технологіях вирощування овочевих культур, зокрема зелені, де важливо забезпечити сталий режим живлення та водозабезпечення [5, 15, 22].

Метадані, узагальнені Li та співавт. [6], підтверджують ефективність біостимуляторів (включаючи абсорбенти) у підвищенні врожайності овочевих культур на 17,9 % в умовах посухи та у ґрунтах зі зниженою органічною речовиною.

Найкращих результатів досягнуто за ґрунтового способу внесення. Абсорбенти у цьому контексті розглядають як елемент адаптаційної біотехнології, здатний підвищувати стресостійкість культур до гідротермічного дефіциту.

У дослідженні Rasarhol та ін. [16] оцінено ефективність покриття листя шпинату нанофібрильованою целюлозою для зниження швидкості транспірації та подовження терміну зберігання. Було зафіксовано зниження дихальної активності на 54–70 %, стабілізацію вологості та збереження товарного вигляду продукції. Ця робота демонструє можливість використання матеріалів з властивостями абсорбентів не лише у фазі вирощування, але й у післязбиральній обробці, що є важливим для свіжої зелені.

Незважаючи на позитивні результати, широке впровадження абсорбентів супроводжується низкою ризиків, серед яких – варіативність ефективності залежно від текстури ґрунту, типу культури, погодних умов та технології внесення. Зокрема, синтетичні абсорбенти можуть містити залишкові токсичні мономерні (наприклад, акриламід), що актуалізує потребу у розробці біологічно безпечних альтернатив. Оптимальною нормою внесення вважають 100 кг/га, однак методи застосування (в ґрунт, у вигляді гелю чи покриття) вимагають подальшого дослідження [8, 14, 18].

Зведені результати метааналізів і експериментальних робіт дозволяють стверджувати, що застосування абсорбентів, зокрема у формі порошкоподібних біополімерних гідрогелів, сприяє поліпшенню врожайності, водопроодуктивності, фізико-хімічного стану ґрунту, а також збереженню якості свіжої продукції після збирання. Максимальний ефект зафіксовано в овочевих культурах, вирощуваних на солонцюватих, важких або органічно бідних ґрунтах в умовах дефіциту вологи [19, 20].

На основі інтегрального аналізу сучасної наукової літератури можна

зробити висновок, що використання абсорбентів у вирощуванні зеленних овочевих культур є ефективним інструментом адаптації агротехнологій до глобальних кліматичних змін. Водночас подальше вдосконалення таких технологій має ґрунтуватися на міждисциплінарному підході, який поєднує екологічну безпеку, агрономічну доцільність та економічну ефективність.

Матеріали і методи.

Експериментальну роботу проводили на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського національного університету за схемою, яка включала шість варіантів. Салат листковий і головчастий висівали за схемою 45 × 20 см, що становило 111,111 тис. шт. росл./га. Використовували сорти салату листкового Дублянський і Akane; салату головчастого – Годар і Fairly, гібриди шпинату Gnu F₁ і Spiros F₁ висівали за схемою 45 × 10 см, що становило 222,222 тис. шт. росл./га. Двофакторний дослід полягав у аналізі тривалості ефективної дії абсорбенту ТМ «MaxiMarin» у формі гелю та порошку на товарну

врожайність овочевих культур у ланці овочевої сівозміни. Внесення досліджуваного абсорбенту відбувалося для вирощування васильків справжніх у 2019–2021 рр. Під час пересаджування розсади васильків справжніх використовували абсорбент у формі гелю, занурюючи коріння рослини в розчин, а потім пересаджували у поле. На один гектар витрати концентрованого гелю становили 25 кг (робочого розчину гелю абсорбенту 25 кг/125 л води – 150 кг/га). Абсорбент у вигляді гранул (15 кг/га) вносили перед висаджуванням розсади, локально у борозни (згідно з рекомендаціями виробника) на глибину 20–25 см за допомогою аплікатора мікродобрив Gaspardo Fertidril Micro. Фактично абсорбенти вносили за три роки до висаджування зеленних овочів.

Дослідження проводили методом двофакторного дослід з рендомізованим розміщенням варіантів у чотириразовій повторності. Схему дослідження наведено на рис. 1.

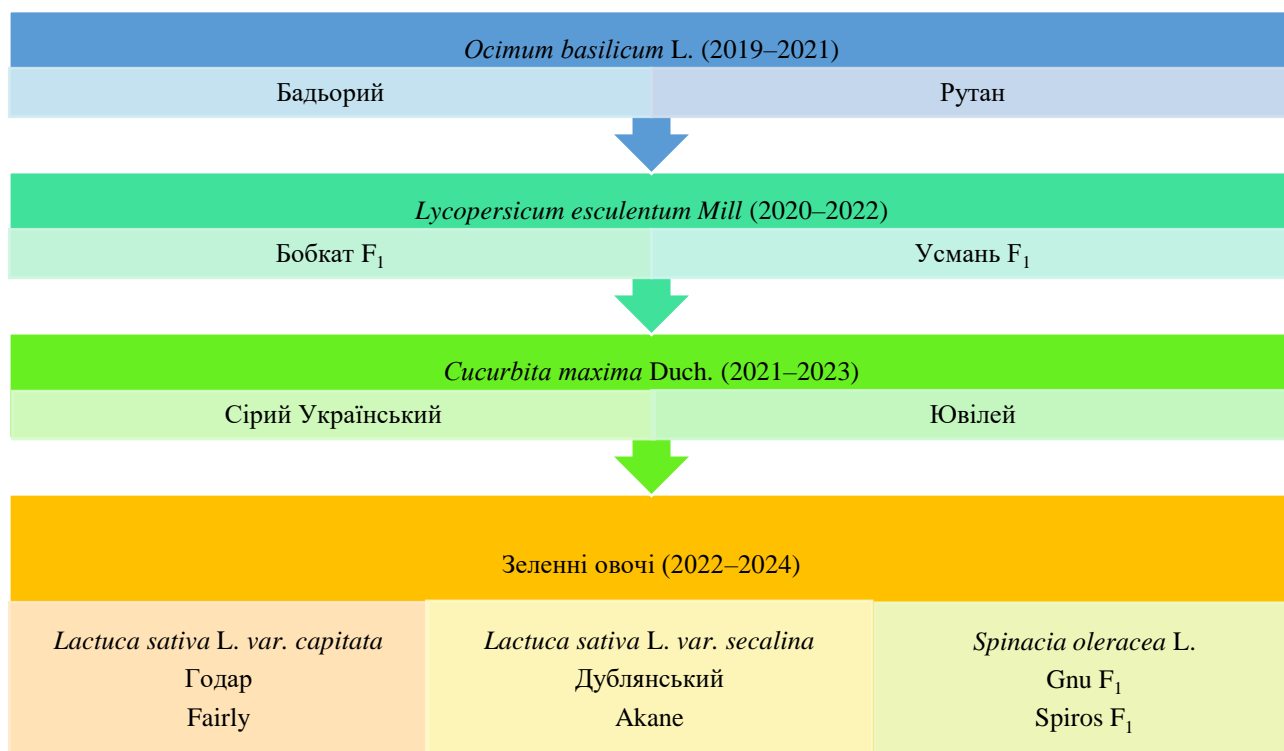


Рис. 1. Логічна схема розташування варіантів дослідження в часі

Сьогодні досліджувані абсорбенти не занесено до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Проте аналіз наукової літератури показує, що ці препарати є екологічно безпечними [5, 15, 22].

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на карбонатному лесі: відзначається глибоким заляганням карбонатів (115–120 см) і невисоким умістом в орному шарі гумусу. Ступінь насиченості профілю ґрунту основами знаходиться в межах 91,0–91,8 %, реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН 5,91–6,44), гідролітична кислотність – 2,46 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомих форм фосфору і калію (за Чириковим) – 97,47–132,02 мг/кг ґрунту, легкогідролізного азоту (за Корнфілдом) – 61,48–92,51 мг/кг ґрунту.

Аналіз погодних умов та рівня їх мінливості за період 2019–2023 рр. проводили на основі коефіцієнта значущості відхилень (C_{sd}) елементів агрометеорологічного режиму кожного з досліджуваних років від багаторічних у середньому за рік за формулою [1]:

$$C_{sd} = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sigma}, (1)$$

де C_{sd} – коефіцієнт суттєвості відхилень, X_i – елементи поточної погоди, \bar{X} – показник середньої багаторічної величини, σ – середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає градації:

$C_{sd} < 1$ – умови близькі до середніх багаторічних;

$C_{sd} = 1,1-2$ – умови суттєво відрізняються від середніх багаторічних;

$C_{sd} > 2$ – рідкісні умови, наближені до екстремальних.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) визначали за формулою 2 [12]:

$$ГТК = \frac{\sum R}{0,1 \times \sum t_{>10}}, (2)$$

де: $\sum R$ (мм) – кількість опадів за період з температурою вище ніж 10 °С;

$\sum t > 10$ – сума ефективних температур

за той же період.

Аналіз наведених даних щодо температури повітря та кількості атмосферних опадів свідчить, що період досліджень у загальному характеризувався як сприятливий для росту і розвитку овочевих культур. Вегетаційний сезон 2022 р. був несприятливий для формування високої продуктивності овочів внаслідок тривалих посух і недостатньої кількості опадів у критичні фази. Аналіз погодних умов 2022/23 сезону вирощування показав, що за кількістю опадів поточний рік істотно поступався багаторічним показникам, а середньомісячна температура за рік на 1,6 °С перевищувала багаторічний показник.

Погодні умови 2022; 2023 і 2024 рр. за період вегетації відзначалися істотно меншою кількістю опадів та помітно вищим температурним режимом щодо багаторічних даних, зокрема липень 2022 р., червень 2023 р. і травень та липень 2024 р.

Перебіг агрометеорологічних чинників за роки досліджень створював відповідні умови для росту, розвитку і формування врожайності досліджуваних овочевих культур. Аналіз типовості погодних умов за період вегетації (березень – серпень) за **сумою опадів** та коефіцієнтом суттєвості відхилень (C_{sd}) показав, що більшість місяців були близькими до середніх багаторічних даних, а саме: березень 2023, квітень 2022; 2024 рр., травень 2023 р., червень 2024 р., липень 2023 р., серпень 2022; 2023 рр. До умов, які істотно відрізнялися від багаторічних даних, можна віднести березень 2022 р., травень 2022 і 2024 рр., червень 2022 р., липень 2022 і 2024 рр. Екстремальними за кількістю опадів характеризувалися березень 2024 та квітень і червень 2023 рр.

Аналіз типовості погодних умов за період вегетації (березень – серпень) за **температурою повітря** та коефіцієнтом суттєвості відхилень (C_{sd}) показав, що більшість місяців були близькими до середніх багаторічних даних, а саме:

березень 2022; 2023; 2024 рр., квітень 2022; 2023 рр., травень 2022; 2023; 2024 рр., червень 2023 р., липень 2022; 2023 рр., серпень 2022; 2023 рр. До умов, які істотно відрізнялися від багаторічних даних, можна

віднести квітень 2024 р., червень 2022 і 2024 рр. Екстремальним за температурою повітря вирізнявся липень 2024 р. (табл. 1).

1. Метеорологічні дані періоду досліджень (за даними метеостанції «Умань»)

| Місяць Рік | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Опади, мм | | | | | | | | | | | | |
| 1970–2024 | 38,0 | 34,0 | 36,0 | 41,0 | 52,0 | 81,0 | 68,0 | 49,0 | 61,0 | 43,0 | 43,0 | 40,0 |
| 2022 | 23,9 | 7,2 | 13,4 | 57,7 | 22,4 | 36,3 | 28,1 | 44,4 | 99,2 | 10,0 | 71,8 | 53,1 |
| 2023 | 6,0 | 20,5 | 27,2 | 129,6 | 42,4 | 15,8 | 92,5 | 51,3 | 40,0 | 22,0 | 17,2 | 39,4 |
| 2024 | 29,8 | 14,9 | 89,5 | 56,2 | 4,8 | 56,5 | 17,9 | 17,7 | 12,1 | 99,4 | 23,2 | 18,6 |
| Температура повітря, °С | | | | | | | | | | | | |
| 1970–2023 | -3,4 | -2,3 | 2,5 | 9,7 | 15,4 | 19,0 | 20,9 | 21,1 | 14,5 | 8,3 | 2,8 | -1,8 |
| 2022 | -1,3 | 1,8 | 2,0 | 8,6 | 14,5 | 20,5 | 21,0 | 21,7 | 13,1 | 10,0 | 3,7 | -0,4 |
| 2023 | 0,2 | -0,2 | 5,1 | 8,8 | 15,4 | 19,6 | 21,3 | 21,1 | 16,9 | 13,0 | 4,4 | -0,2 |
| 2024 | -1,6 | 4,2 | 4,5 | 13,0 | 15,3 | 21,2 | 24,3 | 23,1 | 19,7 | 10,8 | 4,4 | -0,2 |
| Гідротермічний коефіцієнт, норма для Черкаської області – 1,0 | | | | | | | | | | | | |
| 2022 | – | – | – | – | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 2,5 | 0,3 | – | – |
| 2023 | – | – | – | – | 0,6 | 0,5 | 1,4 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | – | – |
| 2024 | – | – | – | – | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | – | – |

Статистичну обробку отриманих результатів проводили з визначенням середнього арифметичного (\bar{X}), стандартного відхилення (SD), розрахованого за допомогою Microsoft Excel 2019 та Statistica 12 [2].

Результати та обговорення.

Упродовж 2022–2024 рр. для дослідження ефективності агротехнічних заходів було висіяно маркерні культури з коротким вегетаційним періодом – салат головчастий, салат листковий і шпинат. Вибір цих культур зумовлений їхньою здатністю оперативно реагувати на зміни умов середовища, що забезпечує достовірність результатів у короткий термін.

Аналіз отриманих даних засвідчив, що маса головок салату головчастого достовірно зростає лише у 2023 р., що, ймовірно, пов'язано з оптимальними погодними умовами, зокрема з більш

рівномірним зволоженням та помірними температурами у фазі активного росту рослин. Це свідчить про високу чутливість культури до погодних чинників, які виступають важливими обмежувальними або стимулюючими факторами у формуванні врожайності.

Застосування абсорбенту у формі порошку позитивно вплинуло на продуктивність рослин. Зокрема, у варіантах із внесенням абсорбенту маса товарних головок збільшувалася на 5,8 і 4,3 % залежно від сорту, що свідчить про підвищення водоутримувальної здатності ґрунту та поліпшення умов мінерального живлення. Товарна врожайність салату головчастого зростала на 8,0 і 6,2 %, приріст відповідно становив 1,4 та 1,3 т/га. Такі показники є статистично вагомими і демонструють ефективність абсорбенту як технологічного елемента в системі вирощування салатних культур (рис. 2).

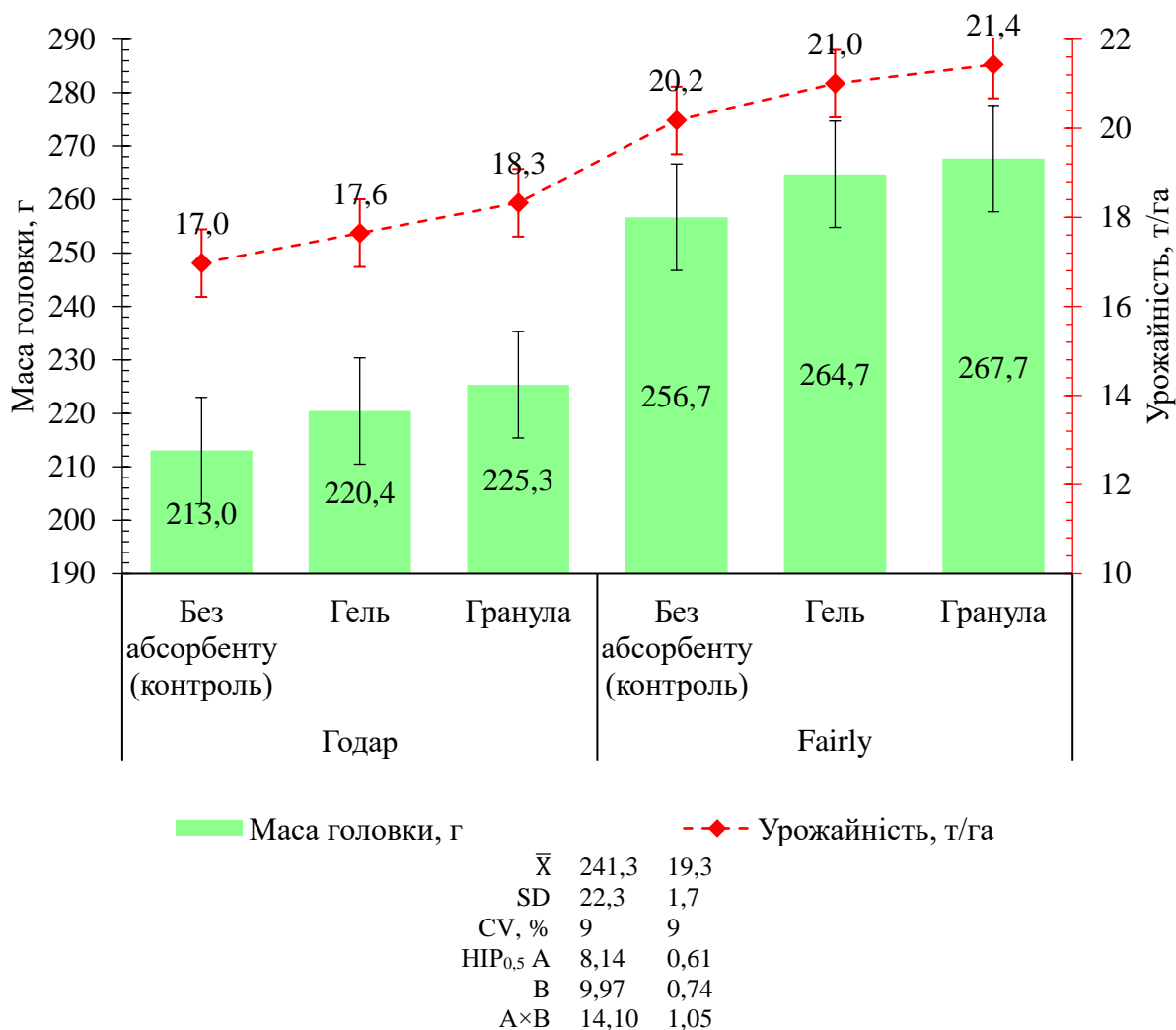


Рис. 2. Маса головки (г) та товарна врожайність (т/га) сортів салату головчастого за вирощування на фоні абсорбенту, внесеного під передпопередник (2022–2024)

У середньому за період досліджень 2022–2024 рр. встановлено, що застосування абсорбенту у формі порошку суттєво впливало на біометричні показники та товарну врожайність салату листового. Зокрема, маса товарних розеток листків у сорту Дублянський зростала на 5,6 % (або 10,0 г), а в сорту Акапе – на 6,1 % (або 11,8 г) порівняно з контролем. Натомість використання абсорбенту у формі гелю мало менш виражений ефект: приріст маси листків становив лише 3,4 % (6,0 г) у сорту Дублянський та 3,2 % (6,3 г) у сорту Акапе.

Аналогічна тенденція простежувалася і у товарній врожайності культури. Так, вирощування салату листового на фоні порошкоподібного абсорбенту забезпечувало приріст товарної

врожайності на 7,0 % (1,4 т/га) у сорту Дублянський і 7,7 % (1,6 т/га) у сорту Акапе. Варто зазначити, що достовірне зростання врожайності за вказаними варіантами було зафіксовано у 2022 та 2023 рр., що підтверджується результатами статистичного аналізу (рис. 3).

Отримані результати свідчать про більшу ефективність абсорбенту у формі порошку порівняно з гелевою формою щодо впливу на приріст маси товарних розеток і товарної врожайності салату листового. Ймовірно, це зумовлено кращою сорбційною здатністю порошкової форми, що сприяє більш рівномірному утриманню вологи в кореневій зоні та поліпшенню доступності поживних речовин. Крім того, абсорбент у вигляді

порошку може створювати сприятливіші мікроекологічні умови для росту і розвитку

салатних культур, особливо за нестійких гідротермічних умов (рис. 3).

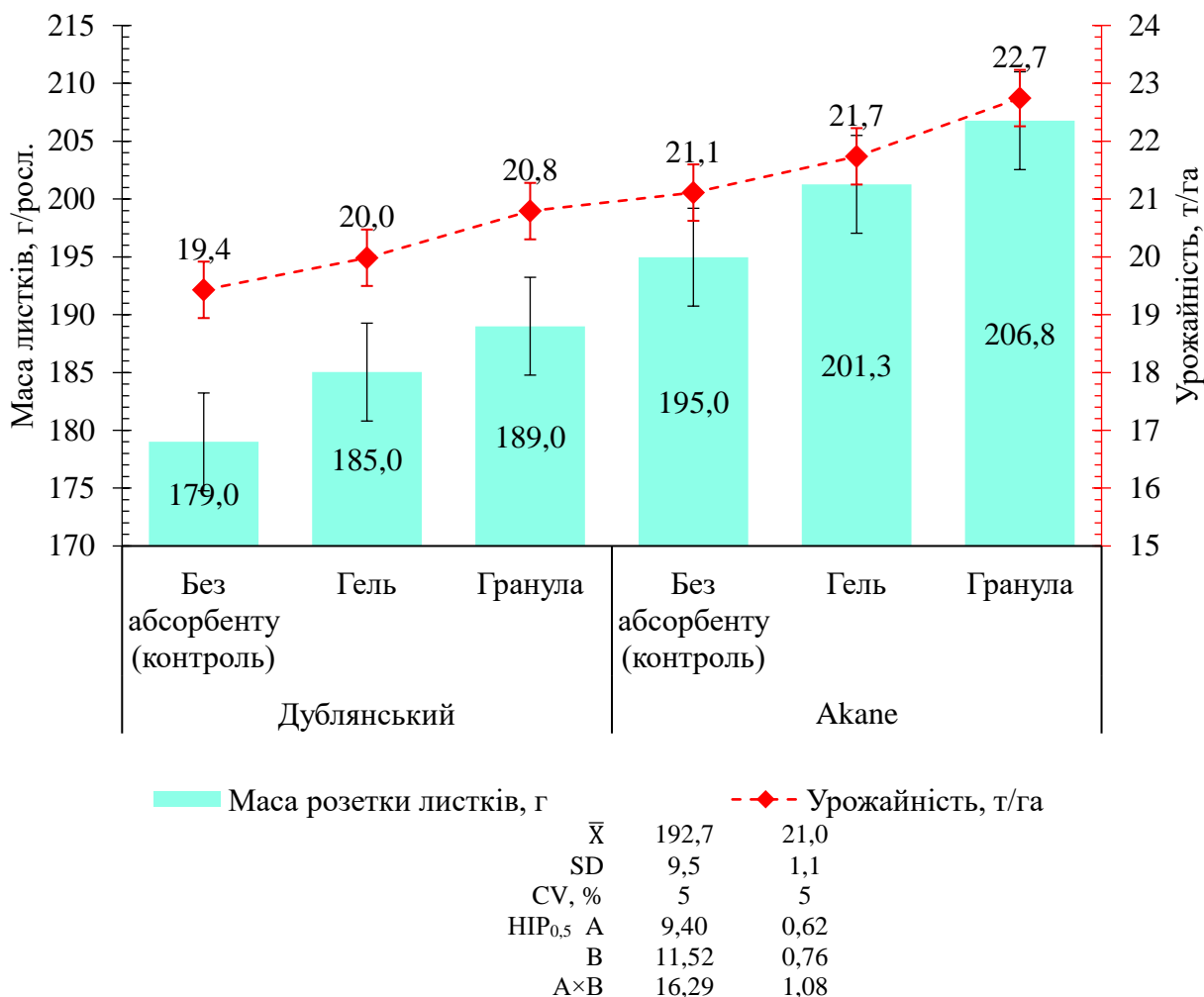


Рис. 3. Маса розетки (г) та товарна врожайність (т/га) сортів салату листового за вирощування на фоні абсорбенту, внесеного під передпопередник (2022–2024)

За результатами проведених досліджень встановлено, що застосування абсорбенту у формі порошку позитивно вплинуло на формування маси розетки листків і товарну врожайність шпинату. Так, середньорічні дані свідчать про збільшення маси розеток листків на 5,2 % (3,4 г/рослину) у гібрида Gnu F₁ та на 6,8 % (4,3 г/рослина) у гібрида Spiros F₁. Водночас товарна врожайність зростала відповідно на 6,9 % (1,4 т/га) і 8,2 % (1,6 т/га).

Аналізуючи динаміку показників за роками, було встановлено, що статистично

достовірно зростання маси листків і врожайності спостерігали переважно у 2023 р., що, імовірно, зумовлено сприятливішими погодними умовами в період активної вегетації. У 2022 і 2024 рр. відзначено лише тенденційний, але не достовірний приріст.

Узагальнення результатів за трирічний період показало, що варіанти з внесенням порошкоподібного абсорбенту забезпечували стабільно вищі показники продуктивності порівняно з контролем та іншими формами абсорбентів, що чітко видно на рис. 4.

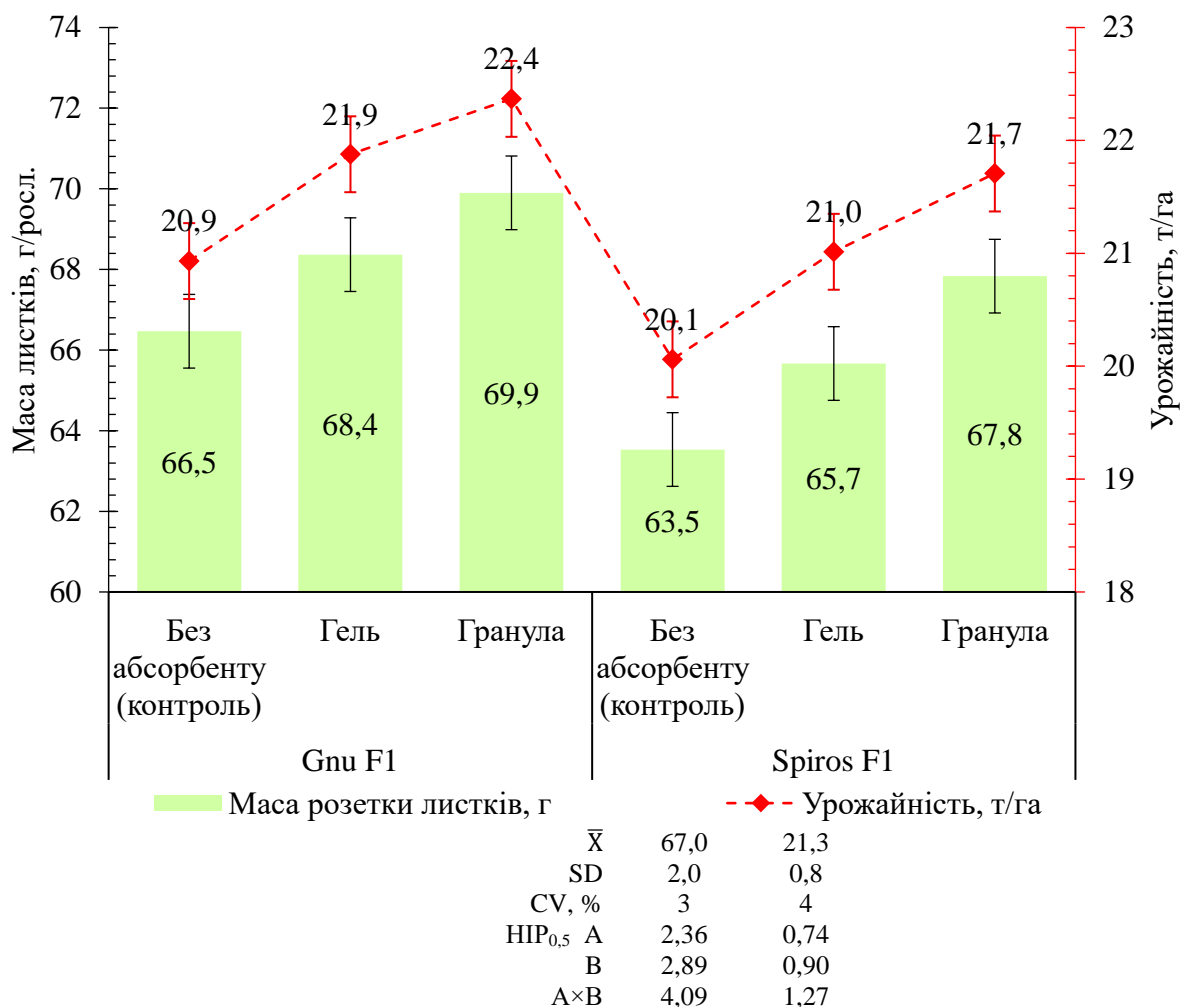


Рис. 4. Маса розетки (г) та товарна врожайність (т/га) сортів шпинату городнього за вирощування на фоні абсорбенту, внесеного під передпопередник (2022–2024)

На основі аналізу табл. 2 та результатів багаторічних досліджень встановлено, що застосування абсорбентів, особливо у формі гранул, достовірно впливало на збільшення запасів продуктивної вологи у прикореневому шарі ґрунту посівів салатних овочів. Зокрема, суттєве підвищення вмісту вологи зафіксовано у травні у варіантах з порошкоподібним абсорбентом для сортів Годар (салат головчастий), Akane (салат листовий) і гібрида Spiros F₁ (шпинат). У червні достовірно зростання запасів вологи також відзначено у варіантах з порошком для сорту Fairly (салат головчастий) і гібридів шпинату Gnu F₁ та Spiros F₁.

Найвищі значення продуктивної вологи (мм) спостерігали в травні у сорту Годар (45,6 %), Akane (44,0 %) та Spiros F₁ (44,3 %) за використання

порошкоподібного абсорбенту. Аналогічно, у червні ці ж гібриди демонстрували перевагу, що є ознакою тривалої дії препарату на вологозбереження. За статистичними критеріями, ці результати достовірно перевищують контрольні значення (виділені жирним шрифтом у таблиці).

Ці дані узгоджуються з агрокліматичними особливостями періоду досліджень. Зокрема, у 2023 р. зафіксовано зменшення кількості опадів порівняно з 2022 та 2024 рр., що підвищило ефективність дії абсорбентів, особливо гелевої форми. У роки з надмірним зволоженням (2022; 2024) ефективність абсорбентів частково нівелювалася, що свідчить про взаємодію технологічного чинника з погодними умовами (табл. 2).

2. Запаси продуктивної вологи у прикореновому шарі рослин салатних овочів (4 рік після внесення абсорбентів, 2022–2024), мм

| Сорт/гібрид (фактор А) | Форма абсорбенту (фактор Б) | Салат головчастий | | Салат листковий | | Шпинат городній | |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | | 05 | 06 | 05 | 06 | 05 | 06 |
| Годар/ Дублянський/ Gnu F ₁ | Контроль | 41,5 | 40,7 | 41,7 | 41,1 | 40,1 | 39,3 |
| | Гель | 43,7 | 41,5 | 43,7 | 42,6 | 42,0 | 41,0 |
| | Гранула | 45,6 | 42,6 | 44,6 | 44,0 | 42,7 | 42,2 |
| Fairly/ Akane/ Spiros F ₁ | Контроль | 40,8 | 39,3 | 40,5 | 40,9 | 39,7 | 38,4 |
| | Гель | 43,3 | 42,7 | 42,6 | 42,4 | 41,4 | 40,7 |
| | Гранула | 44,0 | 44,0 | 44,3 | 44,1 | 42,0 | 42,2 |
| | \bar{X} | 43,2 | 41,8 | 42,9 | 42,5 | 41,3 | 40,6 |
| | SD | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 1,4 |
| | CV, % | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | HP _{0,5} A | 2,09 | 1,64 | 1,32 | 1,77 | 1,32 | 1,21 |
| | B | 2,56 | 2,01 | 1,62 | 2,17 | 1,62 | 1,49 |
| | A×B | 3,62 | 2,84 | 2,29 | 3,07 | 2,29 | 2,11 |

Примітка: жирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль.

Виявлено, що форма абсорбенту має суттєве значення для збереження вологи: порошкоподібна форма виявилася ефективнішою, ніж гелева, що пов'язано з її здатністю швидко розподілятися в ґрунтового профілі та створювати зону акумуляції вологи в прикореновому шарі.

Сезонна динаміка впливу: максимальну ефективність порошкоподібного абсорбенту спостерігали у травні, коли активізуються процеси росту салатних культур, що підтверджує доцільність його застосування на початкових етапах вегетації.

Роль погодних умов: за умов дефіциту опадів (2023 р.) абсорбенти, особливо гелеві, проявляли підвищену ефективність у забезпеченні вологою, тоді як за умов надмірного зволоження їх дія частково нівелювалася.

За вирощування зеленних овочів на фоні застосовуваних абсорбентів під передпопередник відзначено позитивну динаміку формування показників економічної ефективності без додаткових затрат. Так, вирощування салату головчастого на фоні абсорбентів сприяло збільшенню прибутку на 4,39–8,81 тис. грн/га та рівня рентабельності на 1–2 %. Вирощування салату листкового на фоні

абсорбентів збільшувало суму прибутку на 4,44–13,07 тис. грн/га та рентабельність виробництва на 1 %. Вирощування шпинату городнього на фоні внесеного під передпопередник абсорбенту зумовлювало підвищення прибутку на 7,57–13,17 тис. грн/га та рівня рентабельності на 1–3 % (табл. 3).

Виявлено, що використання абсорбентів підвищує економічну ефективність вирощування зеленних овочів, зокрема гранульована форма препарату стабільно забезпечує найвищий рівень прибутку серед усіх варіантів.

Найвищі показники прибутковості й рентабельності отримано на салаті листковому сорту Akane – 146,95 тис. грн/га прибутку та 81 % рентабельності, що свідчить про високу інтегральну адаптивність сорту до абсорбуючих полімерів. Шпинат виявився менш економічно чутливим до впливу абсорбентів, що пов'язано з вищими витратами на виробництво та нижчим потенціалом рентабельної віддачі. Загалом, застосування абсорбентів є економічно доцільним агроприйомом, особливо у в нестабільних умовах клімату, і має перспективу впровадження у вирощування салатів як високорентабельних культур.

3. Економічна ефективність вирощування зеленних овочевих культур за післядії різних форм абсорбентів (за економічно обґрунтованими цінами 2024 р.)

| Культура | Сорт/гібрид | Форма абсорбенту | Урожайність, т/га | Вартість валової продукції, тис. грн/га | Витрати на валове виробництво, тис. грн/га | Сума прибутку, грн/га | Рівень рентабельності, % |
|----------------------|-----------------------|------------------|-------------------|---|--|-----------------------|--------------------------|
| Салат головчастий | Годар | Контроль | 17,0 | 110,32 | 35,00 | 75,32 | 68 |
| | | Гель | 17,6 | 114,71 | 35,00 | 79,71 | 69 |
| | | Гранула | 18,3 | 119,13 | 35,00 | 84,13 | 71 |
| | Fairly | Контроль | 20,2 | 131,14 | 35,00 | 96,14 | 73 |
| | | Гель | 21,0 | 136,53 | 35,00 | 101,53 | 74 |
| | | Гранула | 21,4 | 139,31 | 35,00 | 104,31 | 75 |
| Салат листяний | Дублянський | Контроль | 19,4 | 155,43 | 35,00 | 120,43 | 77 |
| | | Гель | 20,0 | 159,87 | 35,00 | 124,87 | 78 |
| | | Гранула | 20,8 | 166,32 | 35,00 | 131,32 | 79 |
| | Akane | Контроль | 21,1 | 168,88 | 35,00 | 133,88 | 79 |
| | | Гель | 21,7 | 173,89 | 35,00 | 138,89 | 80 |
| | | Гранула | 22,7 | 181,95 | 35,00 | 146,95 | 81 |
| Шпинат городній | Gnu F ₁ | Контроль | 20,9 | 167,45 | 55,00 | 112,45 | 67 |
| | | Гель | 21,9 | 175,02 | 55,00 | 120,02 | 69 |
| | | Гранула | 22,4 | 178,94 | 55,00 | 123,94 | 69 |
| | Spiros F ₁ | Контроль | 20,1 | 160,48 | 55,00 | 105,48 | 66 |
| | | Гель | 21,0 | 168,11 | 55,00 | 113,11 | 67 |
| | | Гранула | 21,7 | 173,65 | 55,00 | 118,65 | 68 |

Висновки. Результати багаторічних досліджень підтверджують доцільність використання порошкоподібної форми абсорбентів у технологіях вирощування овочевих культур із коротким вегетаційним періодом, зокрема салату головчастого, салату листового та шпинату. У всіх дослідних культурах встановлено достовірне підвищення біометричних показників і врожайності, що свідчить про стабільну позитивну дію абсорбенту як агротехнічного чинника.

Порошкоподібна форма абсорбенту сприяє поліпшенню мікрОВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ у прикореневій зоні внаслідок високої сорбційної здатності та ефективного контакту з ґрунтовими частками. Це забезпечує зменшення стресу рослин у періоди нестабільного

зволоження, збереження доступної вологи та поліпшення умов для засвоєння елементів живлення. Крім того, використання абсорбенту може поліпшувати фізико-хімічні властивості ґрунту.

Враховуючи отримані результати, салатні культури доцільно розглядати як чутливі біоіндикатори короткотермінових агротехнологічних змін, що дозволяє оперативно оцінювати ефективність агротехнічних прийомів. Використання порошкоподібних абсорбентів є перспективним напрямом у формуванні адаптивних технологій вирощування овочевих культур в умовах кліматичної нестабільності та ризикованого землеробства.

Список використаної літератури

1. Логвінов К. Т., Дмитренко В. П., Грушка І. Г. Короткий агрокліматичний довідник України: посібник по використанню гідрометеорологічної

References

1. Lohvinov K. T., Dmytrenko V. P., Hrushka I. H. Brief agroclimatic guide of Ukraine : a guide to the use of hydrometeorological information in agricultural

інформації в сільськогосподарському виробництві. Київ : Укр. НДІ гідрометеорології, 1976. 256 с.

2. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях / О. І. Присяжнюк та ін. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 300 с.

3. Формування продуктивності гарбуза великоплідного за післядії абсорбентів / В. В. Яценко та ін. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2023. № 130. С. 301–306. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.41>.

4. Формування продуктивності помідора за післядії абсорбентів / В. В. Яценко та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2022. Вип. 1 (47). С. 144–150. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.20>.

5. AbdAllah A. M., Mashaheet A. M., Burkey K. O. Super Absorbent Polymers Mitigate Drought Stress in Corn (*Zea mays* L.) Grown Under Rainfed Conditions. *Agricultural Water Management*. 2021. Vol. 254, Article 106946. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2021.106946>.

6. A meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials / C. Li et al. *ACS Agricultural Science & Technology*. 2022. Vol. 2, No. 3. P. 403–413. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.836702>.

7. Combined effects of border irrigation and super-absorbent polymers on enzyme activity and microbial diversity of poplar rhizosphere soil / F. Liu et al. *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19, No. 5. e0303096.

8. Effect of Different Forms of Super Absorbent Polymers on Soil Physical & Chemical Properties in Orchard field / S. H. Dahri et al. *World Academics Journal of Engineering Sciences*. 2019. Vol. 6, issue 2. P. 12–20.

9. Effects of super absorbent polymer on crop yield, water productivity and soil properties: A global meta-analysis / H. Zheng et al. *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 282, Article 108290. DOI: [10.1016/j.agwat.2023.108290](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108290).

10. Effects of Super Absorbent Polymers and Gibberellin on Germination and Growth of alfalfa / W. Zhang et al. *Legume Research*. 2020. Vol. 43, No. 6. P. 800–804. DOI: [10.18805/LR-532](https://doi.org/10.18805/LR-532).

11. Evarte-Bundere G., Evarts-Bunders P. Using of the Hydrothermal coefficient (HTC) for interpretation of distribution of non-native tree species in Latvia on example of cultivated species of genus *Tilia*. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 2012. 12 (2). P. 135–148.

12. Jahan M., Nassiri M. Meta-analysis of the effect of super-absorbent application on crops yield in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2019. Vol. 17, issue 3. P. 447–457. URL: https://jcsc.um.ac.ir/article_38225.html (last accessed: 27.08.2025). [in Iranian]

13. Influence of hydrogel on growth, yield and soil properties at varied moisture regimes under drip fertigation of tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

production. Kyiv : Ukr. NDI hidrometeorologii, 1976. 256 p.

2. Methodology and organization of scientific research in agriculture and food technology / O. I. Prysiazniuk et al. Vinnytsia : TOV «Nilan-LTD», 2021. 300 p.

3. Formation of the productivity of the large fruit pumpkin in the effect of the absorbent / V. V. Yatsenko et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky*. 2023. No. 130. P. 301–306. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.41>.

4. Formation of tomato productivity after absorbents / V. V. Yatsenko et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahronoho universytetu. Seriya «Ahronomiia i biolohiia»*. 2022. Issue 1 (47). P. 144–150. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.20>.

5. AbdAllah A. M., Mashaheet A. M., Burkey K. O. Super Absorbent Polymers Mitigate Drought Stress in Corn (*Zea mays* L.) Grown Under Rainfed Conditions. *Agricultural Water Management*. 2021. Vol. 254, Article 106946. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2021.106946>.

6. A meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials under stress conditions / C. Li et al. *ACS Agricultural Science & Technology*. 2022. Vol. 2, No. 3. P. 403–413. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.836702>.

7. Combined effects of border irrigation and super-absorbent polymers on enzyme activity and microbial diversity of poplar rhizosphere soil / F. Liu et al. *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19, No. 5. e0303096.

8. Effect of Different Forms of Super Absorbent Polymers on Soil Physical & Chemical Properties in Orchard field / S. H. Dahri et al. *World Academics Journal of Engineering Sciences*. 2019. Vol. 6, issue 2. P. 12–20.

9. Effects of super absorbent polymer on crop yield, water productivity and soil properties: A global meta-analysis / H. Zheng et al. *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 282, Article 108290. DOI: [10.1016/j.agwat.2023.108290](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108290).

10. Effects of Super Absorbent Polymers and Gibberellin on Germination and Growth of alfalfa / W. Zhang et al. *Legume Research*. 2020. Vol. 43, No. 6. P. 800–804. DOI: [10.18805/LR-532](https://doi.org/10.18805/LR-532).

11. Evarte-Bundere G., Evarts-Bunders P. Using of the Hydrothermal coefficient (HTC) for interpretation of distribution of non-native tree species in Latvia on example of cultivated species of genus *Tilia*. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 2012. 12 (2). P. 135–148.

12. Jahan M., Nassiri M. Meta-analysis of the effect of super-absorbent application on crops yield in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2019. Vol. 17, issue 3. P. 447–457. URL: https://jcsc.um.ac.ir/article_38225.html (last accessed: 27.08.2025). [in Iranian]

13. Influence of hydrogel on growth, yield and soil properties at varied moisture regimes under drip fertigation of tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

/ R. J. Jeevan et al. *The Pharma Innovation Journal*. 2023. 12 (2). P. 1483–1488.

14. Modelling of Cowpea Response to Varying Irrigation and SAP Levels Under Greenhouse Conditions Using AquaCrop / D. Benard et al. *Irrigation and Drainage*. 2025. P. 1–14. DOI: 10.1002/ird.3078.

15. Oriosa A., Wambua R., Okwany R. Modelling of Potato Crop Water Productivity and Yield Response Under Subsurface Drip Irrigation System. *Journal of Engineering in Agriculture and the Environment*. 2023. Vol. 9, No. 1. P. 74–88. DOI: 10.37017/jeaе-volume9-no1.2023-4.

16. Pacaphol K., Aht-Ong D., Amornsakchai T. Development and application of nanofibrillated cellulose coating from sugarcane bagasse for shelf-life extension of spinach leaves. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. Vol. 139. P. 604–611. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115167>.

17. Prospects of Hydrogels in Agriculture for Enhancing Crop and Water Productivity under Water Deficit Condition / S. Patra et al. *International Journal of Polymer Science*. 2022. P. 1–15. DOI: 10.1155/2022/4914836.

18. Ryan Q., Geetha K. N., Shanker A. G. Effect of organic manures and super absorbent polymers on nutrients uptake and economics of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *International Journal of Chemical Studies*. 2018. Vol. 6, No. 4. P. 2694–2698.

19. Saha A., Sekharan S., Manna U. Superabsorbent Hydrogel (SAH) as a Soil Amendment for Drought Management: A Review. *Soil and Tillage Research*. 2020. Vol. 204, Article 104736. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2020.104736>.

20. Salih S., Abaied A. Effect of Super Absorbent Polymer and Ceratophyllum Powder Application on Some Soil Physical Properties. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023. Vol. 1222, Article 012030. P. 1–10. DOI: 10.1088/1755-1315/1222/1/012030.

21. Sarmah D., Karak N. Biodegradable superabsorbent hydrogel for water sustainable agriculture: Synthesis, characterization and performance evaluation. *Carbohydrate Polymers*. 2020. Vol. 247, Article ID 116678. DOI: <https://doi.org/10.1002/app.48495>.

22. Superabsorbent Polymers as a Soil Amendment for Increasing Agriculture Production With Reducing Water Losses Under Water Stress Condition / S. Malik et al. *Polymers*. 2023. Vol. 15, No. 1. P. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym15010161>.

/ R. J. Jeevan et al. *The Pharma Innovation Journal*. 2023. 12 (2). P. 1483–1488.

14. Modelling of Cowpea Response to Varying Irrigation and SAP Levels Under Greenhouse Conditions Using AquaCrop / D. Benard et al. *Irrigation and Drainage*. 2025. P. 1–14. DOI: 10.1002/ird.3078.

15. Oriosa A., Wambua R., Okwany R. Modelling of Potato Crop Water Productivity and Yield Response Under Subsurface Drip Irrigation System. *Journal of Engineering in Agriculture and the Environment*. 2023. Vol. 9, No. 1. P. 74–88. DOI: 10.37017/jeaе-volume9-no1.2023-4.

16. Pacaphol K., Aht-Ong D., Amornsakchai T. Development and application of nanofibrillated cellulose coating from sugarcane bagasse for shelf-life extension of spinach leaves. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. Vol. 139. P. 604–611. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115167>.

17. Prospects of Hydrogels in Agriculture for Enhancing Crop and Water Productivity under Water Deficit Condition / S. Patra et al. *International Journal of Polymer Science*. 2022. P. 1–15. DOI: 10.1155/2022/4914836.

18. Ryan Q., Geetha K. N., Shanker A. G. Effect of organic manures and super absorbent polymers on nutrients uptake and economics of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *International Journal of Chemical Studies*. 2018. Vol. 6, No. 4. P. 2694–2698.

19. Saha A., Sekharan S., Manna U. Superabsorbent Hydrogel (SAH) as a Soil Amendment for Drought Management: A Review. *Soil and Tillage Research*. 2020. Vol. 204, Article 104736. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2020.104736>.

20. Salih S., Abaied A. Effect of Super Absorbent Polymer and Ceratophyllum Powder Application on Some Soil Physical Properties. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023. Vol. 1222, Article 012030. P. 1–10. DOI: 10.1088/1755-1315/1222/1/012030.

21. Sarmah D., Karak N. Biodegradable superabsorbent hydrogel for water sustainable agriculture: Synthesis, characterization and performance evaluation. *Carbohydrate Polymers*. 2020. Vol. 247, Article ID 116678. DOI: <https://doi.org/10.1002/app.48495>.

22. Superabsorbent Polymers as a Soil Amendment for Increasing Agriculture Production With Reducing Water Losses Under Water Stress Condition / S. Malik et al. *Polymers*. 2023. Vol. 15, No. 1. P. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym15010161>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-13

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.598

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПЛИВУ ДРІЖДЖОВОЇ ДОБАВКИ НА ПОКАЗНИКИ ВІДТВОРЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ОБРОШИНСЬКИХ БІЛИХ ГУСЕЙ**М. Д. Петрів¹, Л. В. Ференц¹, В. С. Федорович², О. М. Слобода², М.О. Кравчук¹**

¹Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл., 81115

²Львівський національний університет
ветеринарної медицини
та біотехнології імені С. З. Гжицького,
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010

Про авторів:

Михайло ПЕТРИВ,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-3199-0265

Любов ФЕРЕНЦ,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-8308-7839

Василь ФЕДОРОВИЧ,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0009-0002-8240-1686

Олег СЛОБОДА,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0001-7448-2135

Мирослав КРАВЧУК,
аспірант
ORCID: 0009-0000-4218-2779

Для листування:
Любов ФЕРЕНЦ,
e-mail: l.v.ferenz@gmail.com

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних наук
України

Отримано:
28 липня 2025 р.
Погоджено до друку:
20 серпня 2025 р.
Опубліковано:
30 вересня 2025 р.

З огляду на інтенсивне використання дріжджових добавок та їх стимулюючий вплив на природну мікрофлору шлунково-кишкового тракту, а також здатність регулювати та відновлювати процеси травлення, важливим питанням є дослідження їх впливу на продуктивність та загальний стан організму птиці. У статті наведено результати досліджень впливу ефективності та безпечності нової дріжджової кормової добавки «ЕнзимАктив Про» та її впливу на показники продуктивності та репродуктивної здатності маточного поголів'я оброшинських гусей з білим оперенням. Згідно з умовами досліду експериментально визначено ефективність застосування різних доз даної дріжджової добавки у раціонах маточного стада оброшинських білих гусей та досліджено їх вплив на морфологічні якості яєць та рівень продуктивності. Відзначено високі показники живої маси наприкінці продуктивного періоду в усіх дослідних групах вірогідно на 6,8 % ($P < 0,01$); 14,6 і 10,3 % ($P < 0,001$) та були кращими щодо контролю відповідно. Проведеними дослідженнями встановлено, що при застосуванні різних доз кормової добавки «ЕнзимАктив Про» кращі показники несучості відзначено у гусей II дослідної групи, яким згодовували 350 г на 1 т комбікорму. Продуктивність їх становила 40,8 шт. яєць, що на 5,2 % вище, а яйцекладка тривала 103 доби, що на 8 діб більше щодо контрольних аналогів. За результатами інкубації гусячих яєць запліднюваність становила 86,7 %, вивід гусенят – 75,0 %, збереженість – 93 % і були вищими щодо контролю відповідно на 5,8; 3,8 і 6,0 %.

Ключові слова: гуси, годівля, дріжджова добавка «ЕнзимАктив Про», продуктивність, репродуктивні якості.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Петрів М. Д., Ференц Л. В., Федорович В. С., Слобода О.М., Кравчук М. О., 2025

Effectiveness of the influence of yeast addition on the reproductive indicators of Obroshyn white geese

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5,
Obroshyne village, Lviv district,
Lviv region, 81115

²Stepan Gzhytskyi national university of veterinary medicine and Biotechnologies
50 Pekarska St., Lviv, 79010

About authors:

Mykhailo PETRIV
ORCID: 0000-0003-3199-0265

Liubov FERENTS
ORCID: 0000-0002-8308-7839

Vasyl FEDOROVYCH
ORCID: 0009-0002-8240-1686

Oleh SLOBODA
ORCID: 0000-0001-7448-2135

Myroslav KRAVCHUK
ORCID: 0009-0000-4218-2779

For corresponding:
Liubov FERENTS
e-mail: l.v.ferenz@gmail.com

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
July 28, 2025
Accepted:
August 20, 2025
Published:
September 30, 2025

Given the intensive utilization of yeast supplements and their stimulatory effect on the natural microflora of the gastrointestinal tract, as well as their capacity to regulate and restore digestive processes, the investigation of their impact on productivity and overall physiological status of poultry represents a significant research priority. The article presents the results of a study on the effectiveness and safety of the new yeast feed additive «EnzymActive Pro» and its impact on the productivity and reproductive ability of Obroshyn white-feathered geese broodstock. According to the experimental conditions, the effectiveness of using different doses of the yeast additive in the rations of the broodstock of Obroshyn white geese was experimentally determined, and their effect on the level of morphological quality of eggs and productivity was investigated. High live weight indicators were noted at the end of the productive period in all experimental groups, significantly by 6.8 % ($P < 0.01$); 14.6 % and 10.3 % ($P < 0.001$) and were better than in the control, respectively. The conducted studies established that when using different doses of the feed additive «EnzymActive Pro», the best egg production indicators were noted in geese of the II research group, which were fed 350 g per 1 t of compound feed. Their productivity was 40.8 eggs, which is 5.2 % higher, and egg laying lasted 103 days, which is 8 days more than the control counterparts. According to the results of incubation of goose eggs, fertilization was 86.7 %, gosling hatching was 75.0 %, survival was 93 % and these indicators were higher than in the control by 5.8 %, 3.8 %, and 6.0 %, respectively.

Keywords: geese, feeding, yeast supplement «EnzymActive Pro», productivity, reproductive qualities.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Однією з умов підвищення ефективності галузі гусівництва, що забезпечує ефективний обмін речовин та продуктивні якості птиці є збалансована та повноцінна годівля [10]. Проте годівля та утримання птиці потребує не лише збалансованих раціонів за поживністю, а й застосування спеціальних кормових добавок [5]. Життєдіяльність організму птиці тісно пов'язана з активністю його мікрофлори [16]. З цією метою у

птахівництві успішно застосовують ряд кормових добавок, які покращують поїдання і засвоюваність кормів, збільшують приріст маси тіла, знижують захворюваність і відхід птиці [2, 11].

Сучасним підходом у напрямі підвищення продуктивності сільськогосподарської птиці й отримання якісної продукції є використання природних стимуляторів росту таких як:

ферментні та дріжджові препарати, пробіотики та пребіотики тощо [2, 9]. Вони забезпечують не тільки підвищення продуктивності птиці, а й лікувально-профілактичний захист їх організму від патогенних факторів впливу зовнішнього середовища [15]. Препарати пробіотиків, антибіотиків, пребіотиків, симбіотиків і ферментів здатні прямо або побічно впливати на мікрофлору кишківника птиці, покращувати перетравність поживних речовин корму, а отже, збільшувати прирости живої маси, їх збереженість, забійний вихід та впливати на якісні показники м'яса [12, 18].

Обсяг виробництва продукції й ефективність галузі птахівництва значною мірою визначається рівнем репродуктивних задатків птиці та якістю отриманого яйця. На якість інкубаційних яєць впливає ряд чинників, основними з яких є годівля, умови утримання та догляд птиці [6, 14, 21].

Основною умовою правильної організації годівлі гусей є склад раціону та режим годівлі птиці, які повністю забезпечують потребу організму за обмінною енергією, поживними та біологічно активними речовинами [13]. Ефективність годівлі репродуктивного стада гусей оцінюється за кількома ключовими показниками, а не лише за живою масою [3]. До них належать: несучість, інкубаційні якості, а саме вміст вітаміну А та каротиноїдів у яйці, що свідчить про якість інкубаційних яєць [1, 17, 22].

В наукових дослідженнях, проведених в останні роки та описаних в літературних джерелах щодо стимуляційного впливу на природну мікрофлору шлунково-кишкового тракту та здатністю регулювати та відновлювати процеси травлення [19, 20] важливим питанням є дослідження загального стану організму птиці за інтенсивного використання дріжджових кормових добавок.

Метою роботи було встановити ефективність застосування у раціонах

годовлі нової дріжджової добавки «ЕнзимАктив Про» та з'ясувати вплив згодовування у складі комбікорму на продуктивність та репродуктивну здатність.

Матеріали і методи. «ЕнзимАктив Про» – синергетична кормова добавка, до складу якої входить: спеціально відібрані дріжджі роду *Saccharomyces Torulopsisbovina Aspergillusoryzae, Beta Glucans for Saccharomyces cerevisiae, Mannans from Saccharomyces cerevisiae*. Застосування цієї добавки вітчизняного виробництва фірми «Ензим» (м Львів) здатне прямо або побічно впливати на мікрофлору кишківника птиці, покращувати перетравність поживних речовин корму, а отже, збільшувати прирости живої маси, їх збереженість, забійний вихід та впливати на якісні показники м'яса [8, 9]. Даний препарат забезпечує не тільки підвищення продуктивності птиці, а й лікувально-профілактичний захист їх організму від патогенних факторів впливу зовнішнього середовища.

Дослідження ефективності та безпечності нової дріжджової кормової добавки «ЕнзимАктив Про» та її впливу на показники продуктивності та репродуктивної здатності проводили на клінічно здоровому маточному поголів'ї гусей оброшинської селекції з білим оперенням. Для цього було відібрано та сформовано чотири групи гусей 10-11-місячного віку – аналогів за живою масою, віком, продуктивністю по 10 голів в кожній.

Контрольна група отримувала основний раціон (ОР). До раціону дослідних груп було введено кормову добавку «ЕнзимАктив Про» у дозах, наведених у схемі досліду (табл. 1). Напування гусенят проводилося в волю. Дози були розраховані з урахуванням видових особливостей та маси тіла, враховуючи ефективність й фармакологічні властивості препарату, а також скориговані згідно з рекомендаціями допустимої добової дози фірми-виробника.

Облік несучості проводили щоденно з вирахуванням маси яєць із наступним відбором за цим показником для інкубації. Відбір інкубаційних яєць і контроль за їх

зберіганням здійснювали щонайбільше до 10 днів. Інкубаційні якості яєць визначали за їх запліднюваністю та виводом гусенят.

1. Схема досліджу

| Група | Умови годівлі |
|------------|---|
| Контрольна | Основний раціон (ОР) |
| Дослідна 1 | ОР + ЕнзимАктив Про із розрахунку 300 г на 1 т комбікорму |
| Дослідна 2 | ОР + ЕнзимАктив Про із розрахунку 350 г на 1 т комбікорму |
| Дослідна 3 | ОР + ЕнзимАктив Про із розрахунку 400г на 1 т комбікорму |

Фізичні параметри яєць було оцінено за їх масою, довжиною і шириною, індексом форми, міцністю та товщиною шкарлупи за загальноприйнятими методиками. Масу яєць визначали шляхом зважування на вагах SF-400 з точністю до 0,01 г. Індекс форми яйця був вирахований як відношення діаметрів по довгій та короткій осях (виміри здійснювали штангенциркулем з точністю до 0,1 см). Товщину шкарлупи з підшкарлупною оболонкою визначали мікрометром на тупому та гострому кінцях і в екваторіальній частині яйця (визначено середнє значення з точністю до 0,01 мм). Міцність шкарлупи було визначено шляхом виміру пружної деформації за допомогою приладу ПУД-2, конструкції П. П. Царенко.

Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих зоотехнічних методик, описаних у довіднику «Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині» за

редакцією В. В. Влізла (2012). Біометричну обробку отриманого цифрового матеріалу проведено методом варіаційної статистики, враховуючи критерій Стьюдента з використанням програми Microsoft Excel. Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною за *P < 0,05;

P < 0,01; *P < 0,001 [4, 7].

Результати та обговорення. В результаті проведених у першому півріччі 2024 р. досліджень встановлено, що середня жива маса гусок на початок періоду яйцекладки становила 6,32–6,40 кг.

В кінці продуктивного періоду в контрольній групі показники живої маси самок були дещо нижчими й становили 4,28 кг. Вищі показники відзначені в усіх дослідних групах, а найвищим показником характеризувались самки, які отримували «ЕнзимАктив Про» у дозі 350 г на 1 т комбікорму та були кращими щодо контролю на 14,9 %. (табл. 2).

2. Жива маса гусок, кг

| Продуктивний період | Група гусей | | | |
|---------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | Контроль | I | II | III |
| На початок періоду | 6,35±0,23 | 6,37±0,31 | 6,32±0,18 | 6,40±0,28 |
| В кінці періоду | 4,28±0,41 | 4,57±0,22** | 4,92±0,36*** | 4,72±0,42*** |

Примітка: тут і в наступних таблицях *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001.

Яєчна продуктивність гусок контрольної групи була дещо нижчою – 38,8 шт. яєць при середній масі яйця – 153,2

г та тривалістю яйцекладки 95 діб. У всіх дослідних групах середня маса яйця була дещо вищою (табл. 3).

3. Показники несучості маточного поголів'я гусей ($M \pm m$, $n=10$)

| Група | Тривалість яйцекладки, діб | Середня несучість, шт. | Середня маса яйця, г |
|------------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| Контрольна | 95±4,60 | 38,8±1,30 | 153,2±2,15 |
| I | 97±4,30 | 39,5±1,75 | 158,1±2,53 |
| II | 103±4,70 | 40,8±1,44 | 158,2±2,65 |
| III | 100±4,50 | 39,8±1,65 | 158,0±2,70 |

За несучістю кращі показники відзначено у гусей дослідних груп, відповідно 39,5; 40,8 і 39,8 шт. яєць, що було вище від контрольної на 1,8; 5,2 і 2,6 %. Тривалість яйцекладки у дослідних групах була також вищою і становила 97;

103 та 100 діб щодо переваги контрольних аналогів на 2; 8 та 5 діб.

Оцінку яєчної продуктивності вивчали шляхом взяття промірів яєць (довжину і ширину), за якими визначали індекс форми (табл. 4).

4. Фізичні параметри яєць ($M \pm m$, $n=10$)

| Група | Довжина яйця, мм | Ширина яйця, мм | Міцність шкаралупи, кг/мм ² | Товщина шкаралупи, мм | Індекс форми, % |
|------------|------------------|-----------------|--|-----------------------|-----------------|
| Контрольна | 84,1±0,24 | 55,2±0,23 | 2,12±0,9 | 0,51±0,003 | 65,4 |
| I | 85,4±0,21 | 55,7±0,19 | 2,13±0,7 | 0,53±0,007 | 65,9 |
| II | 85,9±0,18 | 56,9±0,14 | 2,17±0,6 | 0,58±0,004 | 66,5 |
| III | 85,2±0,10 | 56,4±0,17 | 2,14±0,5 | 0,56±0,006 | 66,1 |

Індекс форми яйця був у межах норми: у контрольній – 65,4 %, у дослідних – 65,9–66,5 %.

Встановлено також позитивний вплив згодовування різних доз дріжджової добавки «ЕнзимАктив Про» на товщину і міцність шкаралупи, проте вірогідної різниці між групами не встановлено.

Дослідження інкубаційних якостей яєць показує, що найвища запліднюваність була у гусок II дослідної групи – 86,7 та дещо нижчою – 82,5 та 86,1 % в I і III групах, а найнижчою вона була у контрольній групі – 80,9 % (табл. 5).

5. Результати інкубації гусячих яєць, %

| Група | Запліднюваність | Вивід гусенят | Збереженість гусенят |
|------------|-----------------|---------------|----------------------|
| Контрольна | 80,9 | 71,2 | 87 |
| I | 82,5 | 72,9 | 90 |
| II | 86,7 | 75,0 | 93 |
| III | 86,1 | 74,5 | 91 |

Відсоток виводу гусенят у дослідних групах становив 72,9; 75,0 і 74,5 %, у контролі він був дещо нижчим – 71,2 %.

Збереженість гусенят усіх дослідних груп була досить високою, однак найвищою вона була в II групі (93 %), а найнижчою у контрольній (87 %).

У результаті досліджень встановлено, що застосування в годівлі маточного стада гусей у продуктивний період дріжджової

добавки «ЕнзимАктив Про» позитивно вплинуло на показники їх несучості, виводимості та збереженості в усіх дослідних групах. Проте найкращі результати спостерігали в II дослідній групі.

Висновки. За даними результатів експериментальних досліджень вірогідна перевага була лише в окремих випадках, однак відзначено позитивний вплив та

високі показники репродуктивних якостей у всіх дослідних групах гусей, яким згодовували кормову добавку «ЕнзимАктив Про».

Відзначено високі показники живої маси в кінці продуктивного періоду в усіх дослідних групах вірогідно на 6,8 % ($P < 0,01$); 14,6 і 10,3 % ($P < 0,001$) та були кращими щодо контролю відповідно.

Встановлено, що при застосуванні даної кормової добавки кращі показники несучості відзначено у гусей II дослідної групи, яким згодовували 350 г на 1 т

комбікорму. Продуктивність їх становила 40,8 шт. яєць, що на 5,2 % вище, а яйцекладка тривала 103 доби, що на 8 діб більше щодо контрольних аналогів.

Результати інкубації гусячих яєць були вищими у всіх дослідних групах, проте найкращими показниками характеризувалась II група, в якій запліднюваність становила 86,7 %, вивід гусенят – 75,0 %, збереженість – 93 % і були вищими щодо контролю відповідно на 5,8; 3,8 і 6,0 %.

Список використаної літератури

1. Ефективна годівля сільськогосподарської птиці : навчальний посібник / Н. І. Братишко та ін. ; за ред. І. А. Іонова. Київ, 2013. 208 с.
2. Єгоров Б. В., Макарянська А. В. Сучасні альтернативи кормовим антибіотикам. *Зернові продукти і комбікорми*. Одеса, 2010. № 3. С. 27–34.
3. Козенко О. В., Магрело Н. В., Сус Г. В. Еритроцитарна система крові гусей в період парування та яйцекладки. *Науковий вісник ЛНАВМ імені С. З. Гжицького*. 2016. 4 (72). 14–19.
4. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.
5. Любенко О. І., Суббот Ю. І. Інтенсифікація виробництва м'яса гусей в умовах фермерських господарств. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 110 (2). С. 82–85. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-2.13>.
6. Моравська О. В., Вовк С. О. Жирнокислотний склад загальних ліпідів крові 25-добових ембріонів залежно від рівня вітаміну Е в раціоні батьківського стада гусей у репродуктивний період [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/ntb/ntb4/pdf/3/7.pdf>.
7. Петровська І., Салига Ю., Вудмаска І. Статистичні методи в біологічних дослідженнях : навчально-методичний посібник. Київ : Аграрна наука. 2022. 172 с.
8. Пробиотик і ефективність вакцинації гусенят проти вірусного ентериту / Г. В. Білецька та ін. *Науково-технічний бюлетень* ; Інститут біології тварин, ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. Львів, 2006. № 7 (12). С. 27–32.
9. Сучасні тенденції та напрями розвитку органічного тваринництва. *Наукові-основи виробництва органічної продукції в Україні* : монографія ; за ред. д-ра с.-г. наук, проф., акад. НААН Я. М. Гадзала, д-ра с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН В. Ф. Камінського / НААН, Нац. наук. центр

References

1. Effective feeding of farm poultry : a study guide / N. I. Bratyshko et al. ; under the editorship I. A. Ionova. Kyiv, 2013. 208 p.
2. Yehorov B. V., Makarynska A. V. Modern alternatives to fodder antibiotics. *Zernovi produkty i kombikormy*. Odessa, 2010. No. 3. P. 27–34.
3. Kozenko O. V., Mahrelo N. V., Sus H. V. Erythrocyte blood system of geese during mating and egg-laying. *Naukovyi visnyk LNAVМ imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2016. 4 (72), 14–19.
4. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine : a handbook / edited by V. V. Vlizlo. Lviv, 2012. 759 p.
5. Liubenko O. I., Subbot Yu. I. Intensification of geese meat production in farm conditions. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2019. No. 110 (2). P. 82–86. DOI: [10.32851/2226-0099.2019.110-2.13](https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-2.13).
6. Moravska O. V., Vovk S. O. Fatty acid composition of total blood lipids of 25-day-old embryos depending on the level of vitamin E in the diet of the parent flock of geese during the reproductive period [Electronic resource]. Access mode: <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/ntb/ntb4/pdf/3/7.pdf>.
7. Petrovska I., Salyha Yu., Vudmaska I. Statistical methods in biological research : educational and methodological manual. Kyiv : Ahrarna nauka. 2022. 172 p.
8. Probiotic and effectiveness of vaccination of goslings against viral enteritis / H. V. Biletska et al. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten* ; Instytut biolohii tvaryn, DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok. Lviv, 2006. No. 7 (12). P. 27–32.
9. Modern trends and directions of development of organic animal husbandry. *Scientific basis of production of organic products in Ukraine* : monograph ; za red. d-ra s.-h. nauk, prof., akad. NAAS Ya. M. Hadzala, d-ra s.-h. nauk, prof., chl.-kor. NAAS V. F. Kaminskoho / NAAS, Nats. nauk. tsentr «Instytut zemlerobstva NAAS». Kyiv : Ahrarna nauka, 2016. 592 p.
10. Technology of meat and meat products : textbook / M. M. Klymenko et al. ; za red. M. M. Klymenka. Kyiv : Vyshcha osvita, 2006. 640 p.

«Інститут землеробства НААН». Київ : Аграрна наука, 2016. 592 с.

10. Технологія м'яса та м'ясних продуктів : підручник / М. М. Клименко та ін. ; за ред. М. М. Клименка. Київ : Вища освіта, 2006. 640 с.

11. Фіялович Л. М., Кирилів Я. І. Ефективність використання у годівлі племінних гусей нетрадиційних добавок. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2016. Т. 18, № 2. С. 261–264. DOI: 10.15421/nvlvet6757.

12. Чернікова Г. Ю., Пономаренко Н. П. Використання пребіотиків на основі мананових олігосахаридів у годівлі курчат-бройлерів. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 2 (2). Ч. 2. С. 155–160.

13. Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system / C. Maldonado Galdeano et al. *Annals of Nutrition & Metabolism*. 2019. Vol. 74, P. 115–124. <https://doi.org/10.1159/000496426>.

14. Effects of dietary Enteromorpha powder supplementation on productive performance, egg quality, and antioxidant performance during the late laying period in Zi geese / W. Q. Ma et al. *Poult Sci*. 2020. Vol. 99. Issue 2. P. 1062–1068.

15. Effect of feed form and dietary protein level on growth performance and carcass characteristics of growing geese / Abou-Kassem D. E. et al. *Poultry Sci*. 2019. 98. P. 761–770.

16. Gabriel I. La microflore digestive des volailles: facteurs de variation et consequences pour l'animal. *INRAProd. Anim*. 2005, V. 18, P. 309–322.

17. Guy, G., Rouvier, R. & Rousselot-Pailley, D. Comparison of meat geese growth performance fed with concentrate or green grass from 8 weeks up to 22 weeks of age. *Proceedings of the 10th European Symposium on Waterfowl*. 1995. Halle Saale. P. 97–102.

18. Hodowla i użytkowanie drobiu ; pod redakcją Jana Jankowskiego. *Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne*. Warszawa. 2012. 543.

19. Mechanisms of action of probiotics / J. Plaza Diaz et al. *Advances in Nutrition*. 2019. Vol. 10, P. 49–66. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy063>.

20. Probiotics in poultry feed : a comprehensive review / M. E. AbdEl-Hack et al. *J. of Anim. Physiology and Animal Nutrition (Berlin)*. 2020. Vol. 104. P. 1835–1850. <https://doi.org/10.1111/jpn.13454>.

21. Taşkesen H. Protein and Amino Acid Nutrition in Geese. *International J. of Poultry*. 2020. Vol. 1. Issue 1. P. 13–17.

22. The effect of dietary vitamin A supplementation in maternal and its offspring on the early growth performance, liver vitamin A content, and antioxidant index of goslings / J. R. Liang et al. *Poult Sci*. 2019. 98 (12), P. 6849–6856. <https://doi.org/10.3382/ps/pez432>.

11. Fiialovych L. M., Kyryliv Ya. I. Effectiveness of using non-traditional additives in breeding geese. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2016. Vol. 18, No. 2. P. 261–264. DOI: 10.15421/nvlvet6757.

12. Chernikova H. Yu., Ponomarenko N. P. Use of prebiotics based on mannan oligosaccharides in feeding broiler chickens. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2016. Issue 2 (2). Ch. 2. P. 155–160.

13. Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system / C. Maldonado Galdeano et al. *Annals of Nutrition & Metabolism*. 2019. Vol. 74, P. 115–124. <https://doi.org/10.1159/000496426>.

14. Effects of dietary Enteromorpha powder supplementation on productive performance, egg quality, and antioxidant performance during the late laying period in Zi geese / W. Q. Ma et al. *Poult Sci*. 2020. Vol. 99. Issue 2. P. 1062–1068.

15. Effect of feed form and dietary protein level on growth performance and carcass characteristics of growing geese / D. E. Abou-Kassem et al. *Poultry Sci*. 2019. 98. P. 761–770.

16. Gabriel I. La microflore digestive des volailles: facteurs de variation et consequences pour l'animal. *INRAProd. Anim*. 2005, V. 18, P. 309–322.

17. Guy, G., Rouvier, R. & Rousselot-Pailley, D. Comparison of meat geese growth performance fed with concentrate or green grass from 8 weeks up to 22 weeks of age. *Proceedings of the 10th European Symposium on Waterfowl*. 1995. Halle Saale. P. 97–102.

18. Poultry breeding and use; ed. Jan Jankowski. *Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne*. Warszawa. 2012. 543.

19. Mechanisms of action of probiotics / J. Plaza-Diaz et al. *Advances in Nutrition*. 2019. Vol. 10, P. 49–66. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy063>.

20. Probiotics in poultry feed : a comprehensive review / M. E. AbdEl-Hack et al. *J. of Anim. Physiology and Animal Nutrition (Berlin)*. 2020. Vol. 104. P. 1835–1850. <https://doi.org/10.1111/jpn.13454>.

21. Taşkesen H. Protein and Amino Acid Nutrition in Geese. *International J. of Poultry*. 2020. Vol. 1. Issue 1. P. 13–17.

22. The effect of dietary vitamin A supplementation in maternal and its offspring on the early growth performance, liver vitamin A content, and antioxidant index of goslings / J. R. Liang et al. *Poult Sci*. 2019. 98 (12), P. 6849–6856. <https://doi.org/10.3382/ps/pez432>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-14

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.2:636.082

РОЗВИТОК БУГАЙЦІВ ЗАХІДНОГО ВНУТРІШНЬОПОРОДНОГО ТИПУ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ВІД НАРОДЖЕННЯ ДО 9-МІСЯЧНОГО ВІКУ**О. І. Стадницька, М. А. Петришин, М. І. Полуліх, В. Д. Федак, В. М. Братюк**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл., 81115

Про авторів:

Ольга СТАДНИЦЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-6574-4068

Мирон ПЕТРИШИН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Михайло ПОЛУЛІХ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-0381-6502

Василь ФЕДАК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-0032-8818

Василь БРАТЮК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-0746-8752

Для листування:

Ольга СТАДНИЦЬКА
e-mail: stadnytskaolha@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:
7 травня 2025 р.
Погоджено до друку:
18 червня 2025 р.
Опубліковано:
30 вересня 2025 р.

Наведено результати досліджень динаміки росту бугайців української чорно-рябої молочної породи віком до 9 місяців залежно від їх походження, екстер'єрно-конституційних особливостей та впливу сезонних факторів, які дозволять розробити рекомендації з удосконалення технології вирощування та відгодівлі тварин до забійних кондицій з живою масою не менше ніж 400–450 кг та зниженням витрат корму на 1 ц приросту на 10–12 % в умовах Карпатського регіону. Маса тіла тварин від корів другого отелення і старших у 3 місяці становила 91,7 кг, в 6 міс. – 154,3 і у 9 міс. – 228,8 кг. Від первісток жива маса бугайців у стійловий період у 3 міс. дорівнювала 76,3 кг, у 6 міс. – 136,5 кг, у 8 міс. – 182,4 кг. У пасовищний період жива маса бугайців від корів другого отелення і старших в 1 міс. становила 58,9 кг, в 3 міс. – 100,2 кг, в 4 міс. – 121,4 кг. Жива маса бугайців від корів другого отелення і старших була вірогідно вищою, ніж від первісток. Бугайці, народжені в стійловий період від матерів, продуктивність яких більш як 5129 кг, мали середньодобові прирости у 8–9 міс. на рівні $900,0 \pm 19,2$ г, від матерів, продуктивність яких становила 3411–5129 кг, середньодобові прирости бугайців дорівнювали $888,9 \pm 44,4$ г, а від корів 3411 кг і менше – $833,3 \pm 38,5$ г. Розвиток м'язів у пасовищний період у бугайців був вірогідно вищий, ніж у стійловий. Вищі показники повторюваності живої маси у бугайців встановлено в окремі вікові періоди в стійловий період.

Ключові слова: бугайці, жива маса, середньодобовий приріст, вікова повторюваність, українська чорно-ряба молочна порода.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Стадницька О. І., Петришин М. А., Полуліх М. І., Федак В. Д., Братюк В. М., 2025

Development of bulls of the western interbreed type of the Ukrainian Black-Spotted dairy breed from birth to 9 months of age

Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS
*Hrushevskoho street, 5,
Obroshyne village, Lviv district,
Lviv region, 81115*

About authors:

Olha STADNYTSKA
ORCID: 0000-0001-6574-4068

Myron PETRYSHYN
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Mykhailo POLULIKH
ORCID: 0000-0002-0381-6502

Vasyl FEDAK
ORCID: 0000-0003-0032-8818

Vasyl BRATIUK
ORCID: 0000-0002-0746-8752

For corresponding:

Olha STADNYTSKA
e-mail: stadnytskaolha@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

May 7, 2025

Accepted:

June 18, 2025

Published:

September 30, 2025

The article presents the results of research on the peculiarities of the growth dynamics of bulls of the Ukrainian Black-Spotted dairy breed under the age of 9 months, depending on their origin, exterior-constitutional features and the influence of seasonal factors, which will allow developing recommendations for improving the technology of growing and fattening bulls of the Ukrainian Black-Spotted dairy breed to slaughter conditions with a live weight of at least 400–450 kg and reducing feed costs per 1 kg of growth by 10–12 % in the Carpathian region in the future. The body weight of animals from cows of the second calving and older at the age of three months was 91.7 kg, at 6 months – 154.3 and at 9 months – 228.8 kg. The live weight of bulls from first calving cows in the stall period at 3 months of age was 76.3 kg, at 6 months – 136.5 kg, at 8 months – 182.4 kg. In the pasture period, the live weight of bulls from cows of the second calving and older at 1 month of age was 58.9 kg, at 3 months – 100.2 kg, at 4 months – 121.4 kg. The live weight of bulls from cows of the second calving and older was significantly higher than that from first-born cows. Bulls born during the stall period from mothers whose productivity was more than 5129 kg had average daily gains in 8–9 months at the level of 900.0 ± 19.2 g. Bulls born from mothers whose productivity was 3411–5129 kg had the average daily gains of 888.9 ± 44.4 g, and from cows with productivity of 3411 kg and less the average daily gains were 833.3 ± 38.5 g. Muscle development in the pasture period in bulls was significantly higher than in the stall period. Higher rates of repeatability of live weight in bulls were found in certain age periods in the stall period.

Keywords: bulls, live weight, average daily gain, age repeatability, Ukrainian Black-Spotted dairy breed.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. У Карпатському регіоні частка яловичини та телятини дещо вища, ніж у цілому в Україні і становить 22 % від загального виробництва м'яса всіх видів. Суттєвою перешкодою у нарощуванні обсягів її виробництва є те, що основна кількість тварин зосереджена в господарствах населення, де для економії молока телят продають на забій в ранньому віці [2, 3].

Як наслідок, біологічні особливості тварин, здатних до інтенсивного росту, використовуючи дешеві корми рослинного походження, залишаються

нереалізованими [1, 8, 16]. Невідповідний та часами недостатній рівень забезпечення поживними речовинами відгодівельного молодняку призводить до затримок у рості, перевитрат кормів, реалізації тварин низьких кондицій [4, 5, 10]. За останні роки середня жива маса однієї голови, реалізованої на забій, становила 280–295 кг, витрати корму на 1 ц приросту – 8,3–10 ц кормових одиниць [6, 11, 15].

Біологічні й господарські ознаки тварин формуються в процесі онтогенетичного росту та розвитку під впливом спадковості й факторів

зовнішнього середовища [9, 10, 17]. 50 % факторів, що впливають на формування фенотипу, належать спадковості, а решта 50 % – зовнішньому середовищу [12, 20, 22].

Чим сприятливіші фактори зовнішнього середовища в період формування фенотипу, тим повніше розкривається зумовлений породністю генетичний потенціал тварини. Відповідно для формування худоби з високою м'ясною продуктивністю потрібно створювати оптимальні умови вирощування молодняку [13, 14]. Найвища енергія росту тварин проявляється в ранньому віці – від народження до 18 міс. Тому в цей віковий період організм тварини потрібно забезпечити всіма поживними речовинами для оптимального рівня інтенсивності росту маси тіла й лінійного розвитку [18, 19, 21].

Заплановані дослідження є продовженням робіт з проблем розвитку м'ясного скотарства, які було проведено в інституті в попередні роки. Зокрема, вивчали особливості формування м'ясних якостей у тварин волинської та поліської порід (ПНД 29, завдання 29.02.02.06.П і 29.01.03.06.П), отримано патенти на корисну модель № 152512 «Спосіб оцінки м'ясної продуктивності відгодівельної худоби» і № 152513 «Спосіб оцінки м'ясності відгодівельної худоби та пов'язаних з нею морфологічного і хімічного складу яловичини».

Однак наукових публікацій щодо впливу спадкових факторів на формування відгодівельних та м'ясних якостей бугайців української чорно-рябої молочної породи в доступних вітчизняних джерелах не виявлено. Виходячи із наведеного вище, заплановані дослідження є актуальними й становлять як науковий, так і практичний інтерес [7].

Метою роботи є дослідити динаміку росту бугайців української чорно-рябої молочної породи віком до 9 міс. залежно від їх походження, екстер'єрно-конституційних особливостей та впливу сезонних факторів. Об'єктом досліджень є

бугайці української чорно-рябої молочної породи 2024 року народження, динаміка їх росту у віці до 9 міс., жива маса, середньодобовий приріст, походження, вікова повторюваність.

Матеріали і методи.

Загальноприйняті зоотехнічні (зважування, взяття екстер'єрних промірів), статистичні (опрацювання результатів досліджень та визначення їх вірогідності), економічні (оцінка вартості продукції та фактичних витрат на її виробництво). Дослідження проводили на базі племзаводу із розведення української чорно-рябої молочної породи ДП ДГ «Радехівське» з використанням даних первинного зоотехнічного обліку (журнали приплоду і вирощування молодняку, відомості зважування). Оцінку показників продуктивності та характеристику екстер'єрних особливостей проведено відповідно до «ICAR The global standard for livestock data» та методичних рекомендацій Інституту розведення і генетики тварин УААН «Лінійна оцінка типу будови тіла молодняку великої рогатої худоби м'ясних порід». Вплив сезонних факторів на продуктивність піддослідних тварин визначили на підставі порівняльного аналізу продуктивних якостей бугайців, народжених у зимовостійловий (січень – квітень) та пасовищний періоди (травень – серпень). Варіаційно-статистичне опрацювання отриманих результатів досліджень з визначенням середніх величин і стандартних похибок проведено з використанням критерію Стьюдента за допомогою стандартного пакета статистичних програм *Microsoft EXCEL*.

Дослідили вплив спадкових та паратипових факторів на формування м'ясної продуктивності бугайців української чорно-рябої молочної породи, а саме динаміку їх живої маси залежно від віку матерів та періоду народження. Розподілили дані за двома основними критеріями: віком матерів (2 отелення і старші, первістки) та періодом народження (стійловий (січень – квітень), пасовищний (травень – серпень)), наведеними в таблиці:

вік бугайців у місяцях, при народженні, вік матерів – розділ даних на дві групи: корови, які отелилися два рази і більше, та первістки. Період народження: дані поділено на два сезони: стійловий (зимовий) та пасовищний (літній), кількість тварин у кожній групі, середнє значення живої маси та стандартна похибка середнього. Від народження до 6-го місяця у дослідній групі було 20 бугайців, народжених від корів, які мали два отелення і більше, у стійловий період (січень – квітень), і 8 бугайців від корів-первісток. У віці 6–7 міс. їх було 17, у

7–8 міс. – 12, а у 8–9 міс. залишилося 9 тварин. А від первісток у стійловий період було 8 тварин до 7 міс. і 5 – на 7–8 місяці життя. У пасовищний період (травень – серпень) від народження до 3 міс. у групі було 34 тварини, народжені від корів з двома отеленнями й старших, та 31 одна тварина у віці від 3 до 4 міс., а також 4 тварини від корів-первісток.

Результати та обговорення.

Динаміку живої маси бугайців залежно від віку матерів та періоду народження наведено в табл. 1.

1. Динаміка маси тіла піддослідних бугайців залежно від віку матерів та періоду народження, кг

| Показники | Кількість отелень | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------|-------------|
| | два отелення і старші | | первістки | |
| | n | M ± m | n | M ± m |
| Стойловий період (січень – квітень) | | | | |
| При народженні | 20 | 35,9 ± 0,4 | 20 | 32,0 ± 0,6 |
| У віці, міс. | | | | |
| 1 | 20 | 54,8 ± 0,8 | 20 | 45,9 ± 0,5 |
| 2 | 20 | 73,7 ± 1,1 | 20 | 61,1 ± 1,0 |
| 3 | 20 | 91,7 ± 1,1 | 20 | 76,3 ± 1,4 |
| 4 | 20 | 110,4 ± 1,2 | 20 | 92,8 ± 1,9 |
| 5 | 20 | 131,4 ± 1,3 | 20 | 113,4 ± 2,5 |
| 6 | 20 | 154,3 ± 1,3 | 20 | 136,5 ± 2,3 |
| 7 | 17 | 177,9 ± 1,2 | 20 | 158,0 ± 2,5 |
| 8 | 12 | 202,8 ± 1,1 | 20 | 182,4 ± 1,9 |
| 9 | 9 | 228,8 ± 1,7 | – | – |
| Пасовищний період (травень – серпень) | | | | |
| При народженні | 34 | 38,1 ± 0,4*** | 4 | 34,5 ± 0,7 |
| У віці, міс. | | | | |
| 1 | 34 | 58,9 ± 0,6*** | 4 | 53,0 ± 1,1 |
| 2 | 34 | 79,2 ± 0,7*** | 4 | 71,8 ± 1,5 |
| 3 | 34 | 100,2 ± 0,8*** | 4 | 90,0 ± 1,7 |
| 4 | 31 | 121,4 ± 1,1*** | 4 | 109,0 ± 2,3 |

Примітка. У цій і наступних таблицях: * P < 0,5, ** P < 0,1, *** P < 0,01.

Встановили, що маса тіла тварин від корів другого отелення і старших у 3 міс. дорівнювала 91,7 кг, у 6 міс. – 154,3 і в 9 міс. – 228,8 кг. Від первісток жива маса бугайців у стійловий період в 3 міс. становила 76,3 кг, в 6 міс. – 136,5 кг, у 8 міс. – 182,4 кг. У пасовищний період маса тіла бугайців від корів другого отелення і

старших в 1 міс. дорівнювала 58,9 кг, в 3 міс. – 100,2 кг, в 4 міс. – 121,4 кг. Від первісток у пасовищний період жива маса бугайців в 1 міс. становила 53,0 кг, у 3 міс. – 90,0 кг, 4 міс. – 109,0 кг. Це вказує на те, що жива маса бугайців від корів другого отелення і старших була вірогідно вищою, ніж від первісток. Отже,

встановлено, що за живою масою при народженні та у віці 1–9 міс., а також за величиною приростів суттєвих відмінностей між бугайцями, народженими від повновікових корів та вирощеними на фермах с. Середпільці та с. Тетевчиці, не виявлено. Бугайці, народжені від корів-первісток, суттєво поступалися за живою масою ровесникам, народженим від

повновікових корів. Крім цього, виявлено вірогідні різниці за живою масою між бугайцями від первісток на різних фермах в 1 і 2-місячному віці.

Результати дослідження динаміки середньодобових приростів піддослідних бугайців залежно від віку матерів та періоду народження наведено в табл. 2.

2. Динаміка середньодобових приростів піддослідних бугайців залежно від віку матерів та періоду народження, г

| Періоди росту, міс. | Кількість отелень | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|------------|-----------|------------|
| | два отелення і старші | | первістки | |
| | n | M ± m | n | M ± m |
| Стойловий період (січень – квітень) | | | | |
| 0–1 | 20 | 628 ± 20,0 | 8 | 462 ± 20,7 |
| 1–2 | 20 | 630 ± 22,7 | 8 | 508 ± 23,1 |
| 2–3 | 20 | 600 ± 20,6 | 8 | 504 ± 28,1 |
| 3–4 | 20 | 625 ± 27,1 | 8 | 550 ± 30,1 |
| 0–4 | 20 | 621 ± 10,2 | 8 | 506 ± 16,4 |
| 4–5 | 20 | 698 ± 20,7 | 8 | 687 ± 31,5 |
| 5–6 | 20 | 765 ± 28,6 | 8 | 771 ± 19,6 |
| 6–7 | 17 | 810 ± 26,5 | 8 | 813 ± 22,4 |
| 7–8 | 12 | 872 ± 21,8 | 5 | 813 ± 38,4 |
| 8–9 | 9 | 874 ± 21,9 | – | – |
| Пасовищний період (травень – серпень) | | | | |
| 0–1 | 34 | 693 ± 15,6 | 4 | 617 ± 33,3 |
| 1–2 | 34 | 680 ± 15,9 | 4 | 625 ± 48,1 |
| 2–3 | 34 | 700 ± 17,8 | 4 | 608 ± 18,4 |
| 3–4 | 31 | 722 ± 18,0 | 4 | 633 ± 41,6 |
| 0–4 | 31 | 691 ± 8,2 | 4 | 620 ± 20,2 |

Встановили динаміку середньодобових приростів піддослідних бугайців залежно від віку матерів та періоду народження. Від народження до 6-місячного віку піддослідні тварини, народжені від корів 2 отелення і старших у стойловий період (січень – квітень), мали середньодобові прирости живої маси 628 ± 20,0; 630 ± 22,7; 600 ± 20,6; 625 ± 27,1 г; від 4 до 9 міс. – 698 ± 0,7; 765 ± 28,6; 810 ± 26,5; 872 ± 21,8; 874 ± 21,9 г; а піддослідні тварини, народжені від корів-первісток у стойловий період, мали такі середньодобові прирости: 462 ± 20,7; 508 ± 23,1; 504 ± 28,1; 550 ± 30,1; 506 ± 16,4; 687 ± 31,5; 771 ± 19,6; 813 ± 22,4;

813 ± 38,4 г. Відповідно провели дослідження у пасовищний період (травень – серпень) з результатом: 34 тварини від народження до 3-місячного віку мали такі показники: 693 ± 15,6; 680 ± 15,9; 700 ± 17,8 г; і в 3–4 міс. – 722 ± 18,0 г; а 4 бугайці, народжені від первісток, – 617 ± 33,3 г до одного місяця, 625 ± 48,1 г в 1–2 міс.; 608 ± 18,4 г – у 2–3 міс.; і 633 ± 41,6 г – в 3–4 місяці. Отже, жива маса бугайців збільшується з віком, що є природним процесом росту. Однак темпи приросту можуть відрізнятися залежно від групи тварин. Жива маса бугайців від корів другого отелення і старших була вірогідно вищою, ніж від

первісток. Результати дослідження динаміки живої маси піддослідних бугайців

залежно від продуктивності матерів та періоду народження наведено в табл. 3.

3. Динаміка маси тіла піддослідних бугайців залежно від продуктивності матерів та періоду народження, кг

| Показники | Надій матерів, кг | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-----------|--------------|
| | > 5129 кг | | 3411 кг ÷ 5129 кг | | < 3411 кг | |
| | n | M ± m | n | M ± m | n | M ± m |
| Стойловий період (січень – квітень) | | | | | | |
| При народженні | 4 | 35,5 ± 0,95 | 12 | 36,0 ± 0,53 | 4 | 36,0 ± 0,81 |
| У віці, міс. | | | | | | |
| 1 | 4 | 54,0 ± 1,87 | 12 | 55,3 ± 1,05 | 4 | 53,8 ± 0,85 |
| 2 | 4 | 71,5 ± 1,70 | 12 | 75,6 ± 1,35 | 4 | 70,0 ± 1,41 |
| 3 | 4 | 88,0 ± 1,22 | 12 | 94,0 ± 1,19 | 4 | 88,3 ± 0,75 |
| 4 | 4 | 105,0 ± 1,29 | 12 | 113,1 ± 1,41 | 4 | 107,8 ± 1,43 |
| 5 | 4 | 125,2 ± 1,18 | 12 | 133,8 ± 1,52 | 4 | 129,0 ± 1,95 |
| 6 | 4 | 151,0 ± 0,40 | 12 | 155,8 ± 1,77 | 4 | 153,0 ± 2,82 |
| 7 | 4 | 176,5 ± 1,19 | 9 | 179,0 ± 2,12 | 4 | 177,0 ± 1,73 |
| 8 | 4 | 202,5 ± 2,05 | 4 | 202,0 ± 2,79 | 4 | 204,0 ± 0,41 |
| 9 | 3 | 228,3 ± 2,02 | 3 | 229,0 ± 4,93 | 3 | 229,0 ± 1,00 |
| Пасовищний період (травень – серпень) | | | | | | |
| При народженні | 5 | 38,4 ± 0,74 | 19 | 38,2 ± 0,56 | 7 | 37,4 ± 1,11 |
| У віці, міс. | | | | | | |
| 1 | 5 | 58,2 ± 1,24 | 19 | 59,5 ± 0,76 | 7 | 56,7 ± 1,30 |
| 2 | 5 | 78,2 ± 2,13 | 19 | 79,7 ± 0,76 | 7 | 76,4 ± 1,37 |
| 3 | 5 | 96,6 ± 1,72 | 19 | 101,0 ± 0,91 | 7 | 97,1 ± 0,82 |
| 4 | 5 | 115,4 ± 2,31 | 19 | 123,5 ± 1,31 | 7 | 118,6 ± 0,72 |

Встановлено, що бугайці, народжені від матерів з надосм від 3411 кг до 5129 кг молока за лактацію, мали вищі показники живої маси порівняно з тваринами, народженими від корів з надосм більше як 5129 кг та менше ніж 3411 кг молока,

незалежно від періоду – чи стойловий, чи пасовищний.

Показники середньодобових приростів піддослідних бугайців залежно від продуктивності матерів наведено в табл. 4.

4. Динаміка середньодобових приростів піддослідних бугайців залежно від продуктивності матерів та періоду народження, г

| Вік, міс. | Надій матерів, кг | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-----------|--------------|
| | > 5129 кг | | 3411 кг ÷ 5129 кг | | < 3411 кг | |
| | n | M ± m | n | M ± m | n | M ± m |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Стойловий період (січень – квітень) | | | | | | |
| 0–1 | 4 | 616,7 ± 34,8 | 12 | 644,4 ± 29,7 | 4 | 591,7 ± 20,9 |
| 1–2 | 4 | 583,3 ± 9,62 | 12 | 675,0 ± 25,3 | 4 | 541,7 ± 55,1 |
| 2–3 | 4 | 550,0 ± 39,7 | 12 | 613,9 ± 29,4 | 4 | 608,3 ± 25,0 |
| 3–4 | 4 | 566,7 ± 13,6 | 12 | 636,1 ± 40,5 | 4 | 650,0 ± 48,1 |
| 0–4 | 4 | 579,2 ± 4,17 | 12 | 642,4 ± 11,8 | 4 | 597,9 ± 18,7 |
| 4–5 | 4 | 708,3 ± 36,9 | 12 | 691,7 ± 30,2 | 4 | 708,3 ± 37,0 |
| 5–6 | 4 | 825,0 ± 45,9 | 12 | 733,3 ± 41,0 | 4 | 800,0 ± 36,0 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------------------------|---|--------------|----|--------------|---|---------------|
| 6–7 | 4 | 850,0 ± 44,1 | 9 | 796,3 ± 41,8 | 4 | 800,0 ± 43,0 |
| 7–8 | 4 | 858,3 ± 34,3 | 4 | 858,3 ± 34,5 | 4 | 900,0 ± 45,31 |
| 8–9 | 3 | 900,0 ± 19,2 | 3 | 888,9 ± 44,4 | 3 | 833,3 ± 38,5 |
| Пасовищний період (травень – серпень) | | | | | | |
| 0–1 | 5 | 660,0 ± 19,4 | 19 | 708,8 ± 20,2 | 7 | 642,9 ± 41,0 |
| 1–2 | 5 | 666,7 ± 42,2 | 19 | 675,4 ± 18,9 | 7 | 657,1 ± 39,7 |
| 2–3 | 5 | 613,3 ± 34,3 | 19 | 708,8 ± 23,2 | 7 | 690,5 ± 35,4 |
| 3–4 | 5 | 626,6 ± 26,7 | 19 | 749,1 ± 22,4 | 7 | 714,3 ± 33,2 |
| 0–4 | 5 | 641,7 ± 13,2 | 19 | 710,5 ± 9,4 | 7 | 675,2 ± 12,4 |

Встановлено, що в бугайців, народжених у стійловий період, матері яких мали продуктивність більш як 5129 кг молока, середньодобові прирости у 8–9 міс. становили $900,0 \pm 19,2$ г, від матерів, продуктивність яких дорівнювала 3411–5129 кг, середньодобові прирости бугайців у стійловий період у 8–9 міс. були в межах $888,9 \pm 44,4$ г, а від корів з 3411 кг молока і менше середньодобові прирости знаходилися на рівні $833,3 \pm 38,5$ г. Це свідчить про те, що зі збільшенням продуктивності матерів зростають середньодобові прирости бугайців. У пасовищний період утримання у корів з

більш як 5129 кг молока бугайці мали середньодобовий приріст 641,7 г. У корів з продуктивністю 3411–5129 кг молока середньодобові прирости бугайців від народження до 4-місячного віку становили $710,5 \pm 9,4$ г, а від корів з продуктивністю менше ніж 3411 кг – $675,2$ г.

Результати лінійного оцінювання піддослідних бугайців у 4-місячному віці (табл. 5) вказують на те, що розвиток м'язів у пасовищний період у них був вірогідно вищий, ніж у стійловий. Це означає, що бугайці у пасовищний період мали кращі показники, ніж у стійловий.

5. Результати лінійного оцінювання піддослідних бугайців у 4-місячному віці, см

| Показники | Період народження | |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | стійловий (січень – квітень) | пасовищний (травень – серпень) |
| 1 | 2 | 3 |
| Кількість тварин, гол. | 20 | 31 |
| Розвиток м'язів | $24,8 \pm 1,1$ | $30,5 \pm 0,5^{***}$ |
| Відстань між лопатками | $5,0 \pm 0,4$ | $5,8 \pm 0,2^*$ |
| Ширина спини | $4,8 \pm 0,3$ | $5,7 \pm 0,2^{**}$ |
| Товщина верху | $4,1 \pm 0,3$ | $5,6 \pm 0,2^{***}$ |
| Округлість заду | $3,3 \pm 0,1$ | $3,9 \pm 0,1^{***}$ |
| Ширина заду | $3,7 \pm 0,1$ | $3,9 \pm 0,1$ |
| Розвиток скелета | $30,8 \pm 1,2$ | $33,0 \pm 0,5$ |
| Ріст | $5,7 \pm 0,3$ | $6,2 \pm 0,2$ |
| Довжина лінії верху | $6,2 \pm 0,2$ | $6,2 \pm 0,1$ |
| Довжина тазу | $5,4 \pm 0,3$ | $5,6 \pm 0,1$ |
| Ширина в стегнах | $4,4 \pm 0,1$ | $5,2 \pm 0,2^{**}$ |
| Товщина п'ястка | $3,4 \pm 0,1$ | $3,7 \pm 0,1$ |
| Функціональні ознаки | $21,2 \pm 0,4$ | $21,6 \pm 0,2$ |
| Ширина морди | $4,3 \pm 0,2$ | $4,6 \pm 0,1$ |
| Прямолінійність лінії верху | $7,2 \pm 0,2$ | $7,5 \pm 0,1$ |
| Постава передніх кінцівок | $4,8 \pm 0,2$ | $4,8 \pm 0,1$ |

| 1 | 2 | 3 |
|-------------------------|------------|---------------|
| Постава задніх кінцівок | 4,8 ± 0,2 | 4,7 ± 0,1 |
| Додаткові ознаки | 22,9 ± 0,4 | 25,8 ± 0,3*** |
| Глибина грудей | 4,3 ± 0,2 | 5,2 ± 0,1*** |
| Ширина грудей | 4,4 ± 0,2 | 4,9 ± 0,1** |
| Ширина в крижах | 4,4 ± 0,2 | 4,7 ± 0,1* |
| Довжина заду | 3,8 ± 0,1 | 4,6 ± 0,1*** |
| Вгодваність | 6,0 ± 0,2 | 6,3 ± 0,1 |

Коефіцієнти вікової повторюваності маси тіла бугайців від народження і в наступні досліджувані періоди мають позитивні значення, що важливо у формуванні груп тварин для вирощування і відгодівлі. Економічний ефект від збільшення живої маси молодняку зумовлює ряд значних переваг для сільськогосподарських підприємств. Ось деякі з них: швидший оборот стада; скорочення періоду вирощування: тварини, які швидше набирають вагу, досягають товарної кондиції за менший проміжок часу. Це дозволяє фермерам частіше реалізовувати продукцію та отримувати прибуток; збільшення кількості реалізацій: швидший оборот стада означає, що фермер може виростити та продати більше тварин за той самий період. Збільшення прибутку від реалізації: вища ціна за одиницю продукції: як правило, тварини з більшою масою тіла коштують дорожче на ринку; зменшення витрат на утримання: попри те, що тварини з більшою живою масою можуть споживати більше корму, їхня вартість за кілограм приросту може бути нижчою завдяки ефективнішому використанню кормів. Поліпшення ефективності виробництва: оптимізація використання ресурсів: швидкий ріст молодняку дозволяє більш ефективно використовувати корми, пасовища та інші ресурси ферми; зменшення ризиків:

швидше досягнення товарної кондиції зменшує ризики, пов'язані з захворюваннями, травмами та іншими негативними факторами, які можуть вплинути на продуктивність тварин. Інші переваги: тварини з високими темпами росту можуть використовуватися для розведення, що сприяє поліпшенню генетичних показників стада в цілому.

Збільшення живої маси молодняку є важливим фактором підвищення економічної ефективності тваринництва. Однак для досягнення максимального ефекту потрібно застосовувати комплекс заходів, спрямованих на оптимізацію умов утримання, раціону та генетичного потенціалу тварин.

Висновки. Отже, бугайці, народжені від корів старшого віку, мають більшу живу масу на всіх етапах дослідження. Середньодобові прирости бугайців від народження до 9-місячного віку в стійловий період були значно вищі, ніж первісток. У пасовищний період вирощування середньодобові прирости були вищі у тварин від корів другого отелення і старших порівняно із первістками. Бугайці, народжені від корів з високою лактацією, мають більшу масу тіла на всіх етапах дослідження. Вищі показники повторюваності живої маси у бугайців встановлено в окремі вікові періоди в стійловий період.

Список використаної літератури

1. Вдовиченко Ю. В., Фурса Н. М. Продуктивність та відтворювальні якості тварин сірої української породи великої рогатої худоби асканійської селекції. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2017. Вип. 10. С. 157–166.

References

1. Vdovychenko Yu. V., Fursa N. M. The productivity and reproductive qualities of animals of the cattle of Grey Ukrainian breed of Ascanian selection. *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova»*. 2017. Issue 10. P. 157–166.

2. Димчук А. В., Понько Л. П., Шутяк О. В. Динаміка росту живої маси телиць української червоно-рябої молочної породи різних ліній. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 3 (97). DOI: <https://doi.org/dopovidi2022.03.007>.
3. Дімчя Г. Г., Денисюк О. В., Майстренко А. Н. Оцінка власної продуктивності бичків різних ліній сірої української породи. *Інноваційні рішення ефективного виробництва у тваринництві* : тези доп. Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. (Дніпро, 29 берез. 2018 р.). Дніпро : ДДАЕУ, 2018. С. 45–48.
4. Козир В. С., Денисюк О. В., Чегорка П. Т. Ваговий ріст бичків залежно від етологічних особливостей. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 10. С. 142–148.
5. Костенко В. І. Інтенсивні методи вирощування ремонтного молодняку великої рогатої худоби : підручник. Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. 188 с.
6. Ладика В. І., Хмельничий С. Л. Оцінка росту ремонтних телиць сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи за промірами та приростами живої маси у віковій динаміці. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2017. Вип. 5/1 (31). С. 3–8.
7. Любинський О. І. Особливості росту телиць різних ліній буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 2023. Вип. 66. С. 86–94. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.66.09>.
8. 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. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2019_1_21 (last accessed: 02.05.2025).
9. Почукалін А. Є., Прийма С. В., Різун О. В. Племінна цінність бугаїв-плідників голштинської породи за лініями. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2022. Вип. 2 (49). С. 49–53. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2022.2.7>.
10. Роль бугаїв-плідників у поліпшенні господарськи корисних ознак потомства / М. С. Пелехатий та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2020. Вип. 1 (40). С. 17–24. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.3>.
11. Селекційно-племінна робота у тваринництві / В. П. Ткачук та ін. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : наук.-теорет. зб. 2020. Вип. 13. С. 114–116.
12. Старостенко І. С. Вплив бугаїв-плідників різної племінної цінності на формування молочної продуктивності їх дочок. *Новітні технології виробництва та переробки продукції*
2. Dymchuk A. V., Ponko L. P., Shutiak O. V. Dynamics of growth of living weight of Ukrainian Red-Brown dairy breed heifers of different lines. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2022. No. 3 (97). DOI: <https://doi.org/dopovidi2022.03.007>.
3. Dimchia H. H., Denysiuk O. V., Maistrenko A. N. Evaluation of own productivity of steers of different lines of the gray Ukrainian breed. *Innovatsiini rishennia efektyvnogo vyrobnytstva u tvarynnytsvi* : tezy dop. Mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konf. (Dnipro, 29 berez. 2018 r.). Dnipro : DDAEU, 2018. P. 45–48.
4. Kozyr V. S., Denysiuk O. V., Chehorka P. T. Weight growth of steers depending on ethological features. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2016. No. 10. P. 142–148.
5. Kostenko V. I. Intensive methods of growing of young repair cattle : a textbook. Kyiv : Vydavnytstvo Lira-K, 2020. 188 p.
6. Ladyka V. I., Khmelnychiy S. L. Evaluation the growth of repair heifers of Sumy interbreed type of the Ukrainian Black-Spotted dairy breed on measurements and live weight gain in the age dynamics. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii «Tvarynnytsvo»*. 2017. Issue 5/1 (31). P. 3–8.
7. Liubynskiy O. I. Characteristics of the growth of heiffs of different lines of the bukovyna factory type of the Ukrainian Red-and-White dairy breed. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2023. Issue 66. P. 86–94. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.66.09>.
8. Pidpala T. V., Zaitsev Ye. M., Pravda A. O. The results of using Holstein bulls for service in breeding a highly productive herd. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2019. No. 1. P. 169–180. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2019_1_21 (last accessed: 02.05.2025).
9. Pochukalin A. Ye., Pryima S. V., Rizun O. V. Breeding value of breeding bulls of the Holstein breed by lines. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii «Tvarynnytsvo»*. 2022. Issue 2 (49). P. 49–53. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2022.2.7>.
10. Bull's role in improving the economic useful traits of their offsprings / M. S. Pelekhatyi et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii «Tvarynnytsvo»*. 2020. Issue 1 (40). P. 17–24. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.3>.
11. Breeding and selection work in animal husbandry / V. P. Tkachuk et al. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytsva* : nauk.-teoret. zb. 2020. Issue 13. P. 114–116.
12. Starostenko I. S. The influence of breeding bulls of different breeding value on the formation of milk productivity of their daughters. *Novitni tekhnolohii vyrobnytstva ta pererobky produktii tvarynnytsva* : materialy derzh. nauk. konf. Bila Tserkva : BNAU, 2017. P. 24–25.
13. Duration of use and lifetime productivity of cows depending on selection methods and breeding bulls of the Ukrainian Red-Spotted dairy breed / L. M. Khmelnychiy et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho*

тваринництва : матеріали держ. наук. конф. Біла Церква : БНАУ, 2017. С. 24–25.

13. Тривалість використання та довічна продуктивність корів залежно від методів підбору та бугаїв-плідників української червоно-рябої молочної породи / Л. М. Хмельничий та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2015. Вип. 6 (28). С. 65–70.

14. Федак В., Полуліх М., Стадницька О. Біологічна оцінка типу конституції симентальської м'ясної худоби в умовах Карпатського регіону. *Агронаука і практика*. 2023. Вип. 2, ч. 2. С. 44–51. URL:

<https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2043224> (дата звернення: 02.05.2025).

15. Хмельничий Л. М., Карпенко Б. М. Ефективність використання бугаїв-плідників, оцінених за екстер'єрним типом їхніх дочок, у стаді з розведення молочної худоби. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2020. Вип. 4 (43). С. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.4.1>.

16. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Продуктивне довголіття дочок бугаїв-плідників української чорно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 52. С. 134–144.

17. Хмельничий Л. М., Карпенко Б. М. Роль бугаїв-плідників, оцінених за типом дочок, у формуванні селекційного стада за екстер'єром та молочною продуктивністю. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. Вип. 3 (46). С. 19–27. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.3.4>.

18. Estimation of Breeding Values by Different Sire Evaluation Methods for Selection of Sires in Crossbred Cattle / G. Lodhi et al. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 2016. Vol. 3, issue 10. P. 145–150.

19. Genomic predictions for crossbred dairy cattle / P. M. VanRaden et al. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, issue 2. P. 1620–1631. DOI: [10.3168/jds.2019-16634](https://doi.org/10.3168/jds.2019-16634).

20. Postnatal development of heifer and milk productivity of Ukrainian Black-Spotted dairy cows of different types of constitution / V. Fedak et al. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2023. Vol. LXVI, no. 2. P. 44–63. URL: https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_2/Art3.pdf (last accessed: 02.05.2025).

21. The cows calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed / M. I. Bashchenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11 (2). P. 236–240. DOI: [10.15421/2021_105](https://doi.org/10.15421/2021_105).

22. The study of "muscle eye" in bulls of Ukrainian Black-Spotted dairy-meat breed as a factor in improving the properties of meat products / A. Ugnivenko et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 519–529. DOI: [10.5219/1762](https://doi.org/10.5219/1762).

universytetu. Serii «Tvarynnystvo». 2015. Issue 6 (28). P. 65–70.

14. Fedak V., Polulikh M., Stadnytska O. Biological assessment of constitution type of Simmental beef cattle in the conditions of the Carpathian region. *Ahrnauka i praktyka*. 2023. Issue 2, part 2. P. 44–51. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2043224> (last accessed: 02.05.2025).

15. Khmelnychi L. M., Karpenko B. M. The effectiveness of sires use, assessed by exterior type of their daughters, in the herd for breeding dairy cattle. *Visnyk Sumskoho natsionalno ahrarnoho universytetu. Serii «Tvarynnystvo»*. 2020. Issue 4 (43). P. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.4.1>.

16. Khmelnychi L. M., Vechorka V. V. Productive longevity of daughters of sires of Ukrainian Black-Spotted dairy breed. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Issue 52. P. 134–144.

17. Khmelnychi L. M., Karpenko B. M. The role of bull-sires evaluated by the type of their daughters in the formation of breeding herd by the exterior and milk productivity. *Visnyk Sumskoho natsionalno ahrarnoho universytetu. Serii «Tvarynnystvo»*. 2021. Issue 3 (46). P. 19–27. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.3.4>.

18. Estimation of Breeding Values by Different Sire Evaluation Methods for Selection of Sires in Crossbred Cattle / G. Lodhi et al. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 2016. Vol. 3, issue 10. P. 145–150.

19. Genomic predictions for crossbred dairy cattle / P. M. VanRaden et al. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103, issue 2. P. 1620–1631. DOI: [10.3168/jds.2019-16634](https://doi.org/10.3168/jds.2019-16634).

20. Postnatal development of heifers and milk productivity of Ukrainian Black-Spotted dairy cows of different types of constitution / V. Fedak et al. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2023. Vol. LXVI, no. 2. P. 44–63. URL: https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_2/Art3.pdf (last accessed: 02.05.2025).

21. The cows calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed / M. I. Bashchenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11 (2). P. 236–240. DOI: [10.15421/2021_105](https://doi.org/10.15421/2021_105).

22. The study of "muscle eye" in bulls of Ukrainian Black-Spotted dairy-meat breed as a factor in improving the properties of meat products / A. Ugnivenko et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 519–529. DOI: [10.5219/1762](https://doi.org/10.5219/1762).