

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський державний аграрно-економічний університет



# Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

Випуск 136  
Частина 2



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2024

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету  
(Протокол № 8 від 30.05.2024)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 136. Ч. 2. 340 с.

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

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

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

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

#### **Головний редактор:**

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

#### **Члени редакційної колегії:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

# ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

---

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,  
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 528.88: 633.1: 633.34: 633.854.78: 631.67  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.1>

---

## КЛАСИФІКАЦІЯ ЗРОШУВАНИХ І НЕЗРОШУВАНИХ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ, КУКУРУДЗИ, СОЇ ТА СОНЯШНИКУ НА ОСНОВІ ДАНИХ АЕРОКОСМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

---

**Лиховид П.В.** – д.с.-г.н.,

старший науковий співробітник, відділ зрошуваного землеробства  
та декарбонізації агроєкосистем,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України

**Грановська Л.М.** – д.е.н., професор,

член-кореспондент Національної академії аграрних наук України,  
завідувач відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроєкосистем,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України

Дані дистанційного зондування Землі є перспективними для розпізнавання зрошуваних і незрошуваних земель, що є важливим і актуальним завданням сучасної аграрної науки, оскільки дозволить виконувати оперативну динамічну оцінку реальних масштабів впровадження зрошення та забезпечити раціональне використання водних ресурсів в умовах наростаючого їх дефіциту. Для класифікації зрошуваних і незрошуваних посівів пшениці озимої, кукурудзи на зерно, соняшнику та сої, як основних культур Півдня України, було залучено дані щодо часової серії нормалізованого диференційного вегетаційного індексу, розрахованого за комбінованими аерокосмічними знімками satelіtіv Landsat-8 і Sentinel-2 з роздільною здатністю 250 м. Узагальнені дані по 200 рендомізовано обраних та закріплених полях (1200 вхідних незалежних змінних) було проаналізовано методами мульти-класового лінійного та канонічного дискримінантного аналізу, та побудовано відповідні класифікуючі функції за рівня достовірності 95%. Математичні розрахунки та статистичний аналіз дослідних даних виконували у статистичному пакеті BioStat. Загальний коефіцієнт кореляції склав 0,81 за коректності класифікації 91,5%. Варто відзначити істотне коливання точності класифікації за досліджуваними культурами. Максимальну точність класифікації досягнуто для сої (відсоток коректності – 98,0% за коефіцієнта кореляції 0,94), а мінімальну – для пшениці озимої (відсоток коректності – 86,0% за коефіцієнта кореляції 0,80). В цілому результати математичної оцінки та статистичного аналізу засвідчили високу точність і якість класифікації зрошуваних і незрошуваних земель за даними розрахункового нормалізованого диференційного вегетаційного індексу

---

з аерокосмічних знімків. У подальшому розроблені дискримінантні функції буде залучено в систему автоматизованої ідентифікації посівів.

**Ключові слова:** дискримінантний аналіз, зрошення, математичний аналіз, нормалізований диференційний вегетаційний індекс, супутникові знімки.

***Lykhovyd P.V., Hranovska L.M. Classification of the irrigated and non-irrigated crops of winter wheat, corn, soybeans and sunflower by the means of aerospace monitoring***

*Remote sensing data are promising for the recognition of irrigated and non-irrigated lands, which is an important and urgent task of modern agricultural science, as it will allow to perform an operational dynamic assessment of the real scale of irrigation implementation and ensure the rational use of water resources in the conditions of increasing water scarcity. For the classification of irrigated and non-irrigated crops of winter wheat, grain corn, sunflower and soybeans, as the main crops of Southern Ukraine, data on the time series of the normalized difference vegetation index, calculated using the combined aerospace images retrieved from Landsat-8 and Sentinel-2 satellites with a resolution of 250 m, were applied. Generalized data on 200 randomly selected and fixed fields (1200 input independent variables) were analyzed using the methods of multiclass linear and canonical discriminant analysis, and corresponding classification functions were built up at the 95% confidence level. Mathematical calculations and statistical analysis of the experimental data were performed in the statistical package BioStat. The generalized correlation coefficient was 0.81 with a classification accuracy of 91.5%. It is worth noting the significant fluctuation of the accuracy of the classification depending on the studied crops. The maximum classification accuracy was achieved for soybeans (percentage of correctness – 98.0% with a correlation coefficient of 0.94), and the minimum – for winter wheat (percentage of correctness – 86.0% with a correlation coefficient of 0.80). In general, the results of the mathematical evaluation and statistical analysis proved the high accuracy and quality of the classification of irrigated and non-irrigated lands based on the data of the calculated normalized difference vegetation index from aerial photographs. In the future, the discriminant functions developed will be included in the automated crop identification system.*

**Key words:** discriminant analysis, irrigation, mathematical analysis, normalized difference vegetation index, aerospace imagery.

**Постановка проблеми.** Супутниковий моніторинг є перспективною технологією для ідентифікації, динамічного моніторингу, здійснення оперативного управління та контролю за станом сільськогосподарських земель. Застосування даних аерокосмічного моніторингу відкриває нові можливості для дистанційної ідентифікації зрошуваних земель, що є важливим для оцінки реального масштабу впровадження зрошувальних меліорацій, контролю за станом зрошуваних сільськогосподарських угідь, їх географічної локалізації та прив'язки з метою наступного картування, а також оптимізації використання водних ресурсів [1]. Враховуючи високу актуальність даного напрямку досліджень та практичну відсутність первинних вітчизняних наукових напрацювань із цієї проблеми, нами було вирішено за доцільне поставити на вивчення та розробити методологію застосування даних дистанційного зондування Землі для розпізнавання зрошуваних і незрошуваних посівів основних сільськогосподарських культур, вирощуваних на Півдні України, а саме пшениці озимої, кукурудзи на зерно, сої та соняшнику, побудовану на основі математичного дискримінантного аналізу.

**Аналіз останніх досліджень.** Проблематиці розпізнавання зрошуваних земель за даними супутникового моніторингу в останні десятиліття присвячено достатню увагу, втім, остаточного універсального вирішення цього питання донині не знайдено, а всі методичні підходи апробуються та використовуються локально в тих умовах і агроекологічних зонах, для яких вони були розроблені. На сьогодні наукове вирішення проблеми розпізнавання зрошуваних і незрошуваних земель знаходиться на проміжному етапі, і потребує подальшої наукової розробки та уніфікації. Загальноновизнаним світовою науковою спільнотою є лише той факт, що розрахункові вегетаційні індекси є ефективним вхідним параметром

для виконання класифікації сільськогосподарських земель. Крім того, коректність розпізнавання значною мірою залежатиме від видів сільськогосподарських культур, вирощуваних на зрошенні [2]. Нижче наведено кілька прикладів останніх наукових досліджень, пов'язаних із тематикою дистанційного розпізнавання та наступного картування зрошуваних і незрошуваних земель.

Так, дослідження, виконане для умов Гани засвідчило про можливість класифікації земель сільськогосподарського призначення із використанням даних щодо величини нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI). Науковці використали алгоритм дерева ухвалення рішень для нечіткого набору вхідних даних. У результаті, коректність класифікації зрошуваних земель коливалася в межах 67–93% [3]. Подібний алгоритм було використано і у більш масштабному дослідженні глобального характеру з вивчення структури та розподілу площ зрошуваних земель у світі за період 1999–2012 рр. на основі часової серії даних щодо величини NDVI; точність розпізнавання коливалася залежно від джерела даних у межах 82–88% для незрошуваних, і 83–92% для зрошуваних земель, відповідно [4].

Дослідження, виконані в Англії щодо можливості класифікації зрошуваної та незрошуваної картоплі на основі даних дистанційного зондування Землі, виявили, що в умовах вологого клімату закономірності та сезонна динаміка вегетаційних індексів на зрошуваних і незрошуваних землях є майже ідентичною, а тому ефективно вирішення проблеми такої класифікації досі не винайдено. Таким чином, залучення аерокосмічних зйомок є раціональним лише в умовах посушливих, де простежується чіткий контраст між продуктивністю та відповідними спектральними характеристиками посівів сільськогосподарських культур [5]. Саме такі умови в останні десятиліття сформувалися на території України внаслідок кліматичних трансформацій на тлі глобального потепління [6], тому перспективність залучення даних супутникового моніторингу посівів для класифікації зрошуваних і незрошуваних земель не викликає сумніву.

Варто відзначити, що більшість класифікацій здійснювалася із залученням алгоритмів дерева ухвалення рішень, а у якості вхідного параметра найбільш часто застосовували часову серію NDVI [7]. Також успішно було застосовано для подібної задачі ансамблевий метод машинного навчання (random forest) [8], а традиційні методи дискримінантного аналізу, логістичної регресії, а також штучні нейронні мережі представлені значно менше. Враховуючи високі вимоги до обчислювальних потужностей, а також відносну закритість алгоритмів штучних нейронних мереж, що знижує їх універсальність не дивлячись на ряд переваг у точності [9], нами було обрано традиційний дискримінантний аналіз, який у якості класифікуючої надає лінійну канонічну функцію. Логістичний аналіз, як вважається, має вищу точність, але суттєва різниця, як уже було доведено працями окремих науковців, досягається лише за умови нечітких класів [10–12].

**Постановка завдання.** Завданням представленого дослідження було проаналізувати можливості залучення даних дистанційного зондування Землі, а саме величини NDVI, для класифікації та розпізнавання зрошуваних і незрошуваних земель в умовах Півдня України для таких сільськогосподарських культур як пшениця озима, кукурудза на зерно, сояшник і соя, та розробити методологію класифікаційного аналізу на основі результатів первинних досліджень.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Аналіз можливості застосування часової серії NDVI для розпізнавання зрошуваних і незрошуваних посівів основних сільськогосподарських культур, вирощуваних на Півдні України, виконували за даними з комбінованих супутникових знімків сателітів Landsat-8

і Sentinel-2 з роздільною здатністю 250 м, виключаючи з часової серії спотворені, неякісні знімки та знімки з високим відсотком хмарності. Часову серію вегетаційного індекса для рендомізовано обраних і потім закріплених полів кожної з досліджуваних культур (пшениця озима, кукурудза на зерно, соя, соняшник) узагальнювали за помісячними періодами (у часовий проміжок «травень – жовтень»). Всього було проаналізовано по 50 полів кожної культури (25 зрошуваних і 25 незрошуваних), розташованих переважно у Херсонській та Миколаївській областях, за період 2018 року. Генералізована вибірка даних склала 200 полів, загальна кількість вхідних даних щодо величини NDVI – 1200. Математичний аналіз виконували за алгоритмами мультикласового лінійного дискримінантного аналізу (MLDA) та канонічного дискримінантного аналізу (CDA) [13]. Розрахунки виконували у статистичному пакеті BioStat v.7 за  $P < 0,05$ . За результатами математичної обробки даних було побудовано канонічну дискримінантну функцію для розпізнавання зрошуваних і незрошуваних земель в цілому, а також для кожної окремої культури.

У результаті виконання математичних розрахунків було пораховано канонічний коефіцієнт кореляції, який склав 0,81, що свідчить про високу статистичну якість і адекватність дискримінантної функції. Розрахунок таких статистичних показників як лямбда Уїлкса (0,34) і слід Пілая (0,66) дозволили з упевненістю відхилити нульову гіпотезу (про неможливість класифікації). Додатковим свідченням на користь можливості класифікації зрошуваних і незрошуваних земель за вхідним набором місячної часової серії NDVI є величина критерія  $\chi^2_{\text{факт}} = 207,97$  за числа ступенів свободи 6 (контрольне значення критерію становить  $\chi^2 = 12,60 < \chi^2_{\text{факт}}$ ), що дозволяє повністю спростувати нульову гіпотезу.

Об'єднана варіаційно-коваріаційна матриця, а також повна матриця класифікації наведені у табл. 1. Канонічні коефіцієнти та канонічна структура класифікаційної функції наведені у табл. 2.

Таблиця 1

**Об'єднана варіаційно-коваріаційна матриця та повна матриця класифікації зрошуваних і незрошуваних земель за даними NDVI**

<b>Об'єднана варіаційно-коваріаційна матриця класифікації</b>						
<b>Змінна (NDVI)</b>	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень
травень	0,0248	0,0323	-0,0020	-0,0270	-0,0223	-0,0042
червень	0,0323	0,0474	-0,0021	-0,0399	-0,0317	-0,0059
липень	-0,0020	-0,0021	0,0103	0,0029	-0,0034	-0,0017
серпень	-0,0270	-0,0399	0,0029	0,0443	0,0307	0,0052
вересень	-0,0223	-0,0317	-0,0034	0,0307	0,0385	0,0097
жовтень	-0,0042	-0,0059	-0,0017	0,0052	0,0097	0,0058
<b>Повна матриця класифікації</b>						
<b>Змінна (NDVI)</b>	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень
травень	0,0252	0,0323	-0,0015	-0,0246	-0,0199	-0,0039
червень	0,0323	0,0473	-0,0019	-0,0389	-0,0307	-0,0058
липень	-0,0015	-0,0019	0,0108	0,0055	-0,0008	-0,0013
серпень	-0,0246	-0,0389	0,0055	0,0555	0,0422	0,0069
вересень	-0,0199	-0,0307	-0,0008	0,0422	0,0501	0,0115
жовтень	-0,0039	-0,0058	-0,0013	0,0069	0,0115	0,0061

Таблиця 2

**Канонічні коефіцієнти та канонічна структура функції класифікації зрошуваних і незрошуваних земель за даними NDVI**

Змінна (NDVI)	Канонічні коефіцієнти		
	Звичайні	Стандартизовані	Повна структура
травень	5,6108	0,8843	0,1639
червень	4,3191	0,9406	0,0456
липень	3,7303	0,3784	0,2913
серпень	5,1812	1,0900	0,5610
вересень	5,7194	1,1223	0,5988
жовтень	-2,6224	-0,2004	0,2581

Функція класифікації для зрошуваних і незрошуваних земель півдня України наведена у табл. 3. Матриця класифікації (результуюча) представлена у табл. 4.

Таблиця 3

**Функція класифікації зрошуваних і незрошуваних земель за даними NDVI**

Група	V	VI	VII	VIII	IX	X	константа
зрошувані	28,1418	61,3133	52,9820	54,9718	34,2783	21,5056	-46,7715
незрошувані	12,7304	49,4499	42,7358	40,7402	18,5686	28,7086	-25,9281

Таблиця 4

**Матриця класифікації зрошуваних і незрошуваних земель за даними NDVI**

Група \ Передбачена	зрошувані	незрошувані	Всього	Відсоток коректності
зрошувані	<b>91</b>	9	100	91,0%
незрошувані	8	<b>92</b>	100	92,0%
Всього	99	101	200	<b>91,5%</b>
<i>N коректних = 183</i>				

Таким чином, встановлено, що за даними помісячної часової серії NDVI можна з доволі високою (91,5%) точністю виконати дистанційну класифікацію зрошуваних і незрошуваних посівів основних сільськогосподарських культур Півдня України.

Додатково надаємо функції класифікації (табл. 5), а також результати матриці класифікації зрошуваних і незрошуваних посівів для кожної досліджуваної культури окремо (табл. 6).

Встановлено, що максимальну (98,0%) точність класифікації канонічні функції забезпечують для посівів кукурудзи на зерно та сої, у той час як мінімальну (86,0%) – для пшениці озимої. При цьому відмічено певні міжгрупові відмінності. Так, наприклад, зрошувані та незрошувані посіви соняшнику ідентифікуються з однаковою точністю; для пшениці озимої та кукурудзи на зерно класифікуюча функція забезпечувала максимальну точність у розпізнаванні незрошуваних земель, у той час як для сої – навпаки, зрошуваних. Максимальний коефіцієнт кореляції для канонічної функції встановлено для сої, у той час як

мінімальний – для пшениці озимої. Ці особливості необхідно враховувати під час застосування розроблених дискримінантних функцій класифікації у наукових і практичних цілях.

Таблиця 5

**Функції класифікації зрошуваних і незрошуваних посівів досліджуваних культур за даними NDVI**

Група	V	VI	VII	VIII	IX	X	константа
<b>пшениця озима</b>							
зрошені	-9,7021	169,2668	-58,1099	69,8045	121,5592	219,9100	-71,8640
незрошені	-26,1876	154,4067	-66,0404	68,3065	114,6071	230,0972	-52,5441
<b>соляшник</b>							
зрошені	109,0168	23,6479	124,0220	111,3787	111,4712	29,3895	-94,4985
незрошені	91,7896	52,7838	100,7603	89,8808	88,7875	26,2191	-66,6667
<b>кукурудза на зерно</b>							
зрошені	33,7654	95,2327	78,4457	72,7962	36,1976	46,9554	-65,5002
незрошені	63,4961	78,7181	58,5888	50,8028	15,9501	39,4445	-36,8342
<b>соя</b>							
зрошені	69,8560	74,8651	109,4211	94,6726	53,6681	-25,5538	-79,6537
незрошені	82,9034	47,4025	81,1902	49,3747	25,5037	-4,4578	-34,8158

Таблиця 6

**Матриці класифікації зрошуваних і незрошуваних земель за даними NDVI для пшениці озимої, соляшнику, кукурудзи на зерно та сої**

Група \ Передбачена	зрошені	незрошені	Всього	Відсоток коректності
<b>пшениця озима</b>				
зрошені	<b>20</b>	5	25	80,0%
незрошені	2	<b>23</b>	25	92,0%
Всього	22	28	50	<b>86,0%</b>
<i>N коректних = 43; коефіцієнт кореляції 0,80</i>				
<b>соляшник</b>				
зрошені	<b>24</b>	1	25	96,0%
незрошені	1	<b>24</b>	25	96,0%
Всього	25	25	50	<b>96,0%</b>
<i>N коректних = 48; коефіцієнт кореляції 0,81</i>				
<b>кукурудза на зерно</b>				
зрошені	<b>24</b>	1	25	96,0%
незрошені	0	<b>25</b>	25	100,0%
Всього	24	26	50	<b>98,0%</b>
<i>N коректних = 49; коефіцієнт кореляції 0,88</i>				
<b>соя</b>				
зрошені	<b>25</b>	0	25	100,0%
незрошені	1	<b>24</b>	25	96,0%
Всього	26	24	50	<b>98,0%</b>
<i>N коректних = 49; коефіцієнт кореляції 0,94</i>				



**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Результати досліджень засвідчили про можливість використання часової серії нормалізованого диференційного вегетаційного індексу та дискримінантних канонічних функцій для високоточної дистанційної класифікації зрошуваних і незрошуваних земель на Півдні України. Результати дослідження відкривають нові перспективи подальшого розширеного залучення даних аерокосмічної зйомки у вітчизняну аграрну науку і практику, а також будуть використані для розробки автоматизованої системи ідентифікації посівів.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Pageot Y., Baup F., Inglada J., Baghdadi N., Demarez V. Detection of irrigated and rainfed crops in temperate areas using Sentinel-1 and Sentinel-2 time series. *Remote Sensing*. 2020. Vol. 12. No. 18. P. 3044.
2. Ozdogan M., Yang Y., Allez G., Cervantes C. Remote sensing of irrigated agriculture: Opportunities and challenges. *Remote Sensing*. 2010. Vol. 2. No. 9. P. 2274-2304.
3. Gumma M. K., Thenkabail P. S., Hideto F., Nelson A., Dheeravath V., Busia D., Rala A. Mapping irrigated areas of Ghana using fusion of 30 m and 250 m resolution remote-sensing data. *Remote Sensing*. 2011. Vol. 3. No. 4. P. 816-835.
4. Meier J., Zabel F., Mauser W. A global approach to estimate irrigated areas—a comparison between different data and statistics. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2018. Vol. 22. No. 2. P. 1119-1133.
5. Shamal S. A. M., Weatherhead K. Assessing spectral similarities between rainfed and irrigated croplands in a humid environment for irrigated land mapping. *Outlook on Agriculture*. 2014. Vol. 43. No. 2. P. 109-114.
6. Lykhovyd P. Irrigation needs in Ukraine according to current aridity level. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22. No. 8. P. 11-18.
7. Pervez M. S., Budde M., Rowland J. Mapping irrigated areas in Afghanistan over the past decade using MODIS NDVI. *Remote Sensing of Environment*. 2014. Vol. 149. P. 155-165.
8. Demarez V., Helen F., Marais-Sicre C., Baup F. In-season mapping of irrigated crops using Landsat 8 and Sentinel-1 time series. *Remote Sensing*. 2019. Vol. 11. No. 2. P. 118.
9. Chen L., Li S., Bai Q., Yang J., Jiang S., Miao Y. Review of image classification algorithms based on convolutional neural networks. *Remote Sensing*. 2021. Vol. 13. No. 22. P. 4712.
10. El-Habil A., El-Jazzar M. A comparative study between linear discriminant analysis and multinomial logistic regression. *An-Najah University Journal for Research-B (Humanities)*. 2013. Vol. 28. No. 6. P. 1525-1548.
11. Liang C. Y., Foo S. F. Comparison of linear discriminant analysis and logistic regression for data classification. *AIP Conference Proceedings*. 2013. Vol. 1522. No. 1. P. 1159-1165.
12. Dreiseitl S., Ohno-Machado L. Logistic regression and artificial neural network classification models: a methodological review. *Journal of Biomedical Informatics*. 2002. Vol. 35. No. 5-6. P. 352-359.
13. Klecka W. R. *Discriminant analysis*. Sage, 1980. 105 pp.

УДК 633.19

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.2>

## ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ПРОЦЕСИ ТРИВАЛОСТІ МІЖФАЗНИХ ПЕРІОДІВ ТА ВИЖИВАННЯ РОСЛИН СОЇ

**Мазур В.А.** – к.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва та садівництва, ректор,  
Вінницький національний аграрний університет

**Верхоліук С.Д.** – аспірант, асистент кафедри лісового  
та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет

У статті наведено результати вивчення впливу інокуляції насіння на проходження міжфазних періодів та покращення польової схожості, виживання та густоту рослин сої.

Дослідження проводилося в 2022–2023 рр. в науково-дослідному господарстві «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету за наступною схемою: фактор А – сорти: 1) Аврора; 2) Граф; 3) Тріада; фактор Б – інокуляція: 1) без обробки (контроль); 2) інокуляція препаратами «Різолاین» (3 л/га) + «Різосейв» (1 л/га); 3) «Біоінокулянт БТУ-р» (3 л/га). Технологія вирощування сої в досліді відповідала основним принципам органічного виробництва та проводилася відповідно до вимог чинного законодавства України.

Результати дослідження, проведеного в науково-дослідному господарстві «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету в 2022–2023 роках, вказують на значний вплив інокуляції насіння на формування густоти, польової схожості та тривалості міжфазних періодів у вирощуванні сої. Використання «Біоінокулянта БТУ-р» від компанії «БТУ-Центр» сприяло досягненню максимальної польової схожості на рівні до 91%. Інокуляція насіння позитивно вплинула на схожість насіння у всіх сортів, особливо помітно в сорту Аврора, де відзначено зростання на 3,5% порівняно з контролем. Щодо тривалості міжфазних періодів, спостерігалось найшвидше проходження у сорту Аврора, що пов'язане з його ранньою стиглістю. Важливо зазначити, що інокуляція насіння позитивно вплинула на цей процес, що може мати значення для оптимізації технологій вирощування сої

Встановлено, що сортові особливості та елементи технології вирощування впливають на формування густоти, польової схожості та тривалості міжфазних періодів. Використання «Біоінокулянта БТУ-р» від компанії «БТУ-Центр» призвело до максимальної польової схожості – до 91%. Інокуляція насіння позитивно вплинула на схожість насіння у всіх сортів, зокрема в сорту Аврора – на 3,5%, Граф – на 1,4%, Тріада – на 3,3% порівняно з контролем. Найкращі результати схожості були досягнуті у сорту Аврора. Щодо тривалості міжфазних періодів, спостерігалось найшвидше проходження у сорту Аврора, зважаючи його ранню стиглість. Важливо зауважити, що інокуляція насіння позитивно вплинула на цей процес.

**Ключові слова:** інокуляція, соя, польова схожість, зернова продуктивність.

**Mazur V.A., Verkholiuk S.D. The effect of seed inoculation on the duration of interphase periods and the survival of soybean plants**

The article presents the results of the study of the effect of seed inoculation on the passage of interphase periods and the improvement of field germination, survival and density of soybean plants.

The study was conducted in 2022–2023 at the Agronomichne research farm of the Vinnytsia National Agrarian University according to the following scheme: factor A – varieties: 1) Aurora; 2) Count; 3) Triad; factor B – inoculation: 1) without treatment (control); 2) inoculation with «Rizolain» (3 l/ha) + «Rhizosev» (1 l/ha); 3) «Bioinoculant BTU-r» (3 l/ha). The technology of growing soybeans in the experiment corresponded to the basic principles of organic production and was carried out in accordance with the requirements of the current legislation of Ukraine.

*The results of a study conducted at the Agronomichne research farm of the Vinnytsia National Agrarian University in 2022–2023 indicate a significant impact of seed inoculation on the formation of density, field germination and duration of interphase periods in soybean cultivation. The use of BTU-r Bioinoculant from the BTU-Center company contributed to the achievement of maximum field similarity at the level of up to 91%. Seed inoculation had a positive effect on seed germination in all varieties, especially noticeable in the Aurora variety, where an increase of 3.5% was noted compared to the control. Regarding the duration of interphase periods, the fastest transition was observed in the Aurora variety, which is associated with its early maturity. It is important to note that seed inoculation had a positive effect on this process, which may be important for optimizing soybean cultivation technologies*

*It was established that varietal features and elements of cultivation technologies affect the formation of density, field similarity and duration of interphase periods. The use of «Bioinoculant BTU-r» from the company «BTU-Center» led to the maximum field similarity – up to 91%. Seed inoculation had a positive effect on seed germination in all varieties, in particular, in the Aurora variety – by 3.5%, Graf – by 1.4%, Triada – by 3.3% compared to the control. The best germination results were achieved in the Aurora variety. Regarding the duration of interphase periods, the fastest transition was observed in the Aurora variety, considering its early maturity. It is important to note that seed inoculation had a positive effect on this process.*

**Key words:** *inoculation, soybean, field germination, grain productivity.*

**Вступ.** Проблема білка як основи життя на Землі є глобальною і вимагає постійної уваги та збільшення виробництва високоякісних білковмісних продуктів, таких як зерно, зернобобові, білково-олійне насіння, м'ясо, молоко, яйця та морепродукти. Ця проблема концентрує в собі харчові, медико-біологічні та соціально-економічні аспекти, які визначають стан здоров'я та тривалість життя людей. Розв'язання завдання збільшення білкових ресурсів не може бути розглянуте відокремлено від продовольчої проблеми, оскільки це є необхідною складовою її вирішення, яка потребує термінових заходів. В основі білкових ресурсів лежать рослинні і тваринні джерела, які утворюють базу харчової індустрії [4].

Соя визнана основною зернобобовою культурою у світі. Її зерно має збалансований вміст протеїну й перетравних амінокислот. У насінні сої міститься 30–35% білка, 13–26% жиру та 20–32% крохмалю. Зола насіння багата на калій, фосфор і кальцій, а також вміщує в собі вітаміни. Соя має велике продовольче значення. Вирощуючи цю культуру, можна отримати практично два врожаї – білка й рослинної олії. Немає іншої рослини, яка може виробити таку кількість білка й жиру протягом 4–5 місяців. Сої важко знайти собі рівних щодо кількості продуктів, які можна отримати з неї. Соевий білок і олія входять до складу більше ніж 1000 харчових продуктів на полицях супермаркетів розвинених країн. Це охоплює всі аспекти від приправ для салатів, соєвого м'яса, хліба до готових смачних страв [3].

Передпосівна інокуляція насіння азотфіксуєчими бактеріями визнається одним із ключових елементів технології при вирощуванні сої. Такий підхід широко використовується в лідерах виробництва сої, таких як США, Бразилія та Аргентина. Ця методика не лише екологічно орієнтована, але й дуже економічна порівняно з внесенням азотних добрив. Фермери в зазначених країнах повністю довіряють атмосферному азоту, який фіксується інокульованою рослиною. Це має своє раціональне обґрунтування, оскільки потенційна кількість фіксованого атмосферного азоту може досягати 360–450 кг/га. На кожен тону вирощеної сої припадає приблизно 80 кг азоту (65 кг на зерно, яке містить 40% протеїну, та 15 кг на коріння, стебла та листя) [2].

Зростання постійного попиту на сою вимагає постійного розроблення та вдосконалення технологій вирощування цієї культури на зерно. Використання елементів, таких як вапнування ґрунту, інокуляція насіння, позакореневі підживлення

мікродобривами та фізіологічно активними речовинами на основі адаптивного потенціалу сорту та умов його культивування, є важливим напрямом досліджень.

Актуальність наших досліджень визначається необхідністю виробництва високоякісної сої в умовах зростаючого попиту. Теоретичне та практичне обґрунтування цих досліджень сприятиме вдосконаленню методів вирощування сої, що своєю чергою позитивно впливає на врожайність та якість продукції. Такий підхід враховує адаптивні можливості різних сортів сої та специфічні умови їх вирощування, що є ключовим аспектом успішної та ефективної агрокультури.

**Мета дослідження** полягає у визначенні впливу передпосівної обробки насіння шляхом інокуляції на тривалість міжфазних періодів, густоту та виживання рослин сої сортів Граф, Тріада, Аврора.

**Завданням дослідження** було вивчити вплив інокуляції насіння біоінокулянтами «Різолайн+Різосейв», Біоінокулянт-БТУ-р у комплексі зі стимуляторами росту Гуміфренд та Органік-баланс на тривалість міжфазних періодів, густоту та виживання рослин сої на прикладі середньостиглих сортів Граф, Тріада, Аврора.

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Основним способом внесення бактеріальних препаратів у ґрунт є інокуляція насіння. Інокуляція – це прийом обробки ефективними бульбочковими бактеріями бобових культур до сівби або в період сівби для гарантованого формування бульбочок на їх коренях і поліпшення біологічної азотфіксації культурою. Оброблене насіння висівають того ж дня, оскільки через добу кількість бульбочкових бактерій різко зменшується. Використовують препарати тільки для відповідної культури. Бактерії *Rhizobium leguminosarum* Frans утворюють бульбочки на виці, конюшині, звичайній квасолі [8].

За дослідженнями В. П. Патики [7], «бобова культура являє собою складну симбіотичну систему, продуктивність якої залежить від наявності елементів живлення, агрофізичних властивостей ґрунту, особливостей сорту, його генетичної відповідності штаму бульбочкових бактерій та ряду інших чинників».

Дослідження А. А. Бабица [1] «в роки з достатньою кількістю опадів надбавка врожайності насіння від інокуляції становить 2,5–3,1 ц/га, у посушливі – 0,5–0,6 ц/га. Більший ефект від інокуляції отримано в сортів із великим періодом вегетації. Так, у середньо-ранньостиглого сорту – 8,7%, середньо-пізньостиглого – 11,5, пізньостиглого – 16,1%».

Інокуляція насіння та внесення стимуляторів росту впливають на розвиток рослин, площу листового апарату та висоту. Відповідно до росту та розвитку рослин фізіологічні властивості сої побудовані так, що максимальна площа листового апарату та, як наслідок, й інтенсивність фотосинтезу, і накопичення сухої речовини припадають на другу половину вегетації, тобто період проходження фенологічних фаз від цвітіння до формування та наливу бобів. Тому в технології вирощування сої площу живлення рослин необхідно підбирати з урахуванням сортових і генетичних особливостей сорту, таким чином, щоб рослини рівномірно та повністю покривали поверхню ґрунту до початку фази цвітіння.

Висота рослин сої впливає на її продуктивність, тому, залежно від динаміки цього показника впродовж вегетаційного періоду, можна робити висновки про те, як склалися умови росту і розвитку рослин в онтогенезі. На основі аналізу ростових процесів стебла можливо з'ясувати найефективніші умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів сої [1; 3]. У зв'язку з тим, що висота рослин в онтогенезі рослин сої сильно змінюється під впливом абіотичних і біотичних чинників, вивчення цього показника дозволяє встановити найважливіші

залежності процесу формування високої продуктивності сої. Стійкість рослин до вилягання та закладка нижніх бобів – властивості рослин, які тісно корелюють із висотою рослин і враховуються як чинники, що впливають на формування майбутнього врожаю сої.

Ріст рослин – це збільшення розмірів і маси рослин, пов'язаних із процесом новоутворення елементів структури рослинного організму, а розвиток – сукупність якісних змін морфо-структурних, фізіологічних і біохімічних особливостей, що відбуваються в рослині впродовж онтогенезу під впливом її генотипу та екологічних чинників [16]. Тривалість інтенсивного росту сої залежить від групи стиглості певного сорту. На приріст рослин у довжину й накопичення вегетативної маси за міжфазні періоди впливають температурний режим, інтенсивність освітлення, тривалість світлового дня та технологія вирощування культури.

Найвищі й найкращі за якістю продукції сільськогосподарських рослин можна отримати в посівах з оптимальною за розмірами площею листків, оптимальним перебігом її вегетації, формування і структурою [2; 6]. Оптимальний ріст листової поверхні та формування високого фотосинтетичного потенціалу листя значною мірою залежать від обґрунтованості технологій вирощування, які забезпечують тривалішу роботу листового апарату.

Вважається, що основою, завдяки якій внаслідок фотосинтетичної діяльності утворюється врожай сої, є формування оптимальної площі листової поверхні. Листкова поверхня засвоює сонячну енергію та синтезує органічні сполуки, які йдуть на формування нових органів рослин і врожаю. Згідно з результатами досліджень, проведених у Лісостепу України, відомо, що оптимальна площа листової поверхні для сої повинна становити 40–50 тис. м<sup>2</sup>/га. Якщо площа листової поверхні менша, то оптико-біологічна структура посіву не оптимізована і ФАР використовується не раціонально. Проте й більша площа листової поверхні є небажаною, оскільки в результаті взаємозатінення значна частина листків у нижньому ярусі обпадає, а решта працює неефективно [1; 3]. Дослідниками встановлено, що цей показник у сої може варіювати в досить широких межах залежно від генотипу сорту, екологічних умов регіону та агротехнічних заходів її вирощування.

**Матеріали та методи досліджень.** Польові дослідження проводили у 2022 та 2023 рр. на дослідному полі НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету на сірих лісових середньо-суглинкових ґрунтах. Агротехніка в досліді загальноприйнята для зони Лісостепу. Загальна площа облікової ділянки становила 400 м<sup>2</sup>. Повторність дослідів – п'ятиразова. У дослідженнях вивчалися середньостиглі сорти сої Аврора, Граф і Тріада.

У період дослідження 2022–2023 рр. гідротермічні умови відрізнялися від багаторічних показників. Сума опадів за вегетаційний період 2022 року із травня до вересня складала 315,8 мм, а у 2023 році – 64,3 мм. Середня добова температура за період росту та розвитку рослин сої за 2022 р. становила 15,4 °С, а за 2023 р. – 17,5 °С. Різниця середньодобових температур і опадів за 2022–2023 роки склала 2,1 °С. У 2022 році на ранніх етапах росту і розвитку рослин (травень – липень) кількість опадів була недостатня, а у вересні місяці кількість опадів була надмірна, що шкодило вчасному збору врожаю. Слід зазначити, що 2023 р. для росту й розвитку сої розпочався вкрай засушливим травнем – 2,7 мм, але в червні випала достатня кількість опадів, а саме 61,6 мм, для доброго початкового росту й розвитку рослин сої.

Передпосівний обробіток ґрунту включав у себе оранку на глибину 20–25 см та культивування на глибину 5–7 см. Передпосівний обробіток насіння (інокуляція)

проводили біоінокулянтами в рідкій формі «Різолاین» + «Різосейв» та Біоінокулянтом БТУ-р від компанії «БТУ-Центр» із нормою витрати 3,0 л/га + 1 л/га та 3 л/га відповідно.

Для вирішення поставлених завдань було закладено двохфакторний польовий дослід. Дослідженням передбачалося вивчення взаємодії двох факторів: *фактор А* – сорти: 1) Аврора; 2) Граф; 3) Тріада; *фактор В* – інокуляція: 1) без обробки (контроль); 2) інокуляція «Різолاین» (3 л/га) + Різосейв (1 л/га); 3) Біоінокулянт БТУ-р (3 л/га).

Облік проводився згідно із загальноприйнятими методиками. Висоту рослин визначали шляхом виміру рослини у двох несуміжних повтореннях мірною рейкою в 5-ти рівновіддалених місцях ділянки у 3-х повтореннях кожного варіанту. Висоту прикріплення нижнього бобу визначали, вимірюючи відстань від кореневої шийки до місця прикріплення нижнього бобу у 25 рослин у 5-тих повтореннях кожного варіанту. Для визначення площі листків використовували метод висічок: відбиралися листки з верхнього, середнього та нижнього ярусів із 5-ти рослин у 5-тих повтореннях кожного варіанту; листки відбиралися в різних фазах росту й розвитку рослин сої відповідно до мети та завдання дослідження. Для встановлення дати настання фенологічних фаз застосовували Методику державного сорто випробування сільськогосподарських культур.

**Результати та їх обговорення.** Ріст і розвиток рослин у сільському господарстві залежать від багатьох чинників, зокрема від умов навколишнього середовища та методів вирощування. Вибір сортів переважно здійснюється на основі їх біологічних і морфо-фітоценотичних характеристик, які відрізняються за фазами росту й розвитку, розміщенням листя на різних рівнях, а також враховують послідовність періодів максимального засвоєння вологи та поживних речовин із ґрунту [14].

У вивченні формування врожаю культурних рослин проблема їхнього росту й розвитку вважається ключовою в агрономічній науці. Ріст і розвиток рослин відображають весь комплекс взаємодій організмів із чинниками зовнішнього середовища. Отже, впровадження різних технологічних прийомів може змінювати умови життя та впливати на процеси росту й розвитку рослин, зокрема при вирощуванні сої в агробіоценозах.

Тривалість вегетаційного періоду відіграє ключову роль у формуванні високого врожаю сої. Дослідження показують, що ця тривалість є результатом генетичних особливостей сортів, специфічних ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування і впливу умов мінерального живлення.

Перший етап росту й розвитку сої характеризується тим, що молодий проросток, що формується, живиться запасами пластичних речовин у насінні. Тільки коли рослина виходить на поверхню ґрунту і висунулися сім'ядолі, вона починає активно здійснювати фотосинтез та засвоювати вуглекислоту з повітря та поживні речовини з ґрунту. Отже, створення сприятливих умов для росту й розвитку рослин сої, особливо протягом перших 40 днів вегетації, має вирішальне значення для формування високих врожаїв насіння цієї культури.

Дослідження та спостереження підтверджують, що тривалість як окремих міжфазних періодів, так і вегетаційного періоду в рослин сої обумовлюється агрометеорологічними чинниками навколишнього середовища, зокрема умовами вологості та температурного режиму повітря. Дослідження в умовах Лісостепу Правобережного показало, що тривалість вегетаційного періоду та окремих фаз росту й розвитку рослин значною мірою залежить від гідротермічних умов року.

Строки сівби сої залежать від погодних умов, що складаються навесні, та переважно проходять третя декада квітня – друга декада травня. Температурний режим і сума опадів весняного періоду є головним чинником для отримання повноцінних сходів рослин сої. Спостереження показали, що в умовах 2022 року повні сходи з'явилися через 9 днів після сівби. Середньомісячна температура повітря впродовж періоду «сівба – сходи» становила 14,3 °С. Водночас сума середньомісячної температури повітря від сівби до повних сходів склала 443,3 °С. У 2023 році сходи сої отримали через 15 днів після посіву за суми опадів 2,7 мм та середньомісячної температури 15,5 °С, сума якої становила 480,5 °С.

Сходи 2023 року через недостатню кількість вологи (лише 2,7 мм опадів) вплинули на довготривалі появи повних сходів рослин сої та затримку всіх подальших процесів у рості й розвитку.

Проведені нами дослідження показали, що інокуляція насіння має суттєвий вплив на проходження міжфазних періодів рослин сої в умовах Лісостепу Правобережного.

У результаті проведення польових досліджень протягом 2022–2023 рр. нами було виявлено, що на контрольних варіантах досліду тривалість періодів вегетації від повних сходів до кінця цвітіння (табл. 1) в сортів сої різних груп стиглості варіювалась у досить вузьких межах. Так, фаза початку цвітіння в сорту Аврора наступила через 31 добу після повних сходів, у сорту Граф – через 30 днів, а в сорту Тріада – через 35 днів. Повне цвітіння спостерігалось на 55, 65 та 72 добу відповідно.

Таблиця 1

**Тривалість міжфазних періодів рослин сої залежно від проведення інокуляції насіння, днів (2022–2023 рр.)**

Передпосівна обробка насіння	Тривалість від повних сходів до			
	початку цвітіння	кінця цвітіння	повного наливу насіння	Повного досягання
<b>Сорт Аврора</b>				
Контроль	31	55	70	89
«Різолайн» + «Різосейв»	33	57	73	94
Біоінокулянт БТУ-р	34	58	75	95
<b>Сорт Граф</b>				
Контроль	30	65	90	101
«Різолайн» + «Різосейв»	32	67	93	103
Біоінокулянт БТУ-р	33	68	94	104
<b>Сорт Тріада</b>				
Контроль	35	72	95	118
«Різолайн» + «Різосейв»	36	75	98	120
Біоінокулянт БТУ-р	37	76	99	122

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень.*

Починаючи від фази повного наливання насіння і до повної зрілості, тривалість міжфазних періодів у сортів сої була різною. Так, у сорту Аврора повне наливання насіння наступила через 70 днів після повних сходів, а в сортів Граф

і Тріада – через 90–95 діб. Тривалість вегетаційного періоду при вирощування сої, де застосовували інокуляцію насіння, становила: у сорту Аврора – 73–75 діб, у сорту Граф – 93–94 доби, у сорту Тріада – 98–99 діб.

Виявлено, що тривалість основних періодів вегетації проходження міжфазних періодів рослин сої суттєво варіювала залежно від впливу технологічних прийомів вирощування.

Найвищі темпи росту й розвитку рослин сої спостерігалися на ділянках досліду, де використовувалися інокулянти «Різолайн» + «Різосейв» та Біоінокулянт БТУ-р, що дало подовження на 2–5 діб періоду вегетації рослин сої.

Отже, відмічено позитивний вплив обробки насіння інокулянтами на тривалість міжфазних періодів і проходження основних фаз росту й розвитку рослин сої.

Густота стояння рослин та їх польова схожість (Табл. 2) сильно залежить на формування зернової продуктивності сої, збільшення зернової маси та всіх фізіологічних показників, тому дослідження впливу інокуляції насіння має важливу роль у нашому дослідженні.

Нами було встановлено прояв сортових особливостей, дію і взаємодію сортів рослин сої та інокуляції насіння біопрепаратами на формування польової схожості і густоти стояння рослин сортів сої. У середньому за 2022–2023 рр. під дією досліджуваних чинників польова схожість у сорту Аврора становила 91,0–93,3%, сорту Граф – 89,2–91,3% та сорту Тріада – 88,0–92,3%, що забезпечило густоту стояння рослин у фазі сходів: 593–605, 584–606, 588–607 тис./га відповідно.

Таблиця 2

**Густота та виживання рослин сої залежно від інокуляції насіння, шт./м<sup>2</sup>  
(середнє за 2022–2023 рр.), М±m**

Передпосівна обробка насіння	Густота сходів	Польова схожість, %	Кількість рослин перед збиранням	Вживання рослин, %
<b>Сорт Аврора</b>				
Контроль	793±1,51	89,0±1,05	525±0,24	88,5±1,06
«Різолайн» + «Різосейв»	803±1,55	92,5±1,07	537±0,25	89,8±1,11
Біоінокулянт БТУ-р	805±1,53	93,3±1,06	544±0,26	90,5±1,08
<b>Сорт Граф</b>				
Контроль	784±1,49	89,2±1,07	505±0,22	87,5±1,05
«Різолайн» + «Різосейв»	802±1,56	90,4±1,06	517±0,23	88,8±1,12
Біоінокулянт БТУ-р	806±1,55	91,3±1,06	514±0,26	90,1±1,06
<b>Сорт Тріада</b>				
Контроль	788±1,5	88,0±1,05	511±0,24	90,5±1,04
«Різолайн» + «Різосейв»	799±1,55	89,5±1,08	526±0,26	91,7±1,12
Біоінокулянт БТУ-р	807±1,58	91,3±1,05	529±0,29	91,6±1,07

*Примітка:* М±m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5%-му рівні значущості.

*Джерело:* сформовано на основі власних досліджень



Одними із важливих показників для визначення біологічної урожайності культури є густина стояння у фазу повних сходів і кількість рослин перед збиранням.

При вивченні ефективності інокуляції препаратами встановлено, що на варіантах за передпосівної інокуляції Біоінокулянтом БТУ-р спостерігалася найбільша кількість сходів – у межах 805–807 тис./га; водночас використання «Різолайн» + «Різосейв» забезпечило кількість сходів із показниками 799–803 тис./га проти контролю – 784–793 тис./га.

Найвищі показники польової схожості насіння було відмічено на ділянках, де застосовували Біоінокулянт БТУ-р: у сорту Граф – 91,3%, Тріада – 92,3%, Аврора – 93,3%. При проведенні інокуляції насіння «Різолайн» + «Різосейв» польова схожість збільшилася на 2,3%, Біоінокулянтом БТУ-р – на 2,9%.

Вживання рослин – важливий показник. Інокуляція насіння Біоінокулянтом БТУ-р мала найвищий показник виживання рослин і становила 90,7%, що на 1,8% більше за контроль.

Отже, застосування передпосівної обробки насіння «Різолайн» + «Різосейв» та Біоінокулянтом БТУ-р забезпечує сприятливі умови для росту, розвитку, виживання рослин та формування високопродуктивних посівів.

**Висновки.** Отже, на формування густоти, виживання та тривалість міжфазних періодів впливають сортові особливості та досліджувані елементи технологій вирощування. Максимальна польова схожість – до 91% – спостерігалася при використанні Біоінокулянта БТУ-р від компанії «БТУ-Центр». Інокуляція насіння сприяє покращенню схожості насіння у всіх сортів: Аврора – на 3,5%, Граф – на 1,4% та Тріада – на 3,3% порівняно із контролем. Найкращі показники схожості спостерігались у сорту Аврора. Найшвидше проходження міжфазних періодів було в сорту Аврора як у ранньостиглого сорту. Також слід зазначити, що інокуляція насіння позитивно сприяла на проходження міжфазних періодів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А.О. Стан та перспективи виробництва сої в Україні. *Аграрний тиждень. Україна*. 2011. № 40. С. 10.
2. Береговенко С.К. Інтенсивність фотосинтетичних процесів різних сортів сої залежно від інокуляції ефективними штамми *Bradyrhizobium japonicum*. *Наук. зап. Тернопіль. пед. університету імені Володимира Гнатюка*. 2003. № 2 (1). С. 19–23.
3. Голодрига О.В., Грицаєнко З.М. Симбіотичний апарат сої. *Карантин і захист рослин*. 2006. № 7. С. 16–17.
4. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І. Вплив фону живлення та мікроелементів на динаміку висоти рослин сої. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2013. № 5. С. 174–178.
5. Мазур О.В., Мазур О.В. Відмінності зернобобових культур за пластичністю і стабільністю господарсько-цінних ознак. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 12. С. 69–86.
6. Мазур О.В., Шерепітко В.В. Генотипні відмінності сортів рослин сої за мінливістю кількісних ознак в умовах дослідного посіву ВНАУ. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. Вип. 9 (49). С. 159–166.
7. Патица В.П., Крутило Д.В., Ковалевська Т.М. Вплив аборигенних популяцій бульбочкових бактерій сої на симбіотичну активність інтродукованого штаму *Bradyrhizobium japonicum*. *Мікробіологічний журнал*. 2004. № 3. С. 14–21.
8. Поліщук І.С., Поліщук М.І., Мазур О.В., Юрченко Н.А. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С. 36–43.

9. Сергієнко В.Г., Миколаєвський В.П., Козаренко Д.О. Вплив обробки насіння на розвиток рослин та продуктивність сої. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 5. С. 4–7.

10. Січкач В.І., Лаврова Г.Д., Ганжело О.І. Урожайність та якість насіння широкоадаптивних сортів сої. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннізнавства та сортовивчення*. 2014. Вип. 23. С. 72–87.

11. Фурман О.В. Густота стояння рослин сої та їх виживаність залежно від строків сівби та сорту. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 85–89.

12. Циганський В.І., Заболотний Г.М., Циганська О.І. Симбіотична продуктивність сої залежно від рівня удобрення в Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2015. № 1. С. 46–53.

УДК 632.93:632.51:633.17

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.3>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ КОНТРОЛЮ БУР'ЯНІВ У ПІСЛЯЖИВНИХ ПОСІВАХ ПРОСА ЗВИЧАЙНОГО

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

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

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Дудченко В.В.** – д.е.н., професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

професор кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Стеценко І.І.** – д.філос.,

асистент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті представлено результати дослідження ефективності післясходового боронування та гербіцидів для контролю бур'янів у післяживних посівах проса звичайного (*Rapiscum miliaceum L.*). Через низьку конкурентноспроможність культури у період від фази сходів до виходу в трубку, бур'яни часто стають на заваді отримання запланованого врожаю. У післяживних посівах проса в умовах Південного Степу України поширення ранніх ярих бур'янів, як правило, є незначним, тоді як дводольні однорічні й багаторічні види створюють значну конкуренцію посівам культури. Окремою групою, яка становить серйозну загрозу майбутньому врожаю, є однорічні злакові бур'яни (мишій сизий та зелений, просо півняче тощо), контроль яких надзвичайно ускладнений через їх біологічну та морфологічну спорідненість із рослинами проса звичайного.

Дослідження проводили у 2023 році в умовах ПП «Криниця», с. Інгулець Херсонської області. Найбільш поширеними бур'янами у фазу сходів (ВВСН 12), кількість яких коливалася в межах від 7,4 до 16,2 шт./м<sup>2</sup> залежно від виду були: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia L.*), лобода біла (*Chenopodium album L.*), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus L.*), просо півняче (*Echinochloa crus-galli (L.) Pal Beauv.*) та види осотів (*Sonchus oleraceus L.*, *Cirsium arvense L.*). Середня забур'яненість агроценозу проса у фазу формування двох листків становила 74,5 шт./м<sup>2</sup>. Перед збиранням урожаю (ВВСН 89) кількість бур'янів у варіанті без застосування заходів контролю значно

збільшилась (139,3 шт./м<sup>2</sup>), а рослини проса не мали достатніх темпів, сили росту та габітусу для пригнічення розвитку бур'янів шляхом прямої конкуренції. Застосування післясходового боронування ротаційними боронами ефективно зменшувало забур'яненість посівів проса рослинами *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal Beauv. з 16 шт./м<sup>2</sup> у період сходів до 3,1–6,8 шт./м<sup>2</sup> перед збиранням урожаю. Контроль однорічних дводольних і багаторічних коренепаросткових видів здійснювали внесенням гербіцидів у фазу 4–5 листків у проса. Найбільшу технічну ефективність серед досліджуваних препаратів (88,8%) мав Лонтрел Гранд, ВГ (0,12 кг/га), за використання якого рослини проса сформували максимальну врожайність – 4,24 т/га, що переважало контрольний варіант на 2,75 т/га.

**Ключові слова:** проса звичайне, агротехнічні заходи, гербіциди, забур'яненість, маса 1000 зерен, урожайність.

**Markovska O.Ye., Dudchenko V.V., Stetsenko I.I. Efficiency of weed control measures in post-emergence common millet**

The article presents the results of a study on the effectiveness of post-emergence harrowing and herbicides for weed control in post-emergence millet crops (*Panicum miliaceum* L.). Due to the low competitiveness of the crop from emergence to tillering, weeds often hinder the planned harvest. In post-emergence millet crops in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, early annual weeds are usually not widespread, while dicotyledonous annual and perennial species create significant competition for the crop. A separate group that poses a serious threat to future yields is annual grassy weeds (such as green foxtail and barnyard grass), the control of which is extremely challenging due to their biological and morphological similarities to millet plants.

The study was conducted in 2023 under field conditions of a private enterprise "Krynystia", located in the village Ingulets, Kherson Oblast. The most common weeds at the seedling stage (BBCH 12), with quantities ranging from 7.4 to 16.2 plants/m<sup>2</sup> depending on the species, were common ragweed, lambsquarters, redroot pigweed, barnyard grass, and sow thistles. The average weed density in the millet crop at the two-leaf stage was 74.5 plants/m<sup>2</sup>. Before harvest (BBCH 89), the number of weeds in the control group without weed control measures significantly increased to 139.3 plants/m<sup>2</sup>, and the millet plants did not have sufficient growth rates and vigor to suppress weed development through direct competition.

Post-emergence harrowing with rotary harrows effectively reduced weed infestation by *Echinochloa crus-galli* from 16 plants/m<sup>2</sup> at emergence to 3.1–6.8 plants/m<sup>2</sup> before harvest. Control of annual dicotyledonous and perennial taproot weeds was carried out by applying herbicides at the 4–5 leaf stage of millet. Among the tested herbicides, Lontrel Grand, WG (0.12 kg/ha) showed the highest technical efficiency (88.8%), resulting in millet plants achieving maximum yield of 4.24 t/ha, surpassing the control variant by 2.75 t/ha.

**Key words:** common millet, agricultural techniques, herbicides, weed infestation, 1000-grain weight, yield.

**Постановка проблеми.** Проса звичайне (*Panicum miliaceum* L.) є цінною круп'яною та кормовою культурою, яку можна вирощувати у післяжнивних посівах за умови достатнього вологозабезпечення у період сходів, підвищуючи таким чином економічну ефективність використання ріллі [1, с. 113]. За сівби у першій або другій декаді липня насіння проса, потрапляючи в оптимальні температурні умови, швидко проростає, а рослини в подальшому, завдяки екологічній пластичності та посухостійкості, здатні сформувати високі врожаї зерна [2, с. 113; 3, с. 48]. Втрата зрошення на Херсонщині через підрив військовими рф Каховської ГЕС створила ситуацію, коли опади залишилися практично єдиним джерелом поповнення запасів вологи у ґрунті. Отже, пошук посухостійких продовольчих та кормових сільськогосподарських культур на сьогоднішній день є важливим завданням аграрної науки. Відомо, що кожний рік у різних регіонах України є унікальним за своїми погодними умовами [4, с. 11], однак аналізуючи середню кількість опадів у липні на Херсонщині, встановлено, що за останні п'ять років у період з 2019 по 2023 рр. цей показник коливався у межах 41,5–120,0 мм (ГТК 1,15–1,53), за винятком 2019 р. (ГТК 0,08), тому отримати сходи проса за післяжнивної сівби

в цілому реально. Наступним важливим аспектом у технології вирощування післяжнивного проса є контроль комплексу шкочочинних організмів, який представлений фітопатогенами, фітофагами та сеgetальною рослинністю [5, с. 22; 6, с. 65]. Але якщо збудниками хвороб та шкідниками просо уражується й пошкоджується в меншому ступені, порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, то бур'яни через низьку конкурентоспроможність культури у період від фази сходів до виходу в трубку часто стають на заваді отриманню запланованого врожаю [7, с. 6; 8, с. 13]. У післяжнивних посівах проса в умовах Південного Степу України поширення ранніх ярих бур'янів переважно є незначним, тоді як дводольні однорічні й багаторічні види створюють значну конкуренцію посівам культури. Окремою групою, яка становить серйозну загрозу майбутньому врожаю, є однорічні злакові бур'яни (мишій сизий та зелений, просо півняче тощо), контроль яких надзвичайно ускладнений через їх біологічну та морфологічну спорідненість із рослинами проса звичайного [9, с. 150; 10, с. 187].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Згідно з принципами інтегрованого захисту рослин контроль бур'янів в агроценозі проса звичайного повинен бути спрямований на запобігання їх масовому розвитку, а у разі появи – на можливість швидкого обмеження кількості сеgetальної рослинності до економічно невідчутного рівня. Максимальної маржинальності та екологічної ефективності від вирощування проса, як і будь-якої іншої сільськогосподарської культури, можна досягнути за раціонального поєднання організаційно-господарського, агротехнічного, біологічного й хімічного методів контролю шкідливих організмів, у т. ч. бур'янів [11, с. 228]. Знищення сходів проса півнячого, мишію зеленого та сизого, які одночасно є резерваторами інфекції багатьох бактеріальних і вірусних хвороб, а також захист від шкідників, сприяють підвищенню продуктивності рослин.

Одним із головних методів контролю злакових бур'янів є застосування допосівних обробітків ґрунту задля знищення запасів життєздатного насіння небажаної рослинності у верхньому шарі й проведення досходового та післясходового боронувань з метою знищення проростків бур'янів. За вирощування у післяжнивних посівах на чистих від сеgetальної рослинності полях сівбу проса рекомендовано проводити у попередньо необроблений ґрунт стерньовими сівалками СЗС-2,1 або іншими знаряддями (John Deere 1895, 1835, Amazone, Horsch, Lemken тощо) у день збирання попередника, що дозволяє виключити низку технологічних операцій і на 8–10 днів раніше провести сівбу. Це сприяє підвищенню врожаю культури на 0,5–0,6 т/га [12].

Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні [13] через порівняно незначні посівні площі проса містить невелику кількість гербіцидів для контролю дводольних однорічних та багаторічних бур'янів і практично не містить грамініцидів, які б дозволяли знищувати злакові види у посівах культури. Тому аграрії під час вибору препарату користуються або світовим досвідом, або застосовують гербіциди, зареєстровані на близьких за біологією й таксономічною приналежністю культурах. Водночас рослини проса у полях, чистих від сходів злакових бур'янів, за умови формування щільного агроценозу культури у фазу сходи-кущіння, здатні досить ефективно конкурувати з бур'янами родини тонконогові. Стосовно дводольних видів бур'янів, то ситуація з ними є дещо простішою, оскільки вищезгаданий «Державний реєстр...» містить асортимент гербіцидів, серед яких можна обрати найбільш ефективні й доцільні залежно від видового складу бур'янів в агроценозі.

**Постановка завдання.** Мета експерименту полягала у визначенні ефективності післясходового боронування та гербіцидів для контролю бур'янів у післяжнивних посівах проса звичайного. Дослідження проводили у 2023 році в умовах ПП «Криниця», с. Інгулець Херсонської області.

Схема досліду включала абсолютний контроль (без боронування, без застосування гербіцидів), контроль (без застосування гербіцидів) та проведення післясходового боронування з наступним внесенням гербіцидів у фазу 4–5 листків культури (таблиця 1).

Таблиця 1

Схема досліду

Варіант	Діюча речовина гербіциду	Норма витрат, кг, л/г
Контроль (абс.)	-	-
Контроль (б/о)	-	-
Естет 905, КЕ	2-етилгексилловий ефір 2,4-Д, 905 г/л, в кислотному еквіваленті 600 г/л	0,5
Агростар, РК	2-метил-4-хлорфеноксиоцтової кислоти диметиламінна сіль 500 г/л, у кислотному еквіваленті 410 г/л	1,2
Бантен, РК	бентазон, 480 г/л	2,0
Лонтрел Гранд, ВГ	клопіралід, 750 г/кг	0,12

\*абс. – абсолютний, б/о – без обробки.

Попередником проса у досліді був ячмінь озимий, після збирання якого цього ж дня (3 декада червня) проводили сівбу сорту Таврійське нормою 3,5 млн схожих насінин на 1 га у попередньо необроблений ґрунт стернською сівалкою СЗС-2,1 з одночасним внесенням мінеральних добрив дозою  $N_{60}P_{40}$ . Закладання досліді, супутні спостереження й обліки, визначення ефективності гербіцидів, дисперсійний аналіз отриманих даних виконували згідно з загальновизначеними методиками [14, 15, 16]. За період від сівби (25 червня) до збирання врожаю (20 вересня) сума опадів становила 180 мм. ГТК у червні складав 0,8, у липні – 1,15, у серпні – 0,76, у вересні – 0,30.

Розміщення ділянок у досліді систематичне, загальна площа однієї ділянки – 30 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова. Облік урожаю проводили вручну шляхом відбору снопів у фазу повної стиглості зерна проса за вологості 14%.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Згідно з даними проведеного фітосанітарного моніторингу комплекс сегетальних видів складався з амброзії полилистої (*Ambrosia artemisifolia* L.), кучерявця Софії (*Descurania Sophia*), лободи білої (*Chenopodium album* L.), гірчиці польової (*Sinapis arvensis* L.), хрінниці смердючої (*Lepidium ruderale* L.), суріпиці звичайної (*Barbarea vulgaris* L.), редьки дикої (*Raphanus raphanistrum* L.), маку дикого (*Papaver rhoeas* L.), нетреби звичайної (*Xanthium strumarium* L.), сухоребрика Льозелієва (*Sisymbrium Loeselii* L.), талабану польового (*Thlaspi arvense* L.), щиріці звичайної (*Amaranthus retroflexus* L.), плоскухи звичайної (*Echinochloa crus-galli* (L.) Pal Beauv.), пасльону чорного (*Solanum nigrum* L.), осоту рожевого (*Cirsium arvense* L.), осоту городнього (*Sonchus oleraceus* L.), злинки канадської (*Erigeron canadensis* L.) (рис. 1).

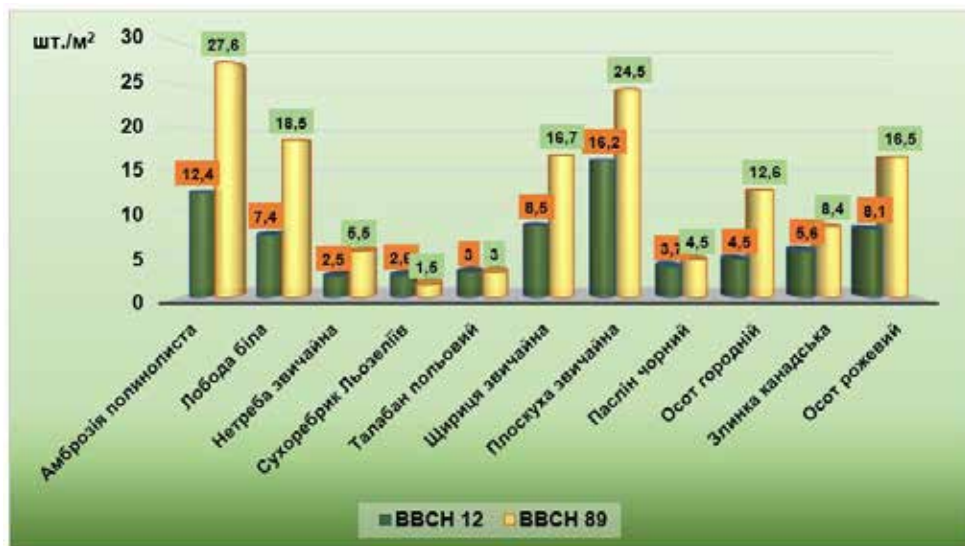


Рис. 1. Динаміка та структура забур'яненості посівів проса звичайного за відсутності заходів контролю

Аналіз стану забур'яненості посівів проса свідчить про значну засміченість поля насінням бур'янів та коренепаростковими видами сеgetальної рослинності. Найбільш поширеними бур'янами у фазу сходів (BBCH 12), кількість яких коливалася в межах від 7,4 до 16,2 шт./м<sup>2</sup> залежно від виду були: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisifolia* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), просо півняче (*Echinochloa crus-galli* (L.) Pal Beauv.) та види осотів (*Sonchus oleraceus* L., *Cirsium arvense* L.). Середня забур'яненість агроценозу проса у фазу формування двох листків становила 74,5 шт./м<sup>2</sup>.

Перед збиранням урожаю (BBCH 89) кількість бур'янів у варіанті без застосування заходів контролю значно збільшилась, а рослини проса не мали достатніх темпів, сили росту та габітусу для пригнічення розвитку бур'янів шляхом прямої конкуренції. Так, показник забур'яненості до кінця вегетації зріс до 139,3 шт./м<sup>2</sup>, а чисельність домінуючих видів становила: амброзії полинолістої – 27,6, лободи білої – 18,5, щириці звичайної – 16,7, плоскухи звичайної – 24,5 та видів осотів – 29,1 шт./м<sup>2</sup>.

Зважаючи на низькі темпи росту рослин проса у початковий період вегетації, такий рівень забур'яненості негативно вплинув на густоту стояння культури. Якщо на початку вегетації (BBCH 12) співвідношення рослин бур'янів до рослин проса становило 1:5, то у фазу досягання зерна (BBCH 89) співвідношення загальної кількості бур'янів (139,3 шт./м<sup>2</sup>) до рослин культури становило 1:1,1.

Встановлено, що застосування гербіцидів у фазу 4–5 листків у проса ефективно контролювало забур'яненість посівів, пригнічуючи розвиток як однорічних дводольних, так і багаторічних коренепаросткових видів. Сумарна забур'яненість посівів культури у варіанті без застосування гербіцидів до завершення вегетації (BBCH 90) становила 79,3 шт./м<sup>2</sup>, водночас внесення препаратів знижувало цей показник по амброзії полинолістій до 3,2–5,4 шт./м<sup>2</sup>, щириці звичайній – 1,1–3,0 шт./м<sup>2</sup>, лободі білій – 2,5–4,5 шт./м<sup>2</sup> та осоту рожевому до 1,8–6,4 шт./м<sup>2</sup>

залежно від варіанту досліджу. Загальна кількість бур'янів за використання гербіциду Лонтрел Гранд, ВГ (0,12 кг/га) становила 8,9 шт./м<sup>2</sup>, препаратів Агростар, РК (1,2 л/га) та Естет 905, КЕ (0,5 л/га) – 11,5–13,9 шт./м<sup>2</sup> відповідно (рис. 2).

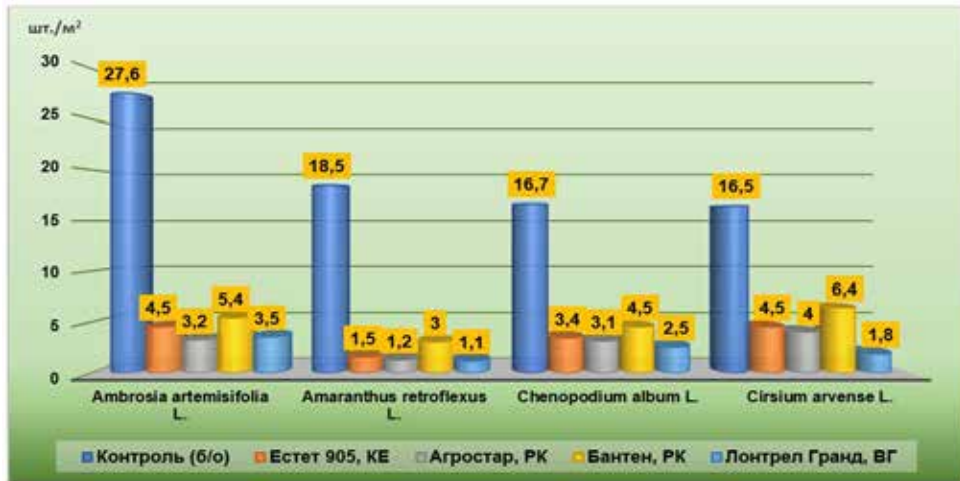


Рис. 2. Вплив гербіцидів на забур'яненість посівів проса (BCH 90)

Найменшу ефективність мав гербіцид Бантен, РК (2,0 л/га), через властивий йому контактний механізм дії на рослини бур'янів, який не викликав значного пригнічення видів осотів (табл. 2).

Таблиця 2

#### Технічна ефективність гербіцидів проти дводольних бур'янів у посівах проса, 2023 р.

Варіант досліджу	Норма витрат, кг, л/т	Кількість бур'янів, шт./м <sup>2</sup>	Технічна ефективність, %
Контроль (б/о)	-	79,3	-
Естет 905, КЕ	0,5	13,9	82,5
Агростар, РК	1,2	11,5	85,5
Бантен, РК	2,0	19,3	75,7
Лонтрел Гранд, ВГ	0,12	8,9	88,8

Технічна ефективність досліджуваних гербіцидів була досить високою та знаходилася в межах 75,7–88,8%. Найнижчу ефективність мав препарат Бантен, РК (2,0 л/га), що знову ж таки пояснюється контактним механізмом дії, а найвищу (88,8%) – Лонтрел Гранд, ВГ (0,12 кг/га).

За результатами дослідження впливу післясходового боронування на забур'яненість посівів проса рослинами *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal Beauv. встановлено, що за рівня забур'яненості 16 шт./м<sup>2</sup> у період сходів культури проведення поперечного боронування ротаційними боронами ефективно зменшувало кількість проса півнячого до кінця вегетації – 3,1–6,8 шт./м<sup>2</sup>, водночас як без цього агротехнічного заходу забур'яненість зростає до 24,5 шт./м<sup>2</sup>, майже вдвічі перевищуючи ЕПШ

цього виду. Наявність бур'янів у посівах проса впродовж вегетації суттєво погіршувала показники продуктивності рослин, зменшуючи густоту стояння рослин до збирання культури. Так, без застосування агротехнічних та хімічних заходів контролю кількість рослин проса перед збиранням становила 165,5 шт./м<sup>2</sup>, тоді як у варіантах із застосуванням гербіцидів цей показник склав 215,3–253,4 шт./м<sup>2</sup>.

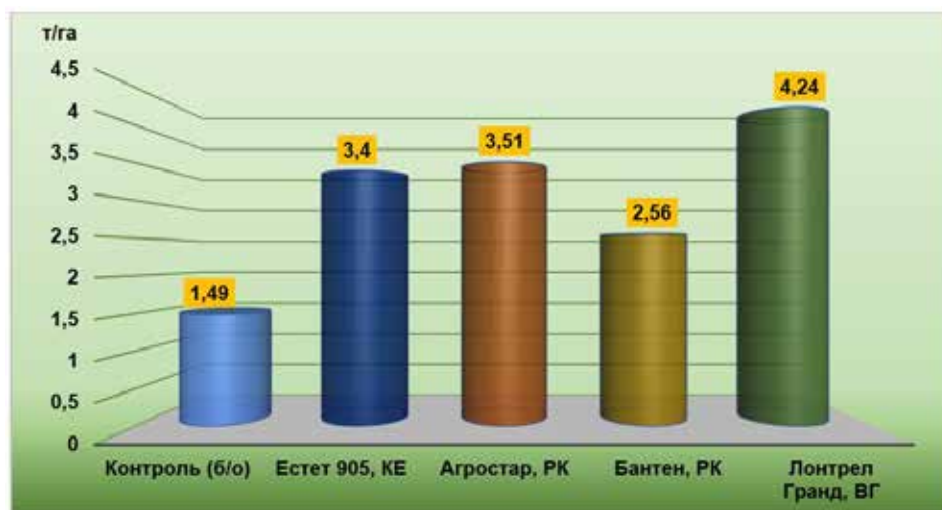
Найбільша кількість рослин зберіглася за використання гербіциду Лонтрел Гранд, ВГ (0,12 кг/га). У цьому ж варіанті рослини проса характеризувалися кращими показниками продуктивної кущистості (1,8 продуктивних стебел на рослину), маси 1000 насінин (8,1 г) та відповідно найбільшою кількістю зерна з однієї рослини – 2,33 г, що перевищувало контрольний варіант у 2,5 рази, де вона склала 0,93 г/рослину (табл. 3).

Таблиця 3

### Вплив гербіцидів на показники продуктивності рослин проса, 2023 р.

Варіант дослідю	Густота стояння рослин, шт./м <sup>2</sup>	Висота рослин, см	Продуктивна кущистість	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з рослини, г
Контроль (б/о)	165,5	111,5	1,0	5,8	0,93
Естет 905, КЕ	234,5	125,0	1,4	7,5	1,68
Агростар, РК	240,8	128,5	1,4	7,4	1,66
Бантен, РК	208,4	130,0	1,2	7,1	1,36
Лонтрел Гранд, ВГ	265,1	140,1	1,8	8,1	2,33

За результатами дослідження впливу застосування післясходових гербіцидів на урожайність проса звичайного встановлено, що врожайність культури залежно від варіантів дослідю знаходилася на рівні 2,56–4,24 т/га. (рис. 3).



\*НІР<sub>05</sub> 0,21 т/га

Рис. 3. Урожайність проса звичайного залежно від гербіцидів



Максимальну врожайність сформовано за використання гербіциду Лонтрел Гранд, ВГ – 4,24 т/га, що переважало контрольний варіант на 2,75 т/га. Застосування гербіцидів Естет 905, КЕ, Агростар, РК також дозволило реалізувати потенціал продуктивності культури на високому рівні – 3,4 т/га; 3,51 т/га, що переважало контроль на 1,91; 2,02 т/га відповідно.

**Висновки.** Для підтримки агроценозів проса звичайного у належному фітосанітарному стані та зниження негативного впливу сеgetальної рослинності на продуктивність культури слід поєднувати агротехнічні заходи для контролю злакових бур'янів (післясходове боронування) із застосуванням гербіцидів проти дводольних однорічних та багаторічних видів. Кращими показниками ефективності проти комплексу дводольних бур'янів характеризувався гербіцид Лонтрел Гранд, ВГ нормою 0,12 кг/га за використання у фазу 4–5 листків у культури.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Аналіз вирощування проса в Херсонській області. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 8–14.
2. Шевніков М.Я., Тищенко В.М., Костенко М.П. Вивчення ультраскоростиглих сортів проса в поукісних і післяжнивних посівах залежно від попередників і способів сівби. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 112–119.
3. Нікітенко М.П., Аверчев О.В. Вирощування проса в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. № 116. С. 47–55.
4. Довідник «Зміна клімату та адаптація виробників сої України». Київ : Асоціація «Дунайська Соя», 2022. 40 с.
5. Аверчев О. Хвороби та шкідники проса на півдні України : навчальний посібник / О. В. Аверчев, М. П. Нікітенко, І. В. Йосипенко. Одеса: Олді+, 2023. 180 с.
6. Дудченко В.В., Марковська О.Є., Стеценко І.І. Вплив передпосівної обробки насіння протруйниками різної дії на продуктивність проса звичайного. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 135. Частина 1. С. 64–72.
7. Каленська С.М., Черній В.П. Захист посівів проса від бур'янів за умов біологізації технології вирощування. *Агробіологія*. 2016. № 1. С. 13–18.
8. Рудник-Іващенко О.І. Бур'яни в посівах проса. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 2. С. 6–8.
9. Швартау В.В., Рудник-Іващенко О.І., Михальська Л.М. Особливості захисту посівів проса посівного від бур'янів. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 20. С. 149–154.
10. Ушкаренко В.О., Аверчев О.В. Вплив агрозаходів на забур'яненість пожнивних посівів проса в умовах Причорноморського степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. спец. випуск. 4. Т. 1. С. 186–193.
11. Стратегія і тактика захисту рослин. Том 1. Стратегія / за ред. В. П. Федоренка. Київ: Альфа-Стевія, 2012. 524 с.
12. Післяжнивні посіви проса і гречки. URL: <https://a7d.com.ua/plants/40658-pslyazhniyv-posvi-prosa-grechki.html> (дата звернення: 15.04.2024).
13. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. 2024. URL: <https://numl.org/Pu9> (дата звернення: 15.04.2024).
14. Єщенко В. О, Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогряз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Київ: Дія, 2005. 288 с.
15. Методики вирощування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін. Київ : Світ, 2001. 448 с.
16. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. / Ушкаренко В. О. та ін. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

УДК 633.11:631.426.3:631.67

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.4>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЇ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОЦЕСИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

**Марценюк Я.Ю.** – аспірант,

Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України

*Використання регуляторів росту при вирощуванні картоплі може стати ефективним засобом для підвищення врожайності та покращення якості бульб. Проте, для успішного впровадження цих засобів у практику необхідно ретельно дослідити їх дію на конкретних сортах та у різних умовах вирощування.*

*Результати досліджень, які було проведено впродовж 2020–2023 років в Інституті картоплярства НААН (Київська область), свідчать про важливість використання регуляторів росту в поєднанні з визначенням оптимальних строків садіння для підвищення урожайності картоплі.*

*У результаті дослідження було виявлено, що використання регуляторів росту сприяло незначній пролонгації проходження міжфазних періодів росту і розвитку рослин картоплі від 1 до 7 діб, збільшенню кількості стебел у сорту Мирослава на 11,3–20 %, Радомисьль на 10,4–12,8 %. Найвищі показники площі листової поверхні картоплі відзначено у середньостиглого сорту Мирослава за другого строку садіння та обробки бульб Картоплексом (2 кг/т) – 40,3 тис. м<sup>2</sup>/га, у сорту Радомисьль за першого строку садіння обробки бульб Картоплексом (2 кг/т) – 31,6 тис. м<sup>2</sup>/га.*

*Досліджувані регулятори росту позитивно впливали на рівень фотосинтетичного потенціалу і забезпечували зростання чистої продуктивності фотосинтезу порівняно з контролем на 11,1–13,8 %. В агрокліматичних умовах Південного Полісся України найвищу позитивну дію на врожайність картоплі показав препарат Картоплекс: для сорту Мирослава за садіння 25–27 квітня приріст урожайності склав 5,5 т/га (контроль 36 т/га), для сорту Радомисьль за садіння 15–17 квітня – 6,4 т/га (контроль 25,2 т/га).*

*Отже, використання регуляторів росту в поєднанні оптимальними термінами садіння може бути ефективним методом для покращення продуктивності картоплі.*

**Ключові слова:** картопля, регулятори росту, строки садіння, площа листової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу, урожайність.

### **Martseniuk Ya. Yu. Effectiveness of the effect of growth-regulating agents on the processes of potato productivity formation in the conditions of the Southern Polissya of Ukraine**

*The use of growth regulators in potato cultivation can be an effective means of increasing yields and improving tuber quality. However, for the successful implementation of these measures in practice, it is necessary to carefully study their effect on specific varieties and under different growing conditions.*

*The results of research conducted during 2020–2023 at the Institute of Potato Research NAAS (Kyiv region) show the importance of using growth regulators in combination with determining the optimal planting time to increase potato yields.*

*As a result of the research, it was found that the use of growth regulators contributed to a slight prolongation of the interphase periods of growth and development of potato plants from 1 to 7 days, an increase in the number of stems in the variety Myroslava by 11.3–20%, Radomysl by 10.4–12.8%. The highest indicators of the leaf surface area of potatoes were observed in the mid-ripening variety Myroslava during the second term of planting and treatment of tubers with Kartoplex (2 kg/t) – 40.3 thousand m<sup>2</sup>/ha, in the variety Radomysl during the first term of planting and treatment of tubers with Kartoplex (2 kg/t) – 31.6 thousand m<sup>2</sup>/ha.*

*The studied growth regulators had a positive effect on the level of photosynthetic potential and provided an increase in net photosynthetic productivity by 11.1–13.8% compared to the control variant. In the agroclimatic conditions of Southern Polissia of Ukraine, the highest positive effect on potato yield was demonstrated by Kartoplex: for Myroslava variety planted*

on 25–27 April, the yield increase was 5.5 t/ha (control variant 36 t/ha), for Radomysl variety planted on 15–17 April – 6.4 t/ha (control variant 25.2 t/ha).

Thus, the use of growth regulators in combination with optimal planting dates can be an effective method for improving potato productivity.

**Key words:** potato, growth regulators, planting dates, leaf area, net photosynthetic productivity, yield.

**Постановка проблеми.** Картоплярство є одним з наріжних каменів світового сільського господарства, оскільки бульби слугують основним джерелом їжі для сотень мільйонів людей у всьому світі. Сільськогосподарське значення культури картоплі, як однієї, які найбільш широко вирощують та споживають, підкреслюється тим, що вона є четвертою за величиною продовольчою культурою у світі після кукурудзи, пшениці та рису. Світова картопляна промисловість не лише підтримує життєдіяльність фермерів, але й відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки, харчування та як економічний товар. У продовольчому балансі України продукція картоплярства посідає другу сходинку і є практично єдиною галуззю а агропромислового комплексу, річні обсяги виробництва якої істотно не змінювались впродовж останні десятиліть (за виключенням 2022–2023 років).

Функціонування галузі картоплярства, як високоефективної, потребує вирішення комплексу ряду складних і важливих проблем як практичного, так і наукового рівня. В першу чергу це стосується: підвищення урожайності і якості картоплі з метою насичення ринку. Використання високоякісного насіння картоплі нових сортів; новітніх технологій вирощування; систем землеробства, захисту рослин, якісного зберігання це фактори, які значною мірою дозволяють розкрити генетичний потенціал картоплі та підвищують адаптивну здатність до несприятливих умов середовища. Перспективним у сучасних технологіях є застосування регуляторів росту, мікродобрив, антистресантів, що активують ростові процеси у рослини та революціонізують способи подолання стресових ситуацій [1, с. 864].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасне картоплярство має вирішувати проблеми, пов'язані зі зміною клімату, зростаючим попитом на стійкі методи ведення сільського господарства та еволюцією штамів патогенів [2, с. 465–466]. Така ситуація визначає необхідність пошуку нових шляхів і способів підвищення продуктивності картоплі та якості її продукції. В інтенсивних технологіях вирощування картоплі, поряд з основними, традиційними агрозаходами, одним із найбільш вагомих резервів підвищення урожайності є застосування регуляторів росту рослин. Їх застосування дає можливість цілеспрямовано регулювати важливі процеси в рослинному організмі, більш повно реалізовувати потенційні можливості сорту [3, с. 3–5; 4, с. 93].

Чисельними дослідженнями встановлено, що ефективність регуляторів росту рослин в польових умовах визначається, в першу чергу, біологічними особливостями сортів [5, с. 29–31; 6, с. 01567; 7, с. 375–376].

Важливим аспектом дії стимуляторів росту є підвищення стійкості до несприятливих факторів середовища – високих і низьких температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, ураження хворобами і шкідниками. Крім того, за використання регуляторів росту посилюється інтенсивність фотосинтезу, прискорюється утворення і надходження живильних речовин з листків, при цьому збільшується їх накопичення в господарськи цінних органах – бульбах і, як результат, сприяє зростанню урожайності картоплі [8, 102–104; 9, с. 98–103].

З кожним роком зростає кількість нових регуляторів, тому виникає необхідність більш глибокого та детального вивчення механізму їх дії на рослини, визначення більш раціональних та ефективних прийомів їх застосування [10, с. 19–22].

Використання регуляторів росту при вирощуванні картоплі може стати ефективним засобом для підвищення врожайності та покращення якості бульб. Проте, для успішного впровадження цих засобів у практику необхідно ретельно дослідити їх дію на конкретних сортах та у різних умовах вирощування. Уточнення специфіки дії регуляторів росту в залежності від виду і сорту картоплі, а також оптимальних норм і способів застосування, є важливими завданнями для наукових досліджень. Детальне вивчення впливу регуляторів росту на фізіологічні процеси картоплі допоможе розробити рекомендації щодо оптимальних методів їх використання. Результати таких досліджень і розробка відповідних рекомендацій будуть корисними для сільськогосподарських підприємств України, дозволяючи їм ефективно використовувати сучасні біостимулятори для підвищення врожайності та якості картоплі. Це може сприяти збільшенню продуктивності та конкурентоспроможності українського аграрного сектору [11, с. 83; 12, 76–77].

**Постановка завдання.** Метою наших досліджень було вивчити ефективність застосування біопрепаратів та їх вплив на ріст, розвиток і врожайність картоплі за різних строків садіння. Матеріалом для досліджень слугували сорти картоплі селекції Інституту картоплярства – ранньостиглий сорт Радомисль та середньостиглий Мирослава. Досліди закладали впродовж 2020–2023 років в Інституті картоплярства (сmt Немішаєве, Київської обл.). Закладання дослідів, обліки та спостереження проводили відповідно до загальноприйнятої методики [13, с. 294–335].

Ґрунт дослідної ділянки – легкий дерново-підзолистий. В орному шарі (0–20 см) ґрунту міститься гумусу – 1,59–1,84 % (за Тюриним); рН сольової витяжки – 4,3–4,6; гідролітична кислотність (за Каппеном) – 3,5–3,9 мг. – екв. на 100 г ґрунту; вміст легко гідролізованого азоту – 8,1–9,8 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору (за Кірсановим) і калію (за Масловою) – відповідно 6,5–13,8 та 8,0–12,6 мг на 100 г ґрунту; ступінь насичення основами – 75,8–82,0 %.

Повторність дослідів – трикратна. Розміщення варіантів рендомізоване. Загальна посівна площа дослідів – 0,28 га, облікова площа ділянки – 22,5 м<sup>2</sup>.

Схемою дослідів передбачено наступні варіанти:

Фактор А – сорти картоплі: А1 – Радомисль (ранній). А2 – Мирослава (середньостиглий).

Фактор В – строк садіння: В1 – перший (13–15 квітня), В2 – другий (25–27 квітня), В3 – третій (7–9 травня).

Фактор С – внесення регуляторів росту та антистресантів:

С1 – контроль – обприскування водою, С2 – Фітосубтил (1 л/га) – обприскування бульб під час садіння + позакоренево два рази впродовж вегетації у фази бутонізації та квітання, С3 – Інтра Селл® (2 кг/га – обприскування позакоренево два рази впродовж вегетації у фази бутонізації та квітання, С4 – Картоплекс – (2 кг/т – обприскування бульб під час садіння).

Впродовж вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження за рослинами, визначали густоту стояння рослин, висоту рослин, кількість стебел у кущі та масу бульб.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 [14].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Ріст і розвиток картоплі знаходиться в тісній залежності від погодних умов. Картопля – культура помірного клімату, середня температура ґрунту у період росту бульб повинна бути 17–18 °С, повітря 20–23 °С, а різниця температур дня і ночі у межах 10–12 °С. Для

оптимального росту і розвитку картоплі кількість опадів за період вегетації має складати не менше 300 мм.

Метеорологічні умови у період проведення досліджень (2020–2023 рр.) характеризувалися різноманіттям як за температурним режимом, так і за вологозабезпеченням впродовж періоду вегетації. Відмічено значні коливання у фази росту і розвитку культури.

Середнє значення гідротермічного коефіцієнту впродовж вегетаційного періоду картоплі в 2021 році свідчить про слабку посуху (ГТК = 0,92). Тоді як, у 2022 році значення ГТК – 1,01, що вказує на достатньо забезпечений вологою період вегетації картоплі. У 2023 р. – середній рівень посухи (ГТК = 0,58). Аналіз вегетаційного періоду картоплі за декадами років досліджень вказує на проміжки з високим рівнем посухи, де значення гідротермічного коефіцієнту становить менше 0,4, навіть знижуючись до рівня 0. Таку ситуацію спостерігали впродовж усіх років досліджень. Зокрема, у 2020 році – у другій декадах червня і липня, першій, другій декадах серпня, у 2021 році – у другій декаді червня і серпня, третій декаді липня; у 2022 році – у першій і другій декадах червня, третій декаді липня і серпня; у 2023 році – у трьох декадах травня, у другій декаді липня, другій і третій декадах серпня (табл. 1).

Таблиця 1

**Динаміка гідротермічного коефіцієнта (Г.Т. Селянінова) за вегетаційний період картоплі в період 2020–2023 рр.**

квітень			травень			червень			липень			серпень			$\bar{X}$
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
2020 рік															
0	0,2	2,4	6,3	4,6	5,8	2,4	0,2	0,7	0,5	0	1,6	0	0	0,5	1,49
2021															
1,3	0,3	0,3	0,6	1,5	3,2	1,7	0,2	0,5	0,8	0,8	0	2,4	0,2	1,7	1,13
2022															
0	0	2,0	0	0,2	2,2	0,3	0,2	2	1,1	2,9	0,1	1,7	0,5	0,3	1,31
2023															
3,8	0	1,2	0	0	0	0,8	1,2	0,7	0,6	0,2	0,7	0,9	0	0,1	0,58

Значне коливання погодних умов у роки досліджень безпосередньо відобразилось на динаміці ростових процесів, формування бульб картоплі та кінцевому рівні врожайності.

Дослідженнями встановлено, позитивний вплив препаратів Фітосубтил Інтра Селл® та Картоплекс на ріст і розвиток рослин картоплі сортів Мирослава та Радомисль за різних термінів садіння.

При проведенні обліків було встановлено, що за однакових ґрунтових та кліматичних умов Фітосубтил не виявив впливу на термін появи повних сходів. В даному варіанті спостерігали відставання на 1 доду в порівнянні з контролем. Проте настання інших фаз розвитку під впливом Фітосубтилу відбувалось на 5–6 днів пізніше, ніж у контрольному варіанті.

Можливо, це можна трактувати таким чином, що при обробці бульб перед садінням розчином Фітосубтилу відбувається зняття апікального домінування. Апікальне домінування проявляється в зміні руху природних ендогенних гормонів

між верхніми і нижніми вічками на бульбах, а також між полярними бруньками у вічках, що зрештою призводить до посилення зростання кореневої системи і формування більшої кількості стебел, і як наслідок усіх цих процесів збільшується надземна частина рослини картоплі. На ці процеси витрачається час, тому відбувається затримка у появі повних сходів. Проте надалі цей процес затримки компенсувався інтенсивнішим зростанням рослин і призводив до швидшого випередження настання інших фаз розвитку (бутонізації і квітання).

Передсадивна обробка бульб картоплі сортів Радомисль та Мирослава препаратом Картоплекс сприяла активації ростових процесів. У фазу початку сходів їх кількість у раннього сорту Радомисль перевищувала контроль на 16–21 % залежно від строків садіння, у сорту Мирослава відповідно на 18–22 %.

Встановлено незначну пролонгацію проходження міжфазних періодів росту і розвитку рослин від застосування різних стимуляторів росту. Слід зазначити, що тривалість фенологічних фаз сортів картоплі залежала в першу чергу від сортових особливостей та термінів садіння (Табл. 2).

В середньому за роки досліджень регулятори росту забезпечували стимулюючий ефект формування надземної маси, листової поверхні, числа стебел та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). Встановлено, що за першого терміну садіння кількість стебел у сорту Мирослава на контрольному варіанті становила 4,3 шт., а в інших варіантах коливалася від 4,8 до 5,1 шт. на рослину. Найкращим був варіант із застосуванням Фітосубтилу: обприскування бульб за садіння і в період вегетації – 5,1 стебел.

Таблиця 2

**Вплив регуляторів росту на тривалість фенологічних фаз сортів картоплі, середнє 2020–2023 рр.**

Варіант	Кількість днів від садіння до:											
	Сходів			Бутонізації			Квітання			Відмирання		
	Строки садіння											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
с. Радомисль												
Контроль	25	24	21	47	41	39	60	54	51	107	105	99
Фітосубтил	26	25	22	48	41	40	60	53	52	109	106	100
Інтра Селл	25	24	11	47	42	41	61	55	52	110	106	101
Картоплекс	23	22	18	49	43	42	63	56	54	112	110	102
с. Мирослава												
Контроль	31	29	25	61	52	50	69	59	54	115	110	106
Фітосубтил	33	31	27	62	54	51	71	60	52	117	112	107
Інтра Селл	31	29	25	62	55	53	73	62	52	118	112	109
Картоплекс	30	28	22	64	57	56	75	53	51	121	116	111

В середньому за роки досліджень регулятори росту забезпечували стимулюючий ефект формування надземної маси, листової поверхні, числа стебел та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). Встановлено, що за першого терміну садіння кількість стебел у сорту Мирослава на контрольному варіанті становила 4,3 шт., а в інших варіантах коливалася від 4,8 до 5,1 шт. на рослину. Найкращим був

варіант із застосуванням Фітосубтилу: обприскування бульб за садіння і в період вегетації – 5,1 стебел.

У сорту Радомисль варіанти теж різнились за показником стеблостою і становили 3,8–4,1 шт. стебел на рослину, у цього сорту виділили два варіанти з найбільшою кількістю стебел Фітосубтил і Картоплекс – 4,1 шт. на рослину.

За другого терміну садіння у сорту Мирослава на контролі відмічено 4,5 шт. стебел, в інших варіантах величина коливалась від 5,1 до 5,4 шт. Найкращі показники мали варіанти із застосуванням Фітосубтил та Картоплекс 5,3–5,4 стебел на рослину.

У сорту Радомисль кількість стебел на контролі була 4,3 шт., а на варіантах з використанням Картоплекс – 4,6 шт., за використання Фітосубтил кількість стебел становила 4,5 шт.

Встановлено, що за другого терміну садіння більшу кількість стеблистою отримано за рахунок збільшення опадів і підвищення температури повітря в період сходів і розвитку рослин картоплі. Виходячи з вище зазначеного можна зробити висновок, що температурний режим і кількість опадів суттєво впливає на ріст і розвиток картоплі.

За третього строку садіння (7–9 травня) відмічено зменшення кількості стебел порівняно в першому та другому строку у обох сортів. Проте тенденція щодо збільшення кількості стебел за застосування регуляторів росту зберігається. Так, у сорту Мирослава кількість стебел порівняно з контролем зростала на 6,4–7,9 %, у сорту Радомисль на 5,7–6,9 %.

Одним з основних показників росту та розвитку рослин є площа листової поверхні. Особливістю досліджуваних сортів є їх висока облиственість, проте у сорту Мирослава вона дещо нижча порівняно із сортом Радомисль. Встановлено, що збільшення кількості стебел не завжди призводить до збільшення площі листової поверхні, а от терміни садіння суттєво впливали на даний показник.

У сорту Мирослава за першого терміну садіння на варіантах із застосуванням Фітосубтил, Інтра Селл® та Картоплекс площа листової поверхні становила 36,4, 38,4 та 39,2 тис. м<sup>2</sup>/га, що відповідно на 2,8, 8,4 і 10,7 % більше ніж на контрольному варіанті – 35,4. Стосовно другого терміну садіння встановлено, що площа листової поверхні зростала, як відносно контролю так і у варіантах досліджень, та становила від 40,3 (Картоплекс) до 39,6 тис. м<sup>2</sup>/га, (Фітосубтил), що відносно контролю більше на 9,0 % та 7,3 %. За третього строку садіння площа листової поверхні зменшувалась як у контролі так і варіантах з досліджуваними факторами.

У сорту Радомисль найвищу площу листової поверхні було зафіксовано за першого строку садіння і застосування препарату Картоплекс – 33,1 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 13,2 % вище ніж у контролі.

Досліджувані регулятори росту позитивно впливали на рівень фотосинтетичного потенціалу (ФП) і забезпечували зростання чистої продуктивності фотосинтезу порівняно з контролем на 19,3–25,7 %. Застосування Фітосубтилу при садінні було менш ефективним і збільшувало цей показник на 13,4–13,9 % (Табл. 3).

За рахунок використання регуляторів росту спостерігали сповільнення темпів зупинення фотосинтетичної діяльності за рахунок подовження міжфазного періоду. Регулятори росту, впливаючи на процеси росту і розвитку рослин в процесі вегетації, збільшується урожайність картоплі.

Так, у середньому за роки досліджень урожайність надраннього сорту Радомисль за першого строку садіння на варіантах із застосуванням стимуляторів росту становила 31,6 (Картоплекс); 30,4 (Інтра Селл) та 30,1 т/га (Фітосубтил), що

на 6,4, 5,2 та 4,9 т/га більше контрольного варіанту – 25,2 т/га. За другого строку садіння ці показники становили відповідно 7,8, 5,9 та 4,7 т/га, третього – 5,2, 4,1 та 3,9 т/га.

Таблиця 3

**Показники фотосинтетичної діяльності рослин картоплі,  
середнє за 2020–2023 роки**

Сорт	Строк садіння	Регулятор росту	Кількість стебел на 1 га, тис. шт	Площа листової поверхні, тис. м <sup>2</sup> /га	ЧПФ, г•м <sup>2</sup> /добу
Мирослава	13–15.04	Контроль	236,5	35,4	10,1
		Фітосубтил	275,4	36,4	12,7
		Інтра Селл	264,0	38,4	11,2
		Картоплекс	280,4	39,2	12,8
	25–27.04	Контроль	243,1	36,9	11,9
		Фітосубтил	276,5	39,6	13,4
		Інтра Селл	291,1	39,9	14,2
		Картоплекс	291,6	40,3	14,0
	7–9.05	Контроль	239,3	35,2	9,7
		Фітосубтил	251,8	36,4	10,6
		Інтра Селл	263,2	37,1	10,7
		Картоплекс	271,7	37,8	11,2
Радомисль	13–15.04	Контроль	201,4	26,3	10,7
		Фітосубтил	206,1	28,1	12,1
		Інтра Селл	214,9	31,6	13,4
		Картоплекс	220,6	33,1	13,7
	25–27.04	Контроль	154,5	25,7	9,7
		Фітосубтил	165,4	27,6	10,5
		Інтра Селл	186,7	29,1	11,4
		Картоплекс	201,7	29,9	11,8
	7–9.05	Контроль	151,2	20,9	8,1
		Фітосубтил	173,3	21,4	9,0
		Інтра Селл	194,5	22,3	9,2
		Картоплекс	189,6	23,7	10,1

Аналогічні показники отримано за вирощування середньораннього сорту Мирослава. За першого строку садіння урожайність порівняно з контролем 35,1 т/га зростає за використання Картоплекс на 14,2 %, Інтра Селл – 6,0 %, Фітосубтил – 3,7 %. За садіння 25–27 квітня отримали максимальну урожайність картоплі: у контрольному варіанті вона становила 36,0 т/га, при обробці бульб препаратом Картоплекс урожайність зростає на 15,2 %, Інтра Селл – 10,5 %, Фітосубтил – 4,9. Найнижчі показники урожайності відзначено за третього строку садіння: контроль – 32,3 т/га, Картоплекс – 36,2, Інтра Селл – 35,2, Фітосубтил – 33,9 т/га (табл. 4).

**Висновки та пропозиції.** Результати вивчення строків садіння картоплі за використання регуляторів росту засвідчили перевагу садіння ранньостиглого сорту Радомисль 15–17 квітня, середньостиглого сорту Мирослава 25–27 квітня.



Застосування стимуляторів росту рослин позитивно впливало на пролонгацію проходження міжфазних періодів росту і розвитку рослин картоплі, проте в першу чергу залежало від сортових особливостей та термінів садіння.

Таблиця 4

**Вплив регуляторів росту на урожайність картоплі,  
середнє за 2020–2023 роки**

Сорт	Строк садіння	Регулятор росту	Урожайність, т/га	± до контролю
Мирослава	13–15.04	Контроль	35,1	-
		Фітосубтил	36,4	+ 1,3
		Інтра Селл	37,2	+ 2,1
		Картоплекс	40,1	+ 5,0
	25–27.04	Контроль	36,0	-
		Фітосубтил	39,1	+ 3,1
		Інтра Селл	39,8	+ 3,8
		Картоплекс	41,5	+ 5,5
	7–9.05	Контроль	32,3	-
		Фітосубтил	33,9	+ 1,6
		Інтра Селл	35,2	+ 2,9
		Картоплекс	36,2	+ 3,9
НІР <sub>0,5</sub>	В		1,93	
	С		1,28	
	ВС		1,78	
Радомисль	13–15.04	Контроль	25,2	-
		Фітосубтил	30,1	+ 4,9
		Інтра Селл	30,4	+ 5,2
		Картоплекс	31,6	+ 6,4
	25–27.04	Контроль	21,3	-
		Фітосубтил	26,0	+ 4,7
		Інтра Селл	27,2	+ 5,9
		Картоплекс	29,1	+ 7,8
	7–9.05	Контроль	18,0	-
		Фітосубтил	21,9	+ 3,9
		Інтра Селл	22,1	+ 4,1
		Картоплекс	23,2	+ 5,2
НІР <sub>0,5</sub>	В		1,59	
	С		1,17	
	ВС		1,61	

Впровадження регуляторів росту з антистресовою дією у технологію вирощування картоплі мало значний позитивний вплив на врожайність і якість продукції, особливо в умовах негативних кліматичних умов. Результати дослідження свідчать про значний приріст врожаю за застосування регуляторів росту: у сорту Радомисль від 3,9 до 7,8 т/га, Мирослава від 1,3 до 5,1 т/га залежно від строків садіння. Найвищий показник урожайності було зафіксовано: у сорту Радомисль за першого строку садіння (15–17 квітня) та використання Картоплекс – 31,6 т/га;

у сорту Мирослава за другого строку садіння (25–27 квітня) та обробки бульб Катоплексом – 41,5 т/га.

Такий підхід до вирощування картоплі сприятиме підвищенню рівня ефективності виробництва культури, оскільки забезпечить стабільніші врожаї та зменшить ризик втрат від несприятливих факторів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Unal K., Susanti D., Taher M. Polyphenol content and antioxidant capacity in organically and conventionally grown vegetables. *J. Coastal Life Med.* 2014. Vol. 2 (11). P. 864–871. doi.org/10.12980/JCLM.2.201414J52
2. Sharma H. S. S., Fleming C., Selby C., Rao J. R., Martin, T. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J. Appl. Phycol.* 2014. Vol. 26. P. 465–490. doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9
3. Calvo P., Nelson I., Kloeppel J.W. Agricultural uses of plant biostimulants *Plant Soil.* 2014. Vol. 383. P. 3–41 doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8
4. Трембіцька О., Клименко Т., Федорчук С. Вплив регуляторів росту на якість бульб картоплі. Збірник наукових праць ЛОГОС, 2020. С. 93–95. doi.org/10.36074/24.04.2020.v1.33
5. Головатюк Р.Ю., М'ялковський Р.О., Безвіконний П.В. Ефективність використання комплексних мікродобрив і біостимуляторів під час вирощування картоплі в умовах Західного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 119. С. 28–35. doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.4
6. Xu L., Geelen D. Developing biostimulants from agro-food and industrial by-products. *Frontiers in Plant Science.* 2018. Vol. 9. P. 01567 doi.org/10.3389/fpls.2018.01567
7. Kołodziejczyk M., Gwóźdź K. Effect of plant growth regulators on potato tuber yield and quality. *Plant Soil Environ.* 2022. Vol 68 (8). P 375–381. doi.org/10.17221/215/2022-PSE
8. Zarzecka K., Gugała M., Sikorska A., Mystkowska I., Baranowska A., Niewęgłowski M., Dołęga H. The effect of herbicides and biostimulants on polyphenol content of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers and leaves. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 2019. Vol. 18 (1). P. 102–106. doi.org/10.1016/j.jssas.2017.02.004
9. Singh A., Singh Aulakh Ch., Chawla N., Khepar V. Exogenous growth regulators amplify the morpho-physiology, root architecture and dry-matter accumulation in seed potato. *Annals of Applied Biology.* Vol. 184 (1). P. 98–110. doi.org/10.1111/aab.12861
10. Ткачук О.А., Кур'ята В.Г. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі. Монографія. Вінниця : Твори, 2015. 137 с.
11. Поліщук М.І. Вплив позакореневих підживлень біопрепаратами на продуктивність картоплі в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво.* 2022. № 2 (25). С. 83–98. doi.org/10.37128/2707-5826-2022-2-7
12. Брошак І. С., Пида С. В., Бровко О. З., Дзяба Г. М. Вплив норм і способів застосування регулятора росту Вермистим на урожайність і якісні показники картоплі. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2016. № 1. С. 76–81.
13. Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Олійник Т. М. та ін. Картоплярство: Методика дослідної справи. За редакцією А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. 625 с.
14. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко Л. І. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.

UDC 633.854.78.631.5(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.5>

## INFLUENCE OF THE ELEMENTS OF SUNFLOWER CULTIVATION TECHNOLOGY ON YIELD IN POST-HARVEST CROPS UNDER IRRIGATION IN THE SOUTH OF UKRAINE

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

*The article presents the material on the study of sunflower productivity formation in post-harvest crops depending on mineral nutrition under irrigation in the Ssouth of Ukraine. In order to maximize the productivity of sunflower plants in post-harvest crops, it is necessary to develop rational tillage measures, optimal fertilizer doses and an integrated plant protection system.*

*The main objective of the study is to determine the effectiveness of different tillage measures and nutrition background for growing sunflower in post-harvest crops under different precrops on irrigated lands of the southern Steppe of Ukraine.*

*Agroclimatic and soil conditions of the irrigated zone of southern Ukraine allow combining the cultivation of rapeseed for seeds with post-harvest sunflower for oilseeds. Winter rapeseed showed higher productivity in the experiments. The yield of its seeds was 32.6 c/ha, which is 11.7 c/ha more than that of spring rapeseed. The optimal conditions for the growth, development and formation of seeds in sunflower plants are formed when it is grown after the winter rapeseed as a precrop. At a later sowing date after harvesting spring rapeseed, sunflower significantly reduces the yield. Soil tillage systems that were studied in the experiment during the cultivation of sunflower as a post-harvest crop, the best technology was the shallow tillage. In these variants, the seed yield is 12.2–27.3 c/ha, which is 1.2–2.8 c/ha more than in direct sowing. The use of nitrogen-phosphorus fertilizers before sowing sunflower in a dose of N90P90 provided the highest seed yield of 15.9–27.3 c/ha. Compared to the unfertilized control variant and the variant with a dose of fertilizer N45P45, the yield decreased by 45.9 and 48.8% and 19.0–27.0%, respectively. Further increase of the fertilizer dose to N135P135 in the experimental conditions did not lead to an increase in the yield of sunflower seeds. In order to increase the index of irrigated arable land utilization, rise the coefficient of vegetation period utilization and gross production of oilseeds, it is advisable to use winter rape as a precursor for post-harvest sunflower crops.*

**Key words:** sunflower, post-harvest crops, yield, shallow tillage, mineral fertilizers, precursor, winter rapeseed.

### **Минкін М.В. Вплив елементів технології вирощування соняшника на урожайність в післяжнивних посівах при зрошенні в умовах Півдня України**

*У статті викладено матеріал щодо дослідження формування продуктивності соняшника в післяжнивних посівах залежно від мінерального живлення в умовах зрошення півдня України. Для отримання максимальної продуктивності рослин соняшника в післяжнивних посівах необхідно розробити раціональні заходи обробітку ґрунту, оптимальні дози добрив та інтегровану систему захисту рослин.*

*Основна мета дослідження полягає у встановленні ефективності різних заходів обробітку ґрунту, фону живлення при вирощуванні соняшнику в післяжнивних посівах за різних попередників на зрошуваних землях південного Степу України.*

*Агро кліматичні й ґрунтові умови зрошуваної зони півдня України дозволяють сполучати вирощування ріпаку на насіння з післяжнивними посівами соняшника на оліє насіння. Вищу продуктивність в умовах проведення дослідів показав озимий ріпак. Урожайність його насіння склала 32,6 ц/га, що більше, порівняно з ярим на 11,7 ц/га. Оптимальні умови для росту, розвитку і формування насіння у рослин соняшника складаються під час вирощування його після попередника озимий ріпак. За більш пізнього строку посіву після збирання ярого ріпаку соняшник істотно зменшує урожай. Системи обробітку ґрунту, які вивчалися в досліді під час вирощування соняшника, післяжнивною культурою, кращою була технологія з мілким обробітком. У цих варіантах урожайність насіння складає 12,2–27,3 ц/га, що більше, порівняно з прямим посівом на 1,2–2,8 ц/га. Застосування*

*азотно-фосфорних добрив перед посівом соняшника в дозі N90P90 забезпечило саму високу урожайність насіння 15,9–27,3 ц/га. Порівняно з неудобреним контролем і варіантом з дозою добрив N45P45 урожайність зменшилась на 45,9 і 48,8% та 19,0–27,0% відповідно. Подальше збільшення дози добрив до N135P135 в умовах проведення дослідів не приводило до підвищення врожаю насіння соняшника. Із ціллю підвищення індексу використання зрошуваної ріллі, збільшення коефіцієнта використання вегетаційного періоду і валового виробництва олії насіння доцільно використовувати як попередник для післяжнивних посівів соняшника озимий ріпак.*

**Ключові слова:** соняшник, післяжнивні посіви, урожайність, мілка обробка ґрунту, мінеральні добрива, попередник, озимий ріпак.

**Problem statement.** Currently, the most marginal crops are oilseeds, among which sunflower is the leading one. Sunflower seeds and processed products are in demand both on the domestic and foreign markets, and Ukraine is one of the world's leading producers in terms of gross harvest of sunflower seeds.

However, the growth in sunflower seed production was mainly due to an increase in sown areas, instead of the introduction of modern cultivation technologies and irrigation, which would have increased productivity per 1 ha of crop rotation. Since the agricultural sector should develop through intensification, the most important task is to increase the yield of crops, in particular sunflower, by introducing irrigation, less energy-intensive and more productive, soil-protective agricultural practices, high-yielding varieties, and hybrids. In this regard, there is a need to study a set of issues related to optimizing the water-physical condition of dark chestnut soil by improving the measures and depth of tillage in the technology of growing sunflower in post-harvest crops under irrigation in the southern Steppe of Ukraine.

In the South of Ukraine, the problem of increasing sunflower productivity under natural moisture is difficult to solve due to insufficient soil moisture and uneven distribution of precipitation. The southern region's specialization in grain, vegetable, and fodder crops limits the possibility of expanding the area under irrigated oilseeds. At the same time, in irrigated crop rotations after winter and some spring crops, 110–140 days of the growing season with a sum of positive temperatures of 1500–24000 C remain unused. In post-harvest crops, after some cabbage crops, it is possible to grow early ripening varieties and hybrids of sunflower with a growing season of 80–90 days. In order to maximize the productivity of sunflower plants in such crops, it is necessary to develop rational tillage practices, optimal fertilizer doses, and an integrated plant protection system.

**Analysis of recent research and publications.** The analysis of literature sources has shown that sunflower is the main oilseed crop in Ukraine and in the world. Sunflower production is primarily influenced by the yield of hybrids, cultivation technology, logistics of the industry's enterprises and economic mechanisms for setting the market price of finished products. To date, a wealth of experimental material on the favorable impact on plant productivity in specific agro-climatic conditions has been accumulated [1].

Farms in the steppe zone of Ukraine can grow sunflower as a post-harvest crop after harvesting winter rapeseed for green fodder [2].

In Mykolaiv region, the yield of post-harvest sunflower was 14.6 c/ha for 3 years. In Zaporizhzhia district of Zaporizhzhia region, 16.2 c/ha of post-harvest sunflower seeds were obtained. In the US Corn Belt states, sunflower is grown as the second crop after winter wheat, and at the same time, a full-fledged seed crop is obtained [3]. Despite the fact that post-harvest sunflower crops are an important additional reserve for increasing oilseed production, they have not been widely used in southern Ukraine so far, and one of the main reasons that hinder the expansion of such crops is the insufficient study of the elements of agricultural technology for growing sunflower in post-harvest crops [4, 5].

In the frontline, occupied and de-occupied regions of the country, contamination of agricultural land with unexploded ordnance and mines prevails, which poses a deadly threat to Ukrainian farmers during field work. In the southern region of Ukraine, where high crop yields were achieved through irrigated reclamation, damaged irrigation infrastructure needs to be replaced and repaired [6]. This significantly limits the increase in the area under such crops as sunflower. That is why the most effective way for farms of various forms of ownership in the post-war economic conditions to increase the gross harvest of sunflower seeds is to create and accelerate the introduction of new high-performance elements of sunflower cultivation technology with high agro-ecological adaptability to the natural and climatic conditions of the South of Ukraine.

**Task statement.** The main objective of the study is to determine the effectiveness of various tillage measures and nutrition background for growing sunflower in post-harvest crops under different precrops on irrigated lands of the southern Steppe of Ukraine.

The goal was achieved by solving the following tasks:

- analytical review of literature sources and information resources on the peculiarities of sunflower cultivation technology in post-harvest crops on irrigated lands of the southern Steppe of Ukraine;
- studying changes in agrophysical properties and water regime under different soil tillage practices;
- determination of sunflower yields depending on tillage practices and nutrition background under different precrops.

To study these issues on dark chestnut medium loamy soils, a field experiment was conducted according to the following scheme:

factor A – precrop – winter and spring rapeseed for seed;

factor B – tillage and sowing system, which includes:

1 – tillage with a disk harrow + cultivation with KPS-4 to a depth of 4–5 cm + sowing with a SPCH-6 seeder with a row spacing of 70 cm.

2 – surface tillage with a seeder-cultivator SZS – 2.1 with simultaneous sowing to a depth of 4–5 cm with a row spacing of 70 cm.

To clarify the sunflower nutrition regimen, we studied the doses of mineral fertilizers (factor C): no fertilizer; N45P45, N90P90, and N135P135.

The experiment was laid out by the split-plot method in quadruplicate, with the area of the sown plots being 240 m<sup>2</sup> and the area of the control plots being 52 m<sup>2</sup>. The precrops in the experiment are winter rapeseed of the variety Kvynta and spring rapeseed of the variety Mazhor.

The seeds of winter and spring rapeseed were harvested in two ways, mowed into swaths at 35% grain moisture and picked up when the grain dried to 12–15%. The seed yield of winter rapeseed was 32.6 and the seed yield of spring rapeseed – 20.9 c/ha.

Sowing of post-harvest sunflower hybrid Kharkivskiyi-49 was carried out after winter rapeseed in the first decade of July, and after spring rapeseed – in the second decade of July. Before sowing, mineral fertilizers were applied according to the experimental scheme. The sowing was accompanied by the application of Prometryn herbicide (4 kg/ha of the product) to the soil surface and irrigation at a rate of 300 m<sup>3</sup>/ha. During the growing season, the irrigation regime was differentiated. The plant density before harvesting in all variants of the experiment was 60 thousand/ha. Harvesting was carried out by the method of continuous harvesting with a combine harvester “Sampo500” after the winter rapeseed precrop in the third decade of October, and after the spring rapeseed in the second decade of November.

**Summary of the main research material.** The results of the research allow us to identify the effect of various agrotechnical factors (pre-crop, tillage, mineral fertilizers) and their interaction on the accumulation of dry biomass by sunflower plants during the growing season. At the beginning of the growing season, from germination to 2–3 pairs of true leaves, the difference in the accumulation of dry matter by plants in the experimental variants was insignificant, and then significant differences were observed (Table 1).

Table 1

**Dynamics of dry matter accumulation by sunflower plants, c/ha**

Precrop	The system of soil cultivation and sowing	Nutrition background			
		without fertilizers	N45P45	N90P90	N135P135
2–3 pairs of true leaves					
Winter rapeseed	Мілка disking + cultivation + sowing SPC-6	1,0	1,1	1,4	1,2
	direct sowing with SZS-2.1	1,0	1,1	1,3	1,1
Spring rapeseed	Мілка disking + cultivation + sowing SPC-6	0,5	0,6	0,7	0,7
	direct sowing with SZS-2.1	0,5	0,6	0,7	0,8
Flowering					
Winter rapeseed	Мілка disking + cultivation + sowing SPC-6	32,9	57,2	84,2	70,3
	direct sowing with SZS-2.1	31,5	45,9	77,0	60,7
Spring rapeseed	Мілка disking + cultivation + sowing SPC-6	24,7	39,2	60,1	57,7
	direct sowing with SZS-2.1	23,6	34,7	58,1	46,9
Achievements					
Winter rapeseed	Мілка disking + cultivation + sowing SPC-6	43,4	74,9	102,9	89,4
	direct sowing with SZS-2.1	40,1	59,5	87,4	75,1
Spring rapeseed	Мілка disking + cultivation + sowing SPC-6	30,2	47,7	71,2	69,4
	direct sowing with SZS-2.1	29,1	42,4	66,2	56,6

During the period of flowering-ripening of sunflower seeds, the positive effect of shallow tillage and doses of mineral fertilizers on the activity of the production process is visible. By the end of the growing season, plants in the variants with shallow tillage accumulated dry matter by 16% more than in the variant with direct sowing after winter rapeseed as a precrop and by 11% more than after spring rapeseed as a precrop. Fertilizers had a significant impact on the accumulation of dry matter. The dose of N45P45 increased this indicator under conditions of shallow tillage after winter rapeseed by 72%, and after spring rapeseed – by 57%, N90P90 after winter rapeseed by 137%, after spring rapeseed – by 135% and N135P135 by 106 and 129%, respectively. The effectiveness of mineral fertilizers decreases with direct sowing of sunflower.

The most favorable conditions for the accumulation of dry biomass of post-harvest sunflower were observed in the experiment when growing it after winter rapeseed on shallow tillage with N90P90 mineral nutrition. The yield of sunflower seeds varied widely under the influence of the precrop, tillage and doses of mineral fertilizers (Table 2).

Table 2

**Sunflower yield in post-harvest crops depending on precrops, tillage and nutrition background, c/ha**

Precrop	Soil cultivation system, sowing	Nutrition background			
		without fertilizers	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	N <sub>135</sub> P <sub>135</sub>
Winter rapeseed	Міл disking + cultivation + sowing SPC-6	18,7	22,6	27,3	25,4
	direct sowing with SZS-2.1	16,5	20,5	24,5	22,9
Spring rapeseed	Міл disking + cultivation + sowing SPC-6	12,2	14,3	18,2	18,4
	Direct sowing with SZS-2.1	11,0	13,2	15,9	15,8

NIR 0.5 (c/ha):

- for precrops from 0.35 to 0.9;
- for soil cultivation from 0.35 to 0.9;
- for doses of mineral fertilizers from 0.5 to 1.25;
- for the interaction of factors from 1.76 to 4.2.

The analysis of the data showed that sunflower yield decreases when sown at a later date due to the precrop. The yield reduction is significant and amounts to 6.1–9.1 c/ha. The increase in sunflower yield under the winter rapeseed as a pre-crop is due to better solar energy supply to the plants, which contributed to the increase in productivity. The yield of sunflower in variants with shallow tillage was 2.1–2 c/ha higher compared to surface tillage after winter rape and 1.1–2.6 c/ha higher after spring rape.

Fertilizer application on sunflower crops was effective. The increase in oilseed yields from mineral fertilizers was significant and amounted to 2.1–8.6 c/ha. The use of mineral fertilizers in a dose of N45P45 increased the yield by 3.9–4.0 c/ha in the winter rapeseed precrop and by 2.1–2.2 c/ha in spring rapeseed. When increasing the dose of mineral fertilizers to N90P90, the yield increased by 8.0–8.6 c/ha (45.9–48.8%) compared to the unfertilized variant and by 4.0–4.7 c/ha (19–27%) compared to the dose of N45P45 on the winter rapeseed precrop. After spring rapeseed, increasing the dose of mineral fertilizers to N90P90 provided a yield increase of 4.9–6.0 c/ha (44–49%) compared to the control and 2.7–3.9 c/ha (20–27%) compared to the dose of N45P45.

A further increase in doses of mineral fertilizers was not accompanied by an increase in yield. On average, the maximum yield in the experiment of 27.3 c/ha was obtained in the variant with shallow tillage, when fertilizing at a dose of N90P90 with winter rape as a precrop. A more objective assessment of the study of agrotechnical measures of sunflower cultivation is given by determining the yield of oil per hectare of sowing. These indicators were highest during sunflower cultivation with winter rapeseed as a pre-crop, shallow tillage and a dose of mineral fertilizers N90P90 (Table 3).

On average, over the years of research, the oil yield per hectare was 9.5 c/ha. Improvement of crop cultivation technologies should be aimed at improving its quality. The oil content of sunflower seeds is one of the quality indicators. The most objective assessment of the agrotechnical factors of sunflower cultivation in post-harvest crops is given by determining the oil yield per 1 ha of crops. The calculation data of Table 3 show that the highest oil yield in the experiment is provided in those variants where the highest crop yield was observed.

Table 3

**Influence of the elements of sunflower cultivation technology  
in post-harvest crops on oil yield per hectare**

Precrop	Soil cultivation system, sowing	Nutrition background			
		without fertilizers	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	N <sub>135</sub> P <sub>135</sub>
Winter rapeseed	Disking + cultivation + sowing SPC-6	6,5	7,9	9,5	8,6
	Direct sowing with SZS-2.1	5,7	7,1	8,5	7,9
Spring rapeseed	Disking + cultivation + sowing SPC-6	3,8	4,4	5,5	5,5
	Direct sowing with SZS-2.1	3,4	4,0	4,8	4,7

Depending on soil tillage and nutrition background, the largest amount of oil was collected from 1 ha in plots with a winter rapeseed precrop of 5.7–8.6 c. Compared to this pre-crop, when growing sunflower after spring rapeseed, 1.9–3.1 c of oil was harvested per 1 ha. The oil content of sunflower seeds under the influence of the tillage systems studied in the experiment changed slightly. However, the oil yield was still higher in the variants where shallow tillage was performed by 0.4–1.0 c/ha. Mineral fertilizers had a significant impact on the oil yield per 1 ha of sunflower crops. The largest amount of oil, regardless of the pre-crop and soil tillage, was harvested from 1 ha where a dose of N90P90 fertilizer was applied – 5.5–9.5 c/ha, and the smallest on unfertilized variants – 3.4–6.5 c/ha.

Thus, the irrigated hectare achieves the highest productivity, judging by the amount of oil harvested (9.5 c) under the conditions of complex action of the precrop – winter rapeseed, shallow tillage and mineral fertilizers at a dose of N90P90.

**Conclusions.** As a result of the conducted research, the effect and interaction of various agrotechnical factors on sunflower productivity were revealed.

Agro-climatic and soil conditions of the irrigated zone of southern Ukraine allow combining the cultivation of rapeseed for seeds with post-harvest sunflower for oil-seeds. Winter rapeseed showed higher productivity in the experiments. The yield of its seeds was 32.6 c/ha, which is 11.7 c/ha more than that of spring rapeseed. The optimal conditions for the growth, development and formation of seeds in sunflower plants are formed when it is grown after the winter rapeseed as a precrop. At a later sowing date after harvesting spring rapeseed, sunflower significantly reduces the yield. Soil tillage systems that were studied in the experiment during the cultivation of sunflower as a post-harvest crop, the best technology was the shallow tillage. In these variants, the seed yield is 12.2–27.3 c/ha, which is 1.2–2.8 c/ha more than in direct sowing. The use of nitrogen-phosphorus fertilizers before sowing sunflower in a dose of N90P90 provided the highest seed yield of 15.9–27.3 c/ha. Compared to the unfertilized control and the variant with a dose of fertilizer N45P45, the yield decreased by 45.9 and 48.8% and 19.0–27.0%, respectively. Further increase of the fertilizer dose to N135P135 in the experimental conditions did not lead to an increase in the yield of sunflower seeds. In order to increase the index of irrigated arable land utilization, increase the coefficient of vegetation period utilization and gross production of oilseeds, it is advisable to use winter rapeseed as a precrop for post-harvest sunflower crops.

#### REFERENCES:

1. Лівандовський А., Загинайло М. Соняшник 2016: огляд Пропозиція. 2016. № 3. С. 56-60.



2. Минкін М.В. Технологічний проєкт вирощування двох урожаїв олійних культур на рік на одній площі за зрошення в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2021. Вип. 119. С. 61-67.
3. Ревтьо О.Я., Набока В.В. Соняшник в Україні – стан, проблеми, перспективи (оглядова). Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2022. Вип. 128. С. 170-178.
4. Каленська С.М., Зозуля О.Л., Юник А.В., Кліщенко С.В. Технологія вирощування та захисту соняшнику. Київ, 2006. 338 с.
5. Минкіна Г.О. Рівень забур'яненості та врожайності посівів соняшнику залежно від основного обробітку ґрунту Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2021. Вип. 122. С. 85-90.
6. Сидякіна О.В., Гамаюнова В.В. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшнику. Таврійський науковий вісник. 2023. № 131. С. 196–204.
7. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Біоенергетична оцінка агротехнічних факторів за вирощування сої в повторних посівах при зрошенні в умовах півдня України Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2023, Вип. 132. С. 119-124.
8. Козлова О. Продуктивність соняшнику при застосуванні біопрепаратів та стимуляторів росту у технології вирощування на півдні України : автореф. дис. ... канд. с.г. наук. Херсон, 2019. 19 с.

UDC 634.8:632.95:632.51

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.6>

---

## MODERN MEASURES OF CONTROLLING ROOT AND SPROUT WEEDS IN GRAPE AGROPHYTOCENOSSES

---

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

*In modern economic conditions, scientists search for new technological measures for controlling the number of weeds, especially perennial ones, which would be highly effective and low-cost. The purpose of the research is to objectively analyze the effectiveness of technological measures for controlling the development of pink and gray thistle among industrial grape plantations taking into account their characteristics and modern control measures. The most common root and sprout weeds in agrophytocenoses of industrial grape plantations in the south of Ukraine are pink and gray thistles.*

*The initial infestation of vineyards by pink and gray thistles occurs due to seeds, and subsequently the weeds spread extremely rapidly due to the buds formed on horizontal roots. Despite the biological features of growth and development of pink and gray thistles, the structure of their root system, they often create a monospecies community, from which all other species of weed synusia are displaced, and compete quite successfully with grape bushes and many types of weed phytocoenosis for moisture and nutrients.*

*Registration of the number and development of weeds at the end of the stage of grape shoot growth in the areas with fallow land showed that the frequency of spread of pink and gray thistle plants, as part of different biological and cenotic communities, reached 53.1–57.4% with an*

---

average number of 3.4–3.7 pcs./m<sup>2</sup>, which developed along the axis of a row of bushes and a protective strip. The cultivation of intercrops, winter rye and sour sorrel in the row spacing of grapes causes qualitative and quantitative changes in the formation of species composition, the number and development of weeds, including perennial weeds – pink and gray thistle. In the sectors of row spacing free from intercrops, along the axis of the row of bushes and the protective strip, the development of pink and gray thistle does not differ significantly from similar processes in the area with fallow land.

It was found that traditional control measures are ineffective because they do not ensure complete removal of weeds and require large expenditures of material and financial resources. The most promising for reducing costs and achieving maximum efficiency in the fight against pink thistle is the integrated application of agrotechnical, phytocoenological and chemical measures, with the obligatory consideration of the biological characteristics of the weed development.

**Key words:** segetal vegetation, weediness, herbicides, analysis of the effectiveness of technological measures, winter rye, sour sorrel, plant cultivation measures, pink thistle, gray thistle.

### **Минкіна Г.О. Сучасні заходи боротьби з коренепаростковими бур'янами в агрофітоценозах винограду**

В сучасних умовах господарювання ведеться пошук нових технологічних заходів контролю чисельності бур'янів, особливо багаторічних, які були б високоєфективними та маловитратними. Метою проведення досліджень є об'єктивний аналіз ефективності технологічних заходів контролю розвитку осоту рожевого та сивого серед промислових насаджень винограду враховуючи їх особливості та сучасні заходи боротьби. Найбільш розповсюдженими коренепаростковими бур'янами в агрофітоценозах промислових насаджень винограду на півдні України є осот рожевий та сивий.

Початкове проникнення осоту рожевого та сивого на виноградники забезпечує насіння, а в наступному забур'яненість поширюється надзвичайно швидкими темпами завдяки брунькам, що формуються на горизонтальних коренях. Не дивлячись на біологічні особливості росту та розвитку осотів рожевого та сивого, будову їх кореневої системи, вони дуже часто створюють моно видове угруповання, звідки витісняються всі інші види синузії бур'янів, досить успішно конкурують з виноградними куцями та багатьма видами фітоценозу бур'янів за вологу та поживні речовини.

Обліки чисельності та розвитку бур'янів, проведені в кінці фази ріст пагонів винограду, на ділянках, ґрунт яких утримувався у стані чорного пару показали, що частота поширення рослин осоту рожевого та сивого, у складі різних біолого-ценотичних угруповань досягала 53,1–57,4% з середньою чисельністю 3,4–3,7 шт./м<sup>2</sup>, які розвивалося по осі ряду куців та захисної смуги. Вирощування в міжряддях винограду проміжних культур, озимого жита і щавлю кислого, зумовлює якісні та кількісні зміни у формуванні видового складу, чисельності і розвитку бур'янів, у тому числі і багаторічних – осоту рожевого та сивого. В секторах міжрядь, вільних від проміжних культур, по осі ряду куців та захисної смуги, розвиток осоту рожевого та сивого суттєво не відрізняються від аналогічних процесів на ділянці, що утримувалася постійно у стані чорного пару.

Встановлено, що традиційні заходи контролю малоєфективні тому що не забезпечують повного видалення бур'янів, потребують великих витрат матеріальних та фінансових ресурсів. Найбільш перспективним для скорочення витрат та досягнення максимальної ефективності в боротьбі з осотом рожевим являється комплексне застосування агротехнічних, фітоценологічних та хімічних заходів, з обов'язковим урахуванням біологічних особливостей розвитку бур'яну.

**Ключові слова:** сеgetальна рослинність, забур'яненість, гербіциди, аналіз ефективності технологічних заходів, озиме жито, щавель кислий, заходи культивування насаджень, осот рожевий, осот сивий.

**Problem statement.** In the centuries-long history of agriculture, the problem of finding effective measures to regulate the number of weeds has always been one of the most pressing, never stopped being topical. On the long path of searching, the first and most rational invention was the transition from manual labor to the use of animal traction in the process of tillage and weed control. Subsequently, the plow was introduced to farming practices, and its widespread use allowed for more effective control

of the development and reduction of perennial weeds. Today, under modern economic conditions, scientists search for new technological measures for controlling the number of weeds, especially perennial ones which would be highly effective and cost-efficient.

**Analysis of recent research and publications.** The analysis of literature sources showed that industrial grape plantations are created within 4–5 years and cultivated in one place for 25–30 years or more. During this time, specific segetal vegetation is formed among the grape plantations, for the control of which certain measures are applied. The implementation of them causes large expenditures of financial and material resources, negatively affecting the efficiency of viticulture [1,2].

The species composition of perennial weeds that infest vineyards includes root and rhizome, creeping, taproot, corm and bulb weeds. All of them are represented among vineyards by a different number of species and occupy their own, clearly defined niche. Perennials include about 260 species, including ornamental plants, honey plants, and nuisance weeds. The group of root and sprout weeds is particularly diverse, with thistle as a typical representative, which is characterized by high expansion and resistance to specially targeted control measures due to the structure of its root system [3,4]. Two plants that are very similar in biological and morphological characteristics are pink thistle (*Cirsium arvense*) and gray thistle (*Cirsium incanum* Fisch), are weeds in vineyards. Gray and pink thistles are widespread among many agricultural crops, which differ in the structure and development of the root system, partly in phenology, and in the response to measures for controlling their presence among perennial plantations. The biological and morphological characteristics of pink and gray thistles do not prevent their joint development and their being extremely competitive and harmful to grape plantations [5]. Snihovyi V.S., Maliarchuk M.P., Sidenko V.P., state that for the formation of 3–4 t/ha of green mass, thistles take out 70–80 kg of nitrogen, 50–55 kg of phosphorus, and 80–85 kg of potassium from the soil and about 2400–3200 m<sup>3</sup> of soil moisture reserves, which would be quite enough to obtain 8–9 t/ha of high quality grape berries [7]. According to O.O. Ivashchenko, deep penetration of the root system of pink thistle into the soil and the presence of a large number of buds on it complicate the use of traditional measures for controlling the development of pink thistle, significantly reducing their effectiveness. The gray thistle is more vulnerable to mechanical destruction, but this requires deep plowing, which is quite costly in vineyards, and can also damage a significant part of the roots of grapes, and its effectiveness in reducing the number of weeds does not exceed 7–10% [8].

The study of this issue is very important today, as the hostilities result in damage to the soil by tanks and other heavy military equipment. The land needs to be restored, including reclamation and leveling of the earth's surface [9].

In addition, in the de-occupied territories, weed control measures in grape plantations were insufficient or not carried out at all. Therefore, the study of the impact of technological measures to control the presence of pink and gray thistle among industrial grape plantations in the current conditions of the South of Ukraine is undoubtedly a topical issue that requires further scientific substantiation.

**Task statement.** The main tasks that were set are:

- to study the effect of weed control measures on biological communities of weeds in grape agrophytocenoses;
- to determine the impact of technological control measures on the dynamics of weeds/thistle population in industrial grape plantations.

The aim of the study is to perform objective analysis of the effectiveness of technological measures for controlling the development of pink and gray thistle among

industrial grape plantations, taking into account their characteristics and modern control measures.

**Presentation of the main research material.** The study of the peculiarities of the development and formation of the number of pink thistle plants, depending on the measures for regulating the number and development of weeds, was carried out on the plantations of the Bianca variety, laid out according to the scheme of 3x1.25 m. The plants of the experimental plot were formed by a two-tier cordon with a bole height of 1.2 m. The study of the dynamics of formation of the number and mass of pink thistle in vineyards was carried out in the areas with soil maintenance under the current technology of fallow land (control) and winter rye and sour sorrel crops with periodic mowing. The grown green mass of intercrops (winter rye and sour sorrel) was left on the soil surface as mulch.

Studies have shown that two plants that are very similar in biology and morphological characteristics are pink thistle (*Cirsium arvense*) and gray thistle (*Cirsium incanum* Fisch), with a ratio of 1:3. The gray thistle is distinguished by a strong white-felted pubescence of leaves and stems. Plants of pink thistle are almost bare or have slightly cobweb-like moss. In addition to external morphological features, these two species differ in the structure and predominant development of the root system. In pink thistle, the depth of penetration of the root system reaches 4–6 m, and in areas with a shallow water table of 30–50 cm it does not reach the level of groundwater. The bulk of gray thistle roots mainly develop in the 30–50 cm soil layer.

The initial penetration of pink and gray thistles into vineyards is provided by seeds, and in the future the weeds spread extremely quickly due to the buds formed on horizontal roots. Despite the biological characteristics of the growth and development of pink and gray thistles, the structure of their root system, they often create a monospecies grouping, from which all other species of weed synusia are displaced, and compete quite successfully with grape bushes and many types of weed phytocoenosis for moisture and nutrients. Soil temperature is the regulator of germination of the vast majority of weeds in vineyards, especially thistles.

Therefore, during the calendar year, three periods of formation of segetal communities with the participation of thistles are conditionally distinguished in vineyards with fallow lands: 1) spring, after the temperature passes through +5°C; 2) during the active vegetation of grape bushes; 3) autumn-winter, which begins after the harvest of berries, includes the winter period and continues until the air temperature passes through +5°C in spring. These periods differ in environmental (timing, thermal and water conditions, solar insolation, etc.) and phytocoenotic conditions (lack of competition from grapes, very little shading). Under these objective circumstances, weed communities, the so-called chronosynusia, are formed differing in species composition and number. This development of segetal vegetation is also facilitated by the lack of appropriate measures for controlling weed infestation during this time, which results in the formation of a large number of weeds in the period from the end of the vegetation of the bushes of the previous year to the beginning of the growth stage of grape shoots in the spring of the next year (Table 1).

Every year, at the initial stage of grape development, the composition of biological and cenotic weed communities includes many species, in which the proportion of perennial plants ranges from 19.7–28.2%, depending on the terms of cultivation of plantations, stocks of vegetative reproduction organs and technological measures for controlling the number and development of segetal vegetation. In addition, the number and timing of perennial weeds depends on environmental conditions, including water and thermal conditions, and solar energy intake.

Table 1

**Effect of weed control measures on biological communities of weeds  
in grape agrophytocenoses (the stage of grape sap flow, % to the number  
of species of biological and phytocoenotic community)**

Plantation weed control measures	Biological communities of weeds					
	1	2	3	4	5	6
chemical and mechanical, control	28,3	31,6	-	9,3	11,1	19,7
cultivation of sour sorrel in the row spacing of grapes	22,1	15,4	-	17,8	16,5	28,2
cultivation of winter rye in the row spacing of grapes	15,4	17,3	-	20,7	19,0	27,6

*1 – ephemerals; 2 – early spring; 3 – late spring; 4 – wintering; 5 – optional and true biennials; 6 – perennials.*

Every year, at the initial stage of grape development, the composition of biological and cenotic weed communities includes many species, in which the proportion of perennial plants ranges from 19.7–28.2%, depending on the terms of plantation cultivation, stocks of vegetative reproduction organs and technological measures for controlling the number and development of segetal vegetation. In addition, the number and timing of perennial weeds depends on environmental conditions, including water and thermal conditions, and solar energy intake.

Under satisfactory water and heat conditions, pink and gray thistles appear in vineyards in autumn, spring, and throughout the summer growing season. Late autumn thistle seedlings develop to the 2–3 leaf stage and die with the onset of frost. August thistle seedlings are more resistant to unfavorable wintering conditions, especially if they developed under satisfactory water and thermal conditions. In spring, the first seedlings of pink and gray thistles appear from seeds caused by the high temperature of the upper 0–3 cm soil layer with a number of about 9–12 pcs./m<sup>2</sup>. In terms of calendar time, the emergence of seedlings from the seeds of pink and gray thistles, the subsequent formation of leaf rosettes coincides with the stage of grape sap flow. Due to the unstable weather conditions of this period, pink and gray thistles, having formed a rosette of leaves with a diameter of 2–3 cm, grow and develop very slowly.

The subsequent removal of cut shoots from the vineyard rows, the first tillage and the application of Roundup herbicide locally, along the axis of the row of bushes, along with other types of weeds, destroys almost all young plants of pink and gray thistles that started developing from seeds. New seedlings of pink and gray thistle, from the buds of perennial rhizomes, begin their growth much later, after reaching a temperature of 8–10°C at a depth of 20–30 cm, and most often observed at the end of the third decade of April or in the first decade of May, which almost coincides with the beginning of the growth stage of grape shoots. The delay in the beginning of the development of thistle rhizomes excludes the phytotoxic effect of the applied herbicide, as a result of which these plants determine their number in the weed community and potential harmfulness.

At the initial stage, the development and formation of multi-tiered rosettes of pink and gray thistle is slow, but later, with the improvement and stabilization of the thermal regime, it is significantly accelerated, which contributes to the intensive formation of aboveground vegetative mass of plants. The beginning of the intensive growth and development of pink and gray thistles coincides with the beginning of the grape berry growth stage and continues until the end of the harvest ripening, and very often

after harvesting. The intensive growth and development of thistles is also facilitated by the absence of weeds, or their small number, which reduces competition for mineral resources, moisture, and solar energy.

Registration of the number and development of weeds conducted at the end of the stage of grape shoot growth in the areas with fallow land showed that the frequency of spread of pink and gray thistle plants in different biological and cenotic communities reached 53.1–57.4% with an average number of 3.4–3.7 pcs/m<sup>2</sup>, which developed along the axis of a row of bushes and a protective strip.

Outside of this sector, the number of pink and gray thistle plants did not exceed 1–2 pcs/m<sup>2</sup>, which were suppressed in development due to regular mechanical destruction of rosettes in the process of soil cultivation in this sector of row spacing. The difference in the number of pink and gray thistle plants is also due to different depths of tillage, which is shallower in the sector of the axis of the row of bushes and deeper beyond it. The conditions in different sectors of the row spacing also change the frequency of pink and gray thistles. Along the axis of the row of bushes and the protective strip, pink thistle plants prevailed in number and development. The frequency of spread of gray thistle plants did not exceed 23–27% with the number of 1–2 pcs/m<sup>2</sup>, in the form of rosettes of 3–5 leaves depressed in development (Table 2).

Table 2

**Influence of technological control measures on the dynamics of weeds/thistle in industrial grape plantations**

Technological measures for weed control	Dynamics of the number of weeds/sedge, pcs/m <sup>2</sup>					Average number of weeds/thistle pcs/m <sup>2</sup>
	stages of grape growing season					
	1	2, 3	4	5	6	
chemical and mechanical	42,6/3,7	16,2/2,9	12,6/2,7	8,3/2,5	23,1/2,8	23,9/2,7
cultivation of sour sorrel	51,2/3,4	48,3/5,5	27,5/3,6	20,7/3,4	31,4/3,3	37,8 /3,8
growing winter rye	27,4/2,9	49,5/2,1	31,5/2,0	18,5/2,3	27,2/2,3	31,0/2,3

The lower number of gray thistle and its inhibited development are due to the predominant development of the root system in a highly compacted horizon of 0–30 cm, the rapid formation of moisture deficit in this soil layer, and the increased competition for moisture consumption by grapes and other weed species. Pink thistle is more adapted to unfavorable growing conditions among grapes, so it develops more quickly, and already in the middle of the berry growth stage it forms a stem 35–40 cm high, and by the end of the stage it increases to 60–75 cm. With an average number of pink thistle plants in the range of 2.5–2.7 pcs/m<sup>2</sup>, during the growth-ripening stage of berries, its vegetative mass reaches 250–270 g/m<sup>2</sup>.

The general tendency of pink thistle development and growth of its number in the second half of the growing season is determined by soil moisture conditions. With sufficient moisture reserves, the number of thistle plants increases due to sprouting from seeds and underground rhizomes.

The cultivation of intercrops, such as winter rye and sour sorrel, between grape rows causes qualitative and quantitative changes in the species composition, number and development of weeds, including perennial weeds such as pink and gray thistles.

Changes in the number, intensity of development and formation of the vegetative mass of thistle plants, their share in the formation of total weediness were observed only within the local area occupied by intercrops. Depending on the biological characteristics of the grown intermediate crops, their influence on the formation of the number and development of pink and gray thistles differed in time and consequences.

Sour sorrel, in the first half of the year after sowing, develops and increases the vegetative mass of leaves very slowly, and therefore has almost no significant effect on the development of pink and gray thistle seedlings at this time. This is also facilitated by the soil cultivation regime of this area, its temporary absence. Due to this, pink and gray thistles, at the initial stage of the joint vegetation, increase their number, successfully competing with sour sorrel, often outstripping it in development. Intensive growth of sour sorrel leaves mass, formation of its significant area begins in the second half of the grape growing season, but acute soil moisture deficit negatively affects plants, which limits its influence on the growth, development and formation of the vegetative mass of pink and gray thistle.

The conditions for the development of pink and gray thistle in the environment of winter rye also depend on many factors, such as sowing time, soil moisture reserves, temperature, plant density and development. Under optimal environmental conditions, winter rye seeds germinate 6–8 days after sowing. In autumn, seedlings of pink and gray thistles appear mainly from seeds, and in the environment of winter rye they start developing later, on average by 3–5 days, and form a rosette with 2–3 leaves with a diameter of 1–3 cm and a number of 3.1–2.9 pcs/m<sup>2</sup>. Further development of thistle seedlings is determined by the condition of winter rye. In the presence of 600–650 well-developed winter rye plants, the intensity of solar energy flow in their environment decreases to minimum values, as a result of which thistle seedlings stop growing and die in winter. With a lower density of winter rye plants or their depressed state, the growing conditions of a significant part of thistle seedlings are significantly improved, resulting in an increase in the area of the rosette leaves, a greater mass of roots, and a greater depth of their penetration into the soil. Most of these plants can withstand unfavorable wintering conditions and replenish the thistle population in the following spring.

Thus, the vegetation of pink and gray thistle plants can last for almost 9 months, which allows them to achieve maximum development, ensure maximum seed productivity, and replenish the nutrient reserves of perennial rhizomes during this time.

**Conclusions.** Thus, as a result of the conducted research, it was found that modern agrotechnical measures for controlling pink and gray thistle are mainly based on the depletion of the root system by systematically cutting the rosettes of the weed to prevent the formation of a rosette of leaves on the soil surface. For this purpose, the vineyard soil is traditionally kept fallow, with multi-depth tillage during the grape growing season. However, even after the full implementation of such agrotechnical measures, it is not possible to completely destroy the well-developed root system of pink thistle, and the measure requires large expenditures of man-made energy. In this regard, a radical reassessment of technological measures for controlling the number and development of pink and gray thistles is needed. The most promising for reducing costs and achieving maximum efficiency in the fight against pink thistle is the integrated application of agrotechnical, phytocoenological and chemical measures, with the obligatory consideration of the biological characteristics of the weed development.

**REFERENCES:**

1. Власов В. В., Штирбу А. В., Буласва Ю. Ю. Сучасний стан і тенденції розвитку галузі виноградарства України. Виноградарство і виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Одеса: ННЦ “ІВіВ ім. В. Є. Таїрова”, 2016. – Вип. 53. С. 62–67.
  2. Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О. Режими краплинного зрошення винограду та їх ефективність. Агробіологія. Біла Церква, 2021 № 2(167). С. 183–192.
  3. Сторчоус І. М. Осот рожевий: особливості поширення та методи контролю. – Агроном. – 2017. – С. 54–61.
  4. Минкіна Г.О. Вдосконалення елементів технології культивування промислових насаджень винограду залежно від умов вологозабезпечення, Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2021, Вип. 119. С. 67–73.
  5. Дімчев В. З чого почати закладання виноградику? Пропозиція. 2017. № 1. С. 134–136.
  6. Зеленянська Н.М. Наукове обґрунтування та розробка сучасної технології вирощування садивного матеріалу винограду. Автореф. Дис. доктора с.г. наук. Одеса, 2015. – 48 с.
  7. Сніговий В.С., Малярчук М.П., Сіденко В.П. Осот рожевий та інші багаторічні бур'яни і боротьба з ними на півдні України. – Херсон.: Айлант, 2001. – 12 с.
  8. Іващенко О.О. Особливості реакції рослин на індуковані стреси і наукове обґрунтування способів захисту посівів від бур'янів: автореф.дис. докт.с.х.наук / О. О. Іващенко. – К., 2015. – 46 с.
  9. Шевченко І.В., Минкін М.В. Минкіна Г.О. Енергоємність сучасної технології вирощування винограду та основних сільськогосподарських культур. Агробіологія. Біла Церква, 2020. Вип.№ 1(157). С. 192–200.
  10. Шевченко І.В., Минкіна Г.О. Історія і майбутнє виноградарства на малопродуктивних землях лівобережного Нижньодніпров'я. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон, 2020. Вип. 73. С. 123–128.
-



УДК 633.854.54:631.67(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.7>

## ВПЛИВ ПЛОЩІ ТА ФОНУ ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЛОМИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗА ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**Минкіна Г.О.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Минкін М.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу площі та фону живлення на урожайність соломи льону олійного за зрошення в умовах півдня України.

Метою досліджень було встановити зміну архітекtonіки рослин і урожайність соломи льону олійного в технології його вирощування при зрошенні дощуванням.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень передбачались такі завдання: визначення впливу різних площ і фонів живлення на ріст і урожайність соломи при вирощуванні льону олійного у південному регіоні України за зрошення.

При спостереженні за лінійним ростом рослин льону олійного по фазах розвитку встановлено, що найменша висота рослин була в фазі «ялинки», а до фази цвітіння вона збільшується і досягає свого максимуму при дозріванні.

Так, у варіантах з шириною міжрядь 15 см цей показник в фазу цвітіння, в середньому по досліді, становив 46,4 см, що на 0,8 см менше в порівнянні з ділянками де ширина міжрядь 30 см.

При звуженні міжрядь від 30 до 15 см висота рослин льону, зменшується. Незалежно від фону живлення, при вирощуванні льону з міжряддям 15 см, в фазу дозрівання, цей показник становив 56,6 см, що менше на 1,3 см в порівнянні з варіантами, де льон вирощували з міжряддям 30 см.

Застосування азотно-фосфорних добрив на посівах льону супроводжувалось збільшенням висоти рослин. При дозріванні льону олійного, коли закінчені ростові процеси, максимальна висота рослин – 61,0–62,7 см зафіксована в умовах застосування добрив дозою  $N_{120}P_{120}$ .

Наші дослідження показали, що фактори, які вивчалися в умовах проведення досліді чинили позитивний вплив на урожайність соломи олійного льону.

Мінімальний урожай був сформований у варіантах неудобраного контролю – 19,0–19,1 ц/га. Застосування одинарної дози добрив в умовах проведення досліді сприяло збільшенню врожайності соломи на 4,5–5,3 ц/га, а на варіантах подвійної дози урожайність соломи збільшувалась на 5,7–6,0 ц/га порівняно з варіантами без добрив та на 0,7–1,2 ц/га порівняно з варіантами де застосовували одинарну дозу добрив.

Агро кліматичні умови південного степу України дозволяють отримувати високі врожайі соломи льону межеумка за рахунок оптимальної площі і фону мінерального живлення рослин.

В умовах проведення дослідів надійним шляхом підвищення продуктивності льону олійного є удосконалення технології його вирощування, яка повинна базуватися на екологічно ефективних рівнях її інтенсифікації, зокрема збалансованої системи удобрення на фоні оптимального способу посіву.

Для формування врожаю соломи на рівні 25,1 ц/га, льон олійний необхідно висівати звичайним способом з міжряддям 15 см. Мінеральні добрива при цьому вносити з розрахунку  $N_{120}P_{120}$ .

Зміна кліматичних умов півдня України, негативний вплив воєнних дій на ґрунти потребує подальших досліджень елементів технології вирощування льону олійного за зрошення.

**Ключові слова:** льон олійний, фон живлення, спосіб посіву, зрошення, висота рослин, солома, урожайність.

***Myunkina G.O., Myunkin M.V. The effect of area and nutrition background on the yield of linseed straw under irrigation in the conditions of Southern Ukraine***

*The article presents the results of studies on the influence of the area and background nutrition on the yield of linseed straw under irrigation in the conditions of southern Ukraine.*

*The purpose of the research was to determine the change in plant architecture and the yield of linseed straw in the technology of its cultivation under sprinkler irrigation.*

*To achieve the set goal, the research program included the following tasks: determination of the influence of different areas and feeding backgrounds on the growth and yield of straw when growing linseed in the southern region of Ukraine under irrigation.*

*When observing the linear growth of linseed plants by development phase, it was found that the lowest plant height was in the «herringbone» phase, and it increases before the flowering phase and reaches its maximum at ripening.*

*So, in variants with a row width of 15 cm, this indicator in the flowering phase, on average according to the experiment, was 46.4 cm, which is 0.8 cm less compared to areas with a row width of 30 cm.*

*When the row spacing is narrowed from 30 to 15 cm, the height of flax plants, on the contrary, decreases. Regardless of the nutrition background, when growing flax with a row spacing of 15 cm, in the ripening phase, this indicator was 56.6 cm, which is 1.3 cm less compared to the options where flax was grown with a row spacing of 30 cm.*

*The use of nitrogen-phosphorus fertilizers on flax crops was accompanied by an increase in plant height. At the ripening of linseed, when the growth processes are finished, the maximum height of the plants – 61.0–62.7 cm was recorded under the conditions of application of fertilizers with a dose of  $N_{120}P_{120}$ .*

*Our research showed that the factors studied in the conditions of the experiment had a positive effect on the yield of linseed straw.*

*The minimum yield was formed in variants of unfertilized control – 19.0–19.1 t/ha. The use of a single dose of fertilizers in the conditions of the experiment contributed to an increase in the yield of straw by 4.5–5.3 t/ha, and in the double-dose options, the straw yield increased by 5.7–6.0 t/ha compared to the options without fertilizers and 0.7–1.2 c/ha compared to options where a single dose of fertilizers was used.*

*The agro-climatic conditions of the southern steppe of Ukraine make it possible to obtain high yields of mezeumka flax straw due to the optimal area and the background of mineral nutrition of plants.*

*In the conditions of conducting experiments, a reliable way to increase the productivity of oil flax is to improve the technology of its cultivation, which should be based on ecologically effective levels of its intensification, in particular, a balanced fertilization system against the background of the optimal method of sowing.*

*For the formation of a straw crop at the level of 25.1 c/ha, linseed must be sown in the usual row method with a row spacing of 15 cm. At the same time, mineral fertilizers should be applied at the rate of  $N_{120}P_{120}$ .*

*The change in the climatic conditions of the south of Ukraine, the negative impact of military actions on the soil requires further research into the elements of the technology of growing oil flax under irrigation.*

**Key words:** *linseed oil, nutrition background, sowing method, irrigation, plant height, straw, productivity.*

**Постановка проблеми.** Завданнями сучасного землеробства є найбільш продуктивне використання всіх сільськогосподарських угідь для отримання високих і сталих врожаїв, створення необхідних умов для систематичного відтворення і підвищення родючості ґрунту, раціональне використання природних і виробничих ресурсів, з урахуванням оптимізації водного і поживного режимів, охорони ґрунту і навколишнього середовища в цілому.

Серед вирощуваних на Україні сільськогосподарських культур важливе місце займає льон олійний. Культура льону олійного дає не тільки олієнасіння, високобілковий корм для тварин, а і волокно для текстильної промисловості, клоччя і матеріал для будівельних плит.

На сьогодні спостерігається тенденція до збільшення споживання природних, більш безпечних та відновлювальних ресурсів, посиленням уваги до екологічної

безпеки та утилізації відходів. Прикладами такої сировини є целюлоза та натуральні волокна рослинного походження. Безумовною перевагою їх є гігієнічність, дешевизна, цінні технологічні властивості, поєднуваність із іншими матеріалами, швидка деструкція, відновлюваність [1].

Соломка / треста / олійного льону придатна для переробки на клоччя і коротке волокно. З цього волокна виготовляють грубі тканини, мішковину, брезент, шпагат а з клоччя – пакувальні тепло-ізоляційні матеріали. Особливо актуально це зараз коли у державі йде війна. Із грубого волокна льону олійного виготовляють маскувальні сітки для захисту військової техніки.

Дослідження впливу площі та фону живлення на урожайність соломи льону олійного за зрошення в умовах півдня України є беззаперечно актуальним і становлять інтерес для сільськогосподарського та промислового виробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У літературі щодо питання вивчення елементів технології вирощування льону олійного існують різні рекомендації.

Багатий світовий досвід свідчить, що займатися комплексною переробкою соломи льону олійного є економічно доцільно. Тому важливим і актуальним завданням є використання усього потенціалу закладеного природою в цю рослину – насіння, волокна, та відходів їх переробки [1].

Одним із основних факторів зовнішнього середовища, здійснюючих вплив на ріст і розвиток рослин, є застосування мінеральних добрив. Надходження поживних речовин в рослини в онтогенезі і використання їх поряд з продуктами фотосинтезу в процесі обміну речовин визначає умови формування урожаю сільськогосподарських культур і його якість [2].

Льон олійний порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами вирізняється невеликим використанням поживних речовин на формування врожаю, але через відносно короткий період вегетації для нормального росту і розвитку потребує високого вмісту у ґрунті елементів живлення в легкодоступній формі. Численними дослідженнями вчених доведено зростання продуктивності льону від внесення мінеральних добрив [3].

В умовах півдня України на темно-каштанових середньо суглинкових ґрунтах дослідження показали, що внесення  $N_{30}$  на фоні РК добрив урожайність насіння суттєво зросла до неудобреного контролю (на 13,1–29,9 %), а збільшення на фоні  $N_{30}$  доз як Р, так і К добрив незначно вплинуло на цей показник. Із збільшенням дози азоту до  $N_{60}$  приріст коливався в межах 36,4–39,2 %. Максимальну врожайність насіння було отримано на фоні живлення розрахункової дози – 1,6 т/га. Найбільший урожай льоносоломки отримали за внесення розрахункової дози добрив – 3,64 т/га. Аналогічно змінювався і врожай всього волокна льону олійного з 1 гектара. Максимальним (0,79 т/га) він був на фоні застосування розрахункової дози, що більше за перевищило контроль на 64,6%, тоді як на інших фонах живлення він коливався в межах 0,57–0,74 т/га. Також застосування мінадобрив підвищило збір олії та протеїну з одиниці площі [4,5].

Важливим та недостатньо вивченим фактором, що впливає на продуктивність рослин льону олійного, є спосіб посіву, яким обумовлюється розміщення рослин на території і значним чином визначає умови ґрунтового і повітряного живлення. У різних зонах нашої країни та за кордоном вченими рекомендовано різні площі живлення однієї рослини льону межуєму.

Розповсюджена думка про те, що кращим способом посіву зернових та інших культур є розміщення насіння по одному на площі живлення у вигляді квадрата.

Разом з тим є відомості, які свідчать про те, що при більш щільному розміщенні насіння сходи льону з'являються раніше [6,7,8,9].

Серед вітчизняних авторів не має єдиної думки про переваги одного із способів посіву льону.

**Постановка завдання.** Завданням досліджень було визначення впливу площі живлення на ріст та урожайність соломи льону олійного, виявити реакцію рослин льону олійного на рівень мінерального живлення і встановити оптимальну дозу застосування мінеральних добрив за зрошення на півдні України.

Дослідження проводили на темно-каштанових середньо суглинкових слабо осолонцьованих ґрунтах.

У схему двофакторного дослідження були включені наступні варіанти:

Фактор А – ширина міжрядь:

1. 15 см;

2. 30 см.

Фактор В – фон живлення:

1. Без добрив.

2.  $N_{60}P_{60}$ .

3.  $N_{120}P_{120}$ .

Повторність в досліді чотирьох разова.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Головним завданням при виборі площі та фону живлення є створення таких умов, які б більшою мірою відповідали вимогам, що є оптимальними для рослин. Щоб розробити обґрунтовані агротехнічні рекомендації для одержання високих врожаїв соломи льону олійного в проведених досліді вивчалась динаміка висоти рослин льону олійного у зв'язку з площею та фоном живлення (табл. 1).

Таблиця 1

**Динаміка висоти рослин льону олійного у зв'язку з площею та фоном живлення, см**

Ширина міжряддя (см)	Фон живлення	Фаза розвитку рослини			
		«ялинка»	бутонізація	цвітіння	дозрівання
15	Без добрив	8,0	28,2	43,1	47,5
	$N_{60}P_{60}$	8,1	30,4	45,9	59,6
	$N_{120}P_{120}$	8,2	31,0	50,3	62,7
30	Без добрив	8,2	26,0	39,1	51,9
	$N_{60}P_{60}$	8,3	34,3	47,2	59,3
	$N_{120}P_{120}$	8,3	37,9	50,6	61,0

При спостереженні за лінійним ростом рослин льону олійного по фазах розвитку встановлено, що найменша висота рослин була в фазі «ялинка», а до фази цвітіння вона збільшується і досягає свого максимуму при дозріванні.

Висота рослин льону у фазу «ялинка» не має істотних відмінностей за варіантами досліді. Дія досліджуваних факторів починає проявлятися з фази бутонізації і, особливо помітна, до кінця вегетації.

Так, у варіантах з шириною міжрядь 15 см цей показник в фазу цвітіння, в середньому по досліді, становив 46,4 см, що на 0,8 см менше в порівнянні з ділянками де ширина міжрядь 30 см.

При звуженні міжрядь від 30 до 15 см висота рослин льону зменшується. Незалежно від фону живлення, при вирощуванні льону з міжряддям 15 см, в фазу дозрівання, цей показник становив 56,6 см, що менше на 1,3 см в порівнянні з варіантами, де льон вирощували з міжряддям 30 см.

Застосування азотно-фосфорних добрив на посівах льону супроводжувалось збільшенням висоти рослин. В фазу «ялинки» висота рослин льону, в залежності від фону живлення, змінюється незначно. Але уже в фазу цвітіння чітко проявляється позитивний вплив добрив на лінійний ріст рослин. При застосуванні добрив в дозі  $N_{60}P_{60}$  і  $N_{120}P_{120}$  рослини збільшувалися в середньому відповідно на 2,8–8,1 і 7,2–11,5 см в порівнянні з неудобреними варіантами. При дозріванні олійного льону, коли закінчені ростові процеси, максимальна висота рослин – 61,0–62,7 см зафіксована в умовах застосування добрив дозою  $N_{120}P_{120}$ .

Формування врожаю – це складний продукційний процес, який визначається генетичною програмою рослини із зовнішніми умовами. Щоб забезпечити високий урожай, необхідно мати повну інформацію про всю багатогранність дії окремих чинників і їх взаємодію, що беруть участь у рості і розвитку рослин, вміти передбачати реакцію рослин на них. Величина врожаю визначається такими процесами як фотосинтез, ріст і розвиток, повітряний, водний і тепловий режими, мінеральне живлення, структура рослин, архітектоніка посіву.

Льон олійний культура, у якій крім основної продукції (олієнасіння) господарсько цінною є і солома. Її використовують в різних галузях народного господарства.

У польовому досліді проведений суцільний облік врожаю льоносоломи, а його дані представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Урожайність соломи льону олійного в залежності від площі та фону живлення, ц/га**

Фон живлення	Ширина міжрядь (см)	Урожайність соломи по повторенням				Середнє
		1	2	3	4	
Без добрив	15	18.9	19.3	19.7	18.5	19.1
$N_{60}P_{60}$		23.1	25.0	24.7	24.8	24.4
$N_{120}P_{120}$		24.9	25.6	25.6	24.3	25.1
Без добрив	30	18.8	19.6	19.1	18.5	19.0
$N_{60}P_{60}$		23.7	24.0	23.9	22.4	23.5
$N_{120}P_{120}$		24.0	25.6	25.0	24.2	24.7

*НІР05, ц/га для фактора А – 0.35, для фактора В – 0.87, для взаємодії АВ – 1.23*

Наші дослідження показали, що фактори, які вивчалися в умовах проведення досліді чинили позитивний вплив на урожайність соломи олійного льону.

Істотний вплив на формування врожаю соломи чинили площа та фон живлення. У досліді прослідковується наступна закономірність: у варіантах з шириною міжрядь 15 см спостерігається істотне збільшення врожаю соломи. На неудобреному контролі урожайність з шириною міжрядь 15 см більше на 0,1,  $N_{60}P_{60}$  – 0,9, та  $N_{120}P_{120}$  – 0,4 ц/га. Характерно, що урожайність соломи льону у варіантах суцільного способу посіву порівняно з широкорядним є істотно більшою при застосування добрив порівняно з варіантами неудобреного контролю.

Мінеральні добрива, чинили позитивний вплив на урожай соломи в польовому досліді. Мінімальний урожай був сформований у варіантах неудобреного контролю – 19,0–19,1 ц/га. Застосування одинарної дози добрив в умовах проведення досліді сприяло збільшенню врожайності соломи на 4,5–5,3 ц/га, а на варіантах подвійної дози урожайність соломи збільшувалась на 5,7–6,0 ц/га порівняно з варіантами без добрив та на 0,7–1,2 ц/га порівняно з варіантами де застосовували одинарну дозу добрив.

Максимальний урожай соломи льону олійного 25,1 ц/га отриманий при поєднанні суцільного способу посіву та застосуванні мінеральних добрив дозою  $N_{120}P_{120}$ .

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** На підставі проведених польових досліджень щодо можливості інтенсифікації технології вирощування льону олійного в ґрунтово-кліматичних умовах зони сухого Степу можна зробити наступні висновки. Агро кліматичні умови південного степу України дозволяють отримувати високі врожаї соломи льону межеумка за рахунок оптимальної площі і фону мінерального живлення рослин.

В умовах проведення дослідів надійним шляхом підвищення продуктивності льону олійного є удосконалення технології його вирощування, яка повинна базуватися на екологічно ефективних рівнях її інтенсифікації, зокрема збалансованої системи удобрення на фоні оптимального способу посіву.

Для формування врожаю соломи на рівні 25,1 ц/га, льон олійний необхідно висівати звичайним способом з міжряддям 15 см. Мінеральні добрива при цьому вносити з розрахунку  $N_{120}P_{120}$ .

Зміна кліматичних умов півдня України, негативний вплив воєнних дій на ґрунти потребує подальших досліджень елементів технології вирощування льону олійного за зрошення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Рудік О. Л. Вплив агротехнічних заходів вирощування льону олійного, призначеного для подвійного використання, на структуру стеблостою. ТНВ. 2018. – № 99. С. 117–124.
2. Минкін М.В. Технологічний проект вирощування двох урожаїв олійних культур на рік на одній площі за зрошення в умовах півдня України. ТНВ. 2021. – № 119. С. 61–67.
3. Вишнівська Ю. С. Вплив системи удобрення на формування продуктивності льону олійного. Вісник аграрної науки. 2012. № 5. С. 77–78.
4. Шувар А.М. Вплив форм азотних добрив на продуктивність льону олійного в умовах Лісостепу Західного. Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН. 2018. № 26. С. 108–114.
5. Минкіна Г.О. Вплив систем обробітку ґрунту на зміну його фізичних властивостей в агрофітоценозах льону олійного за зрошення в умовах півдня України. ТНВ. 2021. – № 121. С. 95–102.
6. Дідора В. Г., Шеремет Ю. В. Продуктивність льону олійного залежно від елементів технології вирощування в Поліссі України. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2013. Вип. 3 (25). С. 136–137.
7. Минкін М.В. Минкіна Г.О. Вплив заходів основного обробітку ґрунту на урожайність насіння льону олійного за зрошення в умовах півдня України ТНВ. Херсон, 2024, DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.17> Вип. 135. С. 125–129.
8. Тимчишин О.Ф., Рудавська Н.М., Шувар А.М., Шевченко Т.Г. Вплив норм висіву льону-межеумка на структурні та врожайні показники. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2023. Вип. 74 (2). С. 116–125.

9. Минкіна Г.О. Вплив систем обробітку ґрунту на зміну його фізичних властивостей в агрофітоценозах льону олійного за зрошення в умовах півдня України. ТНВ. 2021. – № 121. С. 95–102.

10. Norton, A.J., S.J. Bennett, M. Hughes, J.P.R.E. Dimmock, D. Wright, G. Newman, I.M. Harris, and G. Edwards-Jones. 2006. Determining the physical properties of flax fibre for industrial applications: the influence of agronomic practice. *Annals of Applied Biology*. 149 (1): 15–25.

УДК 631.81:633.15

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.8>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

**Можарівська І.А.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»

**Довбиш Л.Л.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ґрунтознавства і землеробства,  
Поліський національний університет

**Кравчук Т.В.** – асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»

**Ком Ю.** – студент II курсу магістратури агрономічного факультету,

Поліський національний університет

**Чмарак Р.** – студент II курсу магістратури агрономічного факультету,

Поліський національний університет

*Кукурудза – одна із найцінніших кормових культур. Але нароццвання валових зборів зерна кукурудзи залежить від рівня технології вирощування, постійного удосконалення і уточнення окремих її елементів.*

*Отримання високих і стабільних врожаїв зерна кукурудзи можливо лише при повній забезпеченості рослин основними елементами мінерального живлення. Використання добрив, як відомо, має визначне значення в системі агротехнічних заходів, які мають значний вплив як на величину, так і на якість отриманої продукції. Продуктивність кукурудзи у великій мірі залежить від доз і способів внесення мінеральних добрив [1, с. 75].*

*В комплексі агротехнічних заходів вирощування кукурудзи важлива роль належить густоті рослин, так як в загущених посівах сповільнюються процеси формування генеративних органів, подовжується тривалість вегетаційного періоду. Оптимальна густина стояння забезпечує найбільш повне використання природних і антропогенних факторів росту культурних рослин.*

*За деякими даними, густина стояння рослин має більший вплив на продуктивність культури, ніж внесення добрив [2, с. 24]. Таким чином, необхідно для кожної екологічної зони встановити оптимальну густоту стояння рослин, яка забезпечує в залежності від умов мінерального живлення максимальну продуктивність кукурудзи. В зв'язку з цим мета досліджень полягала у виявленні впливу густоти посіву, норм і способів удобрення на урожайність зерна кукурудзи.*

Питання відчутності сільськогосподарських культур на внесення добрив вивчається давно, але до теперішнього часу ці дослідження є актуальними, що обумовлено рядом причин.

Вчені вказують, що ведучим фактором підвищення продуктивності сільськогосподарських культур виступають добрива, їх використання сприяють підвищенню урожаю до 60 % [3, с. 73; 4, с. 10].

Кукурудза є однією із важливих сільськогосподарських культур в світі через високу потенційну врожайність та універсальність використання. В умовах Лісостепу кукурудза вирощується, починаючи з другої половини 50-х років ХХ століття, як основна силосна культура.

З виведенням скоростиглих гібридів, які потенційно здатні забезпечити високі врожаї зерна (8–10 т/га), стало ефективним вирощування культури в цій сільськогосподарській зоні [5, с. 64].

Предмет дослідження: мінеральні добрива, кукурудза на зерно гібриду Фортаго та ясно-сірі лісові ґрунти.

Мета роботи полягала у визначеності ефективності мінеральних добрив і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи на зерно гібриду Фортаго на ясно-сірих лісових ґрунтах.

**Ключові слова:** мінеральні добрива, кукурудза, продуктивність, технологія вирощування.

**Mozharivska I.A., Dovbysh L.L., Kravchuk T.V., Kot Yu., Chmarak R. Fertilizer efficiency in growing maize for grain**

Maize is one of the most valuable forage crops. But the increase in gross maize grain yields depends on the level of cultivation technology, continuous improvement and refinement of its individual elements. High and stable maize grain yields are only possible if plants are fully supplied with essential mineral nutrients. The use of fertilizers is known to be of great importance in the system of agrotechnical measures that have a significant impact on both the quantity and quality of the products obtained. The productivity of maize depends to a large extent on the doses and methods of mineral fertilizers application [1, p. 75].

Plant density plays an important role in the complex of agrotechnical measures for growing maize, as in thickened crops the formation of generative organs slows down and the duration of the growing season is extended. The optimal plant density ensures the most complete use of natural and anthropogenic growth factors of cultivated plants.

According to some reports, plant density has a greater impact on crop productivity than fertilization [2, p. 24]. Thus, it is necessary to establish the optimal plant density for each ecological zone, which ensures the maximum productivity of maize, depending on the conditions of mineral nutrition. In this regard, the purpose of the research was to determine the effect of sowing density, fertilizer rates and methods on maize grain yield.

The issue of crop prejudicial to fertilizer application has been studied for a long time, but these studies are still relevant for a number of reasons.

Scientists point out that fertilizers are the leading factor in increasing crop productivity, and their use can increase yields by up to 60 % [3, p. 73; 4, p. 10].

Maize is one of the most important crops in the world due to its high potential yield and versatility of use. In the Forest-Steppe, maize has been grown since the second half of the 1950s as the main silage crop.

With the development of early-ripening hybrids that have the potential to provide high grain yields (8–10 t/ha), it has become efficient to grow the crop in this agricultural zone [5, p. 65].

The subject of research: mineral fertilizers, Fortago hybrid maize, and light gray forest soils.

The aim of the work was to determine the effectiveness of mineral fertilizers and micronutrient fertilizers in growing maize of the Fortago hybrid on light gray forest soils.

**Key words:** mineral fertilizers, maize, productivity, cultivation technology.

**Актуальність теми дослідження.** Одним із головних показників, які визначають ефективність технології вирощування культур є врожайність. На формування врожайності впливає низка чинників, такі як ґрунтово-кліматичні умови, сорт чи гібрид, достатня кількість поживних елементів, контроль бур'янів, шкідників та хвороб та ін. Вагомий вплив на рівень врожайності має внесення мінеральних добрив. Це зумовлено, в першу чергу, великою кількістю вегетативної маси, яку



формує кукурудза та засвоєнням великої кількості поживних речовин за відносно невеликий період інтенсивного росту рослин. Не менш важливим у живленні кукурудзи є співвідношення поживних елементів N : P : K. Тому вивчення ефективності внесення мінеральних добрив є досить актуальним.

**Постановка проблеми.** Одержання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи, можлива лише при повній забезпеченості рослин основними елементами мінерального живлення. Використання добрив, як відомо, має визначне значення в системі агротехнічних заходів, які мають значний вплив як на величину, так і на якість одержаної продукції. Загальновідомо, що кукурудза відноситься до культур дуже вимогливим до поживного режиму. Це пов'язано з утворенням великого об'єму вегетативної маси і споживанням значної кількості поживних елементів у відносно короткий період інтенсивного росту рослин.

В системі заходів з вирощування урожаю зерна кукурудзи важливе місце займає удобрення і вирощування різних гібридів, які найбільш повно використовують кліматичні умови і поживні елементи мінеральних добрив, а також дозволяють здійснювати збирання при пониженій вологості зерна.

Тому мета досліджень полягала у вивченні впливу удобрення на продуктивність кукурудзи на зерно.

**Методика досліджень.** Дослідження проводились у виробничому досліді у ТОВ “Елітне” Бердичівського району Житомирської області 2021–2023 рр. Площа облікової ділянки – 100 м<sup>2</sup> (4 м x 25 м). Розташування ділянок систематично в один ярус, повторення експерименту триразове.

Для оцінки ефективності мінеральних добрив, що використовуються, в період вегетації кукурудзи, були проведені спостереження за ростом і розвитком рослин, фітосанітарним станом посівів, врожайністю і якістю зерна кукурудзи. В період повної стиглості з кожної ділянки взяли по 4 проби для визначення структури врожаю кукурудзи.

Ґрунт на досліджуваній ділянці – ясно-сірий лісовий легкосуглинковий. Орний шар ґрунту (0–20 см) характеризувався такими показниками: гумус – 1,57–1,78 %, рН<sub>сол.</sub> 5,1–5,6, вміст легкогідролізованого азоту у ґрунті – 73–82 мг, рухомого фосфору – 72–90 мг, обмінного калію – 97–116 мг на кг сухого ґрунту.

З метою отримання більш точних результатів позакореневого підживлення проводилось в умовах різних рівнів мінерального живлення: 1) контроль – мінеральні добрива не вносились; 2) N<sub>80</sub>P<sub>12</sub>K<sub>24</sub> 3) N<sub>120</sub>P<sub>18</sub>K<sub>36</sub>.

В період вегетації рослин проводилось листкове підживлення добривами: Інтермаг Кукурудза у фази 35 – листків, 6–7 листків з нормою 1 л/га та нормою 2 л/га.

Склад добрива Інтермаг Кукурудза: Азот (N) 195,0 г/л – 15,0 %, Магній (Mg) 26,0 г/л – 2,0 %, Бор (B) 5,2 г/л – 0,4 %, Мідь (Cu) 7,8 г/л – 0,6 %, Залізо (Fe) 9,1 г/л – 0,7 %, Марганець (Mn) 9,1 г/л – 0,7 %, Молибден (Mo) 0,065 г/л – 0,005 %, Цинк (Zn) 14,3 г/л – 1,1 %, Сірка (S) 55,0 г/л – 4,2 %, Титан (Ti) 0,26 г/л 15:15 – 0,02 %.

Фенологічні спостереження та визначення структури врожаю здійснювали за загально прийнятою методикою.

**Результати досліджень.** В загальному комплексі вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивною технологією провідне місце належить раціональному використанню добрив. На їх частку припадає в середньому 40 % приросту врожаю [6, с. 65].

Важливим фактором підвищення врожайності зерна кукурудзи і його якості є покращення мінерального живлення протягом всього вегетаційного періоду. Сьогодні багато аграріїв використовують позакореневе внесення мікроелементів, які швидко і ефективно засвоюються культурами. Проводять такі підживлення перед основними критичними фазами розвитку культури або при прояві стресових ситуацій, не чекаючи прояву дефіциту якогось елементу, коли вже частина врожаю буде втрачена.

Структурою врожаю є кількісне і якісне відображення мікроелементів на продуктивність рослин, які визначають величину врожайності культури. Основними показниками структури врожаю зернової кукурудзи є кількість качанів на 1 га і на 100 рослин, кількість зерна в середньому з одного качана і маса зерна з одного качана [7, с. 98].

Важливим елементом структури урожаю зерна кукурудзи є число зерен в качані, яке в першу чергу, визначається кількістю рядів і кількістю зерен в ряду. В значній мірі ці показники визначаються генотипом гібриду. За дослідженнями вчених, оптимізація умов мінерального живлення рослин кукурудзи сприяє формуванню крупного качана [8, с. 27].

Ще одним із важливих структурних показників урожаю зерна кукурудзи є маса зерна з 1 качана. Це показник, за дослідженнями вчених, залежить як від генотипу гібриду, так і від удобрення культури (табл. 1).

Таблиця 1

## Структура врожаю кукурудзи залежно від удобрення

Варіанти	Кількість качанів на 100 рослин, шт.	Кількість зерен в одному качані, шт.	Маса зерна з одного качана, г	Маса 1000 зерен, г
Без добрив	101	385	122	219
Без добрив + Інтермаг Кукурудза 1 л/га	105	398	127	226
Без добрив + Інтермаг Кукурудза 2 л/га	107	414	132	239
$N_{80}P_{12}K_{24}$	108	456	134	245
$N_{80}P_{12}K_{24}$ + Інтермаг Кукурудза 1 л/га	111	465	136	253
$N_{80}P_{12}K_{24}$ + Інтермаг Кукурудза 2 л/га	112	494	141	256
$N_{120}P_{18}K_{36}$	112	502	142	252
$N_{120}P_{18}K_{36}$ + Інтермаг Кукурудза 1 л/га	114	516	145	258
$N_{120}P_{18}K_{36}$ + Інтермаг Кукурудза 2 л/га	117	536	144	269

Аналіз структури врожаю показав, що при однаковій густоті стояння рослин кукурудзи перед збиранням, кількість качанів на 100 рослин, і як наслідок на одному гектарі посіву кукурудзи на зерно була різною. Найменша кількість качанів відмічена на контролі – 101 шт., а найбільша – на варіанті  $N_{120}P_{18}K_{36}$  + Інтермаг

Кукурудза 2 л/га – 117 шт. Кількість зерен в одному качані варіювала в межах 385 шт. на контролі та 536 шт на варіанті із внесенням  $N_{120}P_{18}K_{36}$  + Інтермаг Кукурудза 2 л/га.

Маса зерна також була вищою на варіантах із внесенням мінеральних добрив. Так на варіанті із  $N_{120}P_{18}K_{36}$  маса зерна складала 141 г, а на варіанті із  $N_{120}P_{18}K_{36}$  + Інтермаг Кукурудза 2 л/га – 144 г. Найбільша маса 1000 зерен також відмічена на варіанті  $N_{120}P_{18}K_{36}$  + Інтермаг Кукурудза 2 л/га – 269 г.

Основним інтегрованим показником, який характеризує родючість ґрунту і ефективність використання добрив, виступає урожайність сільськогосподарських культур (табл. 2).

Таблиця 2

## Урожайність кукурудзи залежно від удобрення

Варіанти	Урожайність кукурудзи, т/га
Без добрив	5,83
Без добрив + Інтермаг Кукурудза 1 л/га	6,13
Без добрив + Інтермаг Кукурудза 2 л/га	6,47
$N_{80}P_{12}K_{24}$	7,09
$N_{80}P_{12}K_{24}$ + Інтермаг Кукурудза 1 л/га	7,16
$N_{80}P_{12}K_{24}$ + Інтермаг Кукурудза 2 л/га	7,31
$N_{120}P_{18}K_{36}$	7,72
$N_{120}P_{18}K_{36}$ + Інтермаг Кукурудза 1 л/га	8,05
$N_{120}P_{18}K_{36}$ + Інтермаг Кукурудза 2 л/га	8,25

Збалансоване живлення сприяє оптимальному росту та розвитку рослин, а також реалізації генетичного потенціалу. Покращити живлення рослин під час вегетації можна за допомогою позакореневого підживлення. Застосування мікродобрив позитивно впливає на рослини кукурудзи, оскільки мікроелементи беруть участь в окисно відновлювальних процесах та сприяють підвищенню інтенсивності фотосинтезу, що в свою чергу, впливає на врожайність. В результаті досліджень встановлено, що на варіанті  $N_{120}P_{18}K_{36}$  + Інтермаг Кукурудза 2 л/га – урожайність була найвищою 8,25 т/га, а найнищою на контрольному варіанті – 5,83 т/га.

**Висновки.** Результати наших досліджень свідчать про те, що на рівень врожайності кукурудзи вагомий вплив мало внесення мінеральних добрив, а також досліджувані фактори, а саме норми добрив, строк проведення позакорневих підживлень та склад добрив, який використовували для підживлень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Циков В. С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т. 1, № 1. С. 75–79.
2. Циков В. С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюл. Ін-ту сільськогосподарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.
3. Дідур І. М., Циганський В. І. Формування зернової продуктивності кукурудзи залежно від застосування мікробіологічного добрива Граунфікс в умовах Лісостепу правобережного. *Зб. наукових праць Вінницького нац. аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 7, т. 1. С. 70–77.

4. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Вип. 6, т. 1. С. 7–13.
5. Шевченко Н. В. Урожайність зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень. Наукові доповіді НУБіП України: електронне наукове фахове видання. 2018. Вип. 3(73). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10820/9463>.
6. Коваленко О., Полянчиков С., Ковбель А. Позакореневі обробки – важлива складова збалансованої системи живлення. *Пропозиція*. 2015. № 4. С. 64–65.
7. Капітанська О. Збалансоване живлення – запорука формування стресостійкості рослин. *Пропозиція*. 2017. № 3. С. 98.
8. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою : *метод.* рекомендації / Є. М. Лебідь, В. С. Циков, Ю. М. Пашенко та ін. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

УДК 633.11:631.95:575.21

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.9>

---

## ВПЛИВ СУПЕРМУТАГЕНУ З НИЗЬКОЮ УШКОДЖУАЛЬНОЮ ЗДАТНІСТЮ НА ПОКАЗНИКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

---

**Окселенко О.М.** – к.с.-г.н.,

докторант кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Назаренко М.М.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Ключовим фактором є вибір оптимальної дози мутагену, що максимізує потенціал мутації при мінімальних шкідливих впливах на рослину. Хімічним супермутагеном ДАБ (1,4-бiсдiазоацетилбутан) обробляли насіння сортів пшениці м'якої озимої Перспектива Одеська, Соната Полтавська, Шпалівка та МПП Лада обробляли водним розчином у концентраціях 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % контролем була вода. В першому поколінні вивчали схожість та виживання після зимового періоду, проходження фенофаз, рівень стерильності, проводили структурний аналіз. Загальний обсяг дослідженого матеріалу складав 16000 рослин за всіма варіантами, з них після моніторингу виживання обсяг мутантної популяції становив 13989 сім'ї. Проведений факторний аналіз дозволив встановити, що схожість та виживання залежали від генотипу зразка і зростання концентрації мутагену. Різницею з попередніми дослідженнями дії епімутагенів можна вважати відсутність статистично достовірної віддаленої загибелі рослин після зимового періоду, крім сорту Соната Полтавська. Досліджені концентрації зберігалися на рівні помірних та оптимальних для усіх сортів. Дія ДАБ статистично достовірно вплинула на зниження фертильності, але навіть при дії вищої концентрації вона залишалася на рівні помірної, більш вразливим був сорт Шпалівка, сорт Соната Полтавська був більш толерантним. Для визначення мінливості по мутагенній депресії можна використовувати такі ознаки як висоту рослин, вагу зерна з голового колосу та МТЗ. Генотипову варіативність не показала жодна ознака структури врожайності. Аналіз факторного простору показав, що достовірно

---

відворювали депресію (стимуляція відсутня) у системі чинник-сорт ознаки схожості, виживання, стерильності, висота рослин, вага зерна з колосу та МТЗ. Реакція набору сортів на фізіологічну активність дослідженого агента доволі однорідна. Вихідний дослідний матеріал переважно чутливий до дії, але депресивні ефекти не досягли значень  $LD_{50}$  або  $RD_{50}$ . Групи дії ДАБ 0,1 та 0,2 % за характеристиками відрізняються слабо, доцільне використання однієї з концентрацій. За індивідуальною реакцією відзначився переважно сорт Перспектива Одеська. Трохи кращим за резистентністю до дії ДАБ був сорт Соната Полтавська, специфічною генотип-мутагенною взаємодією виділився сорт Перспектива Одеська та частково Шпалівка за частиною ознак.

**Ключові слова:** пшениця озима, супермутаген, 1,4-бисдіазаоцетилбутан, депресія.

***Okselenko O.M., Nazarenko M.M. The influence of a supermutagen with low damage ability on vitality indicators of winter wheat plants***

The key factor is the selection of the optimal dose of the mutagen, which maximizes the mutation potential with minimal harmful effects on the plant. Chemical supermutagen DAB (1,4-bisdiazoacetylbutane) was treated with seeds of soft winter wheat varieties Perspektiva Odeska, Sonata Poltavska, Shpalivka and MIP Lada treated with an aqueous solution in concentrations of 0.1%, 0.2%, 0.3%, the control was water. In the first generation, germination and survival after the winter period, the passage of phenophases, the level of sterility, and structural analysis were studied. The total volume of the researched material was 16,000 plants for all variants, of which, after survival monitoring, the volume of the mutant population was 13,989 families. The conducted factor analysis made it possible to establish that the similarity and survival depended on the genotype of the sample and the increase in the concentration of the mutagen. The difference with previous studies of the effect of epimutagens can be considered the absence of statistically reliable remote death of plants after the winter period, except for the variety Sonata Poltavska. The studied concentrations were kept at moderate and optimal levels for all varieties. The action of DAB had a statistically significant effect on the reduction of fertility, but even with the effect of a higher concentration, it remained at a moderate level, the variety Shpalivka was more vulnerable, and the variety Sonata Poltavska was more tolerant. To determine the variability of mutagenic depression, you can use such characteristics as plant height, grain weight from the main spike and TGW. No sign of yield structure showed genotypic variability. The analysis of the factor space showed that the depression (no stimulation) was reliably reproduced in the factor-variety system by the characteristics of germination, survival, sterility, plant height, grain weight from the main spike and TGW. The reaction of a set of varieties to the physiological activity of the investigated agent is quite homogeneous. The original test material is mostly sensitive to the action, but the depressant effects did not reach the  $LD_{50}$  or  $RD_{50}$  values. The groups of DAB 0.1 and 0.2% differ slightly in their characteristics, it is advisable to use one of the concentrations. According to the individual reaction, the variety Perspektiva Odeska stood out. The variety Sonata Poltavska was a little better in terms of resistance to the action of DAB, the varieties Perspektiva Odeska and partly Shpalivka stood out due to a specific genotype-mutagenic interaction.

**Key words:** winter wheat, supermutagen, 1,4-bisdiazoacetylbutane, depression.

**Постановка проблеми.** Використання хімічних мутагенів у селекції рослин є перспективним методом для створення нових сортів з унікальними ознаками. Цей підхід може бути особливо корисним у випадках, коли традиційні методи схрещування не забезпечують потрібного результату або занадто довгі та складні. Мутагенез може допомогти у створенні ознак, які важко або неможливо отримати за допомогою традиційного схрещування. Мутагенез дозволяє отримати зміни без необхідності схрещування, яке може вести до небажаних трейтів через генетичні зв'язки [1, 4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ключовим фактором є вибір оптимальної дози мутагену, що максимізує потенціал мутації при мінімальних шкідливих впливах на рослину [9, 10]. Хоча деякі мутагени можуть індукувати мутації з мінімальними початковими шкідливими впливами, важливо також розглядати потенційні довгострокові ефекти їхнього використання, зокрема стабільність

індукованих мутацій та їхній вплив на наступні покоління. Ефективне використання хімічних мутагенів в селекції рослин вимагає глибокого розуміння їхнього впливу на рослини та уміння балансувати між ефективністю індукції мутацій та депресійними ефектами. Належне дозування та методи застосування є критично важливими для забезпечення успіху в генетичному поліпшенні [2, 3].

Хімічні агенти, що використовуються для індуктування мутацій в рослинах, дійсно можуть мати різний ступінь впливу на онтогенетичні параметри, зокрема на фертильність та віталізм рослин [8]. Це пов'язано з їхньою хімічною структурою та механізмом впливу на ДНК [6, 7]. Деякі агенти можуть зменшувати шкідливі ефекти при одночасному збільшенні частоти мутацій, що є важливим для ефективної селекції [4, 5].

**Постановка завдання.** Застосували хімічний супермутаген ДАБ (1,4-бісдіазаоацетилбутан, тут та далі по тексту – ДАБ), котрий належить до типу хімічних речовин, які здатні призводити до суттєвого рівня виникнення мутацій при відносно низькій шкодочинності. Насіння сортів пшениці м'якої озимої Перспектива Одеська, Соната Полтавська, Шпалівка та МПП Лада обробляли водним розчином ДАБ у концентраціях 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % контролем була вода. Для кожної обробки брали 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену була 24 години.

Посів проводився вручну, на глибину 4–5 см, норма висіву 100 життєздатних насінин в рядок (довжина 1,5 м), міжряддя 0,15 м, ділянка 10 рядків, між ділянками 0,3 м. В першому поколінні вивчали схожість та виживання після зимового періоду, проходження фенофаз. Рівень стерильності визначали фарбуванням зразків пилку ацетокарміном (до 20 зразків з варіанту, до 500 пилкових зерен). Депресійний вплив додатково оцінювали структурним аналізом 25 типових рослин.

Досліди проводили на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область, Україна). Математико-статистичний аналіз проводили за модулями факторного та дискримінантного аналізу. В усіх випадках використовували засоби програми Statistica 10.0.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Загальний обсяг дослідженого матеріалу складав 16000 рослин за всіма варіантами, з них після моніторингу виживання обсяг мутантної популяції становив 13989 сім'ї (таблиця 1).

Проведений факторний аналіз дозволив встановити, що схожість та виживання залежали як від генотипу зразка ( $F=34,97$ ;  $F_{0,05}=3,29$ ;  $P < 0,01$ ), так і зростання концентрації ДАБ ( $F=65,76$ ;  $F_{0,05}=3,01$ ;  $P < 0,01$ ). Значимою була також і генотип-середовищна взаємодія, але в суттєво менше ( $F=7,17$ ;  $F_{0,05}=4,76$ ;  $P = 0,02$ ).

Різницею з попередніми дослідженнями дії епімутагенів можна вважати відсутність статистично достовірної віддаленої загибелі рослин після зимового періоду ( $F=1,91$ ;  $F_{0,05}=2,98$ ;  $P = 0,06$ ), крім сорту Соната Полтавська ( $F=5,01$ ;  $F_{0,05}=3,44$ ;  $P = 0,03$ ).

Показник схожості статистично достовірно змінювався при підвищенні концентрацій ДАБ ( $F=19,12$ ;  $F_{0,05}=3,11$ ;  $P < 0,01$ ). Теж саме наявно для параметру виживання, котрий так само зменшувався при зростанні концентрації мутагену ( $F=11,34$ ;  $F_{0,05}=3,06$ ;  $P < 0,01$ ), характерна відсутність залежності від генотипу ( $F=2,41$ ;  $F_{0,05}=2,98$ ;  $P = 0,07$ ).

При попарному порівнянні за результатами тесту Тьюкі по характеру реакції на ДАБ як мутаген достовірно вірогіднішою була реакція у Соната Полтавська ( $F=5,12$ ;  $F_{0,05}=3,55$ ;  $P = 0,03$ ), різниця між іншими сортами була відсутня ( $F=2,43$ ;  $F_{0,05}=3,55$ ;  $P = 0,07$ ). Хоча й виявлена сортова специфіка була достовірною, вплив

навіть максимальної концентрації не перевершував рамки для дії помірних доз та концентрацій згідно загальної класифікації (70–80 % від показнику стандарту (РД) (81,5 % для схожості (сорт МП Лада) та 72,4 % для виживання (сорт Перспектива Одеська). Показники схожості та виживання лінійно знижувалися при зростанні концентрації, наявна статистично достовірна різниця лише між діями концентрацій ДАБ 0,1 та 0,2 % для обох показників ( $F=5,43$ ;  $F_{0,05}=4,01$ ;  $P = 0,03$ ), різниця між контролем та впливом мутагену теж завжди достовірна ( $F=7,17$ ;  $F_{0,05}=4,01$ ;  $P = 0,01$ ), як і при переході від дії ДАБ 0,2 % до ДАБ 0,3 % ( $F=8,11$ ;  $F_{0,05}=4,01$ ;  $P = 0,01$ ).

Таблиця 1

**Дія мутагену на онтогенез рослин ( $x \pm SD$ ,  $n = 1000$ )**

Сорт	Обробка	Схожість		Вживання	
		шт.	%	шт.	%
Перспектива Одеська	вода	994	$99,4 \pm 1,1^a$	987	$98,7 \pm 1,0^a$
	ДАБ, 0,1 %	901	$90,1 \pm 0,9^b$	891	$89,1 \pm 0,9^b$
	ДАБ 0,2 %	842	$84,2 \pm 1,1^c$	840	$84,0 \pm 1,0^c$
	ДАБ 0,3 %	724	$72,4 \pm 1,0^d$	720	$72,0 \pm 1,1^d$
Соната Полтавська	вода	997	$99,7 \pm 1,2^a$	989	$99,7 \pm 1,0^a$
	ДАБ, 0,1 %	891	$89,1 \pm 0,9^b$	878	$87,8 \pm 1,0^b$
	ДАБ 0,2 %	829	$82,9 \pm 1,0^c$	818	$81,8 \pm 0,9^c$
	ДАБ 0,3 %	777	$77,7 \pm 1,0^d$	760	$76,0 \pm 0,8^d$
Шпалівка	вода	991	$99,1 \pm 1,0^a$	988	$98,8 \pm 0,8^a$
	ДАБ, 0,1 %	911	$91,1 \pm 1,0^b$	908	$90,8 \pm 1,0^b$
	ДАБ 0,2 %	843	$84,3 \pm 0,9^c$	838	$83,8 \pm 0,9^c$
	ДАБ 0,3 %	794	$79,4 \pm 1,0^d$	787	$78,7 \pm 1,0^d$
МП Лада	вода	997	$99,7 \pm 1,1^a$	991	$99,1 \pm 1,1^a$
	ДАБ, 0,1 %	922	$92,2 \pm 1,1^b$	912	$91,2 \pm 1,1^b$
	ДАБ 0,2 %	876	$87,6 \pm 0,9^c$	871	$87,1 \pm 1,1^c$
	ДАБ 0,3 %	815	$81,5 \pm 1,0^d$	811	$81,1 \pm 0,9^d$

*Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$ .*

Вагомим недоліком мутагенної активності у першому поколінні є підвищення стерильності пилку (таблиця 2). Дія ДАБ статистично достовірно вплинула на зниження фертильності, але навіть при дії вищої концентрації вона залишалася на рівні помірної, більш вразливим був сорт Шпалівка (73,5 %) ( $F=5,82$ ;  $F_{0,05}=3,11$ ;  $P = 0,02$ ), для Перспективи Одеської та МП Лада різниця відсутня, сорт Соната Полтавська був більш толерантним до дії ДАБ (80,0 %) ( $F=4,02$ ;  $F_{0,05}=3,11$ ;  $P = 0,03$ ). Параметр залежить від зростання концентрації мутагену ( $F=13,32$ ;  $F_{0,05}=2,55$ ;  $P < 0,01$ ), та від сорту, тобто диференціації за сортами по вразливості для даного показнику достатньо ( $F=4,45$ ;  $F_{0,05}=3,07$ ;  $P = 0,03$ ), чим відрізняється від попередньо проаналізованих показників.

Таблиця 2

Зниження фертильності за дії епімутагену ( $x \pm SD$ ,  $n = 20$ )

Сорт	Контроль	ДАБ 0,1 %	ДАБ 0,2 %	ДАБ 0,3 %
Перспектива Одеська	98,2 ± 0,7 <sup>a</sup>	90,5 ± 0,5 <sup>b</sup>	84,2 ± 0,5 <sup>c</sup>	78,1 ± 0,6 <sup>d</sup>
Соната Полтавська	97,4 ± 0,5 <sup>a</sup>	90,2 ± 0,7 <sup>b</sup>	84,1 ± 0,5 <sup>c</sup>	80,0 ± 0,7 <sup>d</sup>
Шпалівка	98,2 ± 0,7 <sup>a</sup>	87,1 ± 0,6 <sup>b</sup>	80,1 ± 0,4 <sup>c</sup>	73,5 ± 0,5 <sup>d</sup>
МПП Лада	98,3 ± 0,6 <sup>a</sup>	90,2 ± 0,6 <sup>b</sup>	82,1 ± 0,4 <sup>c</sup>	78,2 ± 0,6 <sup>d</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$ .

Досліджені параметри за структурою врожайності у сортів пшениці озимої представлені у таблиці 3. Висота рослини знижувалася при кожному підвищенні концентрації ( $F=13,81$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,01$ ), різниця по взаємодії з окремими сортами була наявна ( $F=3,03$ ;  $F_{0,05}=3,01$ ;  $P < 0,01$ ), сортова мінливість не була достовірною ( $F=2,23$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,06$ ). Кількість зерен з головного колосу слабомінлива, підвищення концентрації впливало недостовірно ( $F=1,34$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,07$ ). Різниця з контролем та попередніми варіантами достовірна за дії всіх концентрацій ДАБ.

Таблиця 3

Ідентифікація мутагенних ефектів по структурі врожайності ( $x \pm SD$ ,  $n = 25-30$ )

Сорт	Варіант	Висота, см.	Кількість зерен, шт	Вага зерна, г.		МТЗ, г.
				з колосу	з рослини	
Перспектива Одеська	вода	92,2 <sup>a</sup>	33,0 <sup>a</sup>	1,47 <sup>a</sup>	3,34 <sup>a</sup>	45,9 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	86,3 <sup>b</sup>	32,0 <sup>a</sup>	1,17 <sup>b</sup>	2,83 <sup>b</sup>	41,0 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,2 %	82,1 <sup>c</sup>	27,0 <sup>b</sup>	1,04 <sup>c</sup>	2,71 <sup>b</sup>	37,2 <sup>c</sup>
	ДАБ, 0,3 %	78,0 <sup>d</sup>	25,0 <sup>b</sup>	0,81 <sup>d</sup>	2,34 <sup>c</sup>	36,1 <sup>d</sup>
Соната Полтавська	вода	93,2 <sup>a</sup>	41,0 <sup>a</sup>	1,86 <sup>a</sup>	4,01 <sup>a</sup>	54,1 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	86,1 <sup>b</sup>	38,0 <sup>b</sup>	1,51 <sup>b</sup>	3,61 <sup>b</sup>	48,0 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,2 %	83,0 <sup>c</sup>	35,0 <sup>b</sup>	1,17 <sup>c</sup>	3,29 <sup>b</sup>	46,0 <sup>c</sup>
	ДАБ, 0,3 %	78,0 <sup>d</sup>	32,0 <sup>c</sup>	0,90 <sup>d</sup>	2,81 <sup>c</sup>	43,2 <sup>d</sup>
Шпалівка	вода	98,2 <sup>a</sup>	37,0 <sup>a</sup>	1,52 <sup>a</sup>	4,11 <sup>a</sup>	48,4 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	90,1 <sup>b</sup>	35,0 <sup>a</sup>	1,17 <sup>b</sup>	3,83 <sup>a</sup>	45,1 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,2 %	84,1 <sup>c</sup>	32,0 <sup>b</sup>	0,98 <sup>c</sup>	3,42 <sup>b</sup>	43,0 <sup>c</sup>
	ДАБ, 0,3 %	81,1 <sup>d</sup>	29,0 <sup>b</sup>	0,80 <sup>d</sup>	3,14 <sup>c</sup>	39,5 <sup>d</sup>
МПП Лада	вода	111,1 <sup>a</sup>	39,0 <sup>a</sup>	1,53 <sup>a</sup>	3,91 <sup>a</sup>	47,9 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	101,3 <sup>b</sup>	37,0 <sup>a</sup>	1,19 <sup>b</sup>	3,44 <sup>b</sup>	43,9 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,2 %	94,4 <sup>c</sup>	34,0 <sup>b</sup>	1,02 <sup>c</sup>	3,05 <sup>c</sup>	41,2 <sup>c</sup>
	ДАБ, 0,3 %	87,1 <sup>d</sup>	31,0 <sup>b</sup>	0,81 <sup>d</sup>	2,69 <sup>d</sup>	39,0 <sup>d</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$ .



Щодо ваги зерна з головного колосу, то цей показник показує по мінливості депресію за підвищенням концентрацій ( $F=11,31$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P < 0,01$ ), різниця по взаємодії з окремими сортами була наявна ( $F=6,11$ ;  $F_{0,05}=3,01$ ;  $P = 0,02$ ), сортова мінливість не була достовірною ( $F=2,13$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,06$ ). Для ваги зерна з рослини в усіх сортів статистично достовірною різниця по депресії в контролі та за дії першої концентрації (крім сорту Шпалівка ( $F=2,01$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,06$ )) ( $F=4,99$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,03$ ), достовірною різниця між діями першої та другої ( $F=3,11$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,03$ ) (крім сортів Перспектива Одеська та Соната Полтавська ( $F=2,32$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,06$ ), другої та третьої концентрацій ( $F=7,11$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,01$ ).

Негативний вплив ДАБ проявлявся зі статистичною достовірністю за постійним поступовим зниженням МТЗ з кожної концентрацією ДАБ, для всіх сортів ( $F=9,87$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P < 0,01$ ), відмінностей за динамікою зміни ознаки за сортами не реєстрували ( $F=2,33$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,06$ ). Усі концентрації ДАБ діяли як помірні, не досягаючи рівня  $РД_{50}$ . За параметрами структури врожайності були лише мінорні відмінності по сортах.

Аналіз у факторному просторі впливу окремих параметрів як функцій класифікації (Рис. 1) показав, що весь матеріал за характером дії можна поділити за депресійними ефектами на три основні групи. Чітко та достовірно за центроїдними відстанями диференціювали групи за відсутності мутагенного впливу та дія ДАБ 0,3 %. За діями між групами ДАБ 0,1 % та ДАБ 0,2 % статистично достовірною різниця за ефектами мутагенної депресії була не статистично достовірною.

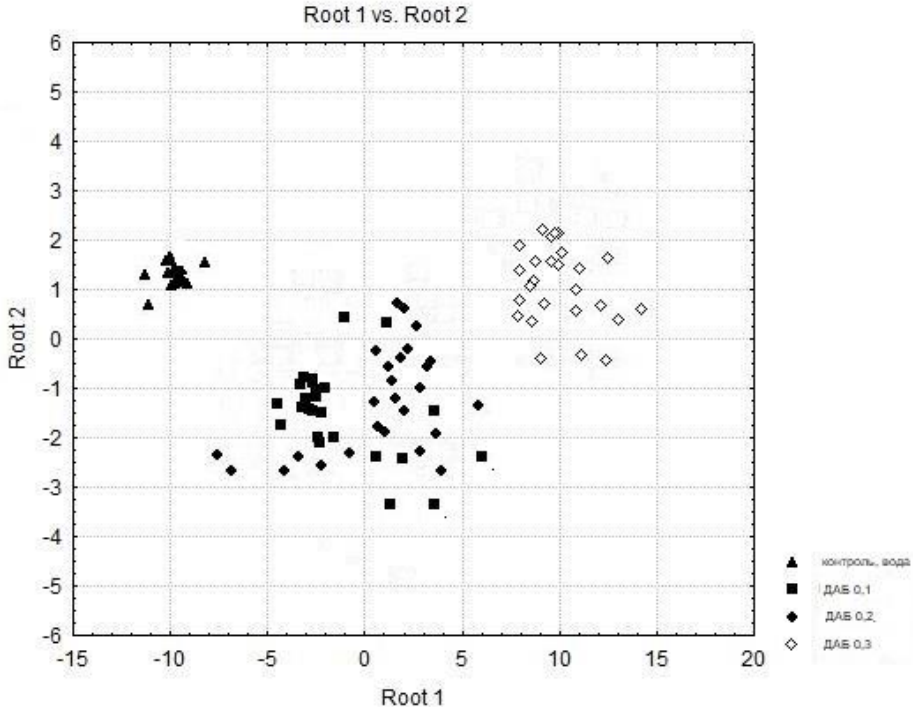


Рис. 1. Відмінності в дії за активністю мутагену

За настанням окремих фенофаз у розвитку значне сповільнення за критичними фазами виходу в трубку та колосіння більш ніж на 2 дні спостерігалось лише при дії ДАБ 0,3 % та тільки у одного сорту Перспектива Одеська. Для інших затримка була незначна, до того ж при настанні повної стиглості вона повністю нівелювалася.

Дискримінантний аналіз виділив за статистичною достовірністю з проаналізованих ознак наступні параметри схожість, частково (лише специфіка за концентраціями, за генотипами відсутня, але першої достатньо для вагомості впливу) виживання, фертильність пилку, висота рослини, вага зерна з колосу та МТЗ (таблиця 4).

Тобто встановлено, що модельними для ефектів активності ДАБ як мутагену при прояві дії у першому поколінні з надійним рівнем достовірності є так показники як схожість та виживання рослин, рівень стерильності у зразків, вага зерна з головного колосу та МТЗ. Інші показники не є суттєвими для надійного моніторингу депресії.

Таблиця 4

#### Результати дискримінантного аналізу за даними мутагенної депресії

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса $\lambda$	F-remove (4,11)	p-level
Схожість, шт.	0,40	15,17	<0,01
Вживання, шт.	0,40	15,23	<0,01
Фертильність, %	0,68	22,21	<0,01
Висота, см	0,49	17,11	<0,01
Загальна кущистість	0,02	0,98	0,18
Продуктивна кущистість	0,03	1,09	0,17
Довжина головного колосу	0,02	0,97	0,18
Кількість колосків	0,01	0,76	0,20
Зерна з головного колосу	0,12	3,66	0,07
Вага зерна з головного колосу	0,31	9,99	<0,01
Вага зерна з рослини	0,20	4,34	0,04
МТЗ	0,68	22,13	<0,01

Сортової відмінності не було, група ДАБ 0,1 та 0,2 % за характеристиками відрізняється слабо, доцільне використання однієї з концентрацій. За індивідуальною реакцією відзначився переважно сорт Перспектива Одеська, за фертильність негативно сорт Шпалівка та позитивно сорт Соната Полтавська.

**Висновки і пропозиції.** Реакція набору сортів на фізіологічну активність дослідженого агенту доволі однорідна. Вихідний дослідний матеріал переважно чутливий до дії, але депресивні ефекти за вивченими ознаками в варіантах досліджень навіть при дії найвищої концентрації не досягли значень  $LD_{50}$ , або  $RD_{50}$ , тобто застосовані варіанти чинника є помірними та оптимальними. За аналізом канонічних функцій аналізом не є доцільним використання ДАБ 0,1 %, варто залишати при майбутніх дослідженнях лише ДАБ 0,2 % та ДАБ 0,3 % як більше генетично активні. Для даного мутагену характерна значна генотип-мутагенна взаємодія, сортова реакція вагома лише за показником фертильності. На відміну від епімутагенної дії віддалена загибель менш важлива для обсягів отриманого

матеріалу та вагома тільки у сорту Перспектива Одеська, переважно депресивний ефект ДАБ виражається у нижчій схожості, тобто характерна одномоментна дія, а не віддалена. Трохи кращим за резистентністю до дії ДАБ був сорт Соната Полтавська, специфічною генотип-мутагенною взаємодією виділився сорт Перспектива Одеська та частково Шпалівка за частиною ознак.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abdoun A., Mekki L., Hamwiah A., Badr A. Effects of  $\gamma$ -radiation on chickpea (*Cicer arietinum*) varieties and their tolerance to salinity stress. *Acta agriculturae Slovenica*. 2022. 118(2). P. 1–16.
2. Abdel-Hamed A., El-Sheikh Aly M., Saber S. Effect of some mutagens for induced mutation and detected variation by SSR marker in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Archives of Agricultural Sciences*. 2021. 4(2). P. 80–92.
3. Ariraman M., Dhanavel D., Seetharaman N., Murugan S., Ramkumar R. Gamma radiation influences on growth, biochemical and yield characters of *Cajanus cajan* (L.) MILLSP. *Journal of Plant Stress Physiology*. 2018. 4. P. 38–40.
4. Beiko, V., Nazarenko, M. Early depressive effects of epimutagen in the first generation of winter wheat varieties. *Agrology*. 2022. 5. 2. P. 43–48.
5. Lal R., Chanotiya C., Gupta P. Induced mutation breeding for qualitative and quantitative traits and varietal development in medicinal and aromatic crops at CSIR-CIMAP, Lucknow (India): past and recent accomplishment. *International Journal of Radiation Biology*. 2020. 96. 12. P. 1513–1527.
6. Murthy H., Joseph K., Paek K., Park S. Production of specialized metabolites in plant cell and organo-cultures: the role of gamma radiation in eliciting secondary metabolism. *International Journal of Radiation Biology*. 2024. 1. P. 1–11.
7. Nazarenko M., Izhboldin O., Izhboldina O. Study of variability of winter wheat varieties and lines in terms of winter hardness and drought resistance. *AgroLife Scientific Journal*. 11(2). (2022). P. 116–123.
8. OlaOlorun B., Shimelis H., Mathew I. Variability and selection among mutant families of wheat for biomass allocation, yield and yield-related traits under drought stressed and non-stressed conditions. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*. 2021. 207. P. 404–421.
9. Von Well, E., Fossey, A., & Booyse, M. The relationship of the efficiency of energy conversion into growth as an indicator for the determination of the optimal dose for mutation breeding with the appearance of chromosomal abnormalities and incomplete mitosis after gamma ir-radiation of kernels of *Triticum turgidum* ssp. *durum* L. *Radiation and Environmental Biophysics*. 2023. 62. P. 195–212.
10. Yan W, Deng X., Yang C., Tang X. The genome-wide EMS mutagenesis bias correlates with sequence context and chromatin structure in rice. *Frontier Plant Science*. 2021. 12. 579675

УДК 635.21:632.954(477.4)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.10>

## БІОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕРБИЦИДІВ НА КАРТОПЛІ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Паєлов О.С.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства та гербології,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Танчик С.П.** – д.с.-г.н.,

завідувач кафедри землеробства та гербології,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Бабенко А.І.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства та гербології,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Дудка Т.В.** – науковий співробітник відділу експертизи на відмінність,

однорідність та стабільність сортів рослин,

Український інститут експертизи сортів рослин

Одним з ключових елементів технології вирощування картоплі виступає система захисту культури від бур'янів. Адже, згідно досліджень, середньорічні світові втрати врожаю картоплі від бур'янів складають 23 %. У зв'язку з цим дана стаття спрямована на дослідження біологічної ефективності гербіциду Стомп Аква (455 г/л Пендиметалін) самостійно та в суміші з Фронт'єр Оптіма (720 г/л Диметенамід-П) проти дводольних та злакових малорічних бур'янів за досходового та раннього післясходового внесення (ВВСН 09-15 картоплі). Провідними підходами щодо вирішення цієї проблеми є проведення польових досліджень для визначення біологічної ефективності гербіцидних варіантів та дисперсійний статистичний метод – для визначення точності та достовірності експериментальної інформації.

Біологічна ефективність досліджуваного препарату Стомп Аква істотно різнилася залежно від норми внесення та часу застосування. Найвища біологічна ефективність проти комплексу бур'янів була за внесення в бакалій суміші 2,5 л/га Стомп Аква з 0,8 л/га Фронт'єр Оптіма до сходів картоплі у фазу ВВСН 00 культури і становила 98,0 % через 20 днів після застосування та 91,3 % на період збирання врожаю, що суттєво вище за локальний стандарт – Зенкор Ліквід в нормі 0,75 л/га. Цей варіант забезпечив найкращі структурні показники врожаю картоплі в досліді й найвищу її врожайність на рівні 46,58 т/га. Використання 2,5 л/га Стомп Аква до сходів культури забезпечило нижчу ефективність порівняно з використанням суміші гербіцидів. За цього варіанту ефективність становила, відповідно, 97,6 та 85 % за урожайності 44,22 т/га. Внесення 2,5 л/га Стомп Аква у фазу розвитку картоплі ВВСН 09–15 знизило ефективність препарату до 79,7 % через 20 днів та 83,6 % на період збирання картоплі, проте наявні бур'яни знаходились у неотенічній формі, що дало змогу картоплі конкурувати з ними. Урожайність в цьому варіанті становила 37,88 т/га. За відсутності хімічного контролю забур'яненості на контрольному варіанті в агроценозі картоплі формувався високий рівень присутності бур'янів, що не дозволило утворити високу врожайність, яка становила лише 13,8 т/га.

**Ключові слова:** бур'яни, маса бур'янів, ґрунтові гербіциди, страхові гербіциди, урожайність.

### **Pavlov O.S., Tanchyk S.P., Babenko A.I., Dudka T.V. Biological effectiveness of herbicides on potatoes in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine**

One of the main elements of the technology of growing potatoes is the system of protecting the crop from weeds. After all, according to research, the average annual global loss of the potato crop from weeds is 23 %. In this regard, this article is aimed at researching the biological effectiveness of the Stomp Aqua herbicide (455 g/l Pendimethalin) separately and in a mixture

with Frontier Optima (720 g/l Dimethenamid-P) against dicotyledonous and annual grass weeds in pre- and post-emergence (BBCH 09-15 potatoes) application. The leading approaches to solving this problem are conducting field studies to determine the biological effectiveness of herbicide options and statistical dispersion method to determine the accuracy and reliability of experimental information.

The biological effectiveness of Stomp Aqua varied significantly depending on the application rate and time of application. The highest biological effectiveness against weeds was when applying a tank mixture of 2.5 l/ha Stomp Aqua and 0.8 l/ha Frontier Optima before potato seedlings and was 98.0% 20 days after application and 91.3% before harvest. This is significantly higher than the local standard – Zenkor Liquid at the rate of 0.75 l/ha and provided the best structural indicators of the crop in the experiment and the highest yield – 46.58 t/ha. Application of 2.5 L/ha of Stomp Aqua prior to crop emergence provided lower efficacy compared to application of the herbicide mixture. Under this option, the efficiency was 97.6 and 85%, respectively, with a yield of 44.22 t/ha. Application of 2.5 l/ha of Stomp Aqua in the development phase of BBCH 09–15 potatoes reduced herbicide efficacy to 79.7% after 20 days and 83.6% at harvest. However, the weeds were in a neotenic form, which enabled potatoes to compete with them. The yield in this variant was 37.88 t/ha. In the absence of chemical control of weediness, a high level of the presence of weeds was formed in the potato plantations on the control variant, which prevented the formation of a high yield, which was only 13.8 t/ha.

**Key words:** weeds, mass of weeds, soil herbicides, post-emergence herbicides, productivity.

**Постановка проблеми.** Картопля є однією з сільськогосподарських культур з найвищою економічною цінністю та найстійкішим ринковим інтересом [1]. Площі картоплі в Україні зазвичай перебувають в межах 1 млн га зі щорічним виробництвом на рівні 20 млн т. Таким чином, незважаючи на війну в Україні, ця культура є досить затребуваною та популярною серед виробників [2].

Одним з ключових елементів технології вирощування картоплі виступає система захисту культури від бур'янів. Адже, згідно досліджень, середньорічні світові втрати врожаю картоплі від бур'янів складають 23 %. Проте, за гострого недотримання технології вони можуть бути набагато вищими і становити 50–70 % [34]. Ці результати вказують на те, що захист від бур'янів має вирішальне значення для успішного виробництва картоплі та існує постійна потреба в дослідженнях, присвячених контролюванню бур'янів у агроценозі цієї культури [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Конкуренція бур'янів і екологічні стреси на стадії вегетативного росту значно впливають на врожайність. Бур'яни характеризуються найвищим потенціалом зниження врожайності – у середньому на 34 %, тоді як шкідники – на 18 % та хвороби – на 16 % [6, 7, 8, 9]. Урожайність картоплі, як результат присутності бур'янів в аналізі, проведеному Mondani et al. зменшився на 54,8 %, тоді як у дослідженнях Shasrshar et al. – на 61,4–74% [10, 11]. У інших дослідженнях залежно від стану та ступеня забур'яненості втрату врожаю бульби оцінювали на 10–50 % [12, 13, 14] та до 70 % [15, 16].

У контролюванні бур'янів у агроценозі картоплі важливим є врахування гербобокритичного періоду культури до бур'янів, коли вона найбільш вразлива до їх впливу. Згідно досліджень Ahmadvand G. та ін. слід використовувати післясходові гербіциди або інші методи боротьби з бур'янами для знищення в період від 19–24 днів після сходів культури до 43–51 дня. Такий підхід дозволить зберегти рівень втрати врожаю нижче 10 % [17]. Натомість, Ciuberkis S. та ін. стверджують, що найбільшу появу в насадженнях картоплі однорічних широколистих, шириці та інших бур'янів (62–86 % від загальної кількості за сезон) спостерігали в період від садіння картоплі до цвітіння. Результати показали, що критичний період відсутності бур'янів, коли конкуренція бур'янів негативно впливає на врожайність, починався з посадки і тривав до 25 днів після цвітіння [18].

У насадженнях картоплі найбільш злісними і поширеними є такі бур'яни: кореневищні (пирій повзучий, хвощ польовий); коренепаросткові (осот рожевий та жовтий, березка польова); ранні ярі (зірочник середній, гірчиця польова, редька дика, лобода біла); пізні ярі (мишій сизий і зелений, щирія звичайна, просо куряче та ін.). Для контролювання синантропних видів необхідно максимально використовувати можливості агротехнічного прийому: це підбір поля, попередника, якісний обробіток ґрунту, розпушування міжрядь. Якщо їх ефективність недостатня, для знищення бур'янів необхідно застосовувати гербіциди [19, 20].

Dalovic та ін. вказують, що на дослідних ділянках із внесенням гербіцидів урожай картоплі був на 32 % вищим відносно контролю. Як наслідок, підвищена увага приділяється створенню ефективних методів боротьби з бур'янами, які можуть включати гербіциди, суміші гербіцидів, додавання ад'ювантів та інтеграцію механічних і хімічних методів [11, 14].

Ґрунтове внесення гербіцидів є одним з найефективніших в контролюванні малорічних бур'янів у насадженнях картоплі, особливо за умов достатнього зволоження та використання бакових сумішей декількох діючих речовин. Гербіцидні суміші є сучасною практикою боротьби з бур'янами, оскільки вони зменшують застосування гербіцидів [23, 24]. В дослідженнях Baranowska A. та ін. високу ефективність проти малорічних бур'янів як перед змиканням рядків, так і перед збиранням бульб картоплі показали варіанти з внесенням сумішей гербіцидів: Команд 480 EC 0,2 л/га + Дисперсій Афалон 450 SC 1,0 л/га та Стомп 400 SC 3,5 л/га + Дисперсій Афалон 450 SC 1,0 л/га [25].

Особливо проблемним є контроль у насадженнях картоплі таких бур'янів як види гірчаків, які за рахунок крупного насіння можуть давати сходи після внесення ґрунтових гербіцидів. У дослідженнях Gitsopoulos T. K. суміш метрибузину та просульфокарбу в нормах 320 + 3200 г д. р./га забезпечила найкращий контроль гірчака перцевого (47 %) та гречки татарської (87 %), порівняно з іншими гербіцидами – метрибузином або пендиметаліном, які застосовувалися окремо [26].

Таким чином, наведений огляд літератури вказує на важливість хімічного контролю бур'янів у насадженнях картоплі незважаючи на ефективність механічного обробітку. Важливим у цьому аспекті є дослідження саме досходового застосування гербіцидів.

**Постановка завдання.** Мета досліджень – визначити біологічну ефективність гербіциду Стомп Аква (455 г/л Пендиметалін) самостійно та в суміші з Фронт'єр Оптіма (720 г/л Диметенамід-П) проти дводольних та злакових малорічних бур'янів за досходового та раннього післясходового внесення (ВВСН 09-15 картоплі).

Дослідження з визначення ефективності гербіциду Стомп Аква проти однодольних та дводольних малорічних бур'янів у насадженнях картоплі проводилися в 2022–23 рр. в умовах ТОВ «Прінс». Для цього було закладено польовий дрібноділянковий дослід за наступною схемою (табл. 1). Попередником картоплі в дослідженнях була пшениця озима.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок представлений темно-сірими опідзоленими середньосуглинковими ґрунтами. Вміст гумусу в орному шарі 2,07 % (за Тюрнімом), мінерального азоту – 11,2 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 25 мг/100 г ґрунту (за Кірсановим), обмінного калію – 8,9 мг/100 г ґрунту (за Кірсановим), рН сольової витяжки – 6,8–7,0, сума увібраних основ – 15,8 мг-екв./100 г ґрунту, рівноважна щільність ґрунту – 1,2–1,3 г/см<sup>3</sup>. Ґрунти характеризуються високим вмістом рухомого фосфору та середнім забезпеченням азоту й калію.

Таблиця 1

**Схема дослідів з дослідження ефективності гербіциду Стомп Аква**

№	Варіанти дослідів	Час обробки	Норми витрати препаратів кг/га
1	Контроль	-	-
2	Стомп Аква	Обприскування ґрунту на ранніх стадіях розвитку (ВВСН 09–15)	2,5
3	Стомп Аква + Фронт'єр Оптіма	Обприскування ґрунту після посадки до появи сходів культури	2,5 + 0,8
4	Стомп Аква	Обприскування ґрунту після посадки до появи сходів культури	3,5
5	Зенкор Ліквід	Обприскування ґрунту після посадки до появи сходів культури	0,75
6	Зенкор Ліквід	Обприскування ґрунту на ранніх стадіях розвитку (ВВСН 09–15)	0,5

Розрахунок біологічної ефективності досліджуваних гербіцидів використовували проводили за методикою Трибеля [27].

На досліджуваних варіантах № 3, 4 та 5 було проведено по два обліки забур'яненості – через 20 днів після внесення препаратів та перед збиранням культури, а у варіантах 2 та 6 додатково був проведений облік перед внесенням препаратів. Статистичну обробку результатів проводили за допомогою програми «Statistic 10». Урожайність картоплі визначали у фазу повної стиглості культури методом суцільного збирання з кожної ділянки окремо.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для проведення досліджень з визначення ефективності препарату Стомп Аква було закладено варіант із його внесенням після сходів картоплі з нормою 2,5 л/га, порівняно з локальним контролем – Зенкор Ліквід з нормою 0,5 л/га. Для цього було проведено облік забур'яненості перед внесенням препаратів на гербіцидних варіантах та контролі. На цей період середня чисельність бур'янів становила від 73,8 до 96,8 шт./м<sup>2</sup>. Домінуючими видами були лобода біла, галінсога дрібноквіткова та гірчак беззковидний. Також у агроценозі були присутні просо куряче, паслін чорний та щиряця звичайна (табл. 2).

Таблиця 2

**Видовий склад та чисельність бур'янів перед внесенням препаратів на ранніх стадіях розвитку культури (ВВСН 09–15), шт./м<sup>2</sup>**

№ варіанту	Гірчак беззковидний	Лобода біла	Галінсога дрібноквіткова	Просо куряче	Гірчак шорсткий	Щиряця звичайна	Всього
1	9,5	15,0	11,5	13,8	6,0	16,0	71,8
2	14,50	17,8	15,3	17,3	9,3	21,3	96,8
6	15,3	11,8	10,3	22,3	8,8	25,0	93,25

У таблиці 3 наведено біологічну ефективність гербіцидів, виражену в відсотках з врахуванням зміни забур'яненості на контролі. За внесення 3,5 л/га Стомп Аква досходово та 2,5 л/га післясходово біологічна ефективність проти одно- та дводольних бур'янів становила, відповідно, 97,6 та 79,7 % через 20 днів. Різниця

між цими варіантами складала 17,9 відсоткових пунктів на користь ґрунтового внесення, що пояснюється переростанням деяких екземплярів бур'янів на момент післясходового внесення препарату. Зокрема, відмічено гіршу ефективність проти пасльону чорного, гірчака березковидного та галінсоги дрібноквіткової.

Внесення бакової суміші 2,5 л/га Стомп Аква + 0,8 л/га Фронт'єр Оптіма до сходів картоплі забезпечувало найвищу ефективність в досліді – 98,0 %, що, проте, статистично не відрізнялося від варіанту з внесенням 3,5 л/га Стомп Аква самостійно. Суміш краще контролювала гірчак шорсткий та щирцю звичайну. Локальний контроль – Зенкор Ліквід, внесений досходово в нормі 0,75 л/га, забезпечував достовірно нижчу ефективність – 83,6 %, а післясходове використання цього препарату в нормі 0,5 л/га забезпечувало найнижчу ефективність проти бур'янів у досліді – 73,7 %. Зокрема, цей варіант показав низьку ефективність проти пасльону чорного (табл. 3).

Таблиця 3

## Біологічна ефективність гербіцидів, %

№ варіанту	Гірчак березковидний		Лобода біла		Галінсога дрібноквіткова		Просо куряче		Паслін чорний		Гірчак шорсткий		Щирця загнута		Всього	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
ВВСН 00																
3	100,0	95,6	98,1	97,8	90,0	84,6	100,0	93,6	100,0	81,7	97,9	90,2	100,0	95,9	98,0	91,3
4	100,0	89,0	99,1	94,5	90,4	84,2	100,0	90,0	100,0	63,8	95,7	87,4	98,3	91,4	97,6	85,8
5	90,8	83,5	94,6	83,7	86,9	77,8	81,2	64,7	50,0	17,1	82,4	71,9	99,1	89,3	83,6	69,7
ВВСН 09–15																
2	78,8	80,8	88,1	94,5	75,3	84,7	83,1	81,6	56,7	65,0	84,6	86,4	91,1	92,5	79,7	83,6
6	71,0	68,2	79,1	79,1	75,3	78,4	75,3	68,2	42,1	48,3	88,5	90,3	84,8	86,7	73,7	74,1
НіР <sub>05</sub>	4,5	3,8	2,9	3,8	3,5	3,3	8,2	7,4	10,1	9,9	5,3	5,3	4,8	4,8	3,7	7,9

*Примітка:* 1 – облік через 20 днів після внесення гербіцидів, 2 – облік на період збирання культури.

Біологічна ефективність гербіцидів перед збиранням культури суттєво різнилася залежно від досліджуваних варіантів. Відмічено відмінну дію проти злакових та дводольних малорічних бур'янів за досходового внесення бакової суміші гербіцидів Стомп Аква 2,5 л/га + Фронт'єр Оптіма 0,8 л/га – 91,3 %. На високому рівні цей варіант контролював щирцю звичайну – 95,9 %, гірчак березковидний – 95,6, просо куряче – 93,6 та гірчак шорсткий – 90,2 %. Галінсогу дрібноквіткову та паслін чорний ця суміш контролювала на рівні, відповідно, 84,6 та 81,7 %. Внесення 3,5 л/га Стомп Аква без гербіциду партнера в цілому знижувало його ефективність до 85,8 %, проте, це зниження було в межах найменшої істотної різниці досліду. Гіршим тут був контроль лободи, гірчаків та пасльону чорного. Проте, обидва вищевказані варіанти суттєво переважали локальний контроль – Зенкор Ліквід, ефективність проти бур'янів в якому становила лише 69,7 % (табл. 3).

Внесення Стомп Аква післясходово в нормі 2,5 л/га забезпечило загальну ефективність проти бур'янів на рівні 83,6 %, що достовірно не відрізнялося від досходового внесення цього препарату. Зенкор Ліквід внесений в нормі 0,5 л/га післясходово, в цілому перевершував досходове використання цього препарату на 11,6 в. п., що вище за НіР<sub>05</sub>, проте достовірно поступався решті варіантів.



Маса бур'янів, визначена під час останнього обліку перед збиранням картоплі, на контрольному варіанті становила в середньому 1726,2 г/м<sup>2</sup>. Серед досліджуваних варіантів найбільша маса бур'янів – 422,7 г/м<sup>2</sup>, була за внесення Зенкор Ліквід післясходою в нормі 0,5 л/га. Внесення Стомп Аква 2,5 л/га післясходою суттєво зменшувало масу бур'янів до 361,1 г/м<sup>2</sup>. Проте, слід відмітити, що основну масу бур'яни сформували вже перед завершенням вегетації картоплі, коли шкода для формування врожаю була мінімальною. Досходове внесення гербіцидів забезпечило меншу масу бур'янів порівняно з післясходовим. Найменшим цей показник був за внесення суміші гербіцидів Стомп Аква 2,5 л/га + Фронт'єр Оптіма 0,8 л/га – 145 г/м<sup>2</sup>. За досходового внесення 3,5 л/га Стомп Аква без гербіциду партнера цей показник становив 215 г/м<sup>2</sup>. Використання 0,75 л/га Зенкор Ліквід маса бур'янів становила 290,2 г/м<sup>2</sup> (табл. 4).

Таблиця 4

Маса бур'янів перед збиранням картоплі, г/м<sup>2</sup>

№ варіанту	Гірчак березко-видний	Лобода біла	Галинсога дрібно-квіткова	Просо кураче	Паслін чорний	Гірчак шорсткий	Щириця загнута	Всього
1 (к)	192,9	354,1	281,1	288,6	267,9	164,7	176,9	1726,2
ВВСН 00								
3	9,1	20,0	39,5	17,8	39,9	10,0	8,7	145,0
4	31,5	52,5	43,8	26,5	24,5	12,9	23,4	215,0
5	41,9	68,2	57,0	44,2	31,8	16,7	30,4	290,2
ВВСН 09–15								
2	74,5	67,4	61,7	46,2	50,5	18,2	42,6	361,1
6	82,0	74,1	67,9	50,8	55,6	45,5	46,8	422,7
<b>НіР<sub>05</sub></b>	<b>27,2</b>	<b>30,4</b>	<b>29,6</b>	<b>24,5</b>	<b>22,12</b>	<b>17,6</b>	<b>18,2</b>	<b>44,9</b>

Середня урожайність картоплі на дослідних варіантах становила від 13,18 т/га на контрольному до 46,58 на кращому. Всі гербіцидні варіанти як за показниками структури врожаю, так і за урожайністю суттєво переважали контроль. Середня маса бульб картоплі найвищою – 120,8 г була на варіанті з комбінованим застосуванням гербіцидів Стомп Аква 2,5 л/га + Фронт'єр Оптіма 0,8 л/га. Тут був зафіксований і найвищий урожай бульб – 46,58 т/га. За досходового застосування 3,5 л/га Стомп Аква показники структури врожаю бульб картоплі були нижчим, проте це зниження було в межах похибки, але показник урожайності достовірно поступався попередньому варіанту, оскільки було зібрано лише 44,22 т/га бульб. Вищевказані варіанти за всіма показниками урожайності суттєво переважали локальний стандарт Зенкор Ліквід, внесений до сходів культури в нормі 0,75 л/га (табл. 5).

Внесення досліджуваних гербіцидів після сходів культури забезпечувало нижчий приріст урожайності бульб картоплі порівняно з ґрунтовим застосуванням, що свідчить про важливість усунення конкуренції з бур'янами саме на початкових етапах росту та розвитку рослин картоплі.

Таким чином, враховуючи проведені дослідження, найкращим варіантом як у контролі малорічних одно та дводольних бур'янів, так і в урожайності є варіант з внесенням бакової суміші.

Таблиця 5

**Урожайність та структура врожаю бульб картоплі  
залежно від досліджуваних варіантів, т/га**

№ варіанту	Середня маса бульби, г	Кількість бульб під кущем, шт.	Урожайність, т/га	Надбавка урожаю, +/- % до контролю
1 (к)	60,2	4,6	13,18	-
ВВСН 00				
3	120,8	8,1	46,58	253,3
4	117,6	7,9	44,22	235,5
5	105,9	7,6	38,31	190,6
ВВСН 09–15				
2	106,1	7,5	37,88	187,4
6	100,8	7,2	34,55	162,1
НіР <sub>05</sub>	3,9	0,2	1,1	-

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** В Лівобережному Лісо-степу України на темно-сірих опідзолених середньо суглинкових ґрунтах для контролю малорічних дводольних та злакових бур'янів в агроценозі картоплі з ефективністю 98,0 % через 20 днів після застосування та 91,3 % на період збирання врожаю рекомендується внесення бакової суміші гербіцидів Стомп Аква (**455 г/л Пендиметалін**), 2,5 л/га та Фронт'єр Оптіма (**720 г/л Диметенамід-П**), 0,8 л/га, що дозволяє сформувати урожайність бульб картоплі на рівні 46,58 т/га.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

- King J. C., Slavin J. White potatoes, human health, and dietary guidance. *Advances in Nutrition*. 2013. Vol. 413, Iss. 3. P. 393–401.
- Сільське господарство України – 2022. *Статистичний збірник*. Державна служба статистики України, 2023. 162 с. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/09/S\\_gos\\_22.pdf](https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/09/S_gos_22.pdf)
- Бур'яни та заходи боротьби з ними / Ю. П. Манько, І. В. Веселовський, Л. В. Орел, С. П. Танчик. Київ : Учбово-метод. Центр Мінагропрому України, 1998. 240 с.
- Umiyati, U., Kurniadie, D., Anjarsari, I.R.D. Biodiversity of weeds in potato (*Solanum tuberosum*) in Pangalengan and Cikajang sub-districts of Indonesia. *Potato Journal*. 2023. T. 50. Vol. 1. P. 66–76.
- Potential potato yield loss from weed interference in the United States and Canada. / Z. A. Ganie et al. *Weed Technology*. 2023. Vol. 37, Iss. 1, P. 21–24. DOI 10.1017/wet.2023.5
- Fernandes-Quintanilla C., Quadranti M., Kudsk P., Bàrberi P. Which future for weed science? *Weed Research*. 2008. Vol. 48. P. 297–301.
- Merga B., Dechassa N. Growth and productivity of different potato cultivars. *J. Agric. Sci.* 2019. No. 11. P. 528–534.
- Studies on efficacy of different herbicides against weeds in potato crop in Peshawar / Hussain Z. et al. *Pak. J. Bot.* 2013. No. 45. P. 487–491.
- Kebede G., Sharma J. J., Dechassa N. Evaluation of chemical and cultural methods of weed management in potato (*Solanum tuberosum* L.) in Gische District, North Shewa, Ethiopia. *J. Nat. Sci. Res.* 2016. No. 6. P. 28–47.
- Mondani F., Golzardi F., Ahmadvand G., Ghorbani R., Moradi R. Influence of weed competition on potato growth, production and radiation use efficiency. *Notulae Scientia Biologicae*. 2011. T. 3, Vol. 3. P. 42–52.

11. Sharshar A. A. H., Hassanein E.H., Omayma S., Mona S.M.Y., El-Gamal A. M. Determination of the critical period for weed control on potato (*Solanum tuberosum* L.) crop. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2015. T. 4, Vol. 2. P. 240–249.
12. Azadbakht A., Akbar M. T., Ghavidel A. The effect of chemical and non-chemical control methods on weeds in potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation in Ardabil Province, Iran. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2017. T. 15, Vol. 4. P. 1359–1372.
13. Gugala M., Zarzecka K., Dołęga H., Sikorska A. Weed Infestation and Yielding of Potato under Conditions of Varied Use of Herbicides and Bio-Stimulants. *J. Ecol. Eng.* 2018. No. 19. P. 191–196.
14. Walkowiak, R., Podsiadłowski, S. & Czajka, M. The effect of integrated tillage of light soil on potato yields. *Biometrical Letters*. 2017. T. 54, Vol. 2. P. 187–201.
15. Zarzecka K. Evaluation of different methods of potato weed control Part II. Relationships between weed infestation and yielding. *Acta Sci. Pol., Agricultura*. 2004. T. 3, Vol. 2. P. 195–202.
16. Zarzecka K., Gugala M., Sikorska A., Grzywacz K., Niewęglowski M. Marketable Yield of Potato and Its Quantitative Parameters after Application of Herbicides and Biostimulants. *Agriculture*. 2020. T. 10, Vol. 49. <https://doi.org/10.3390/agriculture10020049>
17. Ahmadvand G., Mondani F., Golzardi F. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. *Scientia Horticulturae*. 2009. Vol. 121, Iss. 3, P. 249–254. DOI 10.1016/j.scienta.2009.02.008
18. Ciuberkis S., Bernotas S., Raudonius S., Felix J. Effect of weed emergence time and intervals of weed and crop competition on potato yield. *Weed Technology*. 2007. Vol. 21, Iss. 3. P. 612–617. DOI 10.1614/WT-06-101.1
19. Optimization of planting geometry and weed control improves the productivity of potato under poplar-based agroforestry system / B. Parija et al. *Agroforestry Systems*. 2023. T. 97. Vol. 6. P. 1055–1069. DOI:10.1007/s10457-023-00847-x
20. Корпіта Г., Шувар І., Дудар О. Захист посівів картоплі від бур'янів в умовах Західного Лісостепу України. Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія «Агрономія». 2022. № 26. С. 63–66. <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.159>
21. Dalovic I., Milošević D., Macák M., Týr Š. Impact of weed control on potato infestation and yield. *Research Journal of Agricultural Science*. 2008. T. 40. Vol. 1. P. 385–388.
22. Effect of soil and water characteristics on yield and properties of 'Spunta' potatoes. Al-Hamed S. A. et al. *Chil. J. Agric. Res.* 2017. No. 77. P. 250–256.
23. Marketable yield of potato and its quantitative parameters after application of herbicides and biostimulants / K. Zarzecka. *Agriculture (Switzerland)*. 2020. Vol. 20, Iss. 2. DOI 10.3390/agriculture10020049
24. Studies on efficacy of different herbicides against weeds in potato crop in Peshawar / Hussain Z. et al. *Pak. J. Bot.* 2013. No. 45. P. 487–491.
25. Efficacy of herbicides in potato crop / A. Baranowska et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2016. Vol. 17, Iss. 1. P. 82–88. DOI 10.12911/22998993/61194
26. Gitsopoulos T. K., Damalas C. A., Georgoulas I. Herbicide mixtures for control of water smartweed (*Polygonum amphibium*) and wild buckwheat (*Polygonum convolvulus*) in potato. *Weed Technology*. 2014. Vol. 28, Iss. 2, P. 401–407.
27. Трибель С. О., Бабич А. Г., Бабич О. А. Методики випробування пестицидів. Київ, 2011. 54 с.

УДК 631.547.03:631.15

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.11>

## ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РЕГОПЛАНТ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

**Паламарчук В.Д.** – д.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва та садівництва,  
Вінницький національний аграрний університет

**Кричковський В.Ю.** – д.філос. з агрономії,

старший викладач кафедри рослинництва та садівництва,  
Вінницький національний аграрний університет

**Нейлик М.М.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства ґрунтознавства та агрохімії,  
Вінницький національний аграрний університет

**Мета досліджень:** встановити вплив РРР Регоплант на прояв господарсько-цінних ознак та продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. **Методи досліджень:** лабораторний, польовий, лабораторно-польовий математично-статистичний. За рахунок використання зерна кукурудзи у багатьох галузях народного господарства вона була і залишається однією із основних зернофуражних культур України та світу. На разі попит на зернову кукурудзу підсилюється за рахунок можливості використання її для переробки на біоетанол. Дослідження проводились протягом двох років (2020-2021 рр.) у ТОВ «Органік-Д» смт. Сутики Вінницької області та включали вивчення реакції гібридів кукурудзи різних груп стиглості на застосування регулятора росту рослин Регоплант. Кліматичні умови за роки досліджень відрізнялися різноманітністю, ґрунт дослідної ділянки сірий лісовий, із вмістом гумусу 2,2-2,4 %, легкорозчинних елементів живлення в мг на 100 г ґрунту: рухомий фосфор 12,1; гідролізований азот 10,2; обмінний калій 12,2-13,2. **Результати досліджень.** Нами встановлено, що застосування позакореневих підживлень рістрегулюючим препаратом Регоплант позитивно впливає на ростові процеси, елементи структури врожаю та урожайність досліджуваних гібридів. Проведення внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи забезпечило зростання висоти рослин та кріплення качанів досліджуваних гібридів кукурудзи на 4,4-7,7 см та 3,2-7,2 см в порівнянні із контролем. Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи забезпечує зростання діаметру качана на 0,1-0,2 см, довжини качана на 0,1-0,4 см, виходу маси зерна із качана на 3,2-5,2 г, маси 1000 насінин на 2,1-5,7 г в порівнянні із контрольним варіантом. Встановлена закономірність зростання передзбиральної вологості зерна у гібридів із подовженою тривалістю вегетаційного періоду. Застосуванням позакореневих підживлень РРР Регоплант збільшує на 0,3-1,7 % рівень перезбиральної вологості зерна в порівнянні із контролем, що є небажаним оскільки може викликати необхідність додаткових затрат на проведення досушування зерна кукурудзи. Проведення позакореневих підживлень РРР Регоплант дозволяє додатково отримувати 0,20-0,33 т/га зерна в порівнянні із контрольним варіантом (без підживлень). **Висновки.** Отже, застосування РРР Регоплант у фазу 5-7 листків веде до поліпшення ростових процесів, яке відображається у збільшенні висоти рослин та закладання качанів, збільшує продуктивність досліджуваних гібридів на 15-20 % відносно контрольного варіанту, підвищує рівень перезбиральної вологості зерна, що негативно позначається на зростанні затрат на досушування зерна.

**Ключові слова:** зерно, урожайність, регулятор живлення, лінійні розміри, елементи структури, вологість зерна, живлення, ріст і розвиток.

**Palamarchuk V.D., Krychkovsky V.Yu., Neylyk M.M. Influence of plant growth regulator Regoplant on the productivity of maize hybrids**

**Research objective:** to determine the effect of Regoplant on the manifestation of economically valuable traits and productivity of maize hybrids of different maturity groups. **Research methods:** laboratory, field, laboratory and field mathematical and statistical. Due to the use of grain corn in many sectors of the national economy, it has been and remains one of the main grain fodder crops in Ukraine and the world. Currently, the demand for grain corn is increasing due to the possibility of using it for bioethanol processing. The research was conducted over two years (2020-2021) at Organic-D LLC in Sutisky, Vinnytsia region, and included the study of the response of corn hybrids of different maturity groups to the use of the plant growth regulator Regoplant. Climatic conditions during the years of research were diverse, the soil of the experimental site is gray forest, with a humus content of 2.2-2.4%, easily soluble nutrients in mg per 100 g of soil: mobile phosphorus 12.1; hydrolyzed nitrogen 10.2; exchangeable potassium 12.2-13.2. **Research results.** We have established that the use of foliar fertilization with the growth-regulating preparation Regoplant has a positive effect on growth processes, which ultimately determines the architectonics of maize plants. The use of foliar fertilization with the growth-regulating preparation Regoplant has a positive effect on growth processes, elements of the yield structure and yield of the studied hybrids. The application of the PPP Regoplant in the phase of 5-7 leaves of corn provided an increase in plant height and cob attachment of the corn hybrids under study by 4.4-7.7 cm and 3.2-7.2 cm compared to the control. The introduction of PPP Regoplant in the phase of 5-7 leaves of corn provides an increase in the diameter of the cob by 0.1-0.2 cm, the length of the cob by 0.1-0.4 cm, the yield of grain from the cob by 3.2-5.2 g, the weight of 1000 seeds by 2.1-5.7 g compared to the control variant. The regularity of growth of pre-harvest grain moisture content in hybrids with an extended duration of the growing season was established. The use of foliar fertilization with PGR Regoplant increases the level of pre-harvest grain moisture by 0.3-1.7% compared to the control, which is undesirable because it may require additional costs for drying corn grain. Foliar application of PPP Regoplant allows to obtain an additional 0.20-0.33 t/ha of grain compared to the control variant (without fertilization). **Conclusions.** Thus, the use of PPP Regoplant in the phase of 5-7 leaves leads to improvement of growth processes, which is reflected in an increase in plant height and heading, increases the productivity of the studied hybrids by 15-20% compared to the control variant, increases the level of pre-harvest grain moisture, which negatively affects the growth of grain drying costs.

**Key words:** grain, yield, nutrition regulator, linear dimensions, structural elements, grain moisture, nutrition, growth and development.

**Постановка завдання.** Вирощування кукурудзи на сьогодні є досить ефективним в Україні та ЄС, оскільки дана культура має різнобічні напрями використання. Зерно кукурудзи характеризується високим вмістом вуглеводів (60-85 %), вмістом білку на рівні 9-15 %, високим вмістом жиру 4,0-10,0 % [1, 2].

Поряд із традиційними напрямками використання на продовольчі та кормові цілі, сьогодні продукція кукурудзи розглядається як сировина для виробництва альтернативних видів палив (біоетанолу та біогазу). Звичайно даний напрям використання буде можливий лише за умови збільшення її продуктивності та валових зборів зерна та зеленої маси. В зв'язку із цим дослідження в даному напрямі є актуальними та необхідними.

**Аналіз літературних джерел.** В Україні урожайність кукурудзи, на сьогодні, дещо поступається західним країнам Світу. Одним з резервів підвищення продуктивності та якості продукції кукурудзи є застосування регуляторів росту рослин. Окрім того варто відмітити наявність в межах території нашої країни сприятливих ґрунтово-кліматичних та економічних умов, великого асортименту гібридного складу що ще більше поліпшує перспективи зростання урожайності кукурудзи [3, 4].

Використання регуляторів росту рослин сприятиме кращому розкриттю генетичного потенціалу сучасних гібридів кукурудзи, оскільки він у виробничих умовах використовується лише на 30-50 % від можливого [4-7].

Вирощування кукурудзи в Україні проводиться практично в усіх ґрунтово-кліматичних зонах, оскільки за рахунок зміни клімату теплові ресурси в усіх зонах не є лімітуючим фактором. Варто відмітити, що найбільші площі посіву кукурудзи знаходяться в Лісостеповій та Степовій зоні нашої країни [8, 9]. В 2021 році в Україні площі вирощування кукурудзи склали 5,5 млн. га, а в 2022 році через зростання вартості матеріально-технічних ресурсів та військову агресію росії зменшилась до 4,267 млн. га [10].

Важливим показником зростання обсягів виробництва зерна кукурудзи може стати можливість переробки частини її врожаю на біоетанол, особливо коли врахувати можливість вичерпування традиційних корисних копалин із яких отримують паливо. В свою чергу вирощування кукурудзи та можливість використання її як сировини для виробництва біоетанолу має відновлювальний характер [11, 12].

В передових країнах світу переробка кукурудзи на біоетанол має державну підтримку, через те що 10-12 % етанолу додається до високооктанових марок бензину [4].

Україна за біокліматичним потенціалом має досить високі можливості для вирощування потенційної врожайності сучасних гібридів кукурудзи. Звичайно для реалізації генетичного потенціалу гібриду крім сприятливих кліматичних умов потрібна і відповідна технологія вирощування, яка передбачає оптимізацію надходження елементів живлення в процесі росту і розвитку рослин кукурудзи, застосування регуляторів росту рослин та використання лінійки сучасних гібридів [4, 13]. В порівнянні із пестицидами регулятори росту здійснюють вплив лише на конкретні мішені – мембрани клітин рослини, не забруднюючи навколишнє природне середовище [2, 4].

Дія регуляторів росту рослин обумовлюється їх залученням до обігу речовин у рослині, визначенням напрямку біохімічних реакцій та підвищенням життєдіяльності [4]. Крім того регулятори росту рослин забезпечують підвищення адаптивних властивостей рослин, щодо протидії стресовим явищам в процесі вегетації кукурудзи. Застосування регуляторів росту сприяє покращенню стартового росту рослин, оптимізації проходження етапів органогенезу та фенологічних фаз, розвитку кореневої системи, стійкості рослин до збудників хвороб [14], покращує фотосинтетичну діяльність рослин та підвищує накопичення органічної речовини, а також позитивно впливає на ґрунтову мікрофлору [14, 15]. При цьому затрати на їх внесення у десятки разів нижчі за вартість приростів врожаю [16].

**Мета досліджень:** встановити вплив РРР Регоплант на прояв господарсько-цінних ознак та продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

**Матеріал і методика досліджень.** Польові дослідження проводились протягом двох років (2020-2021 рр.) у ТОВ «Органік-Д» смт. Сутиски Вінницької області та включали вивчення реакції гібридів кукурудзи різних груп стиглості на застосування регулятора росту рослин Регоплант.

Кліматичні умови за роки досліджень відрізнялися різноманітністю, зокрема в 2020 році низькі температури які склалися в квітні – травні місяці негативно вплинули на початковий ріст рослин кукурудзи, а строки сівби здвинулись до більш пізніх. В 2021 році гідротермічні умови виявились більш сприятливими для росту і розвитку рослин кукурудзи, що в кінцевому результаті вплинуло на рівень урожайності досліджуваних гібридів кукурудзи.

Досліди висівалися на сірих лісових середньо-суглинкових ґрунтах, що характеризувалися наступними показниками: вміст гумусу в орному горизонті 2,2-2,4 %, в підорному – 1,2-1,3 %; гідролітична кислотність в мікро-еквівалентах на 100 г

грунту 2,8; вміст легкорозчинних елементів живлення в мг на 100 г ґрунту: рухомий фосфор 12,1; гідролізований азот 10,2; обмінний калій 12,2-13,2.

Схема дослідю вклочала два фактори: чинник А (гібриди кукурудзи різних груп стиглості) та чинник В (позакореневі підживлення): 1) контроль (без підживлень), 2) позакореневі підживлення РРР Регоплант нормою 50 мл/га у фазу 5-7 листків кукурудзи.

Площа дослідю становила 0,12 га, облікова ділянка – 50 м<sup>2</sup>, повторність трьох разова. Попередник кукурудзи – ячмінь ярий.

Закладення дослідю проводили відповідно до загальноприйнятих методик з кукурудзою [17, 18].

Технологія загальноприйнята для даної зони, за виключенням елементів як досліджувались. Система основного обробітку ґрунту вклочала після збирання попередника проведення лущення стерні та оранку на глибину 22-25 см. В основне удобрення проводили внесення діаміфоски у розрахунок N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> кг. д. р. Перед посівом проводилася культивация з боронуванням на глибину загортання насіння.

Сівбу проводили у оптимальні строки ІІІ декада квітня – перша декада травня, сівалкою Джон Дір густрою 75 тис. шт. /га.

Для контролю бур'янистої рослинності застосували гербіциди Харнес, та МелАгро, а для боротьби із стебловим кукурудзяним метеликом ентомофаг – трихограму.

Архітектоніку рослин (висота рослин та кріплення качанів), структуру врожаю визначали в пробах качанів, які відбирали на кожній обліковій ділянці. Урожай зерна перераховували на стандартну вологість 14 % [17, 19].

Математичну обробку отриманих результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу із використанням пакету комп'ютерних програм Agrostat.

**Результати досліджень.** У вирощуванні кукурудзи із морфологічних ознак важливе значення має висота рослин та кріплення качанів. У формуванні лінійних розмірів рослин визначальним є група стиглості, біологічні особливості гібридів та умови вирощування, особливо інтенсивність ростових процесів.

Результатами проведених досліджень встановлено, що застосування позакореневих підживлень рістрегулюючим препаратом Регоплант позитивно впливає на ростові процеси що в кінцевому результаті визначає архітектоніку рослин кукурудзи (табл. 1).

Значення висоти рослин у досліджуваних гібридів кукурудзи, в середньому за два роки, коливалось в межах 237,5-273,3 см, із поступовим збільшенням від ранньостиглих (240,8-247,9 см) до середньостиглих гібридів (255,7-273,3 см).

Висота рослин на контрольному варіанті (без підживлень), в середньому за два роки досліджень склала Амарос (ФАО 230) – 240,8 см, Каньйонс (ФАО 230) – 237,5 см, Р9071 (ФАО 280) – 252,6 см, Богатир (ФАО 290) – 255,7 см, Р9170 (ФАО 320) – 263,5 см та Буріто (ФАО 390) – 265,8 см. Проведення внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи забезпечило зростання висоти рослин досліджуваних гібридів кукурудзи на 4,4-7,7 см в порівнянні із контролем. Тобто, внесення рістрегулюючих речовин позитивно впливає на ростові процеси у гібридів кукурудзи не залежно від групи стиглості.

Висота кріплення качанів тісно пов'язана із лінійними розмірами рослин, тобто зростання висоти рослин супроводжує збільшення висоти закладання качанів. В досліджуваних гібридів, в середньому за два роки висота кріплення качанів становила 62,8-97,7 см. На контрольному варіанті вона складала Амарос (ФАО

230) – 65,5 см, Каньйонс (ФАО 230) – 62,8 см, Р9071 (ФАО 280) – 76,3 см, Богатир (ФАО 290) – 80,5 см, Р9170 (ФАО 320) – 87,3 см та Буріто (ФАО 390) – 90,5 см. За проведення позакоренових підживлень висота закладання качанів зростає на 3,2-7,2 см, в порівнянні з контролем становила – 68,7 см, 67,5 см, 80,8 см, 86,5 см, 92,4 та 97,7 см.

Таблиця 1  
Вплив РРР Регоплант на біометричні показники рослин гібридів кукурудзи, см (в середньому за 2020-2021 рр.)

Гібриди кукурудзи	Варіант досліджу	Висота	
		рослин	кріплення качанів
Амарос (ФАО 230)	Контроль (без підживлень)	240,8	65,5
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	247,9	68,7
Каньйонс (ФАО 230)	Контроль (без підживлень)	237,5	62,8
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	243,6	67,5
Р9071 (ФАО 280)	Контроль (без підживлень)	252,6	76,3
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	259,5	80,8
Богатир (ФАО 290)	Контроль (без підживлень)	255,7	80,5
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	260,1	86,5
Р9170 (ФАО 320)	Контроль (без підживлень)	263,5	87,3
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	271,2	92,4
Буріто (ФАО 390)	Контроль (без підживлень)	265,8	90,5
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	273,3	97,7

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

Отже, внесення РРР Регоплант позитивно впливає на ростові процеси покращуючи лінійні розміри рослин та закладання качанів.

Регулятори росту рослин відіграють ключову роль у покращенні врожаю та забезпеченні стійкості рослин до різних стресових умов. Вони впливають на різні аспекти росту та розвитку рослин, включаючи фізіологічні процеси, такі як проростання насіння, формування пагонів, цвітіння, плодоношення та дозрівання. Використання цих регуляторів може також зменшувати необхідність в застосуванні пестицидів, що сприяє створенню більш екологічно чистих систем вирощування рослин. Передпосівна обробка насіння регуляторами росту, біологічними стимуляторами може значно поліпшити умови для проростання та росту рослин, стимулювати розвиток кореневої системи, збільшення стійкості до стресу та покращення засвоєння поживних речовин [4].

Вплив рістрегулюючих препаратів під час вегетації рослин, особливо в період формування листового апарату та репродуктивних органів, є дуже важливим для підвищення якості та кількості врожаю. Ці препарати можуть впливати на процеси



росту, розвитку та фізіологічні функції рослин, сприяють оптимальному формуванню органів, збільшенню врожайності, поліпшенню якості плодів або зерна, а також зменшенню стресу, спричиненого несприятливими факторами навколишнього середовища.

Вплив регулятора росту рослин Регоплант на елементи структури врожаю кукурудзи приведено в таблиці 2.

Таблиця 2  
Вплив РРР Регоплант на показники структури урожаю гібридів кукурудзи, (середнє за 2020-2021 рр.)

Гібриди кукурудзи (А)	Варіант досліджу (В)	Діаметр качана, см	Довжина качана, см	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 насінин, г
Амарос (ФАО 230)	Контроль (без підживлень)	4,5	18,0	131,6	256,2
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	4,7	18,2	136,5	261,9
Каньйонс (ФАО 230)	Контроль (без підживлень)	4,3	17,5	129,4	253,8
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	4,4	17,9	132,6	255,9
Р9071 (ФАО 280)	Контроль (без підживлень)	4,7	18,2	147,9	259,5
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	4,8	18,6	153,1	263,7
Богатир (ФАО 290)	Контроль (без підживлень)	4,6	18,6	148,8	262,5
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	4,6	18,7	152,5	267,9
Р9170 (ФАО 320)	Контроль (без підживлень)	4,8	18,5	165,8	270,8
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	5,0	18,8	169,7	275,6
Буріто (ФАО 390)	Контроль (без підживлень)	4,7	18,6	160,2	268,5
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	4,8	18,7	164,8	273,4

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

Діаметр качана у досліджуваних гібридів кукурудзи коливався в межах 4,3-5,0 см. На контрольному варіанті діаметр качана, склав Амарос (ФАО 230) – 4,5 см, Каньйонс (ФАО 230) – 4,3 см, Р9071 (ФАО 280) – 4,7 см, Богатир (ФАО 290) – 4,6 см, Р9170 (ФАО 320) – 4,8 см та Буріто (ФАО 390) – 4,7 см. Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи забезпечує зростання діаметру качана на 0,1-0,2 см, в порівнянні із контрольним варіантом.

Довжина качана у досліджуваних гібридів кукурудзи коливалася в межах 17,5-18,8 см. Найвище значення довжини качана відмічено на варіанті із внесенням РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи – Амарос (ФАО 230) – 18,2 см, Каньйонс (ФАО 230) – 17,9 см, Р9071 (ФАО 280) – 18,6 см, Богатир (ФАО 290) – 18,7 см, Р9170 (ФАО 320) – 18,8 см та Буріто (ФАО 390) – 18,7 см, тоді як на контролі вона була на 0,1-0,4 см.

Наступною ознакою структури врожаю є маса зерна із качана, яка на контрольному варіанті склала Амарос (ФАО 230) – 131,6 г, Каньйонс (ФАО 230) – 129,4 г, Р9071 (ФАО 280) – 147,9 г, Богатир (ФАО 290) – 148,8 г, Р9170 (ФАО 320) – 165,8 г та Буріто (ФАО 390) – 160,2 г. Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи сприяло зростанню маси зерна із качана на 3,2-5,2 г в порівнянні із контрольним варіантом.

Маса 1000 насінин в досліджуваних гібридів кукурудзи, в середньому за два роки склала 253,8-275,6 г і залежала від біологічних особливостей гібриду та проведення позакоренових підживлень. На контрольному варіанті маса 1000 становила Амарос (ФАО 230) – 256,2 г, Каньйонс (ФАО 230) – 253,8 г, Р9071 (ФАО 280) – 259,5 г, Богатир (ФАО 290) – 262,5 г, Р9170 (ФАО 320) – 270,8 та Буріто (ФАО 390) – 268,5 г. Застосування РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи сприяє зростанню маси 1000 насінин на 2,1-5,7 г в порівнянні із контролем.

Однією із важливих ознак яка визначає ефективність вирощування кукурудзи є передзбиральна вологість зерна. Рівень вологості зерна безпосередньо впливає на пошкодженість зерна та економію енергетичних ресурсів [4]. Затрати на проведення досушування зерна кукурудзи можуть складати 35-45% загальних витрат на вирощування [20].

Вплив позакоренових підживлень РРР Регоплант наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

**Вплив РРР Регоплант на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи, (середнє за 2020-2021 рр.)**

Гібриди кукурудзи	Варіант досліду	Передзбиральна вологість зерна, %
Амарос (ФАО 230)	Контроль (без підживлень)	19,5
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків	20,2
Каньйонс (ФАО 230)	Контроль (без підживлень)	19,4
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків	19,7
Р9071 (ФАО 280)	Контроль (без підживлень)	21,5
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків	23,2
Богатир (ФАО 290)	Контроль (без підживлень)	23,5
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків	24,1
Р9170 (ФАО 320)	Контроль (без підживлень)	23,6
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків	24,4
Буріто (ФАО 390)	Контроль (без підживлень)	24,1
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків	24,9

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

Вологе зерно практично не зберігається, є середовищем розвитку мікроорганізмів, через вміст цукрів, білкових сполук та інших поживних речовин та вітамінів. Воно починає само-зігріватися починаючи із перших днів зберігання і на 3-4 день відбувається проростання даного насіння та інтенсивне ураження збудниками хвороб (фузаріоз, пліснявіння, пухирчаста сажка і бактеріоз) [2, 4].

Із даних таблиці 3 видно, що рівень передзбиральної вологості зерна в досліджуваних гібридів знаходиться у межах 19,4-24,9 %. У групі ранньостиглих гібридів його значення склало 19,4-20,2 %, середньоранніх – 21,5-24,1 %, а у групі

середньостиглих гібридів 23,6-24,9 %. Тобто чітко підтверджується закономірність зростання передзбиральної вологості зерна у гібридів із подовженою тривалістю вегетаційного періоду.

Нами встановлений вплив застосування РРР Регоплант на рівень передзбиральної вологості зерна у досліджуваних гібридів кукурудзи. Так, рівень передзбиральної вологості зерна на контрольному варіанті, в середньому за два роки, склав Амарос (ФАО 230) – 19,5 %, Каньйонс (ФАО 230) – 19,4 %, Р9071 (ФАО 280) – 21,5 %, Богатир (ФАО 290) – 23,5 %, Р9170 (ФАО 320) – 23,6 та Буріто (ФАО 390) – 24,1 %, а на варіантах із застосуванням позакореневих підживлень РРР Регоплант він збільшився на 0,3-1,7 % в порівнянні із контролем і становив – 20,2 %, 19,7 %, 23,2 %, 24,1 %, 24,4 та 24,9 %, відповідно. Дане зростання є небажаним оскільки може викликати необхідність додаткових затрат на проведення досушування зерна кукурудзи.

Показником ефективності технології вирощування або окремого її елементу є рівень урожайності культури. Реалізації генетичного потенціалу урожайності на пряму залежить від використання рістрегулюючих речовин та оптимізації живлення рослин кукурудзи. Характеристику гібридів кукурудзи за врожайністю залежно від позакореневих підживлень РРР Регоплант приведено в таблиці 4.

Таблиця 4

**Врожайність гібридів кукурудзи  
залежно від позакореневих підживлень, т/га (за 2020-2021 рр.)**

Гібриди кукурудзи (А)	Варіант дослід (В)	Урожайність		
		2020 р.	2021 р.	середнє за 2020-2021 рр.
Амарос (ФАО 230)	Контроль (без підживлень)	5,38	6,36	5,87
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	5,68	6,72	6,20
Каньйонс (ФАО 230)	Контроль (без підживлень)	5,15	6,33	5,74
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	5,42	6,45	5,94
Р9071 (ФАО 280)	Контроль (без підживлень)	6,61	6,85	6,73
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	7,05	7,45	7,25
Богатир (ФАО 290)	Контроль (без підживлень)	6,64	7,01	6,83
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	6,95	7,15	7,05
Р9170 (ФАО 320)	Контроль (без підживлень)	7,68	7,99	7,84
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	7,85	8,29	8,07
Буріто (ФАО 390)	Контроль (без підживлень)	7,25	7,95	7,60
	Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи	7,41	8,20	7,81
НІР <sub>05</sub> , т/га				
Варіант А		0,17	0,19	–
Варіант В		0,20	0,24	
Взаємодія АВ		0,22	0,27	

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

Нами встановлений істотний вплив на формування урожайності у досліджуваних гібридів кукурудзи гідротермічних умов року. Так кращим за показниками надходження теплових ресурсів та вологи і їх розподілом протягом вегетаційного періоду кукурудзи виявився 2021 рік, урожайність у досліджуваних гібридів кукурудзи в середньому по досліді склала 7,23 т/га, тоді як у 2020 році вона становила 6,59 т/га.

На контрольному варіанті (без підживлень) урожайність досліджуваних гібридів кукурудзи, в середньому за два роки, склала Амарос (ФАО 230) – 5,87 т/га, Каньйонс (ФАО 230) – 5,74 т/га, Р9071 (ФАО 280) – 6,73 т/га, Богатир (ФАО 290) – 6,83 т/га, Р9170 (ФАО 320) – 7,84 та Буріто (ФАО 390) – 7,60 т/га, а на варіантах із застосуванням позакореневих підживлень РРР Регоплант вона збільшилась на 0,20-0,33 т/га в порівнянні із контролем і склала – 6,20 т/га, 5,94 т/га, 7,25 т/га, 7,05 т/га, 8,07 та 7,81 т/га, відповідно.

**Висновки.** Встановлено, що застосування позакореневих підживлень рістрегулюючим препаратом Регоплант позитивно впливає на ростові процеси, елементи структури врожаю та урожайність досліджуваних гібридів. Проведення внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи забезпечило зростання висоти рослин та кріплення качанів досліджуваних гібридів кукурудзи на 4,4-7,7 см та 3,2-7,2 см в порівнянні із контролем. Внесення РРР Регоплант у фазу 5-7 листків кукурудзи забезпечує зростання діаметру качана на 0,1-0,2 см, довжини качана на 0,1-0,4 см, виходу маси зерна із качана на 3,2-5,2 г, маси 1000 насінин на 2,1-5,7 г в порівнянні із контрольним варіантом. Встановлена закономірність зростання передзбиральної вологості зерна у гібридів із подовженою тривалістю вегетаційного періоду. Застосуванням позакореневих підживлень РРР Регоплант збільшує на 0,3-1,7 % рівень перезбиральної вологості зерна в порівнянні із контролем, що є небажаним оскільки може викликати необхідність додаткових затрат на проведення досушування зерна кукурудзи. Проведення позакореневих підживлень РРР Регоплант дозволяє додатково отримувати 0,20-0,33 т/га зерна в порівнянні із контрольним варіантом (без підживлень).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Надь Янош. Кукуруза. Вінниця: ФОП Д.Ю. Корзун, 2012. 580 с.
2. Калетнік Г. М., Паламарчук В. Д., Гончарук І. В., Ємчик Т. В., Телекало Н. В. Перспективи використання кукурудзи для енергоефективного та екологобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: ФОП Кушнір Ю. В., 2021. 260 с.
3. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур: підручник. Біла Церква, 2016. 376 с.
4. Паламарчук В. Д., Дідур І. М., Колісник О. М., Алексєєв О. О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного: монографія. Вінниця: ТОВ Друк. 2020. 536 с.
5. Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Кирпа М. Я., Стасів О. Ф. Ефективність застосування біопрепаратів під час вирощування ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи за різної густоти рослин в умовах краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. 2021. № 5 С. 135-142. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.227>.
6. Мазур В. А., Шевченко Н. В., Яковець Л. А. Агро-біологічні особливості вирощування гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: ТОВ «Друк». 2023. 288 с.
7. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Бояркіна Л. В., Шарій В. О., Біднина І. О. Порівняльний аналіз формування врожайності гібридів

кукурудзи різних груп ФАО за краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 24-31. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.3>

8. Шевчук Р., Кириєнко А. Продуктивність гібридів зернової кукурудзи в умовах Західного Лісостепу. *Аграрний тиждень. Україна (журн.)*. 2014. № 3-4. С. 45-46.

9. Кабанець В. М., Собко М. Г., Музика Л. П. Кукурудза: технологічні аспекти вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України: науково-практичні рекомендації. Сад: Інститут сільського господарства Північного Сходу, 2019. 40 с.

10. Вернера І. Є. Статистичний щорічник України. Державна служба статистики України. Київ, 2022. 438 с.

11. Паламарчук В. Д., Поліщук М. І., Поліщук І. С., Колісник О. М., Паламарчук О. Д. Вплив елементів технології на розвиток кукурудзи для виробництва біоетанолу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. Т. I. С. 96-101.

12. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Міщенко С. В., Пілярська О. О., Базиленко Є. О. Перспективні культури для біоенергетики України. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 5-15. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.1>.

13. Маслак О. Прогноз ринку найрентабельніших культур нового сезону. *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 7. С. 10-12.

14. Веремеєнко С., Олійник О. Вплив стимуляторів росту на кукурудзу. *Агро Перспектива*. 2010. № 7. С. 72-73.

15. Філоненко С. В., Тищенко М. В., Попов О. О. Реалізація продуктивного потенціалу кукурудзи за позакореневого внесення регуляторів росту. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. (3), 31-39. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.04>

16. Анішин Л. Надія є на кукурудзу... *Агроперспектива*. 2010. № 6. С. 38-41.

17. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). К.: 2001. 64 с.

18. Лебідь Є. М., Циков В. С., Пашенко Ю. М. та ін. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

19. Мельник С. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. (Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин). 2016. 81 с.

20. Цехмейструк М. Г., Музафаров Н. М., Манько К. М. Аспекти вирощування кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 8. С. 28-32.

УДК 635.9:582.477.1:631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.12>

## БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ІНТРОДУКЦІЇ ТА ВИРОЩУВАННЯ ВИДІВ РОДУ КИПАРИС (*CUPRESSUS* L.)

**Панкова С.О.** – асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет

Згідно спостережень, кипариси мають велику різноманітність віку початку репродуктивної фази, тому наведені вище дані лише частково відображають можливості рослин переходу в генеративну стадію. Для отримання більш повної карти переходу рослин у генеративну фазу було проведено обліки від 2022 до 2023 років. Ці обліки включали рослини двох видів кипарису: вічнозеленого і арізонського, вирощені у розпліднику НБС. Вони показали, що лише 0,1% кипарису арізонського утворюють репродуктивні структури в дворічному віці. Більшість цих рослин (від 0,07% до 0,09%) формують жіночі шишки. Щодо п'ятирічних рослин цього виду, більше 80% вже мають репродуктивні органи, а до сьомого року лише менше 1% залишаються вегетативними.

При переході в генеративний стан більшість (до 80%) рослин цього виду спочатку формують жіночі шишки, а після 1–3 років – чоловічі. Це означає, що протягом короткого періоду рослина функціонує як жіноча, а потім стає однодомною. Частка рослин, які спочатку утворюють мікростробіли, не перевищує 15–18%.

Дослідження життєздатності насіння у кипарисів, що ростуть на різних висотних рівнях в південному секторі їх крон. Дослідження проводилося на чотирьох основних таксонах цього роду, які найчастіше зустрічаються в Україні: горизонтальному та пірамідальному вічнозеленому кипарисі, арізонському гладкому кипарису та великоплідному кипарису. Результати вказують на те, що у дерев, що ростуть в розріджених групах, насіння, які утворюються в нижній частині крони, мають найменшу життєздатність. Відмінності у життєздатності насіння між нижнім і верхнім ярусами крони у рослин кипарису арізонського і великоплідного невеликі і не перевищують 2%. У дерев обох різновидів вічнозеленого кипарису ці відмінності виражені сильніше, складаючи від 2,5% до 5%.

**Ключові слова:** кипарис вічнозелений, кипарис арізонський, кипарис крупноплідний, декоративність, інтродукція, адаптація, акліматизація.

### **Pankova S.O. Bioecological basics of introduction and cultivation species of the genus cypress (*Cupressus* L.)**

According to observations, cypresses have a wide variety of age at the beginning of the reproductive phase, so the above data only partially reflect the plants' ability to transition into the generative stage. In order to obtain a more complete map of the transition of plants to the generative phase, records were made from 2022 to 2023. These records included plants of two types of cypress: evergreen and Arizona, grown in the NBS nursery. They showed that only 0.1% of Arizona cypress form reproductive structures at the age of two years. Most of these plants (from 0.07% to 0.09%) form female cones. As for five-year-old plants of this species, more than 80% already have reproductive organs, and by the seventh year, only less than 1% remain vegetative.

When transitioning to the generative state, the majority (up to 80%) of plants of this species first form female cones, and after 1–3 years – male cones. This means that for a short period the plant functions as a female, and then becomes monoecious. The share of plants that initially form microstrobils does not exceed 15–18%.

Study of seed viability in cypresses growing at different altitudes in the southern sector of their crowns. The study was conducted on four main taxa of this genus, which are most often found in Ukraine: horizontal and pyramidal evergreen cypress, Arizona smooth cypress and large-fruited cypress. The results indicate that in trees growing in sparse groups, seeds that are formed in the lower part of the crown have the lowest viability. Differences in seed viability between the lower and upper tiers of the crown in Arizona and large-fruited cypress plants are small and do not exceed 2%. In trees of both varieties of evergreen cypress, these differences are more pronounced, ranging from 2.5% to 5%.

**Key words:** evergreen cypress, Arizona cypress, large-fruited cypress, decorativeness, introduction, adaptation, acclimatization.

**Вступ.** Збереження та збільшення біологічного різноманіття має вирішальне значення для сталого розвитку суспільства. У цьому контексті інтродукція, що є важливою галуззю експериментальної ботаніки рослин, залишається ключовим напрямком діяльності ботанічних садів та інших науково-дослідних установ, спрямованим на цільове введення нових видів у культуру. Особливо актуальним стає питання інтродукції нових рослин у зв'язку з глобальними змінами клімату [5].

Важливим аспектом інтродукційної роботи є розробка її теоретичних основ на основі синтезу сучасних загальнобіологічних знань та накопиченого досвіду з переселення і вирощування рослин. Нові досягнення в біології дозволяють краще розуміти складну ієрархічну організацію живої матерії та її закони функціонування і розвитку на різних рівнях. Це стимулює перехід у роботі з інтродукції на популяційний рівень на всіх етапах процесу, від підбору вихідного матеріалу для переселення до створення селекційно-маточних генофондових колекцій і насаджень різної цільової спрямованості.

У південних регіонах нашої країни та СНД одним з таких інтродукційних об'єктів є родина кипариса (*Cupressus* L.). Відмінності в їх екологічній стійкості та тривалості культури в нових умовах дозволяють проводити порівняльне вивчення пристосувальних реакцій на організмівому і надорганізмівому рівнях серед близькоспоріднених видів.

**Постановка завдання.** Виявлення закономірностей у формуванні структури інтродукційних популяцій та розробка рекомендацій з підвищення ефективності інтродукції та розширення культурних ареалів видів роду *Cupressus* на території України – це ключові завдання.

Результати вивчення морфогенезу, ритмів росту пагонів, сезонної динаміки проростання насіння дозволяють удосконалювати агротехніку і прискорити вирощування посадкового матеріалу в розсадниках.

Виявлені в процесі дослідження внутрішньовидові форми і культивари і результати дослідів їх вегетативного розмноження представляють інтерес для зеленого будівництва та розсадництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Від часів Декандоля [8] натуралізацію, як процес включення чужорідного виду до флори певної країни на рівні з автохтонними видами, розглядають як важливий аспект. У вітчизняній літературі термін «натуралізація» часто вживають як синонім «здичавіння» рослин. Ми підтримуємо думку А. Л. Липи [5], що немає потреби протиставляти натуралізацію акліматизації, оскільки ці поняття відображають різні етапи включення інтродукційних видів до флори нового району через причинно-наслідкові зв'язки.

На початку минулого століття в області інтродукції рослин велику популярність набула теорія кліматичних аналогів, яку розробив німецький дендролог і лісівник Генріх Майр [7]. Він стверджував, що успіх підбору та вирощування рослин в новому районі залежить від подібності кліматичних умов природного ареалу і території інтродукції. Майр розробив таблиці паралельних кліматичних, ландшафтних і дендрологічних зон для практичного застосування. Подальший розвиток ідей Майра знайшов у працях італійського ботаніка Павара [1, 4], який розділив зони на підзони за температурним режимом і варіанти за режимом вологозабезпечення. Ідеї Майра також використовувалися у роботах Г. Т. Селянінова [2, 3], який запропонував метод агрокліматичних аналогів, та Н. Д. Костецького, який наголошував на важливості врахування сезонного ходу зміни погодно-кліматичних умов при виборі об'єктів для інтродукції.

П. І. Лапін і С. В. Сіднева [2, 4] висунули метод інтегральної числової оцінки життєздатності та перспективності інтродукції на основі візуального аналізу розвитку деревних рослин за сімома показниками. Кожен показник відображає стан рослини і особливості її розмноження (відновлення) в конкретних умовах у вигляді числового виразу за встановленими градаціями. Сума числових значень за всіма показниками використовується як інтегральна оцінка. Незважаючи на суб'єктивність деяких оціночних критеріїв, наприклад, повторне залучення рослин до культури, цей метод дозволяє характеризувати як однорідні угруповання рослин, так і міжвидові відмінності в певному районі культури.

У процесі історичного розвитку, в певних кліматичних умовах, що характеризуються річними змінами гідротермічного режиму, освітленістю та погодними явищами, рослини виробили ряд пристосувальних ознак. Однією з найважливіших є ритм сезонного розвитку рослин, який адаптується до трансформаційних змін у навколишньому середовищі. Розширення наших знань у галузі біології та екології рослин демонструє, що вивчення ритмів росту і розвитку, а також екологічних вимог на різних етапах їх річного циклу онтогенезу, є важливою передумовою для об'єктивної оцінки пристосованості будь-якого інтродукційного виду [6].

У різні періоди сезонного розвитку рослин їх потреби до параметрів навколишнього середовища виявляються неоднаковими. Існують періоди, коли рослини стають найбільш чутливими до впливу обмежуючих факторів середовища, які вважаються критичними. Особлива увага приділяється вивченню таких критичних періодів, як детермінація і розвиток репродуктивних структур [1, 3].

Для вирішення завдань, пов'язаних із вивченням та раціональним використанням кипарисів та інших голонасінних рослин у сфері озеленення та лісового господарства, необхідні дослідження на рівні популяційної фенотипічної мінливості їх якісних і структурних ознак, а також ритмів сезонного розвитку вегетативної та генеративної сфер. Об'єктивну оцінку можна отримати лише на основі знань про філогенез та поширення видів кипариса в природі, а також за допомогою спеціальних досліджень їх біології та екології в умовах культури, аналізу досвіду вирощування як в нашій країні, так і за кордоном.

**Об'єкти і методи дослідження.** Для фенотипічної оцінки кипарисів використовувалися методологія та методика, розроблені на основі досліджень форм внутрішньовидової мінливості деревних рослин, які були описані у роботі С. А. Мамаєва [2, 6]. Ці методи використовувалися для аналізу рослин-інтродуцентів. Крім того, для фенотипічної оцінки хвойних рослин була розроблена методика, розроблена в Нікітському ботанічному саду ім. Н. Н. Грішка за участю С. І. Кузнєцова та І. А. Ругузова [1].

Фенологічні спостереження проводилися відповідно до методики, розробленої з нашою участю для хвойних рослин [1, 4]. Для виявлення критичних періодів у сезонному циклі розвитку і оцінки амплітуди стійкості рослин в цілому, окремих органів і морфофізіологічних процесів, пов'язаних з репродуктивним розвитком, усі погодні умови враховувалися протягом усіх років спостережень, включаючи мінімальну, максимальну і середню температуру повітря, вологість повітря та кількість опадів.

Вимірювання висоти молодих рослин кипариса в розпліднику здійснювалися за допомогою лінійки з точністю до 1 см, а діаметр стовбурів на висоті 1,3 м і 10 см від кореневої шийки визначалися за допомогою штангенциркуля з точністю до 1 мм. Висоту рослин у лісових культурах вимірювали за допомогою двометрової рейки або оптико-механічного висотоміра «Blume-Leiss» з точністю



0,1 м. Діаметр стовбура на висоті грудей визначали за допомогою мірної вилки з точністю 0,1 м або шляхом вимірювання довжини окружності стовбура за допомогою рулетки, з подальшим розрахунком діаметра за формулою довжини окружності. Відбір модельних дерев у лісових культурах, збір зразків та обробку отриманих матеріалів здійснювали методами, що є загальноприйнятими в лісовій таксації [2, 4].

Для кожного виду рослин спостереження проводили в три фази річного циклу розвитку: цвітіння, активний ріст вегетативних пагонів і припинення росту.

Оцінку плодоношення кипарисів проводили під час цвітіння та в кінці липня під час заготівлі плодів. При цьому відзначали плодоношення як окремих кущів, так і їх біогрупового зростання. Оцінку плодоношення здійснювали за шкалою В. Г. Каппера [1, 6].

Приріст пагонів досліджували шляхом лінійного вимірювання приросту одно-річних пагонів. Для визначення приросту на кожній рослині проводили 35–40 замірів приросту пагонів за останній рік [1, 8].

**Виклад основного матеріалу.** У кипарисів, а також у інших рослин з родини Cupressaceae L., не спостерігається наявність спеціалізованих брунькових покривів. Згідно з нашими спостереженнями [1], функцію покривних елементів апікальної меристеми, як на етапі зростання пагонів, так і після його завершення, виконують 4–5 пар листків, які різним чином сформовані.

У всіх видів кипариса річні пагони мають однакову структуру [1]. У молодих рослин віком від 3 до 8 років пагони, що розвиваються з верхівкової бруньки, утворюють розгалужену систему, яка складається з осьового пагона завдовжки до 1,3 м і 2–3 (4) бічних селептичних пагонів різних рівнів розгалуження. Протягом часу, зі зменшенням інтенсивності росту, довжина та розгалуженість центрального річного пагона зменшуються. У 35–40-річних дерев кипарисів вічнозеленого і арізонського цей пагон має довжину від 15 до 35 см і утворює всього 1–2 порядки розгалуження. Пагони молодшого розряду також мають подібну структуру, але їхня довжина і кількість селептичних пагонів менше. Пагони вищих порядків розгалуження зазвичай мають невеликий приріст і містять від 5 до 10 пар листя, а до переходу апекса у флоральний чоловічий стан вони виконують функцію асиміляційного органу.

На першій половині квітня, при середньодобовій температурі близько 6–8 °С, весняний приріст пагонів розпочинається у 3–4-річних рослин на ПБК за регулярного поливу. Спочатку середньодобові прирости становлять 0,1–0,2 мм на добу, а згодом, до початку червня, зростають і досягають (2) 4–14 мм. У середині липня зростання пагонів суттєво сповільнюється, а потім знову прискорюється в третій декаді серпня, досягаючи другого піку одноденних приростів в середині вересня. Це зменшення швидкості росту пагонів влітку співпадає з найбільш спекотним періодом. Також слід відзначити, що річна депресія ростових процесів найбільш виражена у східних кипарисів, зокрема у плакучого і гімалайського видів (рис. 1).

Крива середньодобового приросту осьового пагона виявляє двовершинність особливо яскраво при вирощуванні рослин у паркових або інших насадженнях без поливу. Після досягнення пікових значень в травні-червні середньодобовий приріст різко зменшується або припиняється до кінця серпня, а потім поступово зростає, досягаючи другого максимуму у другій-третьій декаді вересня. Проте загальний характер цієї кривої щорічно визначається головним тепловим режимом вегетаційного періоду.

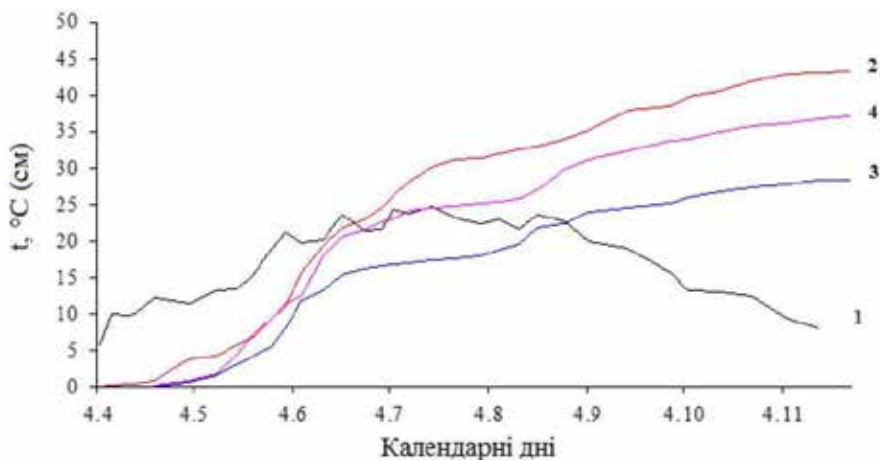


Рис. 1. Хід росту центрального пагона у 3-річних рослин кипарисів 2022 р.

На малюнку 2 показано, що у 2022 році на прикладі кипариса вічнозеленого різновидності Дупре спостерігалися відносно низькі температури в першій половині вегетаційного періоду. Це призвело до того, що значення середньодобових приростів центрального пагона були невеликими, навіть у період найбільш інтенсивного росту в кінці червня – на початку липня, коли вони не перевищували 2 мм на добу. У середині літа зростання було ще більш повільним, але не припинялось навіть після початку порівняно спекотної погоди в кінці серпня. Максимальні значення середньодобового приросту центральних пагонів у рослин цього таксона і інших видів роду спостерігалися в другій половині вересня.

У 2023 році (рис. 2) спостерігалася інша ситуація. При більш теплій погоді найбільші значення середньодобових приростів відзначалися на початку літа, особливо в середині червня, коли середньодобова температура повітря становила приблизно +18–19 °C. Після досягнення максимальних літніх температур, коли термометр перевищував +30 °C, зростання пагонів усіх порядків повністю зупинилося. Відновлення зростання розпочалося в середині серпня і досягло максимальних значень добового приросту в середині вересня при температурі повітря близько +17–18 °C. Зупинення зростання центральних пагонів через тривалу, безморозну осінь, настало тільки в кінці другої декади грудня, майже на три тижні пізніше, ніж у 2022 році.

Спостереження за ростом центральних пагонів трирічних рослин кипариса вічнозеленого місцевої насінневої репродукції показали значну індивідуальну мінливість рослин за термінами завершення росту пагонів. На 1.11.2023 року при середньодобовій температурі вище 10 °C і відсутності знижень нічних температур нижче 5 °C ріст в висоту припинили 15% рослин, до 20.11.2023 року – 65% рослин, а у залишених (близько 20%) повне припинення зростання спостерігалось в середині грудня при зниженні нічних температур до мінусових відміток. Статистично достовірних відмінностей за термінами завершення росту пагонів між рослинами типової і пірамідальної різновидів не виявлено.

Вивчення росту пагонів першого і другого порядків розгалуження, які формують скелет крони, виявило значну асинхронність у їхньому ході росту в межах одного ярусу крони дерева. Як показано на малюнках 2 і 3, між пагонами однойменних

порядків розгалуження спостерігаються відмінності в термінах початку і завершення зростання, настанні паузи і найбільш інтенсивний ріст. У деяких пагонів найбільше активне зростання відбувається у весняно-літній період, тоді як у інших, навіть на сусідніх гілках, максимальний приріст може наступити у другій половині вегетаційного періоду. Порівняння кривих ходу росту пагонів і зміни температури повітря показує (рис. 2 і 3), що варіації середньодобових приростів тісно пов'язані зі зміною теплового режиму і досить чітко відображають хід зміни температури повітря.

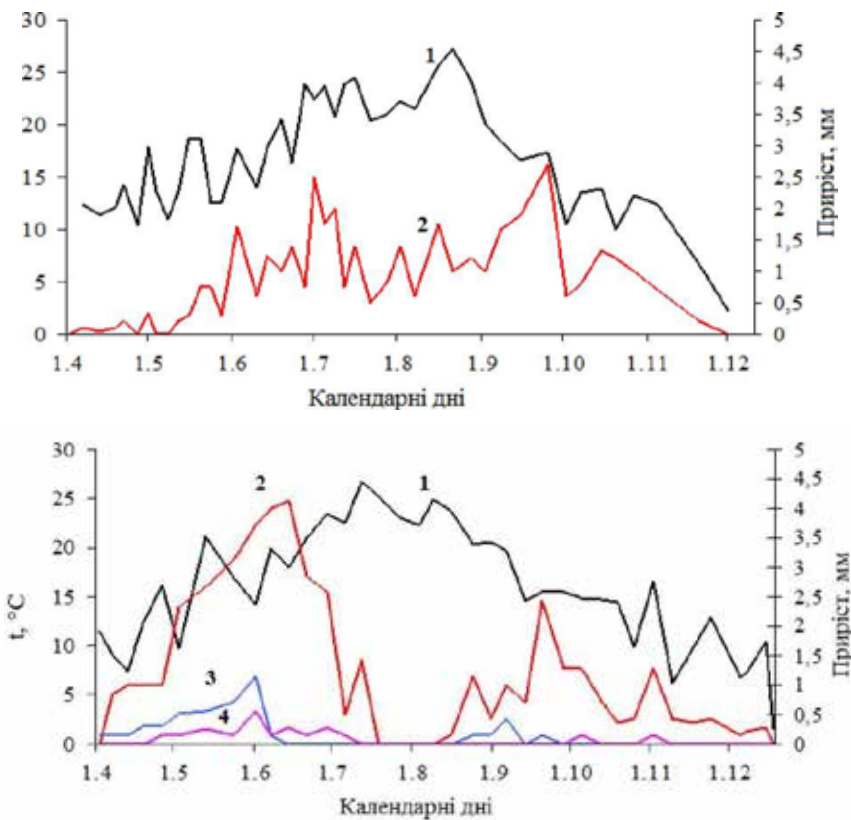


Рис. 2. Зміна середньодобового приросту пагонів у кипариса вічнозеленого різновиду Дупре в 2022 і 2023 рр.

Якщо взяти до уваги, що у кипарисів арізонського і вічнозеленого різновидів ділянка пагона другого порядку розгалуження, яка в обхваті охоплюється однією парою листя, має довжину приблизно 2.5 мм, то тривалість періоду між формуванням зачатків сусідніх пар листя (пластохрон) під час активного зростання пагонів становить близько 12 годин. У період повільного зростання цей пластохрон може бути розтягнутий на тиждень і навіть більше, залежно від погодних умов та інших факторів.

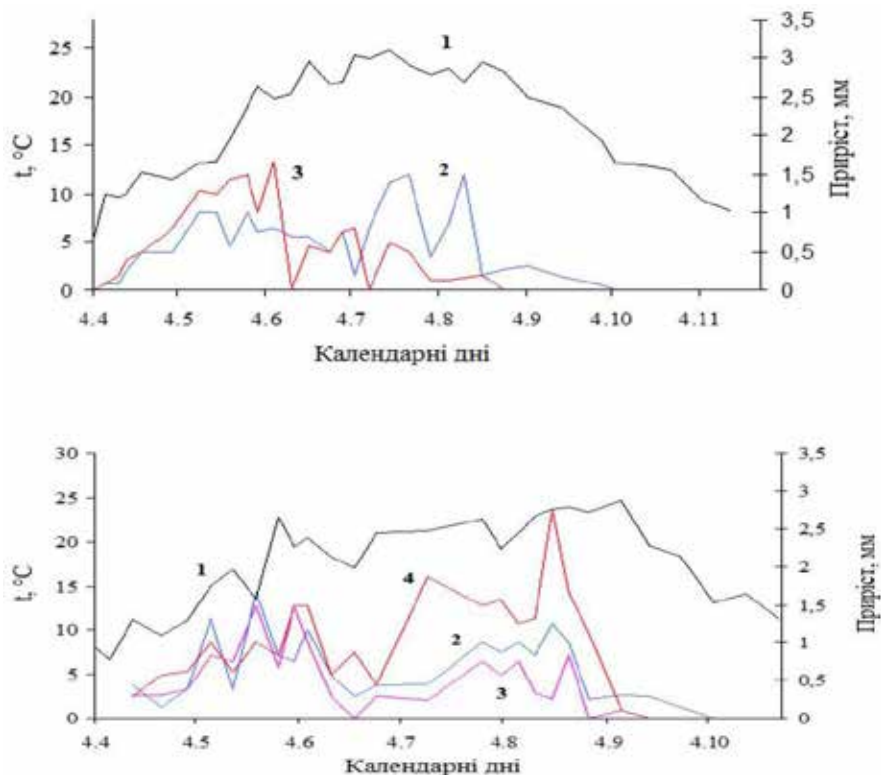


Рис. 3. Зміна середньодобових приростів пагонів першого порядку гілкування у кипариса Саржента в 2022 і 2023 рр.

Дослідження, спрямоване на визначення впливу вологозабезпечення під час вегетації на зростання центральних пагонів, включало в себе висадку трьох рослин кипариса вічнозеленого з одного дерева. Ці рослини були розсажені на дві ділянки: одній – з рівномірним поливом, а іншій – на неполивному, але добре освітленому насипному схилі південної експозиції навесні 2022 року. Під час спостережень, проведених у 2023 році, виявлено, що рослини, які отримували рівномірний полив, не мали перерв у зростанні центральних пагонів, і їхній приріст у середньому був на 40% вищим, ніж на неполивній ділянці.

Рослини, що знаходилися в неполивних умовах, у квітні – на початку червня, росли швидше, ніж ті, що отримували полив. Це, ймовірно, пов'язано з кращим тепловим режимом у весняний період. Проте у червні приріст їх був помітно нижчий, ніж у рослин на поливі, а в середині липня зростання повністю зупинилося. Відновлення ростових процесів у них спостерігалось в кінці першої декади серпня, а максимальний середньодобовий приріст, так само, як і у рослин, що отримували полив, відзначався в середині вересня. Повне припинення осіннього зростання в обох груп рослин настало в кінці листопада. Аналіз результатів спостережень за ходом росту групи генетично однорідних рослин при різному вологозабезпеченні показує, що основна частина річного приросту по висоті у рослин

обох груп припадає на перший весняно-літній період зростання. У рослин на поливі цей приріст склав 52%, а на ділянці без поливу – 69% від загальної довжини річного приросту.

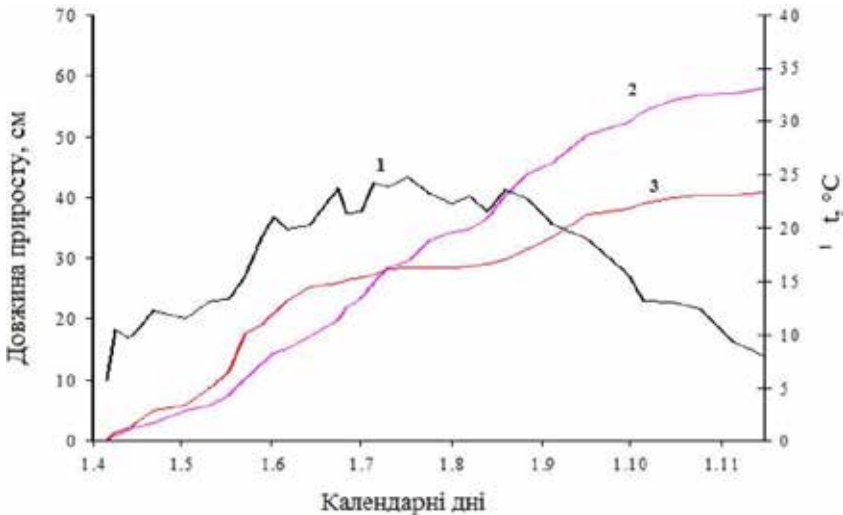


Рис. 4. Хід росту центрального осьового втечі трирічних вкоріненних живців одного клону кипариса вічнозеленого горизонтального при різних вологозабезпеченості

Міжвидові відмінності у рості вегетативних пагонів молодих рослин в розсаднику не завжди є очевидними. Особливо відзначаються видові особливості у рості осьових пагонів першого порядку розгалуження у дерев, які досягли репродуктивного віку. У більшості афро-азіатських і північноамериканських кипарисів максимальні значення середньодобових приростів пагонів першого порядку спостерігаються як в першу, так і в другу половину вегетаційного періоду. Але у кипариса арізонського, який є одним з найбільш широко представлених у культурі на півдні нашої країни, пагони починають зростання приблизно на два тижні раніше, ніж у інших кипарисів, і найбільш активно ростуть у весняно-літній період. Такі пагони також першими завершують зростання, навіть у роки з відносно сприятливим температурним режимом протягом всього вегетаційного періоду (рис. 5).

Аналіз результатів досліджень розвитку вегетативних пагонів показує, що у будові бруньок і ритмі зростання молодих рослин у всіх видів кипариса збережені реліктові риси, які є характерними для їхніх предківських форм, сформованих у більш теплому і вологому кліматі третинного періоду. Проте, при збереженні цих реліктових ознак у ритмі зростання річних пагонів чітко простежується адаптація до ритму річної зміни гідротермічних умов сучасних ареалів.

Припинення або уповільнення росту пагонів в середині літа співпадає з настанням сухого і жаркого періоду, характерного для клімату середземноморського типу. Цей клімат є типовим для районів природного поширення середземноморських і американських кипарисів.

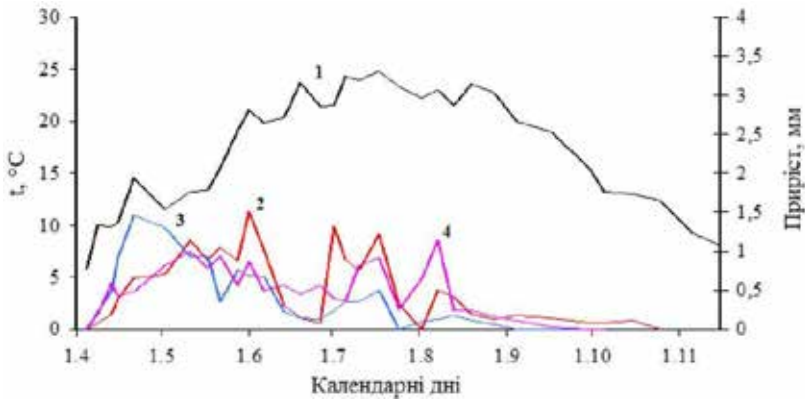


Рис. 5. Зміна середньодобового приросту пагонів першого порядку гілкування у північноамериканських кипарисів в 2023 році

Вивчення репродуктивного розвитку кипарисів в їх природних ареалах обмежене, тому в дослідженнях надається велика увага питанням репродуктивного розвитку кипарисів у культурі. Основний акцент робиться на визначенні віку початку генеративної фази, статевій структурі крони окремих рослин та інтродукційних популяцій найбільш широко вирощуваних видів.

Розуміння віку вступу в репродуктивну фазу є ключовим для оцінки акліматизації інтродукованих деревних рослин. Встановлення тривалості ювенільного періоду і моменту переходу до генеративного розвитку особливо важливе для малостійких інтродуцентів. Наприклад, якщо рослини вступають у плодоношення раніше, ніж в природних умовах, це свідчить про прискорену акліматизацію, а якщо навпаки, то про її уповільнення. Це особливо важливо для просування недостатньо морозостійких видів, таких як кипариси, в більш північні райони України.

Дійсно, дані про вік вступу рослин різних видів кипариса в репродуктивну стадію в природних ареалах і в культурі є обмеженими. Проте, за вказівкою І. А. Забеліна, кипарис вічнозелений на посівно-багаторічних культурах може давати схоже насіння віком 5–6 років.

Дослідження, які ми провели, показали, що в умовах культури на посівно-багаторічних культурах вік вступу в репродуктивну фазу визначається видовою належністю, індивідуальними особливостями рослин і екологічними умовами, в яких вони знаходяться. Деякі види кипарисів, такі як вічнозелений горизонтальний і пірамідальний, арізонський, каліфорнійський і лузітанський, мають дуже короткий ювенільний період. У розпліднику рослини цих видів можуть утворювати мікростробіли і жіночі шишки на другому-третьому році життя. Інші види, такі як кипариси Бентама, Бейкера, Макнаб, гімалайський і каліфорнійський різновиди Абрамса, утворюють генеративні органи трохи пізніше – в 4–6 років. Деякі види, такі як великоплідний, Дюкло і гваделупський, мають більш тривалий період вегетативного розвитку, і перші генеративні органи у них закладаються у віці старше семи років.

Важливо відзначити, що рослини кипариса гваделупського насінневого походження і щеплені черешками з шести-десятирічних дерев утворили генеративні органи приблизно в одному віці. Це дозволяє говорити про вік вступу

в репродуктивний розвиток рослин кипарисів кашмірського і вічнозеленого за спостереженнями за розвитком їх щеплень і вкорінених живців. Наприклад, вкорінені живці кипариса кашмірського утворили репродуктивні органи в 7 років, а північно-африканські різновиди кипариса вічнозеленого на четвертий рік.

При вирощуванні кипарисів на природному для ПБК вологозабезпечення їх розвиток різко сповільнюється.

Таблиця 1

**Вік вступу у репродуктивну фазу розвитку рослин видів роду кипарис в культурі на ПБК**

Вид, різновидність	Вік закладання репродуктивних органів різної статі, років	
	мікростробіли	жіночі шишки
К. арізонський	2	2
К. арізонський різновидність гладкий	2	2
К. Бейкера	5	4
К. Бентама	6	3
К. вічнозелений різновидність горизонтальний	3	2
К. вічнозелений різновидність пірамідальний	3	2
К. вічнозелений різновидність Дупре	5	4
К. вічнозелений різновидність атлантичний	4	4
К. гваделупський	14	8
К. гваделупський різновидність Форбеза	6	5
К. гімалайський	6	4
К. Дюкло	9	7
К. каліфорнійський	3	2
К. каліфорнійський різновидність Абрамса	6	5
К. крупноплідний	8	7
К. кашмірський	12	7
К. лузітанський	2	2
К. Макнаба	5	3
К. плакучий	8	8

За нашими спостереженнями, всі кипариси виявили значну індивідуальну мінливість за віком вступу в генеративну фазу. Тому вищенаведені відомості дають уявлення лише про потенційні вікові можливості переходу рослин у репродуктивний стан і не відображають загальної картини переходу рослин виду в генеративну фазу. Для з'ясування цього питання в 2022–2023 роках були проведені обліки числа рослин різного статевого типу в одних і тих же одновікових групах кипарисів вічнозеленого і арізонського, вирощених для реалізації в розпліднику Національного ботанічного саду імені Н. М. Гришка.

Дослідження показали, що у кипариса арізонського різновидності «гладкий» частка рослин, що утворюють репродуктивні структури в дворічному віці, не перевищує 0.1%. У більшій частині таких рослин (0.07–0.09%), першими утворюються жіночі шишки. Частка дворічних рослин, що утворюють спочатку мікростробіли

або органи обох статей, не перевищує 0.01%. З третього року число рослин, які переходять в репродуктивний стан, помітно зростає і може досягати 20%. Серед п'ятирічних рослин цього таксона репродуктивні органи утворюють вже більше 80% рослин, а до кінця сьомого року вегетативними залишаються менше 1% саджанців [11].

При переході в генеративний стан більшість (до 80%) рослин цього таксона спочатку утворюють жіночі шишки, а через 1–3 роки і мікростробіли. Тобто рослина протягом короткого часу є функціонально жіночою, а потім стає однодомною. Частка ж рослин, що утворюють спочатку мікростробіли, не перевищує 15–18%.

Співвідношення числа рослин різних статевих типів в групах одновікових рослин у обох видів помітно різниться по роках. Як видно з таблиці 2, чисельність рослин, що утворюють спочатку мікростробіли, змінюється не суттєво. Якщо у кипариса арізонського в 2022 році лише у 5,4% саджанців першими сформувалися шишки, то в 2023 році такі рослини склали майже четверту частину від усіх врахованих.

Таблиця 2

**Співвідношення чисельності рослин різних статевих типів у кипарисів вічнозеленого і арізонського при вирощуванні в розпліднику на ПБК**

Роки спостережень	Вік рослин	Число вивчених рослин	Статевий тип рослини, %			
			чоловічі	жіночі	однодомні	без репродуктивних органів
Кипарис арізонський різновидність гладкий						
2022	4	644	4,8	5,4	4,2	85,6
2023	2	2786	0,01	0,07	0,01	99,91
Кипарис вічнозелений						
2022	2	3560	ед.	0,05	0	99,95
2023	3	2100	0,8	7,1	1,9	90,2

Виконані вимірювання висоти і діаметра стовбурів чотирирічних рослин кипариса арізонського, різних статевих типів, показали (див. таблицю 3), що чоловічі і двостатеві рослини достовірно ( $P=99,9\%$ ) перевищують по середній висоті ті особини, у яких першими утворюються жіночі шишки або взагалі не мають репродуктивних органів в цьому віці.

Таблиця 3

**Середні показники зростання 4-річних рослин кипариса арізонського різних статевих типів на ПБК в 2023 р**

Статевий тип рослини	Висота рослин		Діаметр стовбура на висоті 10 см	
	Н ср. $\pm$ m, см	С, %	D ср. $\pm$ m, см	С, %
Чоловічі	156,2 $\pm$ 2,4	14,4	2,55 $\pm$ 0,05	18,7
Жіночі	143,8 $\pm$ 1,9	12,9	2,25 $\pm$ 0,05	21,2
Однодомні	153,1 $\pm$ 2,2	14,2	2,49 $\pm$ 0,05	19,9
Без репродуктивних органів	141,0 $\pm$ 1,9	13,3	2,24 $\pm$ 0,02	13,4



Перехід рослин в репродуктивну фазу розвитку пов'язаний з морфологічною і фізіологічною перебудовою рослинного організму як цілісної системи його органів, включаючи листя, стебла і коріння.

**Висновок.** Розділення роду *Cupressus* на дві секції, *Afrasiana* та *Americana*, на основі палеоботанічних даних, природного поширення та фенології, є цікавим підходом, який може допомогти в більш точному класифікуванні цього роду рослин. Представлення різних видів у двох різних секціях враховує їх географічні та екологічні особливості, що може бути корисним для подальших досліджень і програм охорони та вирощування.

В Україні введено в культуру значну кількість видів і різновидів роду *Cupressus*, однак їх поширення обмежене екологічними факторами, такими як низька морозостійкість та недовлік ґрунтової і повітряної вологи, особливо для деяких конкретних видів, таких як *C. lusitanica*, *C. duclouxiana*, *C. torulosa*, *C. funebris*, *C. lindleyi*, *C. benthamii*. Ці фактори ускладнюють ефективність інтродукції та акліматизації цих рослин, а також обмежують можливості їх широкого використання в культурі. Бідність генофонду також впливає на успішність інтродукції, оскільки обмежений генофонд може обмежувати наявність видів, які можуть адаптуватися до місцевих умов.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Балабушка В. К., Маринич І. С. Хвойні дерева та кущі. Київ : Дім, сад, город, 2005. 162 с.
2. Заячук В. Я. Дендрологія голонасінні: навчальний посібник. Львів : Априорі, 2008. 656 с.
3. Заячук В. Я. Дендрологія голонасінні : навч. посіб. Львів : Априорі, 2008. 656 с.
4. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія: навчальний посібник. Київ : Вища школа, 2003. 199 с.
5. Кохно М. А. Каталог дендрофлори України. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 235 с.
6. Лаптев О. О. Інтродукція та акліматизація рослин з основами озеленення. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 127 с.
7. Нечитайло В. А. Культурні рослини України Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 351 с.
8. Сікура Й. Й., Капустян В.В. Інтродукція рослин (її значення для розвитку цивілізацій, ботанічної науки та збереження різноманіття рослинного світу). Київ : 2003. 90 с.
9. Цицюра Н. І. Перспективи та основні напрямки збагачення декоративних насаджень з участю представників родини *Cupressaceae* F. Negeg на ВолиноПоділлі Інтродукція та збереження рослинного різноманіття: *Вісник Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка*. 2007. № 15–17. С. 144–146.

УДК 504.5:635.262:631.82

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.13>

## ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ҐРУНТІВ НА НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ОЗИМИМ ЧАСНИКОМ

*Піддубна А.М.* – аспірант кафедри екології та охорони  
навколишнього середовища,  
Вінницький національний аграрний університет

Техногенне навантаження на ґрунти сільськогосподарського призначення створило певні проблеми виробництва безпечної сільськогосподарської продукції в тім числі і продукції овочівництва. Вирощування овочів вимагає особливої уваги до ґрунту та його родючості. Застосування мінеральних добрив має свої особливості у вирощуванні овочевої продукції, регулярне підживлення ними дозволяє забезпечити рослини необхідними поживними речовинами та досягти високої врожайності. Однак, мінеральні добрива є потужним джерелом забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення важкими металами. За таких умов виникає потреба у постійному контролі за транслокацією важких металів у рослину продовольчу сировину.

В даній статті досліджено вплив мінеральних добрив (аміачної селітри, суперфосфату простого та калію хлористого) на накопичення кадмію, цинку та міді у головках часнику сорту Любаша.

Встановлено, що удобрення сірих лісових ґрунтів мінеральними добривами мало певний вплив на накопичення кадмію, цинку та міді у головках часнику. Зокрема за удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, суперфосфатом простим та комплексним добривом ( $N_{60}P_{60}K_{90}$ ) спостерігалось підвищення у головках часнику кадмію. За удобрення ґрунтів аміачною селітрою і калієм хлористим спостерігалось підвищення цинку і міді, а комплексним добривом ( $N_{60}P_{60}K_{90}$ ) та суперфосфатом простим навпаки зниження.

Виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій кадмію у часнику за удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, суперфосфатом простим та комплексним добривом, тоді як по цинку і міді перевищень не виявлено.

Коефіцієнт безпеки перевищував гранично допустимий показник 1.0 у часнику за удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, суперфосфатом простим та комплексним добривом лише по кадмію, тоді як по цинку і міді даний показник був нижчий за гранично допустимий показник.

**Ключові слова:** озимий часник, кадмії, цинк, мідь, мінеральні добрива, ґрунт, коефіцієнт накопичення, коефіцієнт безпеки, важкі метали.

### *Piddubna A.M. The influence of mineral soil fertilizer on the accumulation of heavy metals and micro element by winter garlic*

Man-made load on agricultural soils has created certain problems in the production of safe agricultural products, including vegetable products. Growing vegetables requires special attention to the soil and its fertility. The use of mineral fertilizers has its own characteristics in the cultivation of vegetable products, regular feeding with them allows you to provide plants with the necessary nutrients and achieve high yields. However, mineral fertilizers are a powerful source of contamination of agricultural soils with heavy metals. Under such conditions, there is a need for constant monitoring of the translocation of heavy metals into plant food raw materials.

This article examines the effect of mineral fertilizers (ammonium nitrate, simple superphosphate, and potassium chloride) on the accumulation of cadmium, zinc, and copper in heads of garlic of the Lyubasha variety.

It was established that fertilization of gray forest soils with mineral fertilizers had a certain effect on the accumulation of cadmium, zinc and copper in heads of garlic. In particular, when soil was fertilized with ammonium nitrate, potassium chloride, simple superphosphate and complex fertilizer ( $N_{60}P_{60}K_{90}$ ), an increase in cadmium was observed in heads of garlic. An increase in zinc and copper was observed when soil was fertilized with ammonium nitrate and

*potassium chloride, and a decrease was observed with complex fertilizer ( $N_{60}P_{60}K_{90}$ ) and simple superphosphate.*

*Exceeding the maximum allowable concentrations of cadmium in garlic due to soil fertilization with ammonium nitrate, potassium chloride, superphosphate simple and complex fertilizers, while no excesses were found for zinc and copper.*

*The hazard ratio exceeded the maximum allowable indicator of 1.0 in garlic for soil fertilization with ammonium nitrate, potassium chloride, simple superphosphate and complex fertilizer only for cadmium, while for zinc and copper this indicator was lower than the maximum allowable indicator.*

**Key words:** winter garlic, cadmium, zinc, copper, mineral fertilizers, soil, coefficient of accumulation, hazard ratio, heavy metals.

**Постановка проблеми.** Часник – дуже поширена овочева культура в усьому світі. Він є одним з основних джерел постачання в організм людини природних вітамінів, цукрів, органічних кислот, харчових волокон, мінеральних та інших цінних речовин, що забезпечують повноцінне харчування. Це найкращий антисептик із сильними бактерицидними і фітонцидними властивостями. Однією з найважливіших властивостей часнику є те, що він зменшує ризик серцевих захворювань і знижує рівень холестерину. Часник діє як антикоагулянт, розріджуючи кров і запобігаючи утворенню небезпечних тромбів. Крім того, він пригнічує вироблення речовин, які звужують кровоносні судини. Часник нейтралізує токсини і допомагає виводити з крові важкі метали – свинець, ртуть та кадмій [2, 4, 9].

Мінеральні добрива мають важливе значення для підвищення продуктивності рослин, потреба овочів у мінеральних поживних речовинах значно змінюється залежно від біологічних особливостей культури й сорту, віку рослин, а також від властивостей ґрунту, погодних і агрокліматичних умов [3]. Часник добре реагує на внесення добрив, оскільки більшість коренів часнику знаходиться в шарі ґрунту 0–30 см і не має високої поглинальної здатності. Але не раціональне використання добрив призводить не тільки до погіршення якості ґрунту та його вбирного комплексу, а й до накопичення в овочевій продукції важких металів. Метою даного дослідження було вивчення впливу мінеральних добрив (аміачної селітри, суперфосфату простого, калію хлористого) на накопичення кадмію, цинку та міді у головках часнику сорту Любаша [1, 9, 10].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирощування будь-якої культури потребує збалансованого живлення. Сьогодні використання мінеральних добрив є невід'ємною складовою технології вирощування сільськогосподарських культур, оскільки без внесення поживних речовин неможливо досягти високих і стабільних врожаїв [1].

Приблизна потреба овочів у поживних речовинах ґрунту оцінюється за кількістю поживних речовин, винесених рослинами з площі 1 га протягом усього вегетаційного періоду [1, 2].

Виробництво часнику в Україні значно менше об'ємів його використання. При споживанні на рік 110–115 тис. т, з них 70–80% вирощується в приватному секторі, 5–10% у фермерських господарствах і 15–20% імпортується [1, 10].

Для вирішення питання щодо підвищення продуктивності часнику шляхом застосування мінеральних добрив присвятили свої наукові праці О.Ю. Барабаш, А.К. Богатиренко, В.І. Лихацький, Л.П. Ліщак та ін. Зокрема, для виробництва однієї тонни часнику використовують: азоту – 10–12 кг; фосфору – 6–7 кг; калію – 7–8 кг. Коефіцієнти використання часником основних поживних речовин із ґрунту становлять: азоту – 33,5%; фосфору – 7,4% і калію – 10,0% [1, 4, 9, 10].

Загальний виніс азоту, фосфору і калію овочевими рослинами коливається від 100 до 600 кг/га. Усі овочеві культури споживають набагато менше фосфору, ніж калію та азоту. Однак слід зазначити, що коріння овочевих культур, особливо молодих, має знижену здатність поглинати цей елемент живлення з ґрунту та мінеральних добрив [3, 7].

Фосфор особливо необхідний на ранніх стадіях росту і розвитку рослин, також достатня кількість фосфору в ґрунті підвищує стійкість до хвороб, сприяє закладанню і росту репродуктивних органів, прискорює дозрівання овочів і покращує якість зберігання [4].

Калій сприяє внутрішньоклітинному утриманню води, переміщенню речовин з вегетативних органів рослини до генеративних, бере участь у біосинтезі білків і вуглеводів. Цей поживний елемент відіграє важливу роль у збільшенні терміну придатності овочів при тривалому зберіганні [8].

Азот необхідний для синтезу амінокислот і білків, швидкого росту, особливо вегетативних органів. Але за його надлишку знижується здатність рослин протистояти заморозкам, хворобам, затримується початок утворення органів плодоношення, погіршується лежкість при зберіганні. Тому виявлення дефіциту певних мікроелементів і внесення їх у вигляді добрив або обробка ними насіння перед посівом може сприяти підвищенню врожайності овочів [4, 8].

Крім основних поживних речовин, важливу роль в отриманні високоякісного врожаю часнику відіграють мікроелементи, які входять до складу ферментів. Мікроелементи стимулюють ріст рослин, сприяють розвитку та підвищують стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища і хвороб. Наявність мікроелементів дозволяє рослинам краще засвоювати основні поживні речовини. Внесення добрив і практика вирощування є одними з найбільш безпосередніх факторів, що впливають на врожайність і якість овочевої продукції [2, 3, 6].

**Метою дослідження** є вивчення впливу мінеральних добрив (аміачної селітри, суперфосфату простого, калію хлористого) на накопичення кадмію, цинку та міді у головках часнику сорту Любаша в умовах Лісостепу правобережного України.

Дослідження проводили впродовж 2022–2023 рр. в овочевій сівозміні на темно-сірих опідзолених ґрунтах в умовах Лісостепу правобережного. Закладали дослід рендомізованим методом у чотириразовому повторенні. Часник висаджували на початку третьої декади жовтня за схемою розміщення 45х6 см.

Перше підживлення проводили у фазі трьох справжніх листків. Друге – на початку утворення цибулини (фенофаза – поява суцвіття). Фенологічні спостереження, біометричні вимірювання за рослинами проводили згідно загальноприйнятих методик.

Дослід включав п'ять варіантів в чотирихразовій повторності. Перший варіант контрольний (без удобрення), другий варіант (аміачною селітрою,  $N_{60}$ ), третій варіант (удобрення калієм хлористим,  $K_{90}$ ), четвертий варіант (удобрення суперфосфатом простим,  $P_{60}$ ) та п'ятий варіант (удобрення комплексним добривом,  $N_{60} P_{60} K_{90}$ )

Відбір ґрунтів для агрохімічного аналізу проводили методом конверту на глибині переорювання ґрунтів (22–24 см).

Відбір овочів для лабораторних досліджень проводили методом точкових проб.

Концентрацію важких металів у овочах проводили методом атомно-абсорбційної спектроскопії.

Коефіцієнт накопичення (Кнак.) у овочах розраховували за формулою:

$$\text{Кнак.} = \text{Cp/Cn}$$

Де  $C_p$  – концентрація забруднення речовин у овочах, мг/кг;  $C_n$  – концентрація забруднюючих речовин у ґрунті, мг/кг.

Коефіцієнт небезпеки ( $K_{\text{неб.}}$ ) важких металів у овочах розраховували за формулою:

$$K(\text{неб.}) = C_p / \text{ГДК}$$

Де  $C_p$  – концентрація забруднення речовин у овочах, мг/кг; ГДК – гранично допустимий коефіцієнт у овочах згідно ДСТУ 3233-95 Часник свіжий [5].

**Результати досліджень та обговорення.** Аналіз результатів досліджень (Табл. 1) показав, що удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, суперфосфатом простим сприяло підвищенню вмісту у часнику кадмію на 33,3%, 33,3%, 33,3% відповідно.

Таблиця 1

**Інтенсивність накопичення важких металів  
та мікроелементів у часнику, мг/кг**

Мінеральні добрива	Норми внесення добрив, кг/га	Кадмій		Цинк		Мідь	
		Фактична концентрація	ГДК	Фактична концентрація	ГДК	Фактична концентрація	ГДК
Без удобрення	-	0,03	0,03	4,52	10	1,43	5,0
Аміачна селітра	60	0,04	0,03	4,75	10	1,50	5,0
Калій хлористий	90	0,04	0,03	4,68	10	1,58	5,0
$N_{60}P_{60}K_{90}$	60,60,90	0,04	0,03	4,03	10	1,33	5,0
Суперфосфат Простий	60	0,04	0,03	4,11	10	1,30	5,0

*Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків*

Вміст цинку у часнику за удобрення ґрунтів аміачною селітрою та калієм хлористим підвищився на 5% і 3,5% відповідно, а за комплексного добрива  $N_{60}P_{60}K_{90}$  та суперфосфатом простим навпаки знизився на 10,8% і 9,0% відповідно. Удобрення ґрунтів аміачною селітрою і калієм хлористим сприяло підвищенню вмісту міді у часнику на 4,8% і 10,4% відповідно, тоді як за удобрення комплексного добрива  $N_{60}P_{60}K_{90}$  та лише суперфосфатом простим навпаки знижувався на 7,0% і 9,0% відповідно.

Водночас, необхідно відмітити, що вміст кадмію у часнику був вищим за гранично допустимі концентрації на 33,3% за удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, комплексного добрива  $N_{60}P_{60}K_{90}$ , суперфосфатом простим. Вміст цинку та міді у часнику за удобрення ґрунтів був нижчий за гранично допустимі концентрації. Зокрема вміст цинку і міді в часнику був нижчим за гранично допустимі рівні відповідно за удобрення ґрунтів аміачною селітрою у 2,2 рази і 3,5 рази, калієм хлористим у 2,1 рази і 3,1 рази, комплексного добрива  $N_{60}P_{60}K_{90}$  у 2,5 і 3,7 рази та суперфосфатом простим у 2,4 рази і 3,5 рази.

Характеризуючи коефіцієнт накопичення важких металів у часнику в залежності від удобрення (Табл. 2) необхідно відмітити певні особливості.

Зокрема, те що коефіцієнт накопичення кадмію в часнику вирощеному без удобрення був нижчим порівняно з коефіцієнтом накопичення цього ж токсиканта

в аналогічній продукції за мінерального удобрення (аміачна селітра, калій хлористий, комплексне добриво  $N_{60}P_{60}K_{90}$  та суперфосфат простий) у 2 рази.

Таблиця 2

## Коефіцієнт накопичення важких металів і мікроелементів у часнику

Мінеральні добрива	Норми внесення добрив, кг/га	Кадмій			Цинк			Мідь		
		Вміст у ґрунті	Вміст у часнику	Коеф. накопичення	Вміст у ґрунті	Вміст у часнику	Коеф. накопичення	Вміст у ґрунті	Вміст у часнику	Коеф. накопичення
Без удобрення	-	0,2	0,03	0,1	1,2	4,52	3,7	0,4	1,43	3,5
Аміачна селітра	60	0,2	0,04	0,2	1,2	4,75	3,9	0,4	1,50	3,7
Калій хлористий	90	0,2	0,04	0,2	1,2	4,68	3,9	0,4	1,58	3,9
$N_{60}P_{60}K_{90}$	60,60,90	0,2	0,04	0,2	1,2	4,03	3,3	0,4	1,33	3,3
Суперфосфат простий	60	0,2	0,04	0,2	1,2	4,11	3,4	0,4	1,30	3,2

*Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків*

Коефіцієнт накопичення цинку в головках часнику вирощеному без удобрення був нижчим порівняно за удобрення аміачною селітрою та калієм хлористим у 1,05 та 1,05 рази та вищим ніж за удобрення комплексним добривом  $N_{60}P_{60}K_{90}$  та суперфосфатом простим у 0,8 та 0,9 разів відповідно.

Щодо коефіцієнту накопичення міді, слід відмітити що, коефіцієнт накопичення даного елемента у головках часнику вирощеного без удобрення був нижчим ніж за удобрення аміачною селітрою та калієм хлористим у 1,05 та 1,1 рази відповідно. За удобрення комплексним добривом  $N_{60}P_{60}K_{90}$  та суперфосфатом простим вміст у головках часнику міді був вищим у 0,94 та 0,91 рази, порівняно з варіантом без удобрення.

Результати досліджень з вивчення коефіцієнту небезпеки важких металів у часнику (Табл. 3) показали певний вплив мінерального удобрення на ґрунти. Зокрема удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, комплексним добривом  $N_{60}P_{60}K_{90}$ , суперфосфатом простим коефіцієнт небезпеки кадмію підвищився на 33,3%. Виявлено перевищення граничного показника коефіцієнту небезпеки 1,0 по кадмію на 33,3% за удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, комплексним добривом  $N_{60}P_{60}K_{90}$ , суперфосфатом простим.

Коефіцієнт небезпеки цинку і міді у часнику за мінерального удобрення не перевищував граничний показник 1,0. Так, за удобрення ґрунтів аміачною селітрою коефіцієнт небезпеки цинку і міді у часнику був нижчим за гранично допустимий показник 1,0 у 1,5 рази і 3,3 рази, калієм хлористим у 2,1 рази і 3,2 рази, комплексним добривом у 2,5 рази і 3,8 рази та суперфосфатом простим у 2,4 рази і 3,8 рази.

Коефіцієнт небезпеки цинку та міді у часнику був вищим відповідно на 4,4% і 7,1%, за удобрення ґрунтів аміачною селітрою та на 2,2% і 10,7%, за удобрення калієм хлористим, порівняно з варіантом без удобрення.

Таблиця 3

## Коефіцієнт небезпеки важких металів і мікроелементів у часнику

Мінеральні Добрива	Норми внесення добрив, кг/га	Кадмій			Цинк			Мідь		
		Вміст у часнику	Г/ДК	Коеф. небезпеки	Вміст у часнику	Г/ДК	Коеф. небезпеки	Вміст у часнику	Г/ДК	Коеф. небезпеки
Без Удобрення	-	0,03	0,03	1,0	4,52	10	0,45	1,43	5	0,28
Аміачна Селітра	60	0,04	0,03	1,33	4,75	10	0,47	1,50	5	0,30
Калій хлористий	90	0,04	0,03	1,33	4,68	10	0,46	1,58	5	0,31
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	60,60,90	0,04	0,03	1,33	4,03	10	0,40	1,33	5	0,26
Суперфосфат простий	60	0,04	0,03	1,33	4,11	10	0,41	1,30	5	0,26

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

За удобрення ґрунтів комплексним добривом N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> коефіцієнт небезпеки цинку і міді був нижчим відповідно на 11% і 7,1%, та суперфосфатом простим на 8,8% і 7,1%, порівняно з варіантом без удобрення.

**Висновки і рекомендації.** За результатом досліджень встановлено перевищення гранично допустимої концентрації кадмію, цинку та міді у часнику сорту Любаша за удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N<sub>60</sub>), калієм хлористим (K<sub>90</sub>), комплексним добривом (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>), суперфосфатом простим (P<sub>60</sub>).

Удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N<sub>60</sub>) та калієм хлористим (K<sub>90</sub>), комплексним добривом (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) та суперфосфатом сприяло підвищенню накопичення у часнику цинку і міді порівняно з варіантом без удобрення.

Перспективою подальших досліджень є вивчення оптимального співвідношення азоту, фосфору і калію щодо отримання часнику з найнижчим вмістом важких металів на сірих лісових ґрунтах в умовах Лісостепу правобережного.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Корнієнко С.І., Гончаренко В.Ю., Ходєєва Л.П., Гладкіх Р.П., Парамонова Т.В., Куц О.В., Горова Т.К., Кормош С.М., Гордієнко І.М., Колтунов В.А., Пашенко В.Ф., Іллюшенко Г.Я. Удобрення овочевих та баштанних культур: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 370 с.

2. Улянич О.І., Остапенко Н.О. Вплив органо-мінеральних та біологічних добрив на врожайність часнику озимого (*Allium sativum*) за умов їх внесення краплинним зрошенням. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 4. С. 158–164. DOI: 10.33730/2077-4893.4.2023.293788.

3. Піддубна А.М. Інтенсивність накопичення важких металів редискою та салатом вирощених на закритих ґрунтах в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 6 (29). С. 192–202. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-17

4. Diriba-Shiferaw, G., Nigussie-Dechassa, R., Woldetsadik, K., Tabor, G., & Sharma, J. J. Effect of nitrogen, phosphorus, and sulphur fertilizers on growth yield, and economic returns of garlic (*Allium sativum* L.). *Science, Technology and Arts Research Journal*. 2015. Vol. 4(2). P. 10–22. DOI:10.4314/star.v4i2.2

5. ДСТУ 3233-95 Часник свіжий. Технічні умови. [Чинний від 1996-07-01]. К.: Держстандарт України, 1996. 24 с.
6. Разанов С.Ф., Вдовенко С.А., Піддубна А.М. Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування. *Агробіологія*. 2022. № 1 (171). С. 108–114. DOI: 10.33245/2310-9289.
7. Гусак О.Б. Вплив рівня зволоження ґрунтів на транслокацію Zn і Cu у зерно озимих зернових культур в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2 (29). С. 181–191. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-16.
8. Dydiv, A., Piddubna, A., Gucol, G., Vradii, O., Zhylishchych, Y., Titarenko, O., & Kerek, S. Accumulation of Lead and Cadmium by Vegetables at Different Levels of Gray Forest Soil Moistening in the Conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24. № 10. P. 198–204. DOI: 10.12911/22998993/170291.
9. Дубініна А.А. Визначення вмісту солей важких металів у різних ботанічних сортах часнику, вирощених у різних регіонах. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2010. Вип.2. С. 311–315. URL: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/8250>.
10. Яценко В.В., Улянич О.І. Біохімічний метод оцінки передселекційних вихідних форм і сортів часнику за стійкістю до ураження грибковими хворобами. *Овочівництво і багтанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Інститут овочівництва і багтанництва НААН*. Вінниця: Твори. 2021. Вип. 69. С. 43–55.

UDC 632.4:633.88

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.14>

---

## EFFECT OF BIOLOGICAL PROTECTION OF PEPPERMINT ON PRODUCTIVITY AND YIELD OF ESSENTIAL OILS

---

*Poberezhskiy O.R.* – Postgraduate student at the V.F. Peresyphkin  
Department of Phytopathology,  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

*Peppermint is one of the most promising essential medicinal crops for universal use in medicine and the food industry. Essential oil is contained in all above-ground organs of the plant: leaves (from 2 to 4%), inflorescences (4–6%), stems (up to 0.3% of the mass of dry matter).*

*To increase the productivity of peppermint and the yield of essential oils, it is necessary to apply protective measures that limit the spread and development of plant diseases.*

*In Ukraine, recently, mainly breeding works of peppermint, research of quantitative and qualitative composition of essential oil of breeding samples of peppermint after application of in vitro technology were carried out. The world knows the use of various technological techniques in the cultivation of peppermint, namely the influence of mineral fertilizers and the planting season.*

*The purpose of our research was to establish the effect of biological plant protection products (Fitocid®-r, MykoHelp®-r, FitoHelp®) against peppermint diseases on the structural parameters of mint raw materials and the yield of essential oils.*

---



Experiments were conducted during 2021–2023. in the conditions of the educational and scientific laboratory of NULES of Ukraine on mint varieties: Posulska linaloolna and Chornolista. Extraction of essential oils was carried out in the laboratory of floral and decorative and medicinal plants of the Institute of Horticulture of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Treatment with the drugs Fitotsid R (15ml/5l), MycoHelp (20g/10l), FitoHelp (15ml/10l) was carried out by spraying on the growing plant, in the phases: appearance of new leaves, appearance of new leaves, full branching, full budding in 3-oh multiple times.

Treatment with biological preparations showed a positive result in the protection of plants from pathogenic agents, and affected the growth of crop biomass. FitoHelp was the best in increasing the biomass of Posulska linalool mint. From the plots of the first year of research (2021), 13.0 t/ha of green mass was collected, which is 2.7 t more than the control. In 2023, the mass was 33.2 t/ha, which is 7.7 t of green mass more than the control plots. Less effective MycoHelp, with a biomass of 11.3 t/ha in 2021 to 27.5 t/ha in 2023. Plots treated with Phytocid P had a biomass increase of 11.9 t/ha in the first year, which is 1.6 t more than in control areas. The increase was 0.2 t of yield in the third year of research compared to the control. At the second slope, all drugs affected the growth of peppermint biomass, in accordance with the control. FitoHelp had the best effect, 9.0–21.3 t/ha, MycoHelp 9.0–21.5 t/ha, and Phytocid P 6.7–17.7 t/ha of green mass.

The yield indicators of the Chornolista variety compared to the Posulska linaloolna variety in our experiments were lower. All studied biological preparations affected the growth of biomass. FitoHelp turned out to be the most effective: 4.4 t/ha in 2023. to 10.5 t/ha in 2022. MicoHelp: 3.3 t/ha in 2023 to 8.7 t/ha in 2022. Phytocidal P amounted to 3.4 t/ha in 2023, the largest mass in 2022 with a mass of 8.2 t/ha. During the second cutting, FitoHelp amounted to 2.0–7.3 t/ha of green mass; MycoHelp 2.6–6.2 t/ha; Phytocid P from 2.9 to 5.2 t/ha of green mass.

In addition to studying the effect of biological preparations on the structural indicators of peppermint productivity, we also noted their effect on the release of essential oils from air-dried plant mass. Thus, the yield of essential oils on the Posulska linalool mint variety under the influence of MycoHelp was from 14.1 ml/kg in the second cut in 2023 to 18.4 ml/kg in the first cut in 2022. Phytocid P – 12 was less effective, 9 ml/kg in the first crop of 2023 to 19.5 ml/kg in 2022. PhytoHelp showed results of 10.4–18.2 ml/kg. The yield of essential oils of the Black Leaf variety was: FitoHelp 9.9 ml/kg to 12.5 ml/kg. MycoHelp and Fitotsid P showed slightly lower oil yield results from 9.6 ml/kg in 2023. to 13.2 ml/kg in 2021. and up to 13.2 ml/kg in 2022, respectively.

As a result of studies conducted to study the effect of biological protection of peppermint against diseases on the productivity and yield of essential oils, we can recommend the drug FitoHelp, which proved to be the most effective for increasing the biomass of mint raw materials and the yield of essential oils.

**Key words:** peppermint, biological preparations, medicinal plants, productivity, essential oils.

### **Побережський О.Р. Вплив біологічного захисту м'яти перцевої на продуктивність та вихід ефірних олій**

М'ята перцева є найбільш з перспективних ефірно-лікарських культур універсального використання у медицині та харчовій промисловості. Ефірна олія міститься у всій надземних органах рослини: листках (від 2 до 4 %), суцвіттях (4–6 %), стеблах ( до 0.3 % від маси сухої речовини).

Для збільшення продуктивності м'яти перцевої та виходу ефірних олій варто застосувати заходи захисту, що обмежують поширення та розвиток хвороб рослин.

В Україні, останнім часом, проводилися переважно селекційні роботи м'яти перцевої, дослідження кількісного та якісного складу ефірної олії селекційних зразків м'яти перцевої після застосування технології *in vitro*. У світі відомо застосування різних технологічних прийомів при вирощуванні м'яти перцевої, а саме вплив мінеральних добрив та сезону посадки.

Метою наших досліджень було встановити вплив біологічних препаратів захисту рослин (Фітоцид®-р, МікоХелп®-р, ФітоХелп®) від хвороб м'яти перцевої на структурні показники сировини м'яти та вихід ефірних олій.

Досліди проводились протягом 2021–2023 рр. в умовах навчально – наукової лабораторії НУБіП України на сортах м'яти: Посульська ліналоольна і Чорнолиста. Виділення ефірних олій здійснювали у лабораторії квітково-декоративних і лікарських рослин Інституту садівництва НААН України.

Обробку препаратами Фітоцид Р (15 мл/5 л), МікоХелп (20 г/10 л), ФітоХелп (15 мл/10 л), здійснювали методом обприскуванням по вегетуючій рослині, у фазах: поява нових листків, поява нових листків, повне галуження, повна бутонізація за 3-ох кратної повторності.

Обробка біопрепаратами показала позитивний результат в захисті рослин від патогенних збудників, та вплинула на приріст біомаси культури. ФітоХелп відзначився найкраще на приріст біомаси м'яти сорту Посульська ліналоольна. З ділянок першого року досліджень (2021 р.) зібрано 13,0 т/га зеленої маси, що на 2,7 т більше за контроль. В 2023 році маса становила 33,2 т/га, що більше від контрольних ділянок на 7,7 т зеленої маси. Менш дієвий МікоХелп, з біомасою 11,3 т/га в 2021 році до 27,5 т/га 2023 р. Ділянки оброблені Фітоцидом Р мали приріст біомаси 11,9 т/га першого року, що на 1,6 т більше ніж на контрольних ділянках. Приріст становив 0,2 т врожайності за третій рік досліджень у порівнянні з контролем. При другому укосі всі препарати впливали на приріст біомаси м'яти перцевої, відповідно до контролю. ФітоХелп подіяв найкраще, 9,0–21,3 т/га, МікоХелп 9,0–21,5 т/га та Фітоцид Р 6,7–17,7 т/га зеленої маси.

Показники врожайності сорту Чернолиста у порівнянні з сортом Посульська ліналоольна в наших дослідках були нижчими. Всі досліджувані біопрепарати вплинули на приріст біомаси. Найбільш дієвим виявився ФітоХелп: 4,4 т/га в 2023 р. до 10,5 т/га 2022 р. МікоХелп: 3,3 т/га в 2023 р. до 8,7 т/га в 2022 р. Фітоцид Р становив 3,4 т/га в 2023 р. найбільшу масу в 2022 р. з масою 8,2 т/га. За другого укосу ФітоХелп становив 2,0–7,3 т/га зеленої маси; МікоХелп 2,6–6,2 т/га; Фітоцид Р від 2,9 до 5,2 т/га зеленої маси.

Окрім вивчення впливу біопрепаратів на структурні показники урожайності м'яти перцевої, нами також відмічено їх дія на вихід ефірних олій з повітряно-сухої рослинної маси. Так, вихід ефірних олій на сорті м'яти Посульська ліналоольна за дії МікоХелпу становив від 14,1 мл/кг в другому укосі 2023 р. до 18,4 мл/кг перший укос в 2022 р. Менш дієвим виявився Фітоцид Р – 12,9 мл/кг в першому укосі 2023 р. до 19,5 мл/кг в 2022 р. ФітоХелп показав результати 10,4–18,2 мл/кг. Вихід ефірних олій сорту Чернолиста становив: ФітоХелп 9,9 мл/кг до 12,5 мл/кг. МікоХелп та Фітоцид Р показали децю нижчі результати виходу олій від 9,6 мл/кг у 2023 р. до 13,2 мл/кг в 2021 р. та до 13,2 мл/кг в 2022 р., відповідно.

В результаті проведених досліджень з вивчення впливу біологічного захисту м'яти перцевої від хвороб на продуктивність та вихід ефірних олій ми можемо рекомендувати препарат ФітоХелп, який виявився найбільш дієвим для збільшення приросту біомаси сировини м'яти та виходу ефірних олій.

**Ключові слова:** м'ята перцева, біопрепарати, лікарські рослини, врожайність, ефірні олії.

М'ята перцева є найбільш з перспективних ефірно-лікарських культур універсального використання у медицині та харчовій промисловості. Ефірну олію і продукти переробки з неї використовують у фармацевтичній, харчовій, парфумерно-косметичній, миловарній та лікеро-горілчаній промисловості. [1; 5, с. 27].

Фармакологічна цінність м'яти перцевої обумовлена переважно компонентами ефірної олії, з яких найбільш вивченим являється ментол. Ментол володіє спазмолітичною, проти виразковою і цитопротекторною дією. М'ятна олія містить ментол (41–92 %), ментон (9–25 %), пінен, лімонен та інші речовини, також фенольні сполуки з антиоксидантними властивостями. Ефірна олія міститься у всій надземних органах рослини: листках (від 2 до 4 %), суцвіттях (4–6 %), стеблах (до 0.3 % від маси сухої речовини) [1; 6, с. 550].

Для збільшення продуктивності м'яти перцевої та виходу ефірних олій варто застосовувати заходи захисту, що обмежують поширення та розвиток хвороб рослин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В Україні, останнім часом, проводилися переважно селекційні роботи м'яти перцевої, так Шелудько Л.П. та Куценко Н.І. створили нові українські сорти м'яти перцевої: Загадка, Лубенчанка,

Мама, Чернолиста, Посульська ліналоольна, які відзначаються морозостійкістю, високою урожайністю та вмістом ефірних олій [4, с. 161].

Коломєць Ю.В., Таланкова-Середа Т.Є. та Шкопинський С.О., дослідили кількісний та якісний склад ефірної олії селекційних зразків м'яти перцевої після застосування технології *in vitro* (клонального мікророзмноження методом культури ізольованих тканин і органів *in vitro*). За їхніми результатами кількість ефірної олії та ментолу в результаті клонального розмноження відповідає європейській фармакопеї [3, с. 220].

Застосування різних технологічних прийомів при вирощуванні м'яти перцевої висвітленні в роботах Роберта Пікалія, Мауро Маротті та інші, які виявили вплив на склад ефірної олії м'яти мінеральних добрив та сезону посадки [7, с. 125–129].

Нажаль, недостатньо інформації, що до біологічного захисту лікарських рослин від хвороб, в тому числі м'яти перцевої. Дослідження в цьому напрямку дають змогу отримувати більш якісний і чистий продукт лікарської сировини для фармакопеї.

**Постановка завдання.** Дослідити і встановити вплив біологічних препаратів захисту рослин (Фітоцид<sup>®</sup>-р, МікоХелп<sup>®</sup>-р, ФітоХелп<sup>®</sup>) від хвороб м'яти перцевої на структурні показники сировини м'яти та вихід ефірних олій.

Досліди проводились протягом 2021–2023 рр. в умовах навчально – наукової лабораторії «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» Національного університету біоресурсів і природокористування (НУБіП) України на сортах м'яти: Посульська ліналоольна і Чернолиста. Виділення ефірних олій здійснювали у лабораторії квітково-декоративних і лікарських рослин Інституту садівництва НААН України.

Обробку препаратами Фітоцид Р (15 мл/5 л), МікоХелп (20 г/10 л), ФітоХелп (15 мл/10 л), здійснювали в період вегетації 2021–2023 рр. методом обприскуванням робочого розчину по вегетуючій рослині, кожного року проводилось 5 обробок у фазах: поява нових листків, поява нових листків, повне галуження, повна бутонізація, за 3-ох кратної повторності.

Підчас вегетаційного періоду на м'яті проводили два укуси. Перший укіс у фазу кінець бутонізації – початок цвітіння. Скошування рослин відбувається на висоті 10–15 см від поверхні ґрунту. Другий укіс у І–ІІ декаді жовтня.

Сировину розкладали шаром 7–10 см у провітрюваному місці, уникаючи прямого потрапляння сонячного світла. Підчас підв'ялювання отримуємо сирець м'яти з вологістю 55 % (Рис. 1).

З метою отримання ефірних олій з сировини м'яти перцевої використовували дистильатор типу аламбик. Рослину масу завантажували в колону для сировини, котру встановлюють над перегоним кубом. Пара проходячи крізь неї захоплює із собою леткі компоненти ефірної олії. За температури 60°C утворюється конденсат, досягнувши мітки 90°C виділяється ефірна олія (Рис. 2) [2, с. 23].

**Результати досліджень.** Впродовж 2021–2023 рр. дослідні ділянки м'яти перцевої сортів Посульська ліналоольна та Чернолиста, оброблювали біопрепаратами: Фітоцид Р, МікоХелп та ФітоХелп по вегетуючій частині рослин у фазах появи нових листків, повне галуження, повна бутонізація, з метою контролю поширення та розвитку хвороб, які суттєво впливають на показники продуктивності м'яти перцевої.

Обробка біопрепаратами показала позитивний результат в захисті рослин від патогенних збудників, та вплинула на приріст біомаси культури. ФітоХелп

відзначився найкраще на приріст біомаси м'яти сорту Посульська ліналольна. З ділянок першого року досліджень (2021 р.) зібрано 13,0 т/га зеленої маси, що на 2,7 т більше за контроль. В 2023 році маса становила 33,2 т/га, що більше від контрольних ділянок на 7,7 т зеленої маси. Менш дієвий МікоХелп, з біомасою 11,3 т/га в 2021 році до 27,5 т/га 2023 р. Ділянки оброблені Фітоцидом Р мали приріст біомаси 11,9 т/га першого року, що на 1,6 т більше ніж на контрольних ділянках. Приріст становив 0,2 т врожайності за третій рік досліджень у порівнянні з контролем. При другому укосі всі препарати впливали на приріст біомаси м'яти перцевої, відповідно до контролю. ФітоХелп подіяв найкраще, 9,0–21,3 т/га, МікоХелп 9,0–21,5 т/га та Фітоцид Р 6,7–17,7 т/га зеленої маси (Табл. 1).



*Рис. 1. Закладання сировини м'яти перцевої на просушування  
(Інститут садівництва НААН України, лабораторія квітково-декоративних  
і лікарських рослин)*



*Рис. 2. Дистильатор типу аламбiк (Інститут садiвництва НААН України, лабораторія квітково-декоративних і лікарських рослин)*

Показники врожайності сорту Чорнолиста у порівнянні з сортом Посульська ліналоольна в наших дослідках були нижчими. Всі досліджувані біопрепарати вплинули на приріст біомаси. Найбільш дієвим виявився ФітоХелп: 4,4 т/га в 2023 р. до 10,5 т/га 2022 р. МікоХелп: 3,3 т/га в 2023 р. до 8,7 т/га в 2022 р. Фітоцид Р становив 3,4 т/га в 2023 р. найбільшу масу в 2022 р. з масою 8,2 т/га. За другого укосу ФітоХелп становив 2,0–7,3 т/га зеленої маси; МікоХелп 2,6–6,2 т/га; Фітоцид Р від 2,9 до 5,2 т/га зеленої маси (Табл. 2).

Таблиця 1

**Врожайність сорту м'яти Посульська ліналоольна (ННЛ «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» НУБІП України)**

Ділянки	2021				2022				2023			
	Вага зеленої маси, т/га	V, %	Вага сухої маси, т/га	V, %	Вага зеленої маси, т/га	V, %	Вага сухої маси, т/га	V, %	Вага зеленої маси, т/га	V, %	Вага сухої маси, т/га	V, %
Контроль	10,3 ± 0,36	3	3,5 ± 0,33	9	12,5 ± 0,50	4	3,3 ± 0,22	7	25,5 ± 0,74	3	8,3 ± 0,22	3
Фітоцид Р	11,9 ± 0,57	5	3,6 ± 0,52	13	14,0 ± 0,43	3	4,6 ± 0,29	6	25,7 ± 1,02	4	9,0 ± 0,33	4
МікоХелп	11,3 ± 0,57	5	3,5 ± 0,45	13	14,8 ± 0,67	5	5,1 ± 0,36	7	27,5 ± 1,35	5	9,1 ± 0,37	4
ФітоХелп	13,0 ± 0,79	6	3,9 ± 0,29	8	15,5 ± 0,57	4	5,6 ± 0,22	4	33,2 ± 1,43	4	11,4 ± 0,65	6
<b>Другий укіс</b>												
Контроль	5,5 ± 0,22	4	1,7 ± 0,14	8	9,3 ± 0,33	4	3,1 ± 0,22	7	16,7 ± 0,43	3	5,8 ± 0,57	10
Фітоцид Р	6,7 ± 0,37	6	2,5 ± 0,14	6	10,6 ± 0,33	3	3,5 ± 0,16	5	17,7 ± 0,45	3	6,7 ± 0,37	6
МікоХелп	9,0 ± 0,59	7	3,0 ± 0,22	7	12,1 ± 0,79	7	4,5 ± 0,29	7	21,5 ± 1,60	7	8,9 ± 0,37	4
ФітоХелп	9,0 ± 0,22	2	2,8 ± 0,29	11	12,4 ± 0,57	5	4,5 ± 0,14	3	21,3 ± 1,12	5	8,5 ± 0,28	3

*Похибка результатів досліджень знаходиться в межах +0,22 – +1,43 у варіантах першого укошу і +0,14 – +1,60 – другого; коефіцієнт варіації від 3 до 13 % і від 2 до 11 % відповідно, що свідчить про достовірність даних.*

Окрім вивчення впливу біопрепаратів на структурні показники урожайності м'яти перцевої, нами також відмічено їх дія на вихід ефірних олій з повітряно-сухої рослинної маси. Так, вихід ефірних олій на сорті м'яти Посульська ліналоольна за дії МікоХелпу становив від 14,1 мл/кг в другому укошу 2023 р. до 18,4 мл/кг перший укіс в 2022 р. Менш дієвим виявився Фітоцид Р – 12,9 мл/кг в першому укошу 2023 р. до 19,5 мл/кг в 2022 р. ФітоХелп показав результати 10,4–18,2 мл/кг. Вихід ефірних олій сорту Чорнолиста становив: ФітоХелп 9,9 мл/кг до 12,5 мл/кг. МікоХелп та Фітоцид Р показали дещо нижчі результати виходу олій від 9,6 мл/кг у 2023 р. до 13,2 мл/кг в 2021 р. та до 13,2 мл/кг в 2022 р., відповідно (Табл. 3).

Таблиця 2

**Врожайність сорту м'яти Чернолиста (ННЛ «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» НУБіП України)**

Ділянки	2021				2022				2023			
	Вага зеленої маси, т/га	V, %	Вага сухої маси, т/га	V, %	Вага зеленої маси, т/га	V, %	Вага сухої маси, т/га	V, %	Вага зеленої маси, т/га	V, %	Вага сухої маси, кг	V, %
Контроль	7,0 ± 0,22	3	2,1 ± 0,22	10	7,3 ± 0,36	5	2,1 ± 0,14	7	3,0 ± 0,29	10	1,2 ± 0,22	18
Фітоцид Р	7,7 ± 0,45	6	2,3 ± 0,22	9	8,2 ± 0,22	3	3,9 ± 0,42	11	3,4 ± 0,50	15	1,2 ± 0,24	20
МікоХелп	8,4 ± 0,22	3	2,4 ± 0,16	7	8,7 ± 0,29	3	3 ± 0,22	7	3,3 ± 0,16	5	1,1 ± 0,16	15
ФітоХелп	9,3 ± 0,22	2	2,6 ± 0,16	6	10,5 ± 0,37	4	3,6 ± 0,22	6	4,4 ± 0,57	13	1,6 ± 0,16	10
<b>Другий укіс</b>												
Контроль	3,1 ± 0,22	7	1,0 ± 0,22	22	4,7 ± 0,29	6	1,4 ± 0,22	15	1,4 ± 0,14	10	0,7 ± 0,08	12
Фітоцид Р	3,9 ± 0,29	8	1,3 ± 0,08	6	5,2 ± 0,14	3	2,1 ± 0,29	14	2,9 ± 0,45	16	0,8 ± 0,16	20
МікоХелп	3,9 ± 0,33	8	1,2 ± 0,22	18	6,2 ± 0,54	9	2,2 ± 0,22	10	2,6 ± 0,29	11	1,1 ± 0,08	7
ФітоХелп	5,1 ± 0,16	3	1,6 ± 0,22	14	7,3 ± 0,24	3	2,6 ± 0,29	11	2,0 ± 0,14	7	0,9 ± 0,14	16

*Похибка результатів досліджень знаходиться в межах  $\pm 0,16 - \pm 0,57$  у варіантах першого укосу і  $\pm 0,08 - \pm 0,54$  – другого; коефіцієнт варіації від 2 до 20 % і від 7 до 22 % відповідно, що свідчить про достовірність даних.*

Таблиця 3

**Вихід ефірних олій м'яти перцевої в мл/кг (Інститут садівництва НААН України, лабораторія квітково-декоративних і лікарських рослин)**

Варіанти	Сорти м'яти											
	Посульська ліналоольна						Чернолиста					
	2021		2022		2023		2021		2022		2023	
	перший	другий	перший	другий	перший	другий	перший	другий	перший	другий	перший	другий
Контроль	13,3	12,2	13,8	13,1	11,4	8,48	12,8	10,2	11,2	10,6	6,6	4,5
Фітоцид Р	18,8	15,4	19,5	14,4	13,4	12,9	11,2	11,4	13,2	12,2	11,2	9,6
МікоХелп	17,7	14,5	18,4	15,2	14,9	14,1	13,2	11,6	12,7	11,4	10,6	9,6
ФітоХелп	16,2	13,3	18,2	14,9	13,2	10,4	12,5	10,4	11,9	12,6	12,4	9,9
НІР <sub>05</sub>	2,6	1,52	2,72	1,01	1,56	2,74	0,94	0,76	0,96	0,97	2,74	2,84

**Висновок.** В результаті проведених досліджень з вивчення впливу біологічного захисту м'яти перцевої від хвороб на продуктивність та вихід ефірних олій ми можемо рекомендувати препарат ФітоХелп, який виявився найбільш дієвим для збільшення приросту біомаси сировини м'яти та виходу ефірних олій.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- 1 М'ята. Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1525/m-yata>
- 2 Методичні вказівки. До виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія натуральних ефірних олій і синтетичних запашних сполук» для студентів в курсу за напрямом підготовки 6.051701 – «Харчові технології та інженерія» за професійним спрямуванням на спеціальність 7,8.05170102 «Технологія жирів і жирозамінників». Дніпропетровськ УДХТУ. 2016. Ст. 23. URL: <https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/08/2e754e10dbe2acb9b240b711d6918fd7.pdf>  
<https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/20739/1/416-419.pdf>
- 3 Таланкова-Середа Т. Є., Коломієць Ю. В., Шкопинський Є. О. Кількісна та якісна характеристика ефірної олії селекційних зразків м'яти перцевої. Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції. М. Кам'янець-Подільський. 2017. С 220. URL: [https://sophus.at.ua/Conf\\_2017/Zb\\_PDATU\\_06\\_2017.pdf#page=220](https://sophus.at.ua/Conf_2017/Zb_PDATU_06_2017.pdf#page=220)
- 4 Шелудько Л.П., Куценко Н.І. Лікарські рослини (селекція і насінництво). 2013. С. 161.
- 5 Шило М. П., Піщенко О. В., Павленко С. В. Новий сорт м'яти Лада для вирощування на аптечний лист. Вісник аграрної науки. 2019. 97(8). С. 23–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201908-04>
- 6 Čavar Zeljković, S., Šišková, J., Komzáková, K., De Diego, N., Kaffková, K., & Tarkowski, P. Phenolic Compounds and Biological Activity of Selected Mentha Species. Plants (Basel). 2021. Mar 15. 10(3). P. 550. DOI: 10.3390/plants10030550.
- 7 Mauro Marotti, Roberta Piccaglia, Enrico Giovanelli, S. G. Deans, Elisabeth Eaglesham. Effects of planting time and mineral fertilization on peppermint (*mentha x piperita* l.) essential oil composition and its biological activity. Flavour and Fragrance Journal. Volume 9, Issue 3. p. 125–129. <https://doi.org/10.1002/ffj.2730090307>



UDC 633.171:339.138

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.15>

---

**MILLET: MODERN TRENDS AND PRODUCTION PROSPECTS**

---

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

**Ivaniv M.O.** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Plant Science and Agroengineering Department, Kherson State Agrarian and Economic University

*Climate change towards global warming is directing modern agricultural activities towards the selection of drought-resistant crops that would solve the food problem. One of these crops is millet – a leading cereal crop valued for its high nutritional qualities and export volumes, making our country one of the top exporters. Millet is widely used to meet food needs, in the confectionery industry, and for medicinal purposes. It plays an important role in feed and agrotechnical significance. The largest millet cultivation areas are concentrated in Africa and Asia – 62.7% and 35.2% of the total global area allocated to this crop. In Ukraine, there has been a significant reduction in millet cultivation areas, but our country's share in the total cultivation areas of this crop in Europe is quite significant – 16.4–30.1%. World millet production is characterized by fairly high stability without sharp fluctuations over the years – 27.672–32.803 million tons from 2000 to 2022. The largest millet producers in the world are India, China, and Nigeria. Combined, these three countries harvested 126.039 million tons during the period 2015–2022, accounting for 53% of global production. In Ukraine, the highest millet production volumes were recorded in 2000 – 426.1 thousand tons, after which there was a significant reduction with minimal values in 2017–2018 – 80.5–84.4 thousand tons. Despite this, Ukraine is among the largest millet producers in Europe. The trend in the pre-war years shows that about a third of the total millet production in Europe was concentrated in Ukraine. The average millet yield in our country, starting from 2019, exceeds the yield levels obtained in various regions of the world, including average global indicators. A comparative analysis with leading production countries confirms that millet yield in Ukraine is significantly higher than in India and Nigeria but significantly lower than in China. Therefore, the relevance of improving millet cultivation technology in Ukraine becomes increasingly evident, and its resolution will increase yield levels, improve product quality, reduce production costs, and strengthen Ukraine's position in the international agricultural market.*

**Key words:** millet, millet flour, production volumes, crop area, yield.

**Сидякіна О.В., Іванів М.О. Просо: сучасні тренди та перспективи виробництва**

Зміни клімату у бік глобального потепління спрямовують сучасну агровиробничу діяльність на добір посухостійких культур, які б вирішували продовольчу проблему. До таких культур відноситься просо – провідна круп'яна культура, яку цінують за високі харчові якості і за обсягами експорту якої наша країна входить в топ лідерів-експортерів. Просо широко використовують для задоволення продовольчих потреб, у кондитерській промисловості та в лікувальних цілях. Воно відіграє важливе кормове та агротехнічне значення. Найбільші посівні площі проса зосереджено в Африці та Азії – 62,7 і 35,2% від загальних світових площ, відведених під цю культуру. В Україні спостерігається суттєве скорочення посівних площ під просо, проте частка нашої країни в загальних площах посівів цієї культури в Європі є досить вагомою – 16,4–30,1%. Світове виробництво проса відзначається досить високою стабільністю без різких коливань за роками – 27,672–32,803 млн тонн за 2000–2022 рр. Найбільшими виробниками проса у світі є Індія, Китай та Нігерія. Сумарно в цих трьох країнах за період 2015–2022 рр. зібрано 126,039 млн тонн, що становить 53% від світового виробництва. В Україні максимальні обсяги виробництва проса слід відзначити у 2000 р. – 426,1 тис. тонн, після чого відбулося їх суттєве скорочення з мінімальними значеннями у 2017–2018 рр. – 80,5–84,4 тис. тонн. Незважаючи на це, Україна входить до країн – найбільших виробників проса в Європі. За тенденцією довоєнних років

---

*близько третини загального виробництва проса в Європі було зосереджено саме в Україні. Середня врожайність проса в нашій країні, починаючи з 2019 р., перевищує рівень урожайності, який одержують в різних регіонах світу, у тому числі середньосвітові показники. Порівняльний аналіз з країнами – лідерами за виробництвом засвідчує, що врожайність проса в Україні є значно вищою, ніж в Індії та Нігерії, але суттєво поступається Китаю. Тому актуальність проблеми вдосконалення технології вирощування проса в Україні стає все більш очевидною, а її вирішення дозволить збільшити рівень урожайності, покращити якість продукції, зменшити витрати на виробництво та посилити позиції України на міжнародному ринку аграрної продукції.*

**Ключові слова:** *просо, пшоняне борошно, обсяги виробництва, площі посівів, урожайність.*

**Problem statement.** Climate change towards global warming significantly affects the production of agricultural crops. A pressing issue today is the focus of the agricultural sector on increasing the production of crops, taking into account the climate changes that are occurring. Modern agricultural activities should be focused primarily on selecting drought-resistant crops, especially those that would address the food problem associated with food shortages and insufficient caloric content. One such crop is millet [1].

In arid regions of Africa and Asia, millet is a staple food for the population, as the limited rainfall and low soil fertility make it impossible to grow other food crops there. Millet is used to prepare various high-energy dishes rich in proteins, carbohydrates, fats, minerals, vitamins, and bioactive compounds, which is particularly important in countries with limited access to other products [2, 3].

In Ukraine, millet is a leading cereal crop valued for its high nutritional quality and export volumes, making our country one of the top exporters. Due to global climate changes and an increase in the number of dry years, interest in millet as a drought-resistant crop has been growing in recent years. The position of this cereal crop in the international agricultural market has also significantly strengthened, as noted by experts from many countries worldwide [4–6]. Therefore, research on the beneficial properties, current state, and prospects of millet cultivation is a relevant issue today.

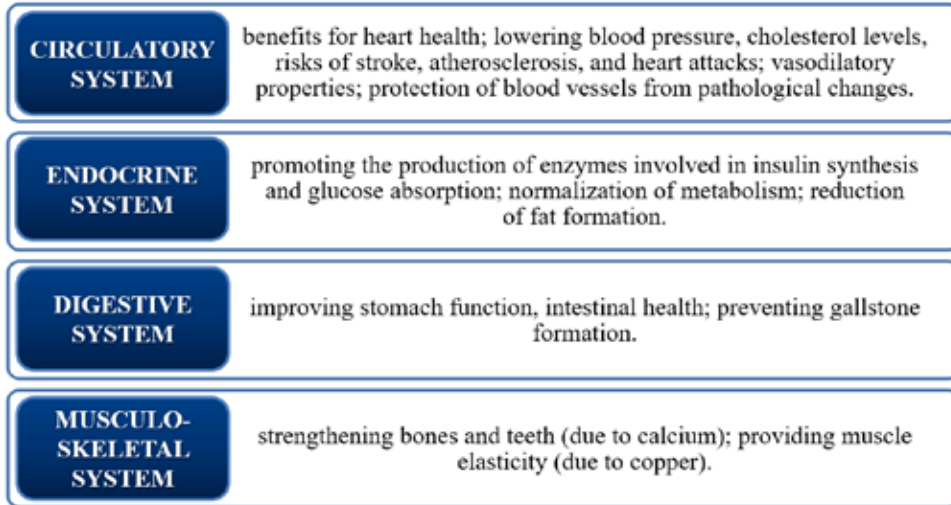
**Analysis of recent research and publications.** Firstly, millet is valued for its high nutritional quality. On average, it contains 12% protein, 81% starch, 3.5% fat, 1–2% fiber, plenty of ash and trace elements, as well as vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, C, PP, and other physiologically active substances. In terms of protein content, millet cereal rivals semolina and cornmeal. It surpasses barley, buckwheat, and rice cereals in fat content and only lags behind oatmeal in protein content. Another advantage of millet cereal is its quick preparation – boiling for 25–30 minutes is sufficient [7, 8].

In the confectionery industry, millet flour is widely used – a valuable dietary product that does not contain gluten and is used to produce pasta, various types of cookies, pancakes, and puddings, as well as an additive in baking bakery products. Millet whole grain flour with high fiber and protein content, balanced in essential amino acids, is highly valued in the confectionery industry. Products made from this flour do not contain gluten, have a golden color, oily texture, and high taste qualities [9, 10].

Consumption of products made from millet flour is beneficial from a therapeutic point of view. Positive effects have been found in the treatment of diabetes, cancer, and cardiovascular diseases [6]. Consuming millet naturally improves human health (Figure 1) [11].

Millet plays an important feed role. Its grain and porridge are indispensable feed for chickens. Feeding adult chickens with millet increases their egg production and strengthens eggshells. Millet flour mixed with potatoes or any food waste is an excellent

feed for geese and pigs. Residues from millet processing contain a significant amount of protein and fat and are also valuable concentrated animal feed. Bran remaining during millet production is used to make compound feeds [12].



*Fig. 1. Medicinal properties of millet*

When harvesting millet for grain, well leafy straw of a greenish hue with a pleasant smell remains, which is a valuable coarse feed and contains more nutrients than the straw of other crops. 100 kg of millet straw is equivalent to 50 feed units, and 100 kg of millet chaff – to 42 feed units [13].

Millet is grown for green fodder because in its green state, it is well consumed by cattle and sheep. The green mass of millet in terms of feed value exceeds the green mass of maize, sorghum, mugar, and sudan grass. 1 kg of millet green mass contains about 3.5% crude protein, 0.7–1.5% crude fat, 2.1% ash, 4.8–6.9% fiber, 40–60 mg of carotene, 0.2–0.4 feed units, and 17–25 g of digestible protein [7].

As an early ripening crop, millet has important agronomic significance, in particular, its use as an insurance crop in the event of the death of winter crops, as well as for intercropping and post-harvest sowing for green fodder and as a cover crop for perennial grasses [14].

Significant prospects for increasing millet cultivation areas are revealed in connection with global climate warming, and in Ukraine also due to the disruption of the traditional production cycle due to military actions. Millet is capable of germinating at high temperatures and limited soil moisture, effectively utilizing low rainfall and producing high yields with high quality indicators [15], determining the relevance of the conducted research.

**Problem statement.** The scientific research involved analyzing the current state of millet production in Ukraine, various regions of the world, and leading production countries, as well as identifying prospects for the development of the cereal crop industry. The following methods were used for scientific research: comparative-analytical – to identify patterns of the characteristics under study based on collected statistical data; graphical method – using graphic illustrations to visualize research results and visually

identify certain patterns; abstract-logical method – for formulating theoretical generalizations, theories and hypotheses, conclusions, and practical recommendations. The information base of the scientific research included statistical data from the FAOSTAT database (Food and Agriculture Organization of the United Nations), scientific information from literary sources, results of own analytical research, and conducted calculations.

**Presentation of the main material of the research.** Millet is cultivated in 93 countries worldwide, with cultivation areas exceeding 1 million hectares annually in 7 of them [2]. The largest cultivation areas for this cereal crop are concentrated in Africa and Asia (Table 1) [16].

Table 1

### Dynamics of areas under millet crops by regions of the world

Year	Regions of the world										World crop area, million hectares
	Asia		America		Africa		Europe		Oceania		
	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	
2000	15.539	41.9	0.181	0.5	19.594	52.8	1.764	4.8	0.039	0.1	37.117
2005	14.287	40.2	0.218	0.6	20.469	57.6	0.568	1.6	0.025	0.1	35.567
2010	13.941	38.7	0.154	0.4	21.570	59.9	0.310	0.9	0.034	0.1	36.009
2015	11.194	37.6	0.171	0.6	17.757	59.6	0.615	2.1	0.036	0.1	29.773
2016	10.626	33.7	0.172	0.5	20.140	63.8	0.576	1.8	0.035	0.1	31.549
2017	11.167	35.7	0.166	0.5	19.596	62.6	0.343	1.1	0.036	0.1	31.308
2018	11.144	34.4	0.160	0.5	20.819	64.2	0.254	0.8	0.036	0.1	32.413
2019	10.580	34.7	0.190	0.6	19.242	63.1	0.457	1.5	0.037	0.1	30.506
2020	10.973	34.6	0.210	0.7	20.000	63.0	0.529	1.7	0.036	0.1	31.748
2021	11.093	36.8	0.275	0.9	18.363	60.9	0.366	1.2	0.035	0.1	30.132
2022	10.312	34.5	0.211	0.7	19.039	63.8	0.258	0.9	0.035	0.1	29.855

Source: FAOSTAT, 2023

On average for the period 2015–2022, Africa accounted for 62.7%, Asia for 35.2% of global millet cultivation areas (Figure 2). The smallest cultivation areas for millet were allocated in Oceania – only 0.1% of global indicators. European countries rank third in terms of cultivation areas for millet among regions worldwide.

The areas of millet crops in Ukraine vary greatly depending on the year of cultivation, but compared to 2000, they tend to decrease significantly, as Figure 3 vividly demonstrates. If in 2000, millet was sown on 366.5 thousand hectares in Ukraine, then starting from 2005, this indicator did not exceed 159.1 thousand hectares. The minimum areas under millet in our country were allocated in 2018 and 2022 – 54.8 and 49.1 thousand hectares.

Despite the significant reduction in millet cultivation areas in recent decades, Ukraine's share in the total millet cultivation areas in Europe was quite significant and ranged from 16.4% in 2017 to 30.1% in 2020 (Figure 4). Globally, this indicator is insignificant with a maximum value in 2000 – 1.0%.

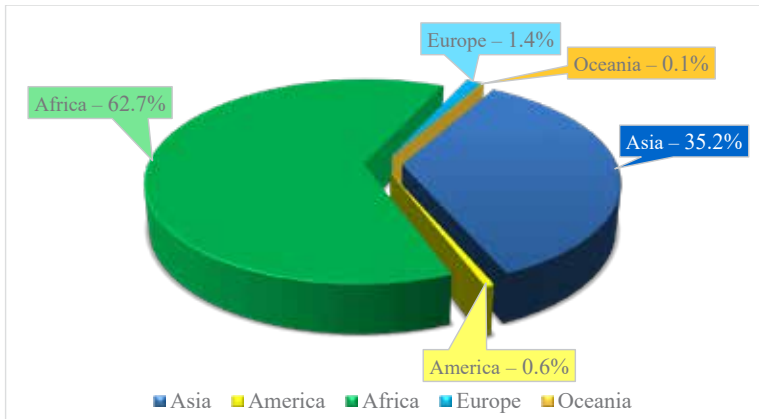


Fig. 2. Average share of regions in world millet planting area for 2015–2022  
Source: FAOSTAT, 2023

World millet production shows a fairly high stability without sharp fluctuations over the years – 27.672–32.803 million tons during the study period (Table 2). The largest volumes of millet production in the world are provided by countries in Asia and Africa. Thus, during the period 2015–2022, these regions accounted for 50.6% and 46.1% respectively (Figure 5).

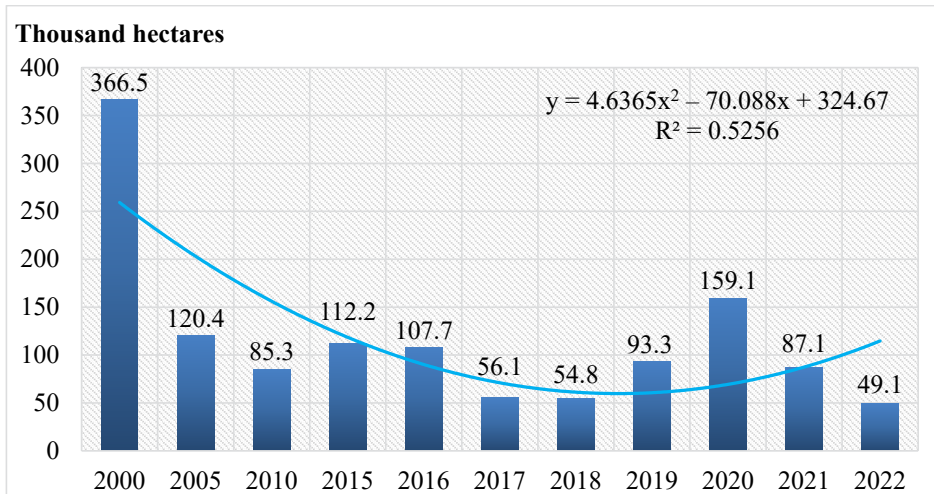


Fig. 3. Dynamics of areas under millet crops in Ukraine  
Source: FAOSTAT, 2023

Historically, India, China, and Nigeria are the largest producers of millet in the world (Table 3). During the period 2015–2022, India produced 92.881 million tons, China – 18.758 million tons, and Nigeria – 14.400 million tons of millet. In total, these three countries harvested 126.039 million tons, which represents 53%, or more than half of the total millet production in the world during the study period.

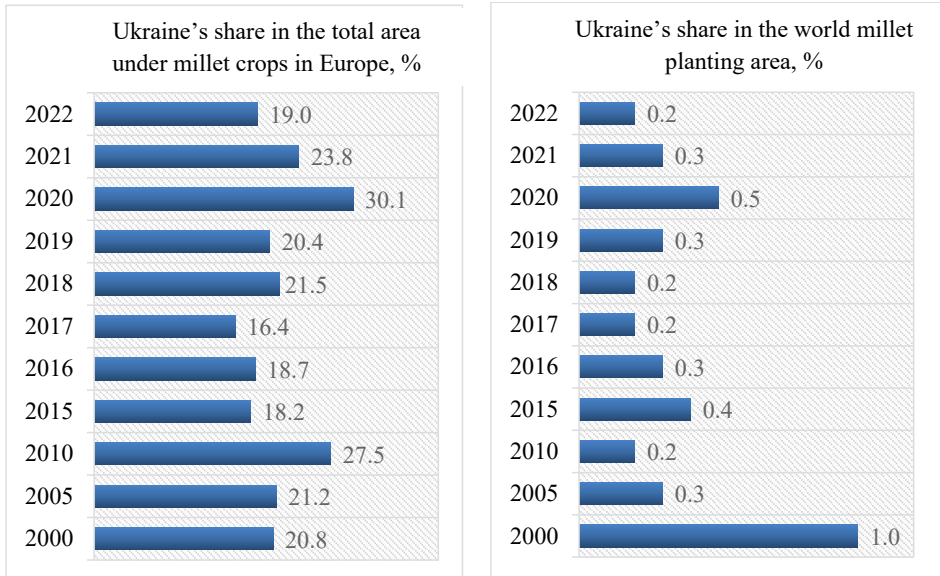


Fig. 4. Ukraine's share in the total area under millet crops in Europe and the world  
Source: FAOSTAT, 2023

Table 2

### Dynamics of millet production by regions of the world

Year	Regions of the world										World production, million tons
	Asia		America		Africa		Europe		Oceania		
	million tons	% of world production	million tons	% of world production	million tons	% of world production	million tons	% of world production	million tons	% of world production	
2000	13.098	47.3	0.214	0.8	12.717	46.0	1.586	5.7	0.057	0.2	27.672
2005	13.267	42.8	0.327	1.1	16.703	53.9	0.676	2.2	0.026	0.1	30.999
2010	15.998	48.8	0.271	0.8	16.139	49.2	0.358	1.1	0.037	0.1	32.803
2015	14.671	51.3	0.326	1.1	12.645	44.3	0.897	3.1	0.036	0.1	28.575
2016	12.788	46.1	0.349	1.3	13.607	49.1	0.952	3.4	0.037	0.1	27.733
2017	15.205	52.6	0.343	1.2	12.798	44.3	0.514	1.8	0.037	0.1	28.897
2018	15.071	47.9	0.265	0.8	15.775	50.1	0.319	1.0	0.037	0.1	31.467
2019	13.717	48.5	0.381	1.3	13.540	47.8	0.629	2.2	0.037	0.1	28.304
2020	16.367	50.6	0.223	0.7	15.053	46.5	0.669	2.1	0.036	0.1	32.348
2021	16.959	57.4	0.359	1.2	11.623	39.3	0.588	2.0	0.037	0.1	29.566
2022	15.583	50.5	0.223	0.7	14.602	47.3	0.416	1.3	0.036	0.1	30.860

Source: FAOSTAT, 2023

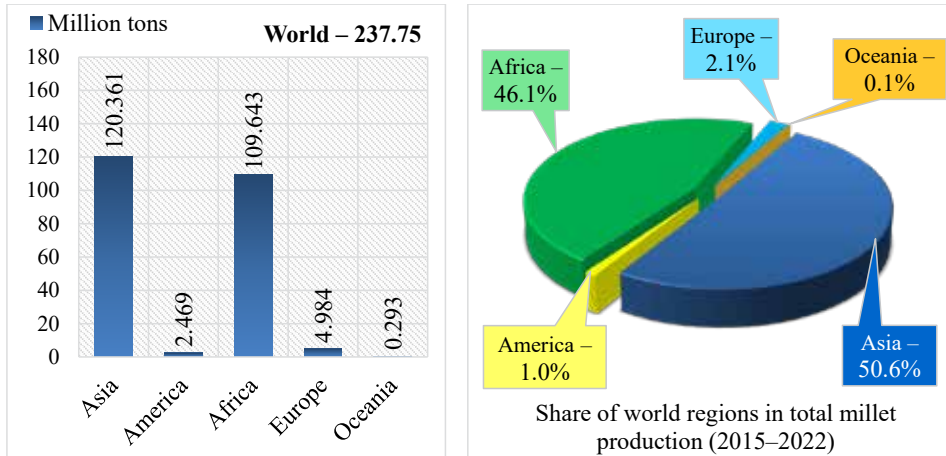


Fig. 5. Millet production volumes for the period 2015–2022

Source: FAOSTAT, 2023

Table 3

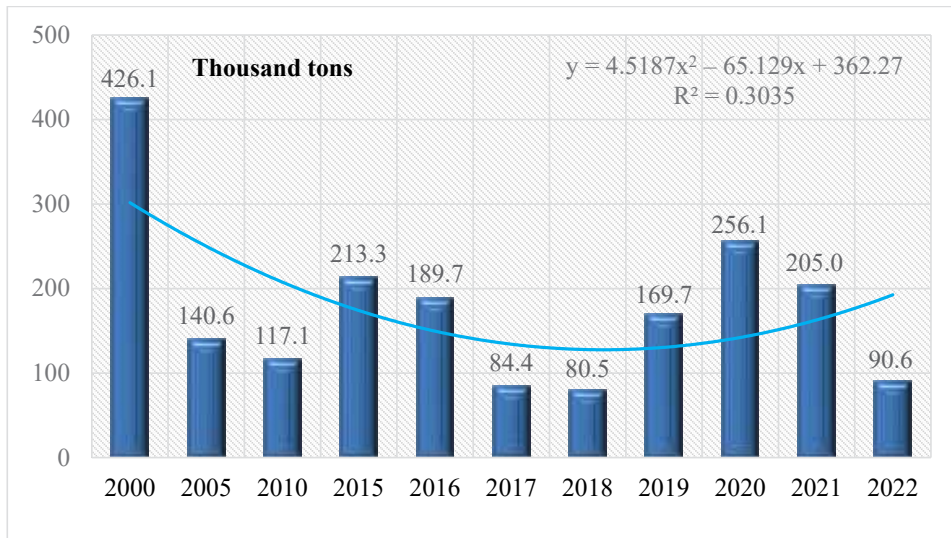
**Dynamics of sown areas, yields and production volumes in the countries that are the largest millet producers in the world**

Рік	India			China			Nigeria		
	area harvested, million hectares	yield, t/ha	production, million tons	area harvested, million hectares	yield, t/ha	production, million tons	area harvested, million hectares	yield, t/ha	production, million tons
2000	13.012	0.77	10.078	1.250	1.70	2.126	5.814	1.05	6.105
2005	12.179	0.86	10.509	0.850	2.10	1.786	4.685	1.53	7.168
2010	11.792	1.13	13.293	0.809	1.95	1.574	4.364	1.18	5.170
2015	9.116	1.28	11.630	0.840	2.34	1.966	1.743	1.04	1.808
2016	8.840	1.16	10.280	0.552	2.53	1.395	1.738	0.86	1.487
2017	9.094	1.27	11.557	0.861	2.96	2.548	1.800	0.85	1.528
2018	9.221	1.26	11.633	0.778	3.01	2.342	1.734	1.08	1.879
2019	8.450	1.21	10.236	0.900	2.56	2.300	1.748	1.10	1.925
2020	9.005	1.39	12.488	0.906	3.10	2.807	1.762	1.08	1.905
2021	9.256	1.43	13.208	0.900	3.00	2.700	1.767	1.09	1.927
2022	8.488	1.40	11.849	0.900	3.00	2.700	2.000	0.97	1.941

Source: FAOSTAT, 2023

Millet production volumes in Ukraine are significantly lower. The highest volumes were noted in 2000 – 426.1 thousand tons, after which the production of this valuable

cereal crop in our country significantly decreased, reaching its minimum values in 2017–2018 – 80.5–84.4 thousand tons (Figure 6).



*Fig. 6. Dynamics of millet production in Ukraine, thousand tons*

*Source: FAOSTAT, 2023*

Despite such a reduction in millet production volumes, Ukraine is among the largest millet producers in Europe. Its share in European production during the period 2000–2022 ranged from 16.4% in 2017 to 38.3% in 2020, which is about a third (trend of the pre-war years) of the total millet production in Europe is concentrated in Ukraine. When analyzing global production of this cereal crop, Ukraine's share is very small – 0.3–1.5%, with the level of 1.5% noted back in 2000.

This situation of significant reduction in millet cultivation areas and production volumes in Ukraine is likely due to the relatively unstable yield of this crop, which largely depends on growing conditions and can fluctuate from 0.5 to 2.4 tons per hectare [17]. At the same time, it should be noted that the average yield obtained annually in our country is at a fairly high level. Starting from 2019, including 2022 (a year of active hostilities on Ukrainian territory), it exceeded the average yield level of all regions worldwide, demonstrating Figure 7 vividly. The maximum millet yield in Ukraine was achieved in 2021 – 2.35 tons per hectare.

Comparative analysis with leading millet-producing countries in the world showed that millet yield in Ukraine is higher than in India and Nigeria (Figure 8). However, China significantly surpasses our country in terms of millet yield. Therefore, the relevance of improving millet cultivation technology in Ukraine becomes increasingly evident in modern conditions. Globalization processes, climate change, and increased consumer demands for product quality require continuous improvement of agricultural techniques for growing crops, including millet.



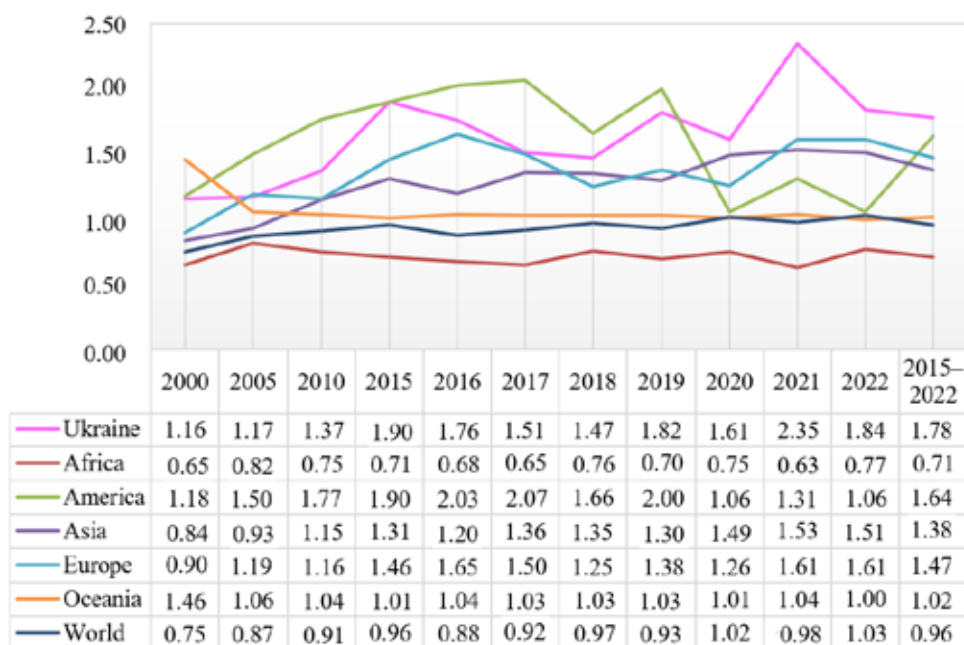


Fig. 7. Comparative diagram of millet yield in Ukraine and different regions of the world, t/ha

Source: FAOSTAT, 2023

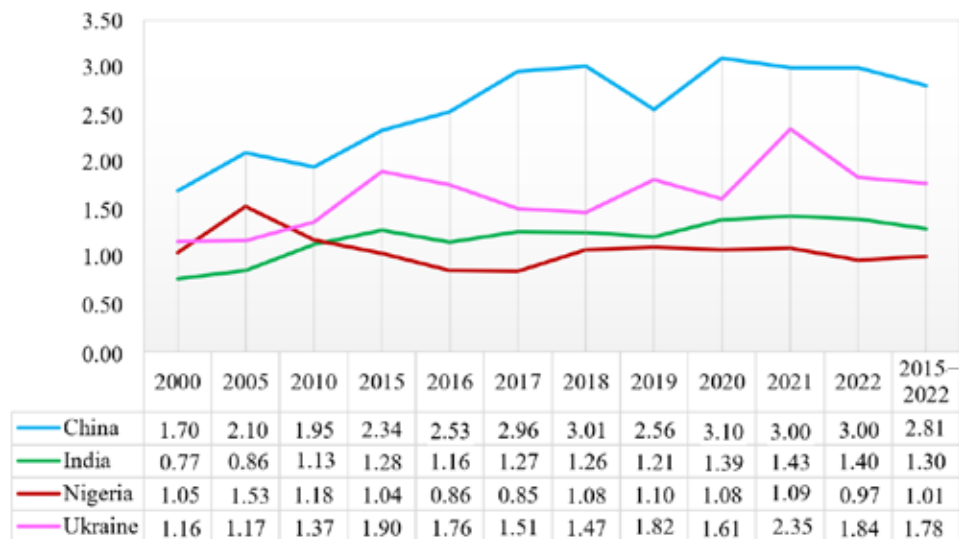


Fig. 8. Comparative chart of yields in Ukraine and the leading countries in millet production, t/ha

Source: FAOSTAT, 2023

Ukraine has great potential for cultivating this important cereal crop, but effective utilization of this potential requires constant improvement of agricultural technologies. It is important to focus on selecting high-yielding varieties and hybrids, creating optimal plant nutrition regimes for each soil-climatic zone and soil type within it, considering available moisture levels, efficient use of modern and safe plant protection measures, and many other aspects of cultivation that require scientific research and widespread implementation based on their results [18–22].

Improving millet cultivation technology in Ukraine will lead to increased yields, improved product quality, reduced cultivation costs, and strengthened competitiveness in the global agricultural market. Additionally, it will contribute to the stable development of Ukraine's agricultural sector and ensure food security for the population, which will be particularly important in the post-war period of our country's recovery.

**Conclusions and recommendations.** Climate change aimed at global warming forces modern farmers to increase the areas under drought-resistant crops. Millet is one such crop – an important cereal crop with high nutritional qualities that can address food security issues and provide the livestock sector with high-quality feed. Despite the reduction in millet cultivation areas in Ukraine, the country remains an important player in the market for this crop in Europe and ranks among the top exporting countries by volume. The largest millet producers in the world are India, China, and Nigeria. During the period 2015–2022, these three countries accounted for 53% of global millet production. In Ukraine, due to the decrease in sown areas for millet, production volumes of this cereal crop have significantly decreased compared to 2000. Nevertheless, prior to the war, Ukraine accounted for about a third of total millet production in Europe. Starting from 2019, millet yield in our country exceeds global averages and is significantly higher than in India and Nigeria, although it lags significantly behind China. Therefore, improving millet cultivation technology in Ukraine is a pressing issue, the resolution of which will enhance Ukraine's position in the international agricultural market.

#### REFERENCES:

1. Satyavathi C. T., Ambawat S., Khandelwal V., Srivastava R. K. Pearl millet: a climate-resilient nutraceutical for mitigating hidden hunger and provide nutritional security. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. P. 659938. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659938>.
2. Kumar A., Tripathi M. K., Joshi D., Kumar V. (Eds.). *Millet and millet technology*. Singapore: Springer, 2021. 438 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-16-0676-2>.
3. Yousaf L., Hou D., Liaqat H., Shen Q. Millet: A review of its nutritional and functional changes during processing. *Food Research International*. 2021. Vol. 142. P. 110197. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110197>.
4. Hassan Z. M., Sebola N. A., Mabelebele M. The nutritional use of millet grain for food and feed: a review. *Agriculture & food security*. 2021. Vol. 10. P. 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40066-020-00282-6>.
5. Mahajan P., Bera M. B., Panesar P. S., Chauhan A. Millet starch: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021. Vol. 180. P. 61-79. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.03.063>.
6. Yang T., Ma S., Liu J., Sun B., Wang X. Influences of four processing methods on main nutritional components of foxtail millet: A review. *Grain & Oil Science and Technology*. 2022. T. 5. Vol. 3. P. 156-165. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2022.06.005>.
7. Каленська С. М., Черній В. П. Продуктивність посівів проса залежно від елементів біологізації технології вирощування. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 2(66). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.02.006>.

8. Степанченко В. Формування агрофітоценозу культури проса в умовах Лісостепу Західного. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції*: збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф. Ч. 1. (20-22 березня 2018 р., м. Кам'янець-Подільський). Тернопіль: Крок, 2018. С. 146-148.
9. Srilekha K., Kamalaja T., Uma Maheswari K., Neela Rani R. Nutritional composition of little millet flour. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*. 2019. Vol. 20(4). P. 1-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.9734/IRJPAC/2019/v20i430140>.
10. Li Y., Lv J., Wang L., Zhu Y., Shen R. Effects of millet bran dietary fiber and millet flour on dough development, steamed bread quality, and digestion in vitro. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10(3). P. 912. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10030912>.
11. Аверчев О. В., Нікітенко М. П. Лікувальні та харчова цінність проса звичайного. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку*: Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки в Україні (19 травня 2022 р., м. Херсон). С. 34-36.
12. Аверчев О. В., Жосан Г. В., Йосипенко І. В. Сучасні аспекти економічного розвитку круп'яної галузі України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2023. Вип. 16. С. 44-54. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.16.6>.
13. Бірта Г. О., Бургу Ю. Г. Основи рослинництва і тваринництва. Навчальний посібник. Полтава, 2013. 338 с.
14. Аверчев О. В., Нікітенко М. П. Місце проса в сівозміні. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. Вип. 125. С. 3-9.
15. Рудік О. Л., Рудік Н. М., Сергєєв Л. А., Чугак В. В. Просо посівне в системі адаптації аграрного виробництва до глобальних викликів сьогодення. *Аграрні інновації*. 2022. № 12. С. 52-59. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.9>.
16. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. Available at: <https://www.fao.org/home/en>.
17. Бабаянц О. *Panicum miliaceum* L. – просо... Знахідка посушливих регіонів. *AgroONE*. 2020. № 53.
18. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Смірнова І. В., Бакланова Т. В., Сидякіна О. В. Ресурсозберігаючі заходи забезпечення обсягів зерновиробництва. *Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 30 вересня 2022 р. Одеса: ІКОСГ НААН, 2022. С. 147-148.
19. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Федорчук М. І., Коваленко О. А. Добір посухостійких культур для Південного Степу України. *Зернові культури*. 2021. Том 5. № 1. С. 13-22. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0153>.
20. Нікітенко М. П., Аверчев О. В. Огляд формування різновидів проса в залежності від кліматичних особливостей регіону. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку*: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених з нагоди Дня науки (м. Херсон, 19 травня 2021 р.). Херсон, 2021. С. 59-62.
21. Кулик М. І., Рожко І. І., Білявська Л. Г. Мінливість елементів продуктивності та врожайність насіння проса прутоподібного залежно від сорту. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 125. С. 63-72. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.9>.
22. Аверчев О. В., Йосипенко І. В., Нікітенко М. П. Хвороби та шкідники проса: навчальний посібник. Одеса: Олді+, 2023. 180 с.

UDC 338.43: 633.854.78

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.16>

## SUNFLOWER: CURRENT STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS FOR PRODUCTION

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

**Podriezov I.O.** – Postgraduate student, Kherson State Agrarian and Economic University

*The areas of sunflower cultivation in Ukraine and Europe increased by 1.8 times, and in the world by 1.4 times during the period 2000–2022. Ukraine's share in the total sunflower cultivation areas in Europe varied between 25.2–33.7%, and in the world between 13.4–23.5% during this period. The maximum volumes of sunflower production in Ukraine, Europe, and the world were observed in 2019 and 2021. Compared to 2000, sunflower production in Europe tripled. Ukraine's share in sunflower production volumes in Europe during the period 2000–2022 varied between 26.1–39.3%, and in the world between 13.0–28.7%. Sunflower production volumes in Ukraine increased by 4.7 times during the period 2000–2021, primarily due to high yields, favorable soil-climatic conditions, and improved cultivation technology. Sunflower yields in Ukraine significantly exceed European and global levels, with modern high-yielding varieties and hybrids adapted to specific soil-climatic conditions playing a crucial role. 37% of sunflower varieties and hybrids in Ukraine are of domestic breeding, 31% are French, and 9% are Serbian. In recent years, there has been rapid growth in the cultivation of high-oleic and sulfonyl hybrids of sunflower in Ukraine. The cultivation technology, including classic, SUMO, and CLEARFIELD technologies, plays a significant role in increasing sunflower productivity. Ukraine is a leader in Europe and the world in sunflower oil production and is forecasted to remain a leader in sunflower oil exports on the global market according to USDA predictions. There are some challenges in the sunflower industry in Ukraine, including issues related to fertilizer and plant protection product markets, as well as sunflower seed supplies. However, experts predict that sunflower production in Ukraine will remain at a high level. Ukraine is expected to maintain strong positions both at the European and global levels in the future.*

**Key words:** sunflower, sunflower oil, production volumes, crop area, yield.

### **Сидякіна О.В., Подрезов І.О. Соняшник: сучасний стан, проблеми та перспективи виробництва**

*Площі посівів під соняшником за період 2000–2022 рр. в Україні та Європі зросли в 1,8 рази, у світі – в 1,4 рази. Частка України у загальних площах посівів соняшнику в Європі за даний період варіювала в межах 25,2–33,7%, у світі – 13,4–23,5%. Максимальні обсяги виробництва соняшнику в Україні, Європі та світі спостерігали у 2019 та 2021 рр. Якщо порівнювати з 2000 р., виробництво соняшнику в Європі зросло втричі. Частка України в обсягах виробництва соняшнику в Європі за період 2000–2022 рр. варіювала в межах 26,1–39,3%, у світі – 13,0–28,7%. Обсяги виробництва соняшнику в Україні за період 2000–2021 рр. зросли в 4,7 рази, що пов'язано з багатьма факторами і, в першу чергу, з високим рівнем урожайності, завдячуючи сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам та вдосконаленню технології вирощування. Урожайність соняшнику в Україні значно перевищує європейський і світовий рівень, і важливе значення в цьому відіграє добір сучасних високопродуктивних сортів і гібридів культури, добре адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. 37% від загальної кількості сортів і гібридів соняшнику в Україні відносяться до вітчизняної селекції, 31% – французької, 9% – сербської селекції. В Україні в останні роки спостерігається досить стрімке зростання площ посівів високоолеїнових і сульфогібридів соняшнику. Важливе значення у збільшенні продуктивності соняшнику відіграє технологія вирощування – класична, технологія SUMO та CLEARFIELD технологія. Україна є лідером в Європі і світі за виробництвом соняшникової олії, за прогнозами USDA і надалі залишиться лідером з експорту соняшникової*

олії на світовому ринку. Наразі в Україні існують і певні проблеми в соняшниковій галузі, пов'язані, зокрема, з падінням ринку добрив і засобів захисту рослин, а також з поставками насіння соняшнику в Україну. Проте обсяги виробництва соняшнику в Україні прогнозуються експертами на досить високому рівні. Україна і надалі буде займати стійкі позиції як на європейському, так і світовому рівнях.

**Ключові слова:** соняшник, соняшникова олія, обсяги виробництва, площі посівів, урожайність.

**Problem statement.** According to FAOSTAT data (2023) [1], the volumes of global agricultural crop production from 2000 to 2022 increased by 56%, driven by the expansion of arable land, including irrigated land, and the improvement of cultivation techniques, particularly through the use of high-yielding varieties and hybrids, increased fertilizer application, and plant protection measures. During this period, production volumes of some crop groups decreased, including cereals, sugar crops, root crops, and tuber crops. At the same time, there was a significant increase in the production volumes of fruit, vegetable, and oil crops.

From 2000 to 2022, oil crop production increased by 121%. In 2022, the world leaders in oil crop production included oil palm fruit, soybeans, rapeseed or colza seed, seed cotton (unginned), and coconuts (in shell) [2]. Sunflower is not among the top five global leaders in oil crops, but its production volumes worldwide have significantly increased during the specified period, strengthening its position in the global agri-food market [3].

In Ukraine, sunflower is a leading oil crop, accounting for approximately 70% of the total oil crop planting area each year and around 85% of the total gross production volume. Over 60% of all plant-based oil in Ukraine is represented by sunflower oil, used for both food purposes and the production of cosmetic and medicinal products and many other manufacturing products [4, 5]. Therefore, researching the current state, identifying ways to address urgent issues, and outlining future prospects for sunflower production, especially in the post-war period of Ukraine's agricultural sector recovery, is a relevant issue today.

**Analysis of recent research and publications.** Sunflower is a versatile crop. Primarily, it is grown for seed production – a source of beneficial substances and vitamins. The seeds of modern high-oil sunflower varieties contain 50–55% oil on an absolutely dry basis and about 16% protein, while the kernel contains 65–67% oil and 22–24% protein. In terms of oil content, sunflower is a leader among oil crops, and sunflower oil is considered one of the best in terms of taste properties, nutritional value, and digestibility. Sunflower seeds contain important elements such as iron, potassium, calcium, magnesium, manganese, copper, sodium, selenium, phosphorus, zinc, and vitamins A, B3, B6, D, E [6, 7].

Most of the sunflower seeds are used for food fat production, while lower-quality seeds are processed for technical purposes [8].

An important by-product of sunflower seed processing for oil is meal or cake, which provides the livestock industry with valuable concentrated high-protein feed (protein content up to 36%). Sunflower protein contains all essential amino acids and plays a significant role not only in feed production but also in the food industry. In terms of methionine content (an essential amino acid), sunflower surpasses crops such as peanuts, walnuts, and hazelnuts [9].

For fodder purposes, the yield of green mass of sunflower can reach 60 t/ha, which is directly fed to livestock or ensiled [10].

In recent years, sunflower has gained increasing importance in the energy industry. The husk output during the processing of this crop ranges from 11% to 20%. Husks are burned or processed into fuel pellets or briquettes to generate energy. In addition

to husks, other by-products of sunflower seed production can be used as biomass for energy production [11, 12].

Burning sunflower stalks produces ash containing a significant amount of potassium, which can be used for producing potassium fertilizers or directly as a potassium fertilizer [13].

Sunflower is also a valuable honey plant, and with a yield of 2.5 t/ha, each hectare of sunflower crops can yield 35–40 kg of high-quality honey with excellent taste properties [14].

Sunflower is a highly profitable crop, very attractive economically for agricultural producers and investors, as noted by both domestic [15, 16, 17] and foreign authors [14, 18]. However, the profitability of growing this oil crop in Ukraine has significantly decreased due to the full-scale Russian invasion, which is associated with limited seed imports due to complex logistics, a substantial decline in the fertilizer and plant protection market, and a range of other serious problems that need to be addressed, especially during the post-war recovery period of Ukraine's agricultural sector.

**Problem statement.** The aim of the research is to analyze the current state of sunflower production in Ukraine, Europe, and globally; identify development issues in the oil and fat industry in Ukraine and promising ways to address them.

To achieve the set goal of the research, various methods were used. In particular, the method of comparative analysis was used to compare statistical data for different years and periods. The graphical method was applied to visualize research results and identify relationships between indicators. The abstract-logical method helped formulate theoretical generalizations, draw conclusions, and provide practical recommendations based on the obtained results.

For scientific research, data from the FAOSTAT statistical database (Food and Agriculture Organization of the United Nations), as well as scientific sources, results of own research, and calculations were used.

**Presentation of the main material of the study.** The area of sunflower plantings in Ukraine increased by 1.8 times from 2000 to 2022. The highest values were reached in 2021 – 6.665 million hectares (Table 1). Ukraine's share of total sunflower plantings in Europe during the analyzed period ranged from 25.2% in 2000 to 33.7% in 2016, and globally from 13.4% in 2000 to 23.5% in 2020, meaning that almost a quarter of the world's total sunflower plantings before the war were concentrated in Ukraine (Figure 1).

A similar increase in sunflower planting areas occurred in European countries during the period from 2000 to 2022, by 1.8 times. The war in Ukraine and high demand on the international market in recent years have contributed to further growth in sunflower plantings in Europe, especially in countries like France, the Czech Republic, and Hungary. The main EU countries with areas dedicated to organic sunflower production are Romania, France, Italy, Bulgaria, Spain, and Hungary [19].

When analyzing the scale of global sunflower plantings, they have shown a tendency to increase, but have been relatively stable over the years, increasing by 1.4 times from 2000 to 2022. At the same time, sunflower seed production has more than doubled. For example, global sunflower seed production was 26.550 million tons in 2000 and had already reached 54.286 million tons by 2022. The maximum global sunflower production volumes were observed in 2019 and 2021 at 56.027 and 57.994 million tons respectively. In the same years, maximum sunflower production volumes were also recorded in European countries at 42.481 and 44.026 million tons or 75.8 and 75.9% of global production of this crop. Comparing to the year 2000, sunflower production in Europe has tripled, with Ukraine playing a significant role. Its share in sunflower production volumes in

Europe during the period from 2000 to 2022 varied from 26.1% to 39.3% (Figure 2). This percentage was also significant on a global scale – from 13.0% to 28.7%.

Table 1  
Dynamics of sown areas and sunflower production volumes in Ukraine,  
Europe and the world

Year	Ukraine		Europe		World	
	area harvested, million hectares	production, million tons	area harvested, million hectares	production, million tons	area harvested, million hectares	production, million tons
2000	2.842	3.457	11.271	13.263	21.161	26.550
2010	4.526	6.772	14.302	19.922	23.074	31.457
2015	5.166	11.181	16.400	29.251	24.529	42.301
2016	6.087	13.627	18.075	34.672	26.343	47.478
2017	6.061	12.236	18.215	34.472	26.850	48.612
2018	6.167	14.165	18.756	38.469	26.796	51.914
2019	5.959	15.254	19.300	42.481	27.331	56.027
2020	6.481	13.110	19.876	36.604	27.560	50.115
2021	6.665	16.392	21.293	44.026	29.441	57.994
2022	5.238	11.329	20.061	38.325	29.258	54.286

Source: FAOSTAT, 2023

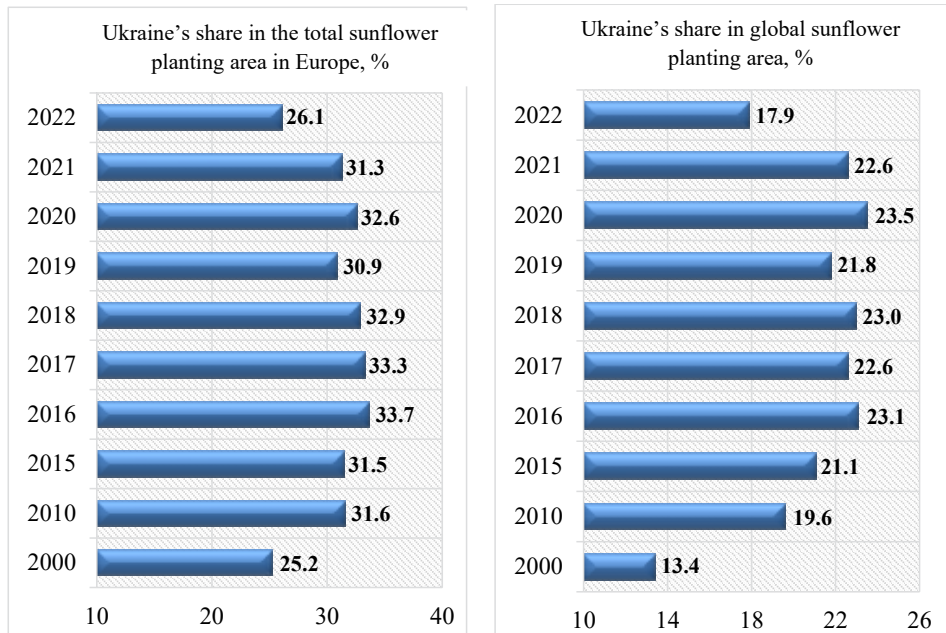
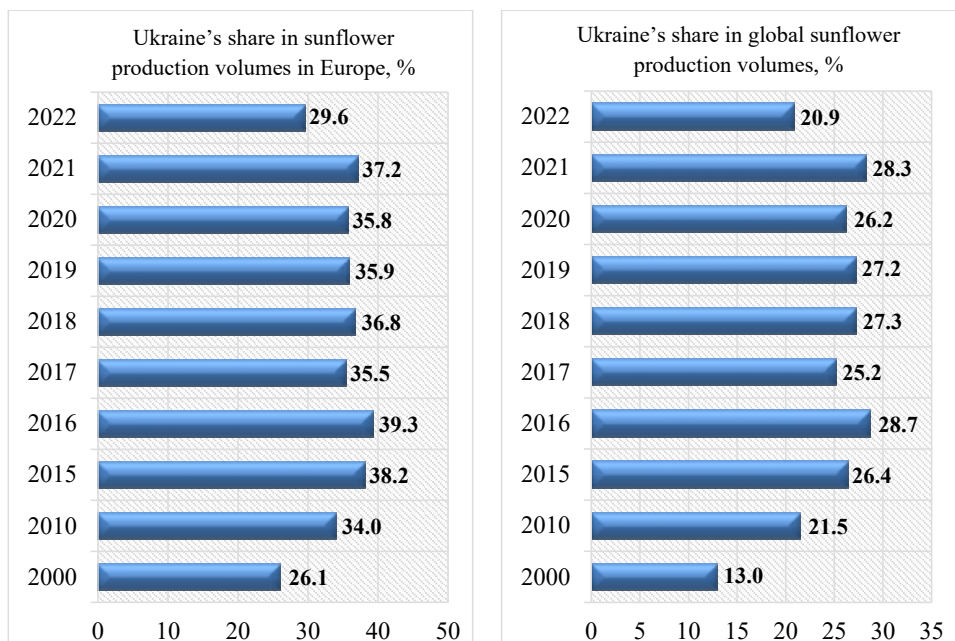


Fig. 1. Ukraine's share in the total area under sunflower crops in Europe and the world

Source: FAOSTAT, 2023

Sunflower production volumes in Ukraine increased from 3.457 to 16.392 million tons or by 4.7 times from 2000 to 2021. Due to the full-scale Russian military invasion of Ukraine, sunflower oil production in 2022 fell to the level of 2015 but still remained at a relatively high level. This rapid growth in sunflower production in our country is associated with many factors, primarily with a high level of seed yield due to favorable soil-climatic conditions and improved cultivation technology. Despite significant fluctuations in production from year to year, sunflower yield in Ukraine significantly exceeds the European and global levels, as illustrated in Figure 3.

The selection of modern high-yielding varieties and hybrids of the crop, well-adapted to specific soil-climatic conditions, plays a significant role in achieving high yields [20, 21].



*Fig. 2. Ukraine's share in sunflower production volumes in Europe and the world*  
 Source: FAOSTAT, 2023

The total number of sunflower varieties and hybrids in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, as of March 19, 2024, is 2276. Starting from 2020, 1015 varieties and hybrids have been included in the State Register, accounting for 44.6% of their total number (Figure 4).

832 sunflower varieties and hybrids, or 37% of the total, belong to domestic breeding (Figure 5), indicating a high level of breeding work with this oil crop, despite Russia's military aggression against our country. France holds the second position among countries of origin with a share of 31%, followed by Serbia at 9%. Switzerland and Romania are also among the top five countries of origin for sunflower varieties and hybrids, with shares of 8% and 3%, respectively.



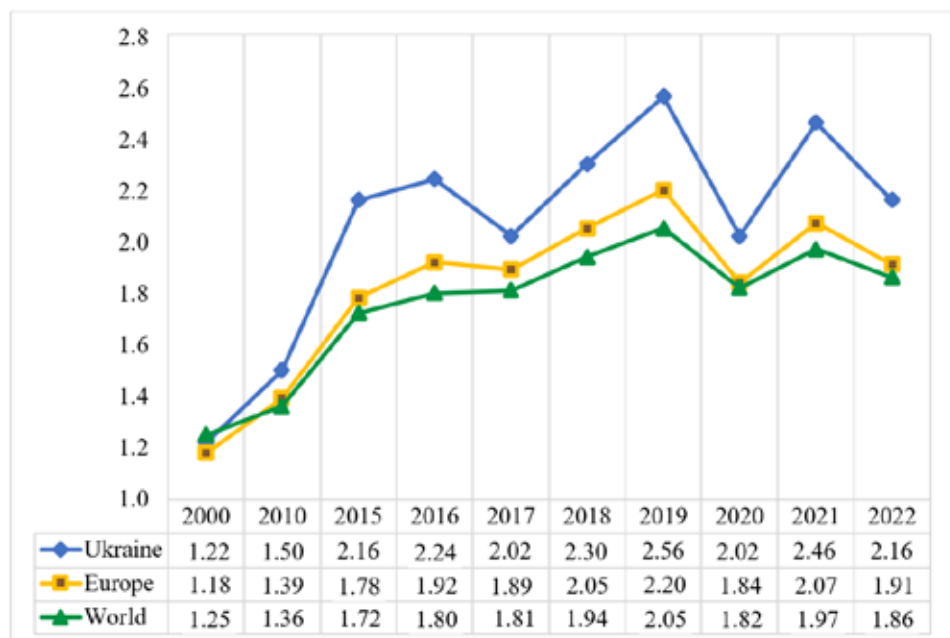


Fig. 3. Dynamics of sunflower yield in Ukraine, Europe and the world, t/ha  
Source: FAOSTAT, 2023

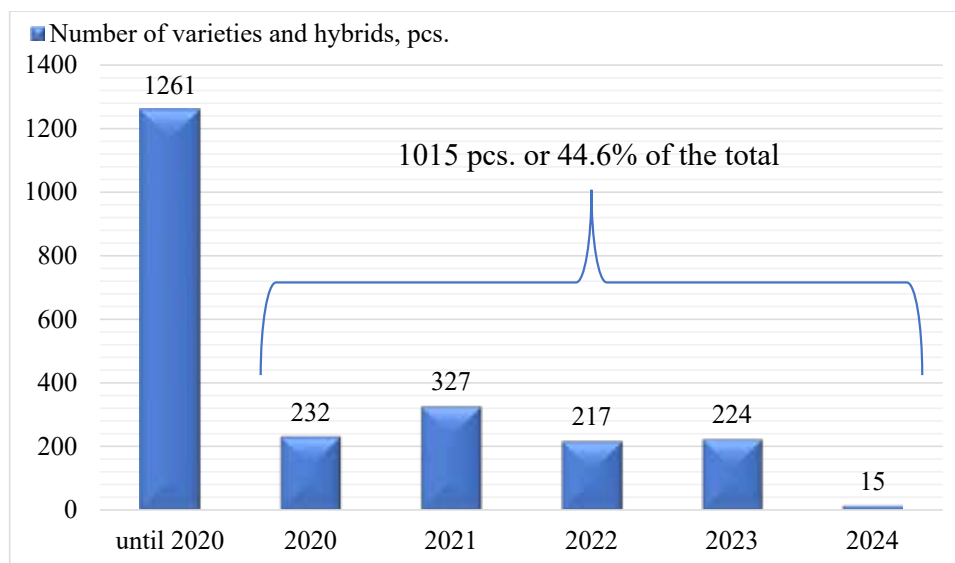


Fig. 4. Number of sunflower varieties and hybrids registered in Ukraine, pcs.  
Source: State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, 19.03.2024

Modern breeding work is primarily focused on creating high-oleic sunflower hybrids. The experience of French breeding in this direction is particularly interesting. Since the 1990s, France has gradually shifted towards high-oleic hybrids, with approximately 70% of all sunflower areas in the country being sown with these hybrids each year. France does not experience a shortage of high oleic planting material, supported by state payments to farmers, making the country a leading player in the international market for high-oleic sunflower [22].

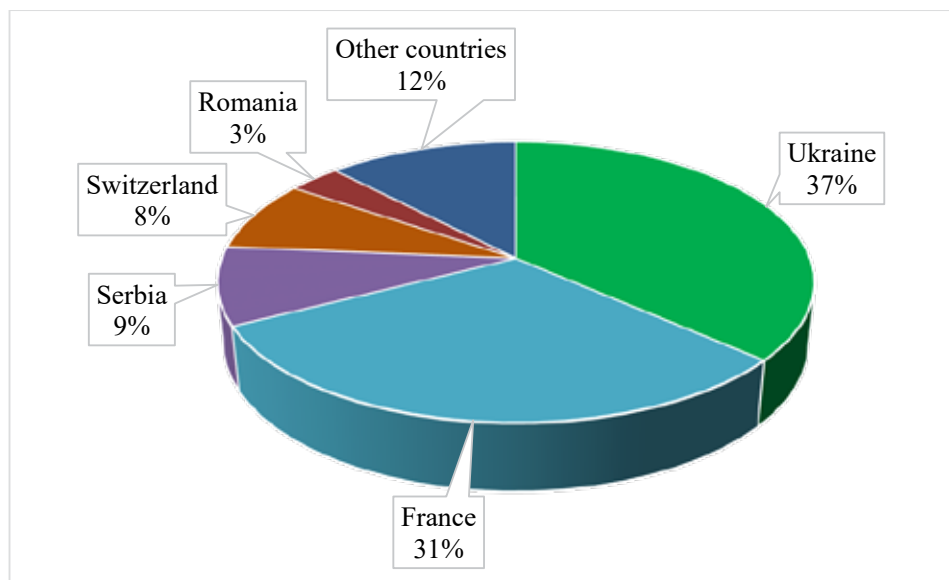


Fig. 5. Share of originating countries of sunflower varieties and hybrids included in the State Register of Ukraine, %

Source: State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, 19.03.2024

In recent years, there has been a rapid increase in the cultivation area of high-oleic and sulfohybrid (HTS hybrids) sunflowers in Ukraine, capable of resisting new strains of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). Cultivation technology, which depends on the choice of hybrid, plays an important role in increasing sunflower productivity. This can involve classical technology, SUMO technology (sulfohybrids resistant to sulfonylurea), and CLEARFIELD technology (hybrids resistant to imidazolinones) [23, 24].

Any technology should consider all factors affecting seed oil content. In addition to the genetic characteristics of the hybrid, sowing dates are crucial. Early sowing dates help extend the vegetative period and increase oil content in seeds. Drought during BBCH 71–BBCH 79 can negatively impact sunflower oil content. Seed quality is significantly influenced by fertilizer application rates. Each macroelement affects oil content differently. For example, nitrogen fertilization increases yield but may decrease oil content. Potassium fertilizers do not affect sunflower oil content, while phosphorus fertilizers have a positive impact on this indicator. Therefore, fertilizer application should be balanced and consider cultivation technology and soil-climatic conditions [25, 26].

The literal translation into English is: “In the production of sunflower oil, Ukraine is a leader in Europe and the world, as demonstrated by the data presented in Table 2. According to the forecasts of the US Department of Agriculture (USDA), despite active hostilities in our country, Ukraine will continue to be a leader in sunflower oil exports on the world market [27].

Table 2  
**Dynamics of sunflower oil production in Ukraine, Europe and the world**

Year	Ukraine			Europe		World production, million tons
	million tons	% of world production	% of production in Europe	million tons	% of world production	
2000	0.973	10.0	19.0	5.134	52.6	9.763
2010	2.990	23.9	35.6	8.391	67.0	12.529
2015	3.716	24.4	33.9	10.963	72.1	15.208
2016	4.424	27.7	36.2	12.227	76.5	15.986
2017	5.277	29.1	38.1	13.846	76.3	18.141
2018	5.149	28.0	36.9	13.948	75.9	18.388
2019	5.836	29.1	37.9	15.392	76.8	20.053
2020	6.084	29.7	37.9	16.054	78.3	20.498
2021	4.929	26.7	35.1	14.053	76.0	18.495

Source: FAOSTAT, 2023

At the same time, there are certain problems in the sunflower industry in Ukraine. Primarily, they are related to the decline in fertilizer markets. Fertilizer prices are very high due to complex logistics and the inability to import them from abroad. Farmers have started to earn less, so they will cut costs on fertilizers, especially nitrogen. A similar situation can be expected with plant protection products. Ukrainian farmers have mostly started to refuse fungicide plant protection, although diseases are forecasted for the 2024 season that will pose the biggest threat to sunflower crops – white mould (*Sclerotinia sclerotiorum* de Bary.), downy mildew (*Plasmopara halstedii* Berl. & de Toni), and alternaria leaf spot (*Alternaria helianthi*), which is a problem, especially considering the warm and wet winter. Therefore, it is crucial to plan a well-grounded strategy for fungicide protection [28]. Another problem in the sunflower industry is the issue with sunflower seed supplies to Ukraine. Therefore, a certain seed deficit should be expected.

Despite active hostilities and difficult times currently experienced by Ukraine, seed production volumes are forecasted by experts to remain at a fairly high level. Ukraine will continue to maintain strong positions both at the European and global levels.

**Conclusions and suggestions.** The sunflower sowing areas allocated in Ukraine, Europe, and the world are trending upward. Ukraine’s share of total sunflower sowing areas in Europe during the period 2000–2022 varied from 25.2% to 33.7%, and globally from 13.4% to 23.5%. Sunflower production in Europe during the study period tripled, while in Ukraine it increased 4.7 times, largely due to the growth in yield of this crop. Sunflower yield in Ukraine significantly exceeds the European and global levels. The use of modern high-yielding varieties and hybrids well adapted to specific soil-climatic

conditions plays a significant role in this. Ukrainian, French, and Serbian selection varieties and hybrids prevail in the State Register of Ukraine. In recent years, areas of high-oleic and sulfohybrid sunflower sowings have been rapidly increasing, SUMO and CLEARFIELD technologies are widely introduced into production. Ukraine remains a leader in Europe and the world in sunflower oil production, and according to USDA forecasts, will remain a leader in sunflower oil exports in the future. Despite certain problems in the sunflower industry, Ukraine will continue to maintain strong positions at both European and global levels.

#### REFERENCES:

1. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. Available at: <https://www.fao.org/faostat/ru/#search/sunflower>.
2. FAO. Agricultural production statistics 2000–2022. *FAOSTAT Analytical Briefs*. 2023. № 79. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc9205en>.
3. Popescu A. Oilseeds crops: sunflower, rape and soybean cultivated surface and production in Romania in the period 2010–2019 and forecast for 2020–2024 horizon. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2020. Vol. 20. Issue 3. P. 467–477.
4. Сидякіна О. В., Гамаюнова В. В. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 131. С. 196–204. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.25>.
5. Ситнік Н. С., Мазаєва В. С., Федякіна З. П., Нечитайло Ю. І. Розробка жирової основи косметичних засобів для волосся. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 7(832). С. 75–81. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202207-08>.
6. Radanović A., Cvejić S., Jocković M., Dedić B., Jocić S., Miladinović D. Conventional and Molecular Breeding for Sunflower Nutrition Quality Improvement. *Advanced Crop Improvement*. 2023. Vol. 2: Case Studies of Economically Important Crops. P. 351–391. Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-26669-0\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-26669-0_13).
7. Сидякіна О. В., Павленко С. Г. Ефективність застосування мікроелементів у системі живлення рослин соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 152–158. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.19>.
8. Луцяк В. В., Пронько Л. М., Мазур К. В., Колесник Т. В. Маркетинговий потенціал інновацій у олійно-жировому підкомплексі: стан ринку, створення вартості, конкурентоспроможність. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ВНАУ, 2020. 221 с.
9. Usman M., Xu M. Plant-Based Proteins: Plant Source, Extraction, Food Applications, and Challenges. *Flavor-Associated Applications in Health and Wellness Food Products*. 2024. P. 253–294. Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-51808-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-51808-9_11).
10. Міленко О. Г., Підлісний Ю. А., Міленко Є. Г. Вплив елементів технології вирощування на хімічний склад насіння соняшнику. *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта: збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (Полтава, 17–18 травня 2023 р.). Полтава, 2023. С. 462–465.
11. Islamova S., Karaeva J., Timofeeva S., Kadyirov A. (2021). An experimental study of sunflower husk pellets combustion. *BIO Web of Conferences*. *EDP Sciences*. 2021. Vol. 37. P. 00070. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213700070>.
12. Turzyński T., Kluska J., Ochnio M., Kardaś D. Comparative analysis of pelletized and unpelletized sunflower husks combustion process in a batch-type reactor. *Materials*. 2021. Vol. 14(10). P. 2484. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14102484>.
13. Кирієнко П. Г., Ключко Т. О., Хоменко І. Є., Дурневич Г. М. Дослідження міграції важких металів у рослинних відходах сільського господарства. *Екологічна безпека та природокористування*. 2020. № 4(36). С. 32–40.

14. Mahapatra A. N. I. T. A., Gouda B., Ramesh K. Productivity and profitability of summer sunflower (*Helianthus annuus* L.) with integrated nutrient management. *Journal of Oilseeds Research*. 2021. 38(1). P. 106–109. DOI: <https://doi.org/10.56739/jor.v38i1.137020>.
15. Sydiakina O., Ivaniv M. Sunflower hybrids productivity depending on the rates of mineral fertilizers in the south of Ukraine. *Helia*. 2023. Vol. 46. № 79. P. 245–259. DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2023-0010>.
16. Kovalenko O., Gamajunova V., Neroda R., Smirnova I., Khonenko L. Advances in nutrition of sunflower on the southern steppe of Ukraine. *Soils Under Stress*. 2021. P. 215–223. Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68394-8\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68394-8_21).
17. Shyian D., Ulianchenko N., Honcharova K. An innovative component in generating efficiency of sunflower production. *Economics & Education*. 2021. Vol. 06(02). P. 23–28. DOI: <https://doi.org/10.30525/2500-946X/2021-2-4>.
18. Msafiri I., Lumanyel R. A., Nyand S. S. Factors Affecting Profitability of Sunflower Production among Smallholder Farmers in Dodoma Region, Tanzania. *Open Journal of Social Sciences*. 2023. Vol. 11. № 9. P. 561–574. DOI: <https://doi.org/10.4236/jss.2023.119035>.
19. Brumă I. S., Rodino S., Petcu V., Micu M. M. Overview of Organic Sunflower Production in Romania. *Romanian agricultural research*. 2021. № 38. DOI: <https://doi.org/10.59665/rar3852>.
20. Юркевич Є. О., Валентюк Н. О., Когут І. М., Євич В. С. Високоолеїновий соняшник – іноваційний шлях подальшого сталого розвитку органічного землеробства південного регіону та збереження родючості ґрунтів. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 125. С. 104–110. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.15>.
21. Покотілова О., Соколовська І. Дослідження продуктивності гібридів соняшнику в умовах недостатнього зволоження Північного Степу України. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку*. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції з нагоди Дня працівника сільського господарства в Україні (17 листопада 2023 р.). Кропивницький, 2023. С. 35–40.
22. Chabert S., Sénéchal C., Benoist A., Richard F., Vaissière B. Sécrétion nectarifère du tournesol. Quel est l'effet de l'environnement et des variétés? *Perspectives agricoles*. 2020. № 477. P. 28–31.
23. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Домарацький О. О. Вплив багатofункціональних рiстрегулюючих препаратiв на формування продуктивностi гiбридiв соняшнику високоолеїнового типу. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 115. С. 32–41. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.5>.
24. Ткачук О. П., Бондарук Н. В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшнику. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 120–127. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17>.
25. Коваленко О. А., Федорчук М. І., Нерода Р. С., Донець Я. Л. Вирощування соняшника за використання мікродобрив та бактеріальних препаратів. *Scientific Progress & Innovations*. 2020. № 2. С. 26–35. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.03>.
26. Гангур В. В., Космінський О. О., Лень О. І., Тоцький В. М. Вплив удобрення на продуктивність соняшнику та якість насіння. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. № 2. С. 50–56. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>.
27. Україна залишиться світовим лідером з експорту соняшникової олії. <https://agroportal.ua/news/ukraine/ukrajina-zalishitsya-svitovim-liderom-z-eksportu-sonyashnikovoji-oliji>.
28. В режимі неочікування: 3 проблеми фунгіцидного захисту соняшнику та їх рішення. *Журнал «Агроном»*. 2024. <https://www.agronom.com.ua/v-rezhymi-neochikuvannya-3-problemy-fungitsydnogo-zahystu-sonyashnyku-ta-yih-rishennya/>.

УДК 635.646:631.526.3: 631.559  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.17>

## ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ СОРТОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ БАКЛАЖАНА

**Сиплива Н.О.** – к.б.н., с.д.,

завідувачка відділу розгляду заявок, експертизи назви та новизни сортів рослин,  
Український інститут експертизи сортів рослин

**Кулик М.І.** – д.с.-г.н, професор,

професор кафедри селекції, насінництва і генетики,  
Полтавський державний аграрний університет

**Рожко І.І.** – д.філос.,

доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,  
Полтавський державний аграрний університет

**Новостройний О.О.** – студент магістратури,

Полтавський державний аграрний університет

Стабільне забезпечення населення України якісними плодами овочівництва є нагальним питанням, що потребує вирішення. Застосування зареєстрованого сорту або гібриду – це основа агротехнології вирощування кожної овочевої культури. При цьому, сортові властивості культури, в т.ч. і баклажан вносять значний вклад у формування загальної врожайності й товарності плодів. Проведений огляд літератури стосовно теми дослідження свідчить, що дане питання потребує більш глибокого вивчення. У зв'язку з чим, в науковій публікації вивчено сорти й гібриди баклажана української та зарубіжної селекції за господарсько-цінними ознаками рослин та рівнем врожайності товарних плодів. Матеріалом для дослідження були сорти й гібриди баклажана: Прадо F1 Бріджит F1 й Моріс F1, Неро, Паріс, Лідер, Лаура та Гагат. Дослід – однофакторний із рендомізованим розміщенням варіантів у кожному з чотирьох повторень. Використані затверджені методики дослідження в овочівництві й ДСТУ із застосуванням статистичного обрахунку отриманих даних.

За результатами досліджень визначено, що усі сорти й гібриди баклажана віднесені до ранньостиглої групи з тривалістю вегетаційного періоду в межах 105–120 діб, але з різною тривалістю періоду плодоношення (23–40 діб). Встановлено, що з-поміж сортименту баклажана внесеного в Реєстр сортів найбільш ваговитими є плоди, які формують Моріс F1, Паріс, Лаура й Гагат. Цей же сортимент баклажана забезпечив високий рівень загальної врожайності плодів – більше 45,0 т/га. Майже на одному рівні вміст сухого залишку в плодах був у гібридів Прадо F1 Бріджит F1 й Моріс F1 й сортів Неро і Лідер (від 8,2 до 8,5 %), вищий показник відмічено у сортів Паріс, Лаура й Гагат (9,0–9,1 %).

Відповідно до регресійного аналізу визначено, що на збільшення загальної врожайності баклажана за досліджуваним сортиментом середній вплив має вага плоду ( $R$  0,59), слабкий – тривалість плодоношення ( $R$  0,23) та вміст сухої речовини ( $R$  0,20). Водночас вміст сухої речовини має зв'язок середньої сили із вагою плоду ( $R$  0,65). Таким чином, найбільший потенціал врожайності баклажана обумовлюється середньою вагою плодів. Має потенціал 45,0 і більше т/га товарних плодів, що характерно для гібриду Моріс F1 та сортів: Паріс, Лаура й Гагат.

Перспективи подальших досліджень передбачатимуть більш детальний аналіз сортименту баклажана за морфометричними показниками рослин й якістю продуктивних органів.

**Ключові слова:** баклажани, сорти, морфологічні ознаки, урожайність, товарність плодів.

**Syplyva N.A., Kulyk M.I., Rozhko I.I., Novostroynyi A.A. Study of the influence of varietal properties on eggplant productivity and quality**

Stable supply of high-quality vegetable products to the Ukrainian population is an urgent issue that needs to be addressed. The use of a registered variety or hybrid is the basis of the agricultural technology for growing each vegetable crop. At the same time, the varietal properties

of the crop, including eggplant, make a significant contribution to the formation of the overall yield and marketability of the fruit. The literature review on the topic of the study shows that this issue requires a deeper study. In this regard, the scientific publication studied varieties and hybrids of eggplant of Ukrainian and foreign selection for economically valuable plant traits and the level of yield of marketable fruits. The material for the study was eggplant varieties and hybrids: Prado F1 Bridget F1 and Maurice F1, Nero, Paris, Leader, Laura and Gagat. The experiment was a one-factor design with randomized placement of variants in each of the four replications. Approved research methods in vegetable growing and DSTU were used with the use of statistical calculation of the data obtained.

According to the results of the research, it was determined that all eggplant varieties and hybrids belong to the early ripe group with a growing season duration of 105–120 days, but with different fruiting periods (23–40 days). It has been established that among the eggplant varieties included in the Register of Varieties, the most weighty are the fruits formed by Maurice F1, Paris, Laura and Gagat. The same eggplant variety provided a high level of total fruit yield – more than 45.0 t/ha. The content of dry residue in fruits was almost at the same level in Prado F1 Bridget F1 and Maurice F1 hybrids and Nero and Leader varieties (from 8.2 to 8.5%), the highest rate was observed in Paris, Laura and Gagat varieties (9.0–9.1%).

According to the regression analysis, it was determined that the fruit weight ( $R\ 0.59$ ) has a medium effect on the increase in the total yield of eggplant of the studied variety, while the duration of fruiting ( $R\ 0.23$ ) and dry matter content ( $R\ 0.20$ ) have a weak effect. At the same time, the dry matter content has a medium strength relationship with fruit weight ( $R\ 0.65$ ). Thus, the greatest potential for eggplant yield is due to the average weight of the fruit. It has a potential of 45.0 and more t/ha of marketable fruit, which is typical for the hybrid Maurice F1 and varieties: Paris, Laura and Gagat.

Prospects for further research will involve a more detailed analysis of the eggplant assortment by morphometric parameters of plants and the quality of product organs.

**Key words:** eggplant, varieties, morphological characters, yield, marketability of fruits.

**Актуальність теми дослідження.** Стабільне забезпечення населення України якісними плодами овочівництва є нагальним питанням, що потребує вирішення. Застосування зареєстрованого сорту або гібриду – це основа агротехнології вирощування кожної овочевої культури. При цьому, сортові властивості культури, в т.ч. і баклажан вносять значний вклад у формування загальної врожайності й товарності плодів. В овочівництві однією із небагатьох культур, що має комплекс корисних показників й властивостей (поживні, смакові та навіть лікувальні) є баклажан. Культура тісно пов'язана з томатами та картоплею з родини пасльонових [5]. Баклажан відносять до ботанічного виду *Solanum melongena* L. Цей вид включає п'ять підвидів, з них три культурних: східно-азійський – *ssp. orientale* Fil.; західно-азійський – *ssp. occidentale* Har; південно-азійський – *ssp. meridionale* Fil; напівкультурний: – *ssp. subspotancum*; дикорослий: – *ssp. agrestis* Fil [6]. В Україні найбільш поширені східно-азійський і західно-азійський підвиди баклажан [7].

Рослина баклажан має часткову стійкість до більшості патогенів; однак найчастіше їх рівень недостатній [8]. Баклажан автогамний диплоїд з 12 хромосомами ( $2n = 24$ ) [9]. За калорійністю продукції цей овоч перевищує плоди огірка й томату. Баклажан – цінна полівітамінна овочева культура, плоди якої широко використовуються для переробної промисловості, а також у кулінарії [10]. Широке поширення вирощування баклажана пояснюється його здатністю рости в різних кліматичних зонах, високою продуктивністю, харчовою цінністю, а також універсальним використанням плодів.

Незважаючи на досить тривале вирощування в умовах України баклажан поки залишається недостатньо вивченою овочевою культурою. В Україні для ефективного вирощування баклажан у різних кліматичних зонах ведеться селекційна робота зі створення нових сортів та гібридів. Здебільшого в основу таких робіт закладено генетичне пристосування до природно-кліматичних зон вирощування.

Для південної зони вирощування створено жаростійкі високопродуктивні сорти баклажана – Алмаз, Мачо (Донецька ВС ШЦБ НААН) та Айсберг (Південна державна сільськогосподарська дослідна станція ІВПіМ НААН) [11].

Задля забезпечення якості врожаю баклажана важливо підібрати сорти з найкращими господарсько-цінними ознаками за оптимальної схеми розміщення рослин на площі [12]. Тому, за вирощування овочевої продукції баклажан необхідно враховувати як сучасні потреби в цьому продукті, а також обов'язкові вимоги до якості [13].

Баклажани, як і більшість овочевих швидко втрачають свої споживчі якості. Тому, ознака лежкості культури відіграє важливе виробниче значення. Особливо у рослин із значним вмістом води в плодах: помідор, огірок, баклажан, капуста, цибуля тощо [14].

За проведення дослідження О. М. Шабета та Є. В. Зінченко [15] під час оцінки колекційних матеріалів культури баклажан встановили наступне. У своїй праці вони визначили адаптивний потенціал, селекційну цінність та виділили господарсько-цінні ознаки культури. Серед яких виокремлено як основні: висока продуктивність, скоростиглість, стійкість до хвороб, висока якість продукції і висока адаптивність.

Важливим показником різних способів вирощування розсади баклажанів та її площі живлення є рівень врожаю, його структурні показники та динаміка надходження плодів до споживача. Дослідженнями В. І. Лихацького та С. В. Щетини [16] встановлено, що в середньому вищі показники врожайності одержано у варіанті касетної розсади з площею живлення 64 см<sup>2</sup> і 25 см<sup>2</sup> порівняно із варіантами з площею живлення 32 см<sup>2</sup>. Автори дійшли висновку, що не лише спосіб вирощування розсади та її площі живлення має вплив на урожайність культури. Важливе значення має також і умови які складаються під час вегетації рослин баклажану.

Питання продуктивності сортотипів та сортів баклажана в залежності від схеми розміщення рослин вивчали також і Є. В. Зінченко зі співавторами. Вони досліджували два підвиди шести сортотипів: західно-азіатський підвид (Алмаз, Біла Лілія) та східно-азіатський (Геліос, Сауран, Прем'єр, Фіалка) для отримання максимальної продуктивності баклажана.

У зв'язку з впровадженням у виробництво інтенсивних сортів і гібридів баклажану виникла необхідність удосконалення системи удобрення. Оскільки високоврожайні інтенсивні сорти та гібриди споживають із ґрунту більше поживних речовин. Використання комплексних добрив на баклажані також вивчав О. В. Куд з іншими дослідниками [17, 18].

Отже, порівняно із агротехнологією вирощування баклажан, сортові властивості культури вносять свій вклад у формування врожайності. Тому, обрана тема з вивчення потенціалу врожайності баклажана за сортовими особливостями є актуальною на сьогодні.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку овочівництва й підвищення ефективності галузі важливим є отримання овочевої продукції за сучасними системами агровиробництва [1]. Поряд з цим, вивчення сучасного зареєстрованого сортименту овочевих культур має не менш важливе значення й сприятиме доступності овочів для споживачів [2]. Адже визначено, що на сьогодні в галузі овочівництва нашої країни є недостатні обсяги виробництва продукції та обмежений сортимент овочів української селекції. На зовнішньому й внутрішніх ринках спостерігається також суттєве зниження їх конкурентоспроможності, що знижує доступність овочів для споживання [3, 4]. У зв'язку з чим вивчення потенціалу врожайності баклажана за сортовими особливостями є актуальним питанням.



**Методика досліджень.** Метою дослідження було встановити рівень врожайності плодів баклажана залежно від сортових властивостей.

Для досягнення мети дослідження виконувались наступні завдання:

1. Встановити тривалість вегетаційного періоду за досліджуваними сортами баклажан.
2. Визначити мінливість біометричних показників рослин в розрізі сортименту поставленого на вивчення.
3. Встановити рівень врожайності баклажан за сортовими особливостями.
4. Провести аналіз регресійної залежності між кількісними показниками й врожайністю плодів.

Польові дослідження були проведені в умовах центральної частини Лівобережного Лісостепу України. Дослід – однофакторний із рендомізованим розміщенням варіантів у кожному з чотирьох повторень. Матеріалом для дослідження були сорти й гібриди баклажана, що внесені в Реєстр сортів рослин України: Прадо F1 Бріджит F1 й Моріс F1, Неро, Паріс, Лідер, Лаура та Гагат. При закладці дослідів та їх проведенні застосовували рекомендовану агротехнологію вирощування овочевих культур, а також відповідні методики [19–22].

За проведення біометричних вимірювань рослин й обліку врожаю плодів баклажан, що здійснювали ваговим методом користувались методиками [23]. При кожному зборі отримані плоди з кожної облікової ділянки сортували за ДСТУ 2660–94 [24]. Одержані результати досліджень обробляли статистичними методами регресійного та дисперсійного аналізів з розрахунком рівнянь регресії, рівня апроксимації та найменшої істотної різниці.

**Результати досліджень.** За результатами проведених спостережень було визначено, що гібриди баклажан Прадо F1 Бріджит F1 й Моріс F1 відносяться до скоростиглої групи з тривалістю вегетаційного періоду нарівні 120 діб, а сорти Неро, Паріс, Лідер, Лаура та Гагат – ранньої, з тривалістю вегетаційного періоду до 120 діб (рис. 1).

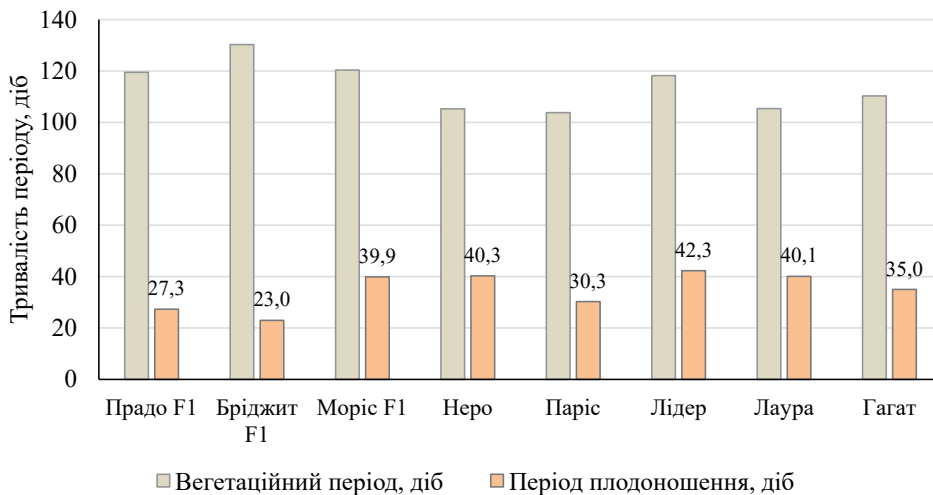


Рис. 1. Тривалість вегетаційного періоду та плодоношення баклажан, у середньому за 2020–2023 рр.

За обліку біометричних показників рослин баклажану ми визначали середню вагу плодів в розрізі досліджуваного сортименту. Встановлено, що найбільш ваговитими плоди були у гібрида Моріс F1 (320,1 г) та сортів: Паріс (302,1 г), Лаура (320,4 г) й Гагат (340,3 г), рис. 2.

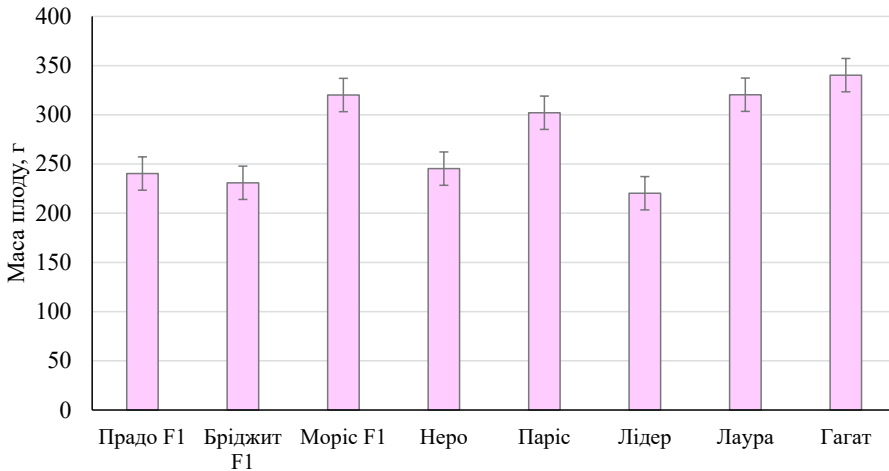
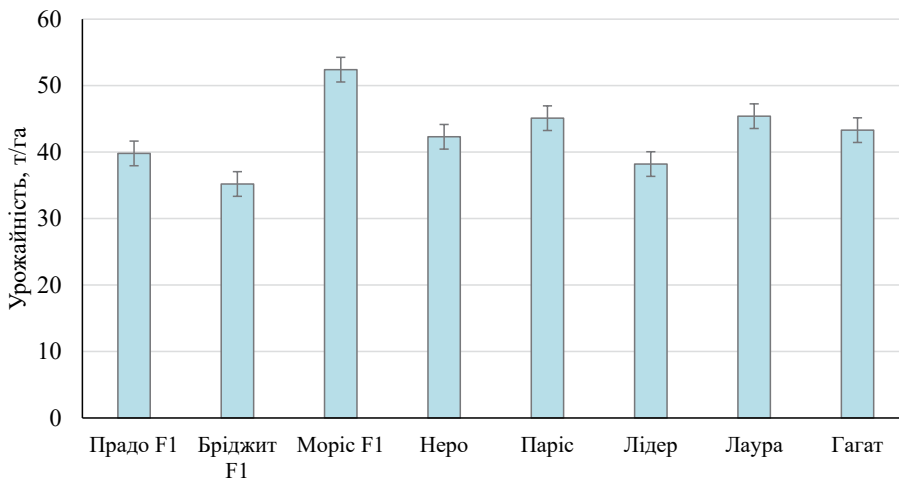


Рис. 2. Середня вага продуктового органу баклажан, у середньому за 2020–2023 рр.

За сортовими особливостями виокремлено Моріс F1, Паріс, Лаура й Гагат, що формують більш крупний продуктивний орган, середній – характерний для гібридів Прадо F1 й Бріджит F1 і сортів: Неро й Лідер.

За визначення потенціалу загальної врожайності сортименту баклажан, що були поставлені на вивчення встановлено найбільш продуктивні з них (рис. 3).



НІР<sub>05</sub> 2,2 т/га

Рис. 3. Урожайність плодів баклажан, у середньому за 2020–2023 рр.

Гібрид баклажан Моріс F1 (52,4 т/га) та сорти Паріс (45,1 т/га) й Лаура (45,4 т/га) сформували загальну врожайність плодів найбільшу, інші – менше 45,0 т/га.

За визначення вмісту сухого залишку в плодах баклажан встановлено, що цей показник варіював у незначних межах – від 8,2 до 9,1 % (рис. 4).

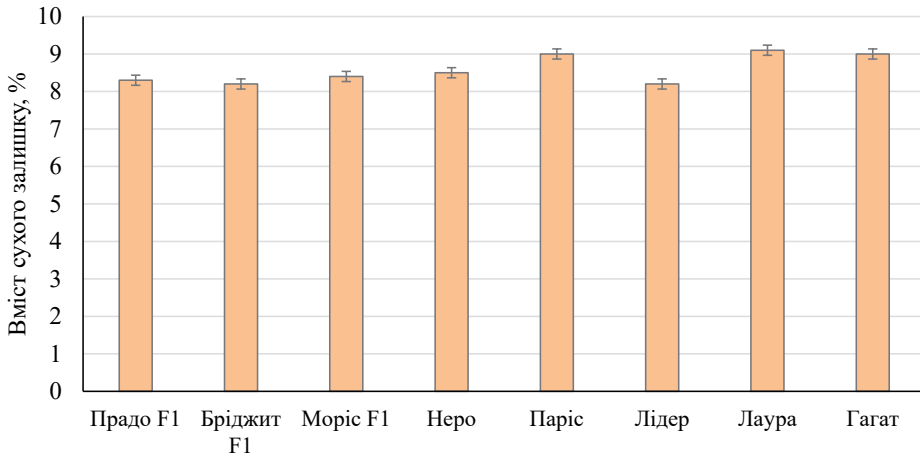


Рис. 4. Вмісту сухого залишку в плодах баклажан, у середньому за 2020–2023 рр.

Майже на одному рівні вміст сухого залишку в плодах був у гібридів Прадо F1 Бріджит F1 й Моріс F1 й сортів Неро і Лідер (від 8,2 до 8,5 %), вищий даний показник відмічено у сортів Паріс, Лаура й Гагат (9,0–9,1 %).

За проведення регресійного аналізу та визначення залежності за рівнем апроксимації ознак (R) між кількісними показниками й врожайністю встановлення наступне (рис. 5).

Визначено, що на збільшення загальної врожайності баклажану за досліджуваним сортиментом середній вплив має вага плоду (R 0,59), слабкий – тривалість плодоношення (R 0,23) та вміст сухої речовини в плодах (R 0,20). Водночас встановлено, що вміст сухої речовини має зв'язок середньої сили із вагою плоду (R 0,65).

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Таким чином, за господарсько-цінними ознаками усі гібриди й сорти баклажан відповідають заявленим вимогам. З-поміж яких за кількісними показниками (масою плоду) виокремлено гібрид Моріс F1 й сорти – Паріс, Лаура й Гагат. Найбільш продуктивним виявився цей же сортимент баклажан з врожайністю плодів більше 45,0 т/га. Визначено, що на загальну врожайність баклажану впливає середня вага плоду, яка корелює із вмістом сухих речовин у продуктових органах.

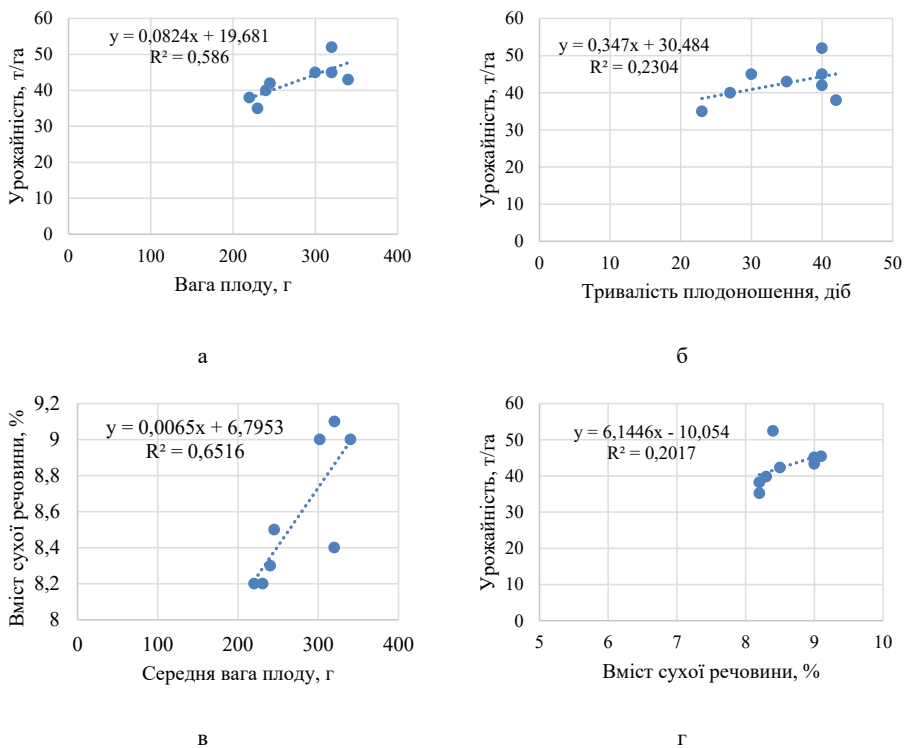


Рис. 5. Регресійна залежність між кількісними показниками баклажан: а – масу плоду й врожайність, б – тривалість плодоношення й врожайність, в – вага плоду й врожайність, г – вміст сухої речовини в плодах й врожайність, у середньому за 2020–2023 рр.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сучасні системи виробництва овочів: монографія / за ред. О. Д. Вітанова. Вінниця : ТВОРИ, 2022. 214 с.
2. Сиплива Н. О., Кулик М. І., Рожко І. І., Гайдай А. О. Сучасний стан сортів овочевих культур в Україні. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 77–84. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.14>
3. Сиплива Н. О., Кулик М. І., Рожко І. І., Гайдай А. О. Овочеві культури, придатні для поширення в Україні. *Овочівництво і багтанництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку : матеріали X Міжнарод. наук.-практ. конф., присвяч. 50-річчю від дня створення Дослідної станції «Маяк» ІОБ НААН (с. Крути, 11-12 березня 2024 р.)*. Обухів : Друкарня ФОП Гуляєва В. М., 2024. Т. 2. С. 218–221.
4. Галат Л. М. Підвищення конкурентоспроможності овочевої продукції в умовах глобалізації ринків. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Економіка. Випуск 1, 2020. URL: <http://tnv-econom.ksauniv.ks.ua/index.php/journal/article/view/4/3>

5. Барабаш О. Ю. Насінництво овочевих і баштанних культур. К.: Урожай, 1985. С. 117–120.
6. Шабетя О. М. Генетичне різноманіття генофонду овочевих і баштанних рослин. *Овочівництво і баштанництво*. Харків. 2012. Вип. 58. С. 402–407.
7. Шабетя О. М., Дрокін М. Д., Комарова Т. Д. Методика селекції овочевих рослин родини пасльонових. Баклажан. *Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур*. Харків: ІОБ УААН, 2001. С. 302–310.
8. Collonnier C., Fock I., Kashyap V., et al. (2001) Applications of biotechnology in eggplant. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 65, 91–107. DOI:10.1023/A:1010674425536
9. Komari T., Takakura Y., Ueki, J., Kato N., Ishida Y., & Hiei Y. (2006). Binary vectors and super-binary vectors. *Agrobacterium protocols*, 15–42. DOI:10.1385/1-59745-130-4:15
10. Іщенко Т. А., Іщенко С. Л. Вивчення сортів баклажанів. *Topical aspects of modern science and practice*, 38. 2020. С. 38–40.
11. Терехіна Л. А. Поновлення сортових ресурсів в овочівництві. *Овочівництво і баштанництво*. 2012. Вип.58. С. 365–369.
12. Шабетя О. М., Зінченко Є. В., Парамонова Т. В., Коновалено К. М. Рекомендації щодо використання сортів баклажана для виробництва ферментованої продукції селекції ІОБ НААН. Харків : ІОБ НААН, 2018. 11 с.
13. Каталог сортів і гібридів овочевих та баштанних рослин. Національна академія аграрних наук. *Інститут овочівництва і баштанництва*. 2022 р. С. 1–70.
14. Кравченко В. А., Сучкова В. М., Моргун О. В., Дмитренко Н. М. Напрями селекції овочевих культур. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання) Матеріали VI міжнародної наукової конференції.Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін.* Умань. 2017. С. 133–135.
15. Шабетя О. М., Зінченко Є. В. Склад і селекційна цінність генофонду баклажана. *Овочівництво і баштанництво*. 2014. Вип. 60. С. 274–283.
16. Лихацький В. І., Щетина С. В. Вплив способів вирощування і площ живлення розсади на продуктивність баклажана. *Овочівництво і баштанництво*. Харків, 2005. Вип. 50. С. 439–449.
17. Куц О. В., Мельничук Н. В. Використання комплексних добрив у технології вирощування томата та баклажана. *Овочівництво і баштанництво*. 2014. Вип. 60. С. 167–174.
18. Куц О. В., Духін Є. О., Рудим Ю. А., Ярошно Н. С. Шапко М. О., Корсунь С. Г., Білівець І. І., Волощук Н. М. Дія біофунгіциду Мікохелп на посівні якості насіння овочевих рослин. *Овочівництво і баштанництво*. 2022, Випуск 71. С. 67–75.
19. Шабетя О. М., Дрокін М. Д., Комарова Т. Д. Методика селекції овочевих рослин родини пасльонових. Баклажан. *Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур*. Харків: ІОБ УААН, 2001. С. 302–310.
20. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. I. Закритий ґрунт. Навчальний посібник. Нова Книга, 2008. 368 с.
21. Муравйов В. О., Вітанов О. Д., Зелендін Ю. Д., Чефонова Н. В., Мельник О. В., Семибратська Т. В., Куц О. В., Рудь В. П., Урюпіна Л. М., Іванін Д. В. Методологія адаптивної системи вирощування овочевих культур Харків. ТОВ «Плеяда», 2017. 48 с.
22. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П. та ін. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ. Дія, 2005. 288 с.
23. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Г. Л. Бондаренка і К. І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 370 с.
24. ДСТУ 2660–94 Баклажани свіжі. Технічні умови. К.: Вид-во. стандартів, 1995. 9 с.

UDC 631.5:631.8:633.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.18>

## PRODUCTIVITY OF SOYBEAN DEPENDING ON THE PREDECESSOR AND FERTILIZATION SYSTEM IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE OF UKRAINE

**Sokolovska I.M.** – Ph.D., Associate Professor,

Associate Professor at the Department of Crop Production and Agricultural Engineering,  
Kherson State Agrarian and Economic University

**Mashchenko Yu.V.** – Ph.D.,

Head of the Scientific and Technological Department for Soil Fertility Conservation,  
Institute of Agriculture of the Steppe, National Academy of Agrarian Sciences

**Zharko D.A.** – Postgraduate at the Department of Crop Production  
and Agricultural Engineering,

Kherson State Agrarian and Economic University

*The correct choice of a predecessor crop for soybean cultivation in short rotation crop rotations can increase its productivity. It is considered that the best predecessors for soybean are spring and winter cereals. There are recommendations for placing soybeans after corn, potatoes, sugar beets, and vegetable crops. Technological methods of growing soybeans in repeated sowings and in monoculture are not sufficiently studied. The fertilization system plays an important role in increasing the yield of any agricultural crop. Determining the fertilization system for soybeans should take into account not only the physiological characteristics of this crop but also the impact on the fertility of the predecessor soil.*

*Field research was conducted on the fields of the Institute of Agriculture of the Steppe NAAS from 2019 to 2023. Soybeans of the Zlatoslava variety were grown in a short grain-row crop rotation with 60% soybean saturation, which had the following rotation: 1. Soybean; 2. Winter wheat; 3. Soybean; 4. Corn for grain; 5. Soybean. The meteorological characteristics of the research were marked by variability over the years, which allowed for establishing a reliable influence of factors studied under different moisture and temperature weather conditions.*

*In our research, fertilization systems had the most significant impact on soybean yield and productivity. Higher grain yield, grain units yield, feed units, and digestible protein units were achieved under the organo-mineral fertilization system after corn for grain as a predecessor: 2.14 t/ha, 4.03 t/ha, 3.47 t/ha, and 0.68 t/ha respectively. Repeated soybean sowings slightly lagged behind in these indicators, but the difference was not significant. Under the mineral fertilization system, the predecessor factor reduced the effectiveness of fertilizer action, and the difference in soybean yield and productivity based on different predecessors was significant. Therefore, the best predecessors for soybean cultivation in a grain-row crop rotation with up to 60% soybean saturation in the conditions of the northern Steppe of Ukraine were corn for grain and soybean. The use of the organo-mineral fertilization system after winter wheat as a predecessor allowed for achieving soybean crop productivity levels comparable to the best predecessors.*

**Key words:** soybean, predecessors, fertilization systems, soybean yield, productivity.

**Соколовська І.М., Мащенко Ю.В., Жарко Д.А. Продуктивність сої залежно від попередника та системи удобрення в умовах Степу України**

*Правильний вибір попередньої культури для вирощування сої в короткоротаційній сівозміні дає можливість збільшити її продуктивність. Вважається, що кращі попередники для сої є ярі та озимі зернові культури. Існують рекомендації щодо розміщення сої після кукурудзи, картоплі, цукрових буряків і овочевих культур. Технологічні прийоми вирощування сої в повторних посівах та в монокультурі вивчені недостатньо. Важливу роль у підвищенні врожайності будь якої сільськогосподарської культури відіграє система удобрення. Визначення системи удобрення сої необхідно не лише з урахуванням фізіологічних особливостей даної культури, але й врахування впливу на родючість ґрунту попередника.*

*Польові дослідження проводили на полях лабораторії землеробства Інституту сільськогосподарства Степу НААН протягом 2019–2023 рр. Сою сорту Златослава вирощували у короткоротаційній зерно-просапній сівозміні з насиченням соєю на 60 %, яка мала наступне чергування: 1. Соя; 2. Пшениця озима; 3. Соя; 4. Кукурудза на зерно; 5. Соя. Метеорологічна характеристика проведення досліджень відмічена мінливістю за роками, що дало можливість встановити достовірний вплив факторів, які вивчали з різними за зволоженням та температурним режимом погодними умовами.*

*Найбільш суттєво на урожайність та продуктивність сої в наших дослідках впливали системи удобрення. Вищі показники урожаю зерна, збору зернових, кормових одиниць та перетравного протеїну були за орґано-мінеральної системи удобрення по попереднику кукурудза на зерно: 2,14 т/га, 4,03 т/га, 3,47 т/га та 0,68 т/га відповідно. Повторні посіви сої децю поступалися за вказаними показниками, але різниця була не істотною. За мінеральної системи удобрення фактор попередник зменшував ефективність дії добрив і різниця урожайності та продуктивності сої по різних попередниках була достовірною. Кращими попередниками для вирощування сої в зерно-просапній сівозміні з насиченням соєю до 60 % в умовах північного Степу України були кукурудза на зерно та соя. Використання орґано-мінеральної системи по попереднику пшениця озима давало можливість формувати продуктивність посівів сої на рівні кращих попередників.*

***Ключові слова:** соя, попередники, системи удобрення, урожайність сої, продуктивність.*

**Formulation of the problem.** The proper selection of a previous crop for soybean cultivation in short rotation crop rotations allows for increased productivity not only by reducing weed infestation, preventing diseases and pest damage, but also by more rational use of nutrients from the soil and optimization of water regime. It is considered that the best predecessors for soybean are spring and winter cereals, as they free up fields faster, allowing for a longer period to carry out all soil cultivation operations. There are recommendations for placing soybean after corn, potatoes, sugar beets, and vegetable crops. Insufficiently studied are the technological practices of growing soybeans in repeated crops and in monoculture.

An important role in increasing the yield of any agricultural crop is played by the fertilization system. Soybean is quite demanding in terms of mineral nutrition; to produce 1 ton of seeds, it requires up to 70–90 kg of nitrogen, 15–20 kg of phosphorus, 30–40 kg of potassium, 8–10 kg of magnesium, and 18–21 kg of calcium. Definition the fertilization system for soybeans should take into account not only the physiological characteristics of this crop but also the activity of the previous crop.

**Analysis of recent research and publications.** Among all leguminous crops, soybean is the most valuable crop and in recent decades has attracted special attention from farmers. Soybean ranks high among oilseeds in terms of oil production volumes and contains essential nutrients in its seeds like no other [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Soybean is one of the most effective biological nitrogen fixers, second only to perennial legumes. According to various researchers, soybean can meet 65–80 % of its nitrogen needs and leave over 30 % of fixed nitrogen in post-harvest and root residues [3, 4, 9].

Soybean is an excellent predecessor for many agricultural crops in crop rotations. It has been proven that high yields are obtained after soybean when cultivating winter and spring cereals, and a good economic result is achieved with a soybean-winter wheat rotation. Soybean as a predecessor for corn gives a yield that is 0.3–0.4 t/ha higher than after other non-leguminous crops. As a predecessor for winter wheat, soybean is comparable to crops like alfalfa and corn [10, 11, 12, 13, 14, 15].

Studies have shown that including leguminous crops, particularly soybeans, in crop rotations leads to increased yields and improved quality. Introducing short rotation crop

systems where soybeans are planted repeatedly positively impacts not only the productivity of subsequent crops after soybeans but also overall crop rotation productivity [16, 17, 18, 19, 20, 21],

Soybean is a strategic crop capable of addressing the protein deficit issue and therefore requires significant attention. Despite increasing production volumes of soybeans in Ukraine and globally, its productivity is not yet sufficient. Increasing cultivation areas alone cannot realize the full potential of this crop.

Developing optimal plant fertilization systems for soybeans and improving cultivation technology are important and relevant tasks. The reaction of soybeans to the comprehensive application of different types of fertilizers, especially with organic components in agroecosystems, remains insufficiently studied. Rapid climate changes, inadequate plant moisture supply, and temperatures significantly exceeding average annual values necessitate the development of scientifically sound fertilization systems for soybeans in the Ukrainian Steppe [22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29].

**Research task.** Justifying the level of yield and productivity of soybeans when grown in short rotation crop rotations depending on predecessors and fertilization systems in the conditions of the northern Steppe of Ukraine.

**Materials and methods of research.** Field research, which studied the influence of predecessors and fertilization systems on soybean productivity, was conducted in the fields of the Institute of Agriculture of the Steppe NAAS during 2019–2023. The random replication method was used. Soybeans of the Zlatoslava variety (originator – Institute of Agriculture of the Steppe NAAS) were grown in a grain-row short rotation crop rotation with a 60 % saturation of soybeans, which had the following rotation: 1. Soybean; 2. Winter wheat; 3. Soybean; 4. Corn for grain; 5. Soybean.

The wide-row sowing method (row spacing 0.45 m), sowing date in the first decade of May, sowing rate 800 thousand/ha. The research was two-factorial: Factor A – three predecessors: 1. Winter wheat; 2. Corn for grain; 3. Soybean. Factor B – fertilization systems: 1. Without fertilizers; 2. Mineral fertilization system ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ ); 3. Organic-mineral ( $N_{40}P_{40}K_{40}$  + by-products of the previous crop). Mineral fertilizers were applied before primary soil tillage in autumn.

The early-ripening Zlatoslava soybean variety was included in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2018. The variety is resistant to anthracnose, powdery mildew, septoria, bacterial blight, fusarium, viral mosaic, and pest damage. It is characterized by high resistance to drought, lodging, and shattering. It has a universal (grain, feed, food) direction of use. Recommended zones for cultivation are the Steppe, Forest-Steppe, and Polissya.

The soybean cultivation technology is generally accepted for the zone, except for the studied techniques. The establishment and conduct of experiments were carried out according to field research methodology.

The meteorological characteristics of the research were characterized by variability over the years, allowing for a reliable assessment of the factors studied under various weather conditions.

The weather conditions were favorable in 2021, providing sufficient moisture levels during the soybean growing season. The years 2019, 2022, and 2023 were insufficiently favorable, especially in the early stages of soybean growth and development in terms of moisture, while 2021 was excessively wet. The weather conditions in 2020 were unfavorable.

Therefore, the weather conditions during the years of the research were mostly not sufficiently favorable for achieving high soybean productivity indicators.



**Results and discussion.** In the conditions of the Ukrainian Steppe, soybean yield significantly varies depending on the weather and climatic conditions during the vegetation period. However, the average indicators obtained from the results of five years of research indicate that the choice of predecessor and fertilization system are factors that influence the crop's productivity.

The data presented in Table 1 show that the average soybean yield based on the studied predecessors was within a significant difference range, 1.67 t/ha, 1.81 t/ha, and 1.79 t/ha (LSD05 for factor A = 0.15 t/ha), with the lowest yield observed for the winter wheat predecessor.

Table 1

### Soybean yield depending on predecessor and fertilization system

Predecessors (factor A)	Fertilization system (factor B)	Average 2019–2023	Difference, factor A		Difference, factor B	
			t/ha	%	t/ha	%
Winter wheat	Without fertilizers	1.32	–	–	–	–
	Mineral	1.71	–	–	0.39	29.4
	Organo-mineral	1.99	–	–	0.67	51.1
	<i>Average</i>	1.67	–	–	–	–
Corn for grain	Without fertilizers	1.45	0.13	10.2	–	–
	Mineral	1.85	0.14	8.2	0.39	27.1
	Organo-mineral	2.14	0.15	7.4	0.69	47.3
	<i>Average</i>	1.81	0.14		–	–
Soybean	Without fertilizers	1.48	0.16	12.3	–	–
	Mineral	1.87	0.17	9.7	0.39	26.5
	Organo-mineral	2.02	0.02	1.1	0.53	36.0
	<i>Average</i>	1.79	0.12		–	–
LSD05, t/ha	Factor A = 0.15; Factor B = 0.13; Factors AB = 0.29					

Against the background of natural plant nutrition without fertilizer application, a significant increase in soybean grain yield was observed in repeated soybean sowings, at 1.48 t/ha, with a yield increase by predecessor factor of 0.16 t/ha. The harvest from the corn predecessor (1.45 t/ha) was slightly higher compared to the variant where soybeans were grown after winter wheat (1.32 t/ha), but the difference in these indicators was within the LSD range.

Thus, for predecessors such as winter wheat and corn, soybean yield was at a significantly different level, with a significant yield increase observed only in repeated soybean sowings, +0.16 t/ha.

A more effective factor that positively influenced soybean yield in our research was the fertilization system.

The application of mineral fertilizers before soybean planting contributed to an increase in crop yield across all studied predecessors. It should be noted that the yield increase was consistent, amounting to 0.39 t/ha (LSD05 for factor B = 0.13 t/ha). However, the NPK system was most effective with the winter wheat predecessor (+29.4 % yield compared to the variant without fertilizers), and in repeated sowings, the yield increased by only 26.5 %. The highest soybean grain yield under the mineral fertilization

system was obtained with the soybean predecessor (1.87 t/ha), slightly lower be the corn predecessor (1.85 t/ha), but this difference was not significant. Soybean sowings after winter wheat (1.71 t/ha) had lower yields despite the highest effectiveness of the mineral fertilization system in this variant.

Incorporating the harvest residues of the previous crop along with mineral fertilizer application provided the highest increase in soybean yield across all predecessors. Interestingly, the organo-mineral fertilization system worked most effectively with the corn predecessor, achieving a soybean yield of 2.14 t/ha, significantly higher than the yields with the winter wheat predecessors (1.99 t/ha) and soybean (2.02 t/ha) predecessors. The yield increase due to the fertilization system factor for soybean cultivation after corn was the highest at +0.69 t/ha (47.3 %), while the efficiency of the organo-mineral fertilization system was highest with the winter wheat predecessor, resulting in a 51.1 % yield increase of 0.67 t/ha.

Thus, the highest yield indicators under the organo-mineral fertilization system were achieved for soybean cultivation after corn (2.14 t/ha), with a significant decrease in yield observed by winter wheat and soybean predecessors (1.99 t/ha and 2.02 t/ha respectively).

The productivity of soybeans in terms of grain units yield, feed units, and digestible protein units is an important characteristic for this food crop with strategic significance.

The grain units yield from soybean harvest in our research ranged from 2.48 to 3.79 t/ha. On average over five years, the lowest grain units yield from soybean cultivation after winter wheat was 2.48 t/ha without fertilizer application. Repeated soybean sowings provided a significant increase in grain unit collection compared to winter wheat predecessors, with an increase of 0.30 t/ha, totaling 2.79 t/ha. Introducing corn as a predecessor for soybeans did not affect its productivity, with a grain units yield of 2.73 t/ha (LSD05 for factor A = 0.28 t/ha) (Figure 1).

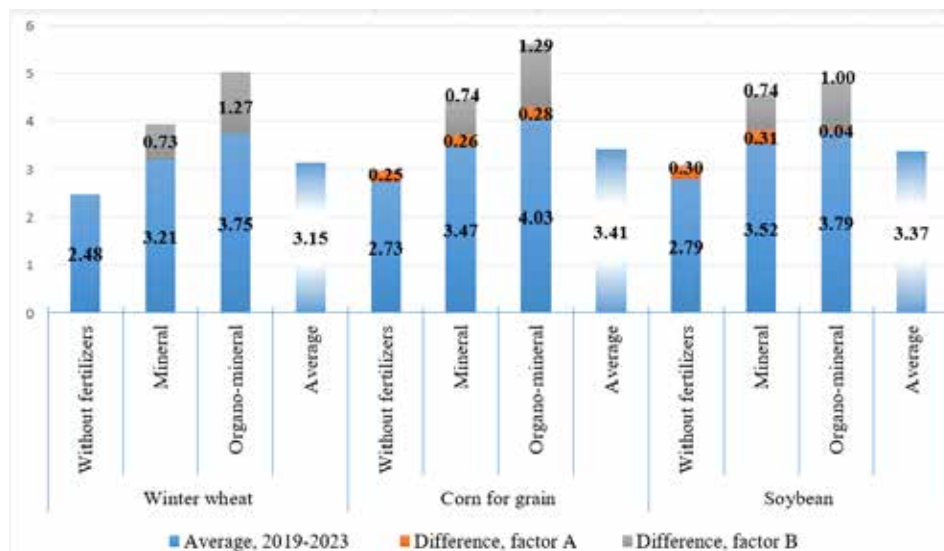


Fig. 1. Grain units yield depending on predecessor and fertilization system, t/ha, 2019–2023 (LSD05: factor A = 0.28 t/ha, factor B = 0.25 t/ha, factors AB = 0.55 t/ha)

The use of the mineral fertilization system in soybean cultivation resulted in a significant increase in grain units yield from the soybean grain harvest. Additional nutrient elements were most effectively utilized by soybean plants grown after winter wheat, leading to a 29.4 % increase in grain units yield compared to the variant without fertilizers (0.73 t/ha). Soybean cultivation after corn for grain and in repeated soybean sowings also showed an increase in grain units yield, but the predecessor factor somewhat suppressed the effectiveness of mineral fertilizers. For soybeans grown after corn for grain, the productivity of grain units yield was 8.2 %, while without fertilizer application, the yield increased by 10.2 %. In repeated soybean sowings, the predecessor factor further reduced the impact of mineral fertilizers, with a 9.7 % increase in grain units yield compared to a 12.3 % increase without fertilizers.

The highest grain units yield was achieved under the organo-mineral fertilization system. The fertilization system was most effective in increasing soybean productivity after corn for grain, with a grain units yield of 4.03 t/ha. The difference between winter wheat and soybean predecessors was significant: 3.75 t/ha and 3.79 t/ha respectively, with a LSD05 for factor of 0.25 t/ha. The highest increase in grain units yield was observed in soybean cultivation after winter wheat, with a 51.1 % increase (0.75 t/ha), while the intensity of the organo-mineral fertilization system's effect decreased slightly by corn for grain and soybean predecessors, with increases of 47.3 % (1.29 t/ha) and 36.0 % (1.00 t/ha) respectively.

Our research results confirm the trend of soybean productivity levels based on feed units yield.

Without fertilizer application, the feed units yield from soybean grain harvest did not exceed 2.40 t/ha, reaching higher levels when cultivating soybeans after corn for grain and in repeated sowings, while significantly lagging behind in winter wheat predecessors at 2.14 t/ha (Figure 2).

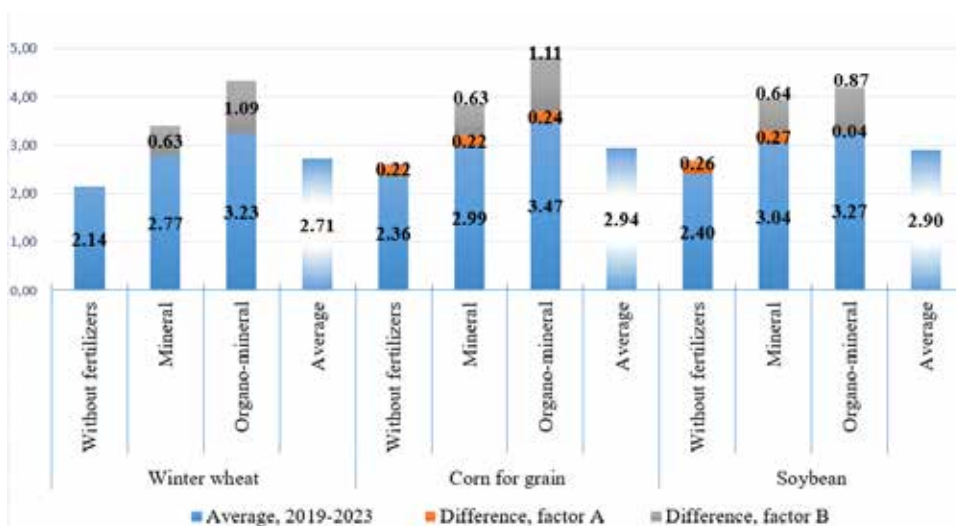


Fig. 2. Feed units yield depending on predecessor and fertilization system, t/ha, 2019–2023 (LSD05: factor A = 0.24 t/ha, factor B = 0.21 t/ha, factors AB = 0.48 t/ha)

Under the mineral fertilization system, the feed units yield increased, with the trend of predecessor factor influence maintained: higher values were observed by soybean and corn for grain predecessors (3.04 t/ha and 2.99 t/ha respectively), while lower values were recorded by winter wheat at 2.77 t/ha.

With the organo-mineral fertilization system, the feed units yield was highest: at 3.33 t/ha by winter wheat predecessors, 3.47 t/ha for corn for grain, and 3.27 t/ha for soybeans. However, there was no significant difference in the indicators based on the predecessor factor, unlike with the use of the mineral fertilization system.

Grain soybean is characterized by a high protein content, which is a valuable raw material for food production and animal feed. The digestible protein units yield is the most important indicator that determines the productivity of this crop.

Our research has shown the influence of predecessor factors and fertilization systems on the level of digestible protein units yield from soybean harvest.

The fertilization system had the most significant impact on increasing soybean productivity based on this indicator (Figure 3).

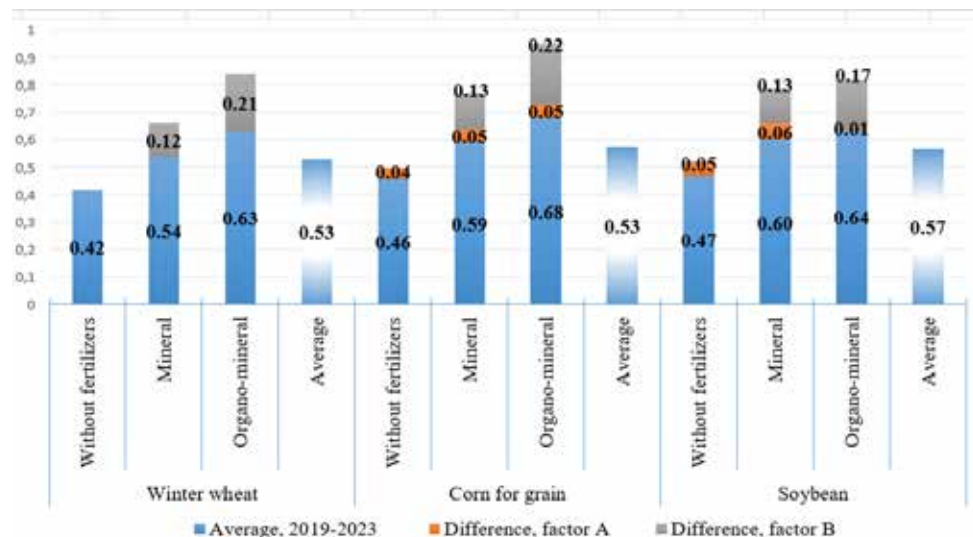


Fig. 3. Digestible protein units yield depending on predecessor and fertilization system, t/ha, 2019–2023 (LSD05: factor A = 0.05 t/ha, factor B = 0.04 t/ha, factors AB = 0.09 t/ha)

Under the organo-mineral fertilization system, the digestible protein units yield was highest across all predecessors, at 0.63–0.68 t/ha, and did not significantly differ based on factor A.

However, mineral and organic substances in the soil were most effectively utilized by soybean plants in crop rotations after winter wheat, resulting in a 51.1 % increase in protein output.

Under the mineral fertilization system, there was a significant increase in digestible protein unit yield in repeated soybean sowings and after the corn for grain predecessor compared to winter wheat (0.60 t/ha, 0.59 t/ha, 0.54 t/ha respectively, LSD05 = 0.04 t/ha).

The digestible protein units yield from soybean cultivation with the predecessors we studied, without fertilizer application, varied within a significant difference range:

0.42 t/ha, 0.46 t/ha, 0.47 t/ha for winter wheat, corn for grain and soybean predecessors respectively, with LSD05 = 0.05 t/ha.

**Conclusions.** In conclusion, based on five years of research, it can be concluded that fertilization systems had the most significant impact on soybean yield and productivity. Higher grain yield, grain units yield, feed units yield, and digestible protein units were achieved using the organo-mineral fertilization system after corn for grain as a predecessor: 2.14 t/ha, 4.03 t/ha, 3.47 t/ha, and 0.68 t/ha respectively. Repeated soybean sowings slightly lagged behind in these indicators, but the difference was not significant. Under the mineral fertilization system, the predecessor factor reduced the effectiveness of fertilizer action, and the difference in soybean yield and productivity based on different predecessors was significant. Therefore, the best predecessors for soybean cultivation in grain-row crop rotation with up to 60 % soybean saturation in the conditions of the northern Steppe of Ukraine were corn for grain and soybean. The use of the organo-mineral fertilization system after winter wheat as a predecessor allowed for achieving soybean crop productivity levels comparable to the best predecessors.

#### REGERENCES:

1. Соя – стратегічна культура світового землеробства. Бібліографічний показник. Полтавська державна аграрна академія. Укладач Фіненко І. І. Полтава. ПДАА. 2017. 100 с. <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/3165/soya.pdf>
2. Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизєва Л. Н., Посилаєва О. О. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.). Монографія. НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків. 2016. 400 с. <https://yuriev.com.ua/assets/files/knigi/soya-monografiya-7.pdf>
3. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Купчук І. М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця. «Нілан-ЛТД», 220 с. <http://repository.vsau.org/getfile.php/32347.pdf>
4. Заболотний Г. М., Мазур В. А., Циганська О. І. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності. Монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 276 с. <http://repository.vsau.org/getfile.php/27706.pdf>
5. Mohammad Sohidel Islam, Imam Muhyidiyn, Md. Rafiqul Islam, Md. Kamrul Hasan, et. al. Soybean and Sustainable Agriculture for Food Security. In the book: Soy – recent advances in research and application. 2022. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.104129>
6. Marcela Claudia Pagano, Mohammad Miransari. The importance of soybean production worldwide. Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production. Soybean Production. 2016. Volume 1. 2016. P. 1-26. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-801536-0.00001-3>
7. Коробко А. А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. Збалансоване природокористування. № 4/2021. С. 125-134. <http://dx.doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253098>
8. Brivery Siamabele. The significance of soybean production in the face of changing climates in Africa. Cogent Food & Agriculture. 2021. Volume 7, 2021. Issue 1. <https://doi.org/10.1080/23311932.2021.1933745>.
9. Жуйков О. Г. Іванів М. О. Марченко Т. Ю. Возняк В. В. Сучасне виробництво сої як елемент розв'язання проблеми харчового білка: світові тренди та вітчизняні реалії. Таврійський науковий вісник. № 116. Частина 1. С. 54-63. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.7>
10. Mashchenko Yu. V., Sokolovska I. M. Yield, productivity, and economic efficiency of winter wheat cultivation depend on crop rotation link and fertilizer systems. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Випуск 3 (40). 2023. С. 21-27. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.3>

11. Shakaliy, S. M., Bagan, A. V., Yurchenko, S. O., Chetveryk, O. O. Influence of predecessors on yield and grain quality of new winter durum wheat varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2021. (1), P. 65-71. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.07>
  12. Hanhur, V., Kotliar, Y. Influence of predecessors on soil nutrient regime and yield of winter wheat in the Left Bank Forest Steppe zone of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 2023. 26 (3), P. 11-16. <https://doi.org/10.10.31210/spi2023.26.03.02>
  13. Демидов О. А., Сіроштан А. А., Кавунець В. П. Вплив екологічних умов та попередників на врожайність, посівні якості і врожайні властивості насіння пшениці озимої. *Миронівський вісник. Том 5 (2017). С. 152-165.* <https://doi.org/10.31073/mvis201705-12>
  14. Іщенко В. А. Вплив мінерального живлення ячменю ярого на продуктивність агроценозу під час сівби після різних попередників в умовах степу України. *Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С. 35-40.* <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.5>
  15. Tolera Abera, Dagne Wegary, Ernest Semu, et. al. Effects of soybean precursor crop and nitrogen rates on subsequent maize grain yield and nitrogen use efficiency at Bako, West Ethiopia. *Ethiop.J. Appl.Sci. Technol. Vol. 6 (2): 1-23 (2015).* [https://www.academia.edu/31904797/Effects\\_of\\_soybean\\_precursor\\_crop\\_and\\_nitrogen\\_rates\\_on\\_subsequent\\_maize\\_grain\\_yield\\_and\\_nitrogen\\_use\\_efficiency\\_at\\_Bako\\_West\\_Ethiopia](https://www.academia.edu/31904797/Effects_of_soybean_precursor_crop_and_nitrogen_rates_on_subsequent_maize_grain_yield_and_nitrogen_use_efficiency_at_Bako_West_Ethiopia).
  16. Мащенко Ю. В., Соколовська І. М., Ткач А. Ф. Продуктивність сої залежно від її частки в сівозміні та системи удобрення в умовах північного Степу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Випуск 1 (38) 2023. С. 26-32.* <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.4>
  17. Mashchenko Yu. V. Sokolovska I. M Productivity of soybean depends on predecessors and fertilizer systems in short-rotation crop rotations of the steppe zone of Ukraine. *Аграрні інновації. № 20. 2023. Р. 50-55.* <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.20.8>
  18. Гангур В. В., Лень О. І., Гангур Ю. М. Продуктивність короткоротаційних сівозмін за максимальної частки в них сої та кукурудзи при вирощуванні в умовах недостатнього зволоження лівобережного Лісостепу України. *Зернові культури, Том 1, № 2, 2017. С. 313-319.* <https://journal-grain-crops.com/ru/arhiv/view/5dbac83cd5cff.pdf>
  19. Kelley K. W., J. H. Jr. Long, Todd T. C. Long-term crop rotations affect soybean yield, seed weight, and soil chemical properties. *Field Crops Research. 2023. 83(1). P. 41-50.* [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00055-8)
  20. José F. Andrade, Matias Ermacora, Javier De Grazia, et. al. Soybean seed yield and protein response to crop rotation and fertilization strategies in previous seasons. *European Journal of Agronomy. 2023. Volume 149, September 2023, 126915.* <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126915>
  21. Taryono, Priyono Suryanto, Supriyanta, Panjisakti Basunanda et. al. Soybean Crop Rotation Stability in Rainfed Agroforestry System through GGE Biplot and EBLUP. *Agronomy. 2022, 12(9), 2012;* <https://doi.org/10.3390/agronomy12092012>
  22. Душко П. М., Шумигай І. В. Вплив систем удобрення на продуктивність рослин сої (*Glycine max L.*). *Агроекологічний журнал. № 4. 2023. С. 175-180.* <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293796>
  23. Бараболя, О. В., Найдьон, М. Ю., Кононенко, С. М., Коровніченко, С. Г. Вплив мінерального живлення на продуктивність сої. *Scientific Progress & Innovations, (4), С. 35-44.* <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.04>
  24. Крижанівський М. В., Бахмат О. М. Продуктивність сої залежно від застосування органічних добрив, інокуляції насіння та регуляторів росту рослин. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2022. № 37. С. 26-31.* <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-4>
-

25. Вожегова Р.А., Мальярчук М. П., Котельников Д. І., Грибінюк К. С. Врожайність сої за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в умовах зрошення. Аграрні інновації. № 7 (2021). С. 10-15. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2021.7.2>

26. Ратошнюк В. І., Савчук О. І., Ратошнюк В. В. Особливості формування продуктивності сої на дерновопідзолистому ґрунті в лізіметричних дослідженнях. Вісник аграрної науки. 2023, № 7 (844). С. 5-13. <https://doi.org/10.31073/agrovistnyk202307-01>

27. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O. I., Malynka L.V., Butenko A. O., Klochkova T. I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. Ukrainian Journal of Ecology. 9(1), 2019. P. 76-80. <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/20670.pdf>

28. Jing Li, Gengtong Luo, Abdulwahab S. Shaibu, Bin Li, Shengrui Zhang, Junming Sun. Optimal Fertilization Level for Yield, Biological and Quality Traits of Soybean under Drip Irrigation System in the Arid Region of Northwest China. Agronomy 2022, 12(2), 291; <https://doi.org/10.3390/agronomy12020291>

29. Kutilkin V. G., Zudilin S. N., Chukhnina N. V. Yield of soybeans depending on primary soil tillage and organic fertilizer aftereffect. BIO Web of Conferences 27, 00141 (2020) <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700141>

УДК 632.93:633.15]»2017/18»

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.19>

---

## АСОРТИМЕНТ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ КУКУРУДЗИ ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ В УКРАЇНІ У 2017–2018 РР.

---

**Станкевич С.В.** – к.с.-г.н.,

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

Державний біотехнологічний університет

**Матвієнко В.М.** – аспірант кафедри зоології, ентомології, фітопатології,

інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

**Забродіна І.В.** – к.с.-г.н.,

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

Державний біотехнологічний університет

*Авторами проведено дослідження структури ринку засобів захисту кукурудзи від шкідливих організмів в Україні у 2017–2018 рр. за виробником, об'єктом застосування, препаративними формами та діючою речовиною. Загалом представлено 1309 найменувань препаратів із груп інсекто-акарицидів, фунгіцидів та гербіцидів і десикантів та дозволених до використання в Україні на кукурудзі. Із них до інсекто-акарицидів належить 199 найменувань, або 15 % з усього асортименту, до фунгіцидів – 460 препаратів, або 35 %, а до гербіцидів – 650 найменувань, або 50 % всіх препаратів. ТОП-6 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби зі шкідниками кукурудзи: альфа-циперметрин,*

---

ацетаміпрід, бета-цифлутрин, імідаклопрід, тіаклопрід, тіаметоксам. ТОП-4 фірми які заявляють препарати для боротьби зі шкідниками кукурудзи: «Байер КронСаснс АГ», «Сингента», ТОВ «Компанія «Укравіт», ЗАТ «Август-Бел». ТОП-4 препаративних форм заявлених препаратів для боротьби зі шкідниками кукурудзи: концентрат емульсії, концентрат суспензії, водорозчинні гранули, текуча паста. ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб кукурудзи: азоксистробін, дифеконазол, карбендазім, манкоцеб, пропіконазол, тебуконазол, тирам, тіабендазол, флутриафол, ципроконазол. ТОП-9 фірм які заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб кукурудзи: АТ «Август-Бел», ТОВ «Агросфера-Трейд», ТОВ «Агросфера Лтд», ТОВ «АДАМА Україна», ТОВ «Компанія «Укравіт», ТОВ «Ранголі», ТОВ «Хімагромаркетинг», «Байер КронСаснс АГ», «Кемінова А/С», «Сингента». ТОП-2 препаративних форм заявлених препаратів для боротьби зі збудниками хвороб кукурудзи: концентрат емульсії та концентрат суспензії. ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посівах кукурудзи: 2-етилгексильовий ефір 2,4-Д, ацетохлор, гліфосат та його солі, дикамба та її солі, дикват, клопіралід, нікосульфурон, римсульфурон, тифенсульфурон-метил, трибенурон-метил. ТОП-9 фірми які заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посівах кукурудзи: ЗАТ «Август-Бел», ТОВ «Агросфера-Трейд», ТОВ «Агросфера Лтд», ТОВ «Компанія «Укравіт», ТОВ «Компанія агрохімічні технології», «Байер КронСаснс АГ», «Дюу АгроСайенсіс ВмБХ», «Дюпон Інтернешнл Оперейнз Сарл», «Нуфарм ГмБХ енд Ко КГ», «Сингента», BASF. ТОП-4 препаративних форм для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посівах кукурудзи: концентрат емульсії, розчинний концентрат, водорозчинні гранули, водний розчин.

**Ключові слова:** пестициди, кукурудза, інсектициди, фунгіциди, гербіциди.

**Stankevych S.V., Matviienko V.M., Zabrodina I.V. Assortment of protection tools of corn against harmful organisms in Ukraine in 2017–2018**

The authors conducted a study of the market structure of means of protecting corn from harmful organisms in Ukraine in 2017–2018 by manufacturer, object of application, preparation forms and active substance. In total, 1309 names of drugs from the groups of insect acaricides, fungicides and herbicides and desiccants and approved for use in Ukraine on corn are presented. Of these, 199 names belong to insect-acaricides, or 15% of the entire assortment, to fungicides – 460 products, or 35%, and to herbicides – 650 names, or 50% of all products. TOP-6 active substances on the basis of which drugs for combating corn pests are declared: alpha-cypermethrin, acetamiprid, beta-cyfluthrin, imidacloprid, thiacloprid, thiamethoxam. TOP-4 companies that declare preparations for combating corn pests: «Bayer CropScience AG», «Syngenta», LLC «Company «Ukravit», ZAT «August-Bel». TOP-4 preparative forms of the declared drugs for combating corn pests: emulsion concentrate, suspension concentrate, water-soluble granules, liquid paste. TOP-10 active substances on the basis of which drugs are claimed to combat pathogens of corn: azoxystrobin, difeconazole, carbendazim, mancozeb, propiconazole, tebuconazole, thiram, thiabendazole, flutriafol, cyproconazole. TOP-9 companies that declare preparations for combating pathogens of corn: JSC «August-Bel», LLC «Agrosfera-Trade», LLC «Agrosfera Ltd», LLC «ADAMA Ukraine», LLC «Company «Ukravit» LLC, LLC «Rangoli», «Khimagromarketing» LLC, «Bayer CropScience AG», «Keminova JSC», «Syngenta». TOP-2 preparative forms of the declared drugs for combating pathogens of corn diseases: emulsion concentrate and suspension concentrate. TOP-10 active substances on the basis of which preparations for combating unwanted herbaceous vegetation in corn crops are claimed: 2-ethylhexyl ether 2,4-D, acetochlor, glyphosate and its salts, dicamba and its salts, diquat, clopyralid, nicosulfuron, rimsulfuron, thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl. TOP-9 companies that declare preparations for combating unwanted herbaceous vegetation in corn crops: CJSC «August-Bel», LLC «Agrosfera-Trade», LLC «Agrosfera Ltd», LLC «Company «Ukravit», LLC «Company Agrochemicals technologies», «Bayer CropSaens AG», «Dow AgroSciences WmbH», «DuPont International Operations Sarl», «Nupharm GmbH & Co. KG», «Syngenta», BASF. TOP-4 preparative forms for combating unwanted herbaceous vegetation in corn crops: emulsion concentrate, soluble concentrate, water-soluble granules, aqueous solution.

**Key words:** pesticides, corn, insecticides, fungicides, herbicides.



Кукурудза, разом із пшеницею та рисом, є однією з головних зернових культур Світу. Зерно кукурудзи використовують на продовольчі цілі. З нього виготовляють понад 150 харчових і технічних продуктів: борошно, крупу, пластівці, крохмаль, сироп, глюкозу, спирт. Із 100 кг зерна одержують 37–40 л спирту, що на 3–5 л більше, ніж із зерна інших культур. Із зародків зерна добувають рослинну олію, яка є не тільки висококалорійним продуктом харчування, а й має лікувальні властивості: містить лецитин, який зменшує вміст холестерину в крові і запобігає атеросклерозу. Із стрижнів виготовляють лігнін, ксилозу, одержують целюлозу і папір. Із 100 кг зерна можна одержати 56 кг крохмалю, 22,4 кг корму з вмістом протеїну 21 %, 5,2 кг глютенного борошна і 2,7 кг кукурудзяної олії.

Щорічне виробництво кукурудзи у світі становить близько 1 млрд т. В Україні у 2022 р. врожай склав понад 26,5 млн т, що набагато менше в порівнянні з минулими роками на понад 30 %. А площа посівів кукурудзи значно зменшилась – з 5,5 до 4,2 млн га. Підвищення рентабельності та отримання більшої кількості врожаю з одиниці площі є актуальним питанням у виробництві кукурудзи. Для цього виробники у сьогоdnішніх умовах намагаються сіяти високоврожайні та стійкі до шкідливих організмів гібриди.

За останні роки кукурудза займає все більш стійку позицію на світовому ринку зерна. У цій галузі природно-економічні умови України дозволяють не тільки забезпечити внутрішні потреби, а і значно наростити її експортний потенціал. Проте в дійсності на шляху створення стабільного і сприятливого середовища, включно з інфраструктурою ринку, у виробничій практиці вирощування кукурудзи ще є численні перепони агротехнологічного характеру. Для отримання високого врожаю, аграріям потрібно інвестувати в якісне насіння, різні засоби захисту рослин, добрива, а після збирання – проводити сушку (яка на сьогодні є надзвичайно дорогавартісною) та зберігати.

Слід зазначити, що зростання посівних площ зайнятих під кукурудзою та популяризація монокультури кукурудзи негативно впливають на фітосанітарний стан агроценозів. Щороку від 35 до 40 % (а іноді і до 50 %) потенційного врожаю кукурудзи втрачається внаслідок життєдіяльності шкідливих організмів. У сучасному агровиробництві зерна кукурудзи перевагу у вирощуванні мають гібриди кукурудзи інтенсивного типу, які потребують підвищених норм мінеральних добрив та запровадження ефективних систем інтегрованого захисту рослин у період їх вегетації. За таких умов інтенсифікація сільськогосподарського виробництва передбачає застосування засобів захисту рослин від шкідливих організмів: шкідників, збудників хвороб різної етіології та небажаної трав'янистої рослинності [4, 9, 10, 11, 14, 18, 25].

**Матеріали та методика.** В ході дослідження використано стандартні в статистиці методи досліджень. Дослідження структури засобів захисту кукурудзи від шкідливих організмів в Україні станом на 2018 р. в контексті виробників, об'єктів застосування та діючих речовин, виконано, використовуючи дані консалтингових агентств станом на кінець 2018 р. Також було детально проаналізовано національний Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні у 2018 р. та відповідну наукову і навчальну літературу [1–27].

**Результати досліджень.** Встановлено, що всього на ринку пестицидів України представлено 1309 найменувань препаратів котрі відносяться до груп інсекто-акарицидів, фунгіцидів та гербіцидів і десикантів та дозволених до використання в Україні на кукурудзі (рис. 1).

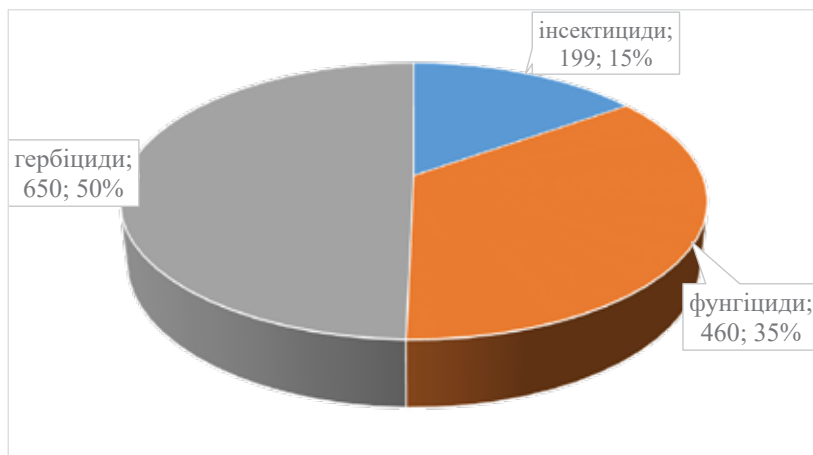


Рис. 1. Пестициди на кукурудзі за об'єктом застосування

Із них до інсекто-акарицидів належить – 199 найменувань препаратів, або 15 % з усього асортименту на ринку пестицидів для кукурудзи в Україні. До фунгіцидів відноситься 460 препаратів, або 35 %. В той же час до гербіцидів належить 650 найменувань, або 50 % всіх препаратів представлених у Переліку пестицидів дозволених до використання в Україні на кукурудзі (рис. 1).

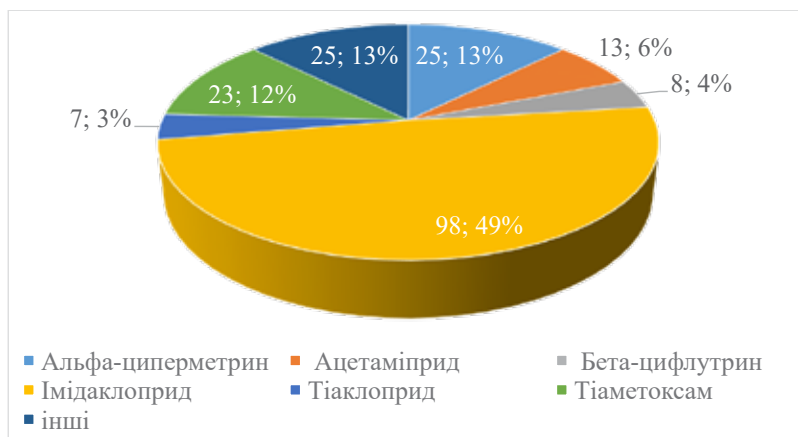


Рис. 2. Інсекто-акарициди на кукурудзі за діючими речовинами

Аналізуючи ринок інсекто-акарицидів можна виділити ТОП-6 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби зі шкідниками кукурудзи: альфа-циперметрин (25 препаратів, або 13 %), ацетаміприд (13 препаратів, або 6 %), бета-цифлутрин (8 препарата, або 4 %), імідаклоприд (98 препаратів, або 49 %), тіаклоприд (7 препаратів, або 3 %), тіаметоксам (23 препарата, або 12 %). Інсекто-акарициди на основі інших діючих речовин займають 25 препаратів, або 13 % проте на основі кожної з них виробляють не більше 1–3 препаратів (рис. 2).

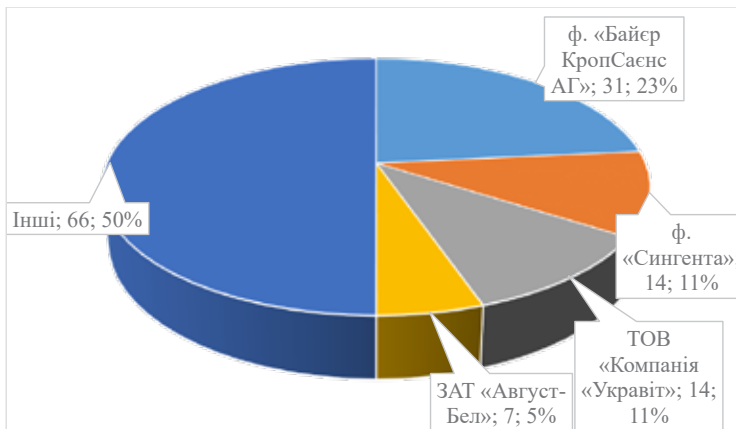


Рис. 3. Інсекто-акарициди на кукурудзі за виробником

Серед заявників інсекто-акарицидів можна виділити ТОП-4 фірми на основі яких заявляють препарати для боротьби зі шкідниками кукурудзи: «Байер КропСаєнс АГ» (31 препарат, або 23 %), «Сингента» (14 препаратів, або 11 %), ТОВ «Компанія «Укравіт» (14 препаратів, або 11 %), ЗАТ «Август-Бел» (7 препаратів, або 5 %). Інші виробники заявляють 66 препаратів, або 50 % від усіх (рис. 3).

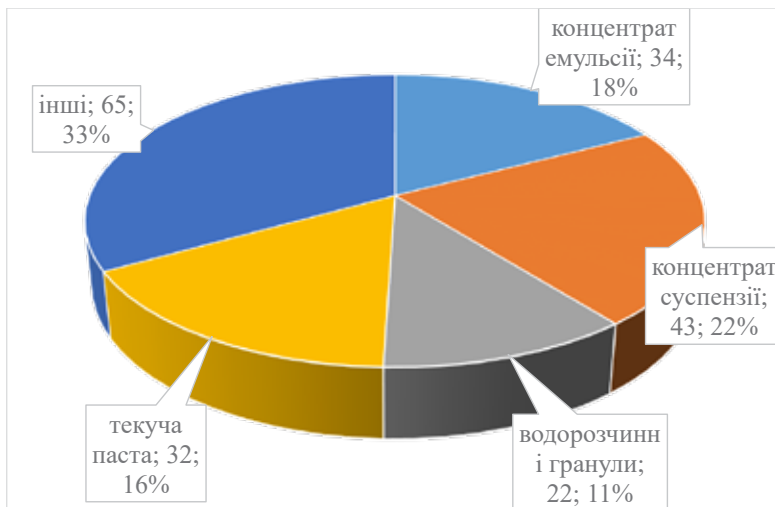


Рис. 4. Інсекто-акарициди на кукурудзі за препаративними формами

Серед препаративних форм інсекто-акарицидів можна виділити ТОП-4 у формі яких заявляють препарати для боротьби зі шкідниками кукурудзи: концентрат емульсії (34 препарат, або 18 %), концентрат суспензії (43 препарата, або 22 %), водорозчинні гранули (22 препарата, або 11 %), текуча паста (32 препарата, або 16 %). Інші препаративні форми становляють 65 препаратів, або 33 % від усіх (рис. 4).

Аналізуючи ринок фунгіцидів можна виділити ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб кукурудзи: азоксистробін (26 препаратів, або 6%), дифеноконазол (26 препаратів, або 6%), карбендазим (27 препаратів, або 6%), манкоцеб (35 препаратів, або 8%), пропіконазол (30 препаратів, або 6%), тебуконазол (111 препаратів, або 24%), тирам (18 препаратів, або 4%), тіабендазол (20 препаратів, або 4%), флутріафол (47 препаратів, або 10%), ципроконазол (25 препаратів, або 5%). Фунгіциди на основі інших діючих речовин займають 95 препаратів, або 21% (рис. 5).

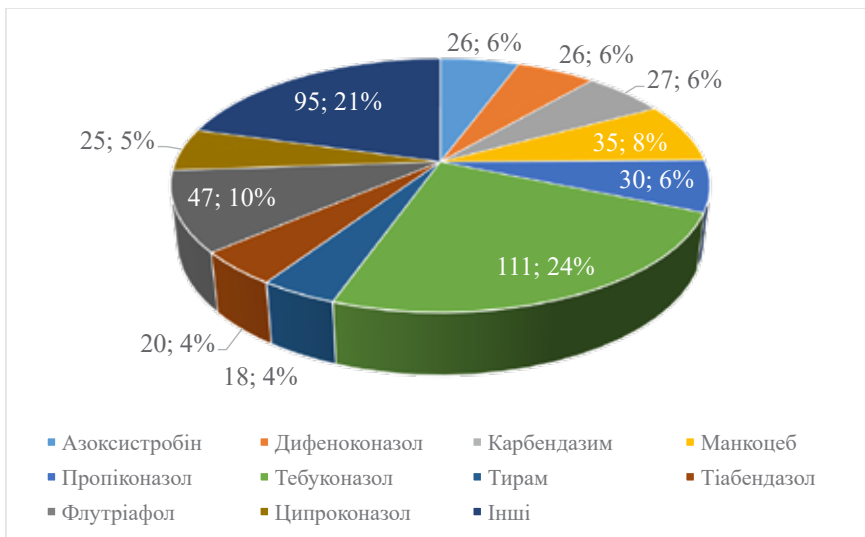


Рис. 5. Фунгіциди на кукурудзі за діючими речовинами

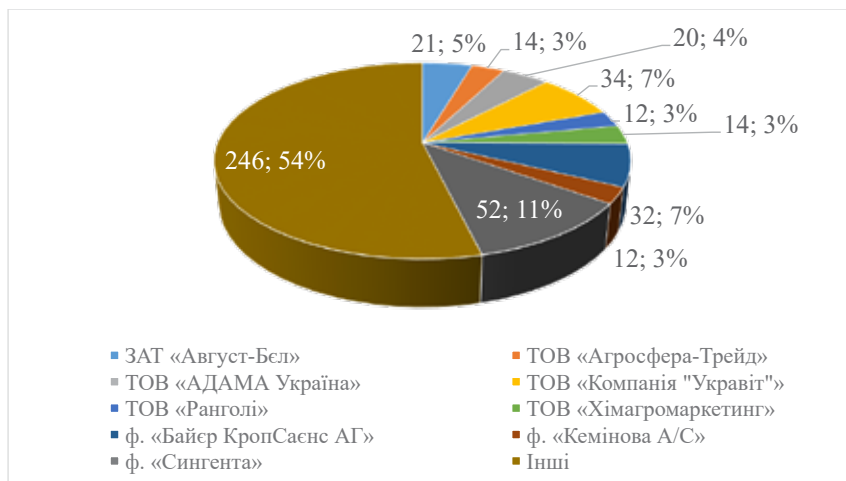


Рис. 6. Фунгіциди на кукурудзі за заявниками

Серед заявників фунгіцидів можна виділити ТОП-9 фірм які заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб кукурудзи: АТ «Август-Бел» (21 препарат, або 5 %), ТОВ «Агросфера-Трейд», ТОВ «Агросфера Лтд» (14 препаратів, або 3 %), ТОВ «АДАМА Україна» (20 препарат, або 4 %), ТОВ «Компанія «Укравіт»» (34 препарата, або 7 %), ТОВ «Ранголі» (12 препарат, або 3 %), ТОВ «Хімагромаркетинг» (14 препаратів, або 3 %), «Байер КропСаснс АГ» (32 препарат, або 7 %), «Кемінова А/С» (12 препаратів, або 3 %), «Сингента» (52 препаратів, або 11 %). Інші виробники заявляють 256 препаратів, або 54 % від усіх (рис. 6).

Серед препаративних форм фунгіцидів можна виділити ТОП-2 у формі яких заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб кукурудзи: концентрат емульсії (193 препарат, або 42 %), концентрат суспензії (90 препарат, або 20 %). Інші препаративні форми становлять 177 препарат, або 38 % від усіх (рис. 7).

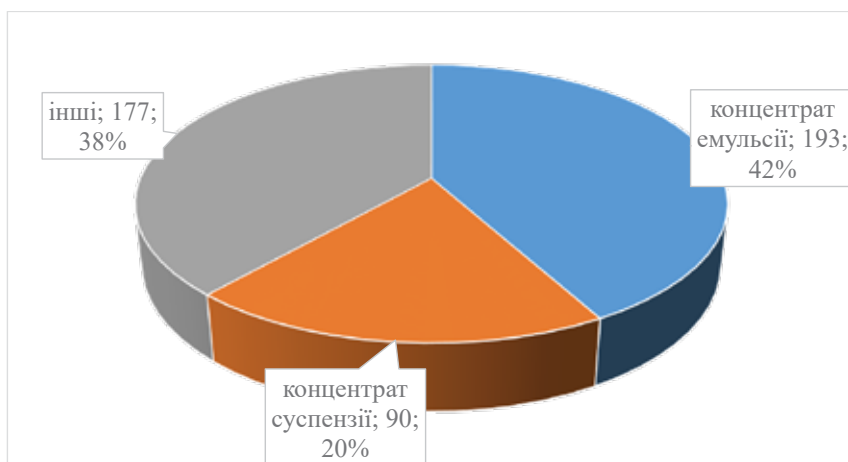


Рис. 7. Фунгіциди на кукурудзі за препаративними формами

Аналізуючи ринок гербіцидів можна виділити ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю: 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д (28 препаратів, або 4 %), ацетохлор (33 препарат, або 5%), гліфосат та його солі (96 препаратів, або 15 %), дикамба та її солі (59 препаратів, або 9 %), дикват (35 препаратів, або 5 %), клопіралід (31 препарат, або 5 %), нікосульфурон (61 препарат, або 9 %), римсульфурон (26 препаратів, або 4 %), тифенсульфурон-метил (31 препарат, або 5 %), трибенурон-метил (56 препаратів, або 9 %). Гербіциди на основі інших діючих речовин займають 194 препаратів, або 30 % (рис. 8).

Серед заявників гербіцидів можна виділити ТОП-9 фірми на основі яких заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю: ЗАТ «Август-Бел» (26 препаратів, або 4 %), ТОВ «Агросфера-Трейд», ТОВ «Агросфера Лтд» (21 препарат, або 3 %), ТОВ «Компанія «Укравіт»» (41 препаратів, або 6 %), ТОВ «Компанія агрохімічні технології» (19 препаратів, або 3 %), «Байер КропСаснс АГ» (23 препарат, або 4 %), «Доу АгроСайенс ВмБХ» (19 препаратів, або 3 %), «Дюпон Інтернешнл Оперейшнз Сарл.» (26 препаратів, або 4 %), «Нуфарм ГмБХ енд Ко КГ» (18 препаратів, або 3 %), «Сингента» (27 препарат, або 4 %), БАСФ (20 препаратів, або 3 %). Інші виробники заявляють 410 препаратів, або 63 % від усіх (рис. 9).

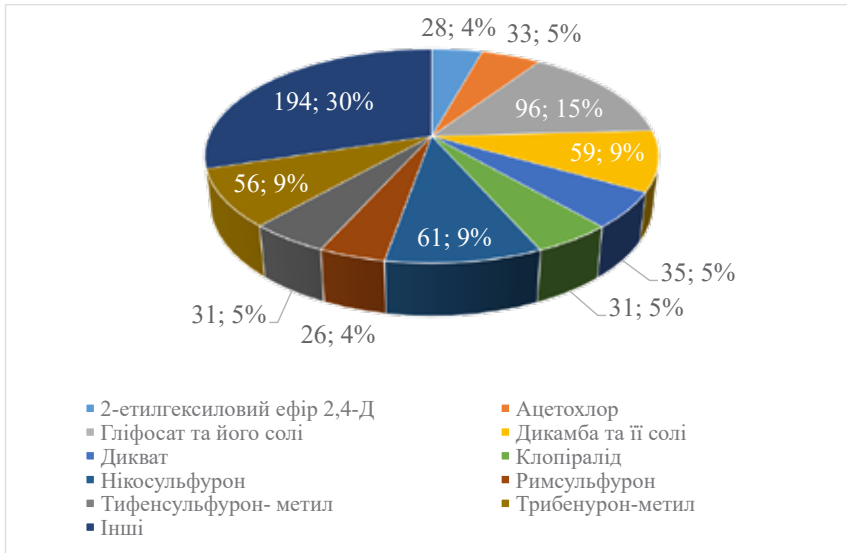


Рис. 8. Гербіциди на кукурудзі за діючими речовинами

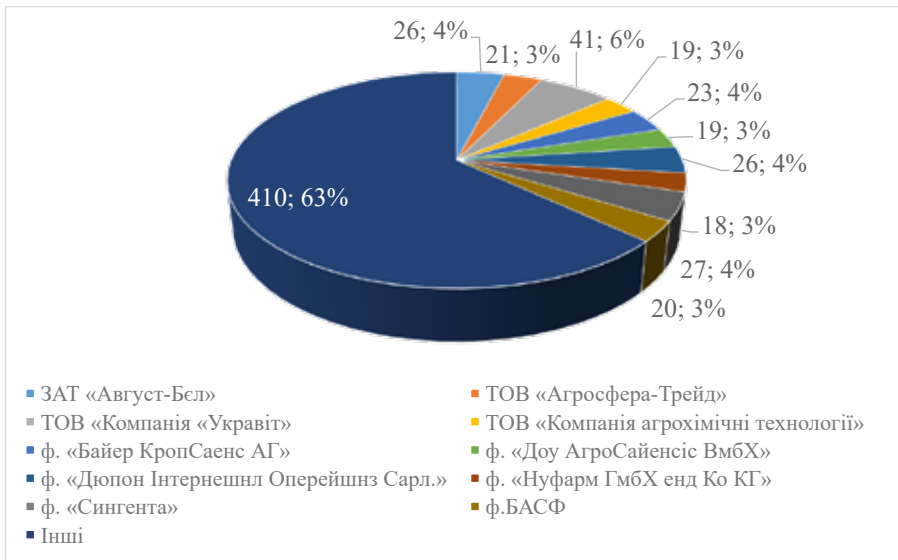


Рис. 9. Гербіциди на кукурудзі за заявниками

Серед препаративних форм гербіцидів можна виділити ТОП-4 які заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю: концентрат емульсії (75 препаратів, або 11 %), розчинний концентрат (180 препаратів, або 28 %), водорозчинні гранули (182 препарата, або 28 %), водний розчин (56 препаратів, або 9 %). Інші препаративні форми становлять 158 препаратів, або 24 % від усіх (рис. 10).

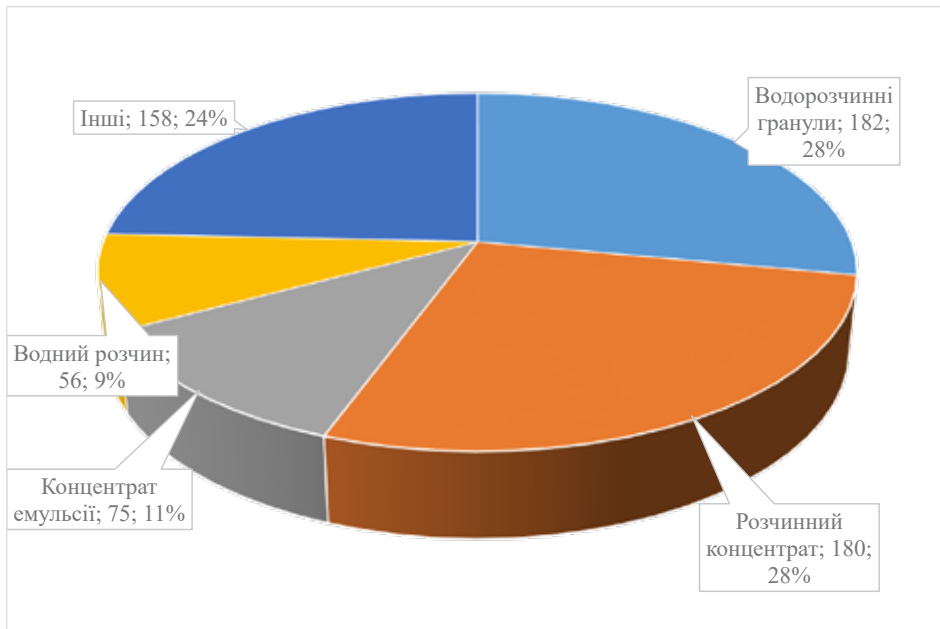


Рис. 10. Гербіциди на кукурудзі за препаративними формами

#### Висновки:

1. На ринку пестицидів України представлено 1309 препаратів дозволених до використання на кукурудзі проти шкідливих організмів. Із них до інсекто-акарицидів належить 199 (15 %), до фунгіцидів 460 (35 %), до гербіцидів 650 (50 %).

2. ТОП-6 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби зі шкідниками кукурудзи: альфа-циперметрин, ацетаміприд, бета-цифлутрин, імідаклоприд, тіаклоприд, тіаметоксам.

3. ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб кукурудзи: азоксистробін, дифеконазол, карбендазим, манкоцеб, пропіконазол, тебуконазол, тирам, тіабендазол, флутріяфол, ципроконазол.

4. ТОП-10 діючих речовин на основі яких заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посівах кукурудзи: 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д, ацетохлор, гліфосат та його солі, дикамба та її солі, дикват, клопіралід, нікосульфурон, римсульфурон, тифенсульфурон-метил, трибенурон-метил.

5. ТОП-4 фірми які заявляють препарати для боротьби зі шкідниками кукурудзи: «Байер КропСаєнс АГ», «Сингента», ТОВ «Компанія «Укравіт», ЗАТ «Август-Бел».

6. ТОП-9 фірм які заявляють препарати для боротьби зі збудниками хвороб кукурудзи: АТ «Август-Бел», ТОВ «Агросфера-Трейд», ТОВ «Агросфера Лтд», ТОВ «АДАМА Україна», ТОВ «Компанія «Укравіт», ТОВ «Ранголі», ТОВ «Хіма-громакетинг», «Байер КропСаєнс АГ», «Кемінова А/С», «Сингента».

7. ТОП-9 фірми які заявляють препарати для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посівах кукурудзи: ЗАТ «Август-Бел», ТОВ «Агросфера-Трейд», ТОВ «Агросфера Лтд», ТОВ «Компанія «Укравіт», ТОВ «Компанія агрохімічні технології», «Байер КропСаєнс АГ», «Доу АгроСайєнс ВмбХ»,

«Дюпон Інтернешнл Оперейшнз Сарл.», «Нуфарм ГмБХ енд Ко КГ», «Сингента», БАСФ.

8. ТОП-4 препаративних форм заявлених препаратів для боротьби зі шкідниками кукурудзи: концентрат емульсії, концентрат суспензії, водорозчинні гранули, текуча паста.

9. ТОП-2 препаративних форм заявлених препаратів для боротьби зі збудниками хвороб кукурудзи: концентрат емульсії та концентрат суспензії.

10. ТОП-4 препаративних форм для боротьби з небажаною трав'янистою рослинністю в посівах кукурудзи: концентрат емульсії, розчинний концентрат, водорозчинні гранули, водний розчин.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аграрні рішення. BASF. URL: <https://www.agro.basf.ua/uk/Products/Productsearch/> (дата звернення 08.04.2024).

2. Агроексперт Трейд. Технологія вирощування кукурудзи. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyrashchvaniya-kukuruzy/> (дата звернення 09.04.2024).

3. Біологічні препарати для захисту рослин і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 212 с.

4. Бокач О. Технологія вирощування кукурудзи. URL: <https://www.syngenta.ua/news/kukurudza/tehnologiya-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення 05.04.2024).

5. Гербіциди і десиканти та технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 188 с.

6. Засоби захисту рослин від шкідливих організмів: навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Житомир: Видавництво Рута, 2023. 428 с.

7. Інсекто-акарициди та технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Житомир: ПП Рута, 2022. 208 с.

8. Інтенсивна технологія вирощування кукурудзи на зерно. Навчальні матеріали онлайн. URL: [https://pidruchniki.com/78630/agropromislovisit/intensivna\\_tehnologiya\\_viroshchuvannya\\_kukurudzi\\_zerno/](https://pidruchniki.com/78630/agropromislovisit/intensivna_tehnologiya_viroshchuvannya_kukurudzi_zerno/) (дата звернення 07.04.2024).

9. Кліщенко С.В., Зозуля О.Л., Єрмакова Л.М., Івановська Р.Т. Особливості сучасних світових технологій вирощування кукурудзи. Київ: ТОВ «ЕНЕМ», 2006. С. 44–80.

10. Комплексні системи захисту сільськогосподарських культур від хвороб / В.П. Туренко, М.О. Білик, А.В. Кулешов та ін. Вид. 2-ге, допов. арків: Майдан, 2019. 330 с.

11. Косилович Г. О., Коханець О. М. Інтегрований захист рослин: навч. посіб. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2010. 165 с.

12. Науково-виробнича фірма СемАгро. Технологія вирощування кукурудзи. URL: <http://www.semagro.com.ua/> (дата звернення 06.04.2024).

13. Новітній асортимент засобів захисту рослин від шкідливих організмів: навч. посіб. / В.П. Туренко та ін. Харків: Майдан, 2021. 356 с.

14. Особливості технології вирощування кукурудзи. *Laboulet*. URL: <https://laboulet.com.ua/corn-tech-ua/> (дата звернення 10.04.2024).

15. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: <http://www.agroscience.com.ua/views/perel> (дата звернення 1.04.2024).

16. Пестициди та агрохімікати. *Аграрії разом*. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/redigo-m-120-fs/> (дата звернення 11.04.2024).

17. Протруйники насіння. *Crop Science*. URL: <https://www.cropscience.bayer.ua/Products/Seed-Treatment/Feuver.aspx/> (дата звернення 02.04.2024).

18. Система захисту рослин від бур'янів, шкідників та шкідливих рослин. *DOCPLAYER*. URL: <https://docplayer.net/41981269-3-5-sistema-zahistu-roslin-vid-bur-yaniv-shkidnikiv-hvorob.html> (дата звернення 03.04.2024).



19. Станкевич С.В. Аналіз ринку пестицидів України. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. «Серія фітопатологія та ентомологія»*. 2019. № 1–2. С. 155–191.
20. Станкевич С.В., Забродіна І.В. Аналіз ємності ринку і основних операторів засобів захисту рослин в Україні у 2017–2018 рр. Частина 1: імпорт. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 118–134. doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.14
21. Станкевич С.В., Матвієнко В.К., Забродіна І.В. Аналіз ємності ринку і основних операторів засобів захисту рослин в Україні у 2017–2018 рр. Частина 2: експорт. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 133–150 DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.19>
22. Станкевич С.В., Матвієнко В.К., Забродіна І.В. Виробництво засобів захисту рослин в Україні у 2017–2018 рр. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 135–157. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.19>
23. Станкевич С.В. Ринок пестицидів України: монографія. Харків: Видавництво Іванченка І. С., 2020. 175 с.
24. Сучасні пестициди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / Туренко В.П., Білик М.О., Станкевич С.В., Забродіна І.В. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 564 с.
25. Технологія вирощування кукурудзи. *Світ Агро*. URL: <https://svit-agro.com/uk/statti/tekhnologiya-viroshchuvannya-kukurudzi/> (дата звернення 13.04.2024).
26. Фунгіциди. *Grovex*. URL: <https://szz.grovex.ua/ua/product/retengo-ke-1/> (дата звернення 02.04.2024).
27. Фунгіциди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкевич та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 216 с.

УДК 633.62 (477.41/.42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.20>

## ВПЛИВ СЕГЕТАЛЬНОЇ РОСЛИННОСТІ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО В ПОЛІССІ УКРАЇНИ

**Столяр С.Г.** – к.с.-г.н., доцент,

в.о. завідувача кафедри технологій у рослинництві,

Поліський національний університет

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

завідувач кафедри ґрунтознавства та землеробства,

Поліський національний університет

**Трембіцька О.І.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,

Поліський національний університет

*Мета роботи – встановити видовий склад сегетальної рослинності у фітоценозах сорго зернового, визначити їх шкідливість та встановити ефективність гербіцидів ґрунтової та листової дії у Поліссі України. Вперше у посівах сорго в Поліссі України для контролю бур'янів визначено ефективні поєднання гербіцидів ґрунтової та листової дії. Польові дослідження з вивчення забур'яненості агроценозів сорго зернового здійснювали упродовж 2019–2023 рр. шляхом проведення обстежень в умовах навчально-дослідного*

поля Поліського національного університету та ПП «Чайківка» Радомиського району Житомирської області. У фазу куціння в посівах сорго кількість бур'янів досягла 95 шт/м<sup>2</sup>, їх повітряно-суха маса – 146,9 г/м<sup>2</sup>. У агроценозах сорго домінували злакові однорічні бур'яни: мишій сизий (*Setaria glauca* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli* L.); дводольні малорічні: щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), гірчак беззковидний (*Polygonum convolvulus* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.); найменш численною була група коренепаросткових – осот жовтий (*Sonchus arvensis* L.). Найбільш ефективний контроль сегетальної рослинності у посівах сорго зернового було досягнуто при комплексному застосуванні гербіцидів ґрунтової та листової дії. Найвищі показники отримано при поєднанні гербіцидів ґрунтової дії Примекстра Голд, к. с. з нормою витрати 3 л/га та листової дії Агрітокс, РК, Елегант 2 FD, СЕ, Пріма, с. е., при якому забур'яненість посівів знижувалася порівняно з контролем у 6,4–11,6 рази, а за масою – у 2,7–4,0 рази. Забур'яненість агроценозу сорго зернового знижує урожайність культури від 32 до 88 %, а також погіршує якість отриманої фітопродукції. Тому, щоб забезпечити високу продуктивність сорго необхідно дотримуватися чистоти посівів культури від сегетальної рослинності упродовж усього періоду вегетації. Діючим прийомом зниження забур'яненості фітоценозів сорго зернового є комплексне застосування гербіцидів листової дії Агрітокс, РК, 1,0 л/га Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га, Пріма, с. е., 0,5 л/га у фазі 3–5 листків культури та ґрунтової – Гвардіан Тетра, СЕ, 3,5 л/га, Примекстра Голд, к. с., 3 л/га, внесених до посіву. Максимальна урожайність сорго зернового отримана на варіанті сумісного застосування Примекстра Голд, к. с., 3 л/га та Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га, яка склала 6,34 т/га, що на 4,32 т/га більше ніж на контролі.

**Ключові слова:** сорго зернове, бур'яни, гербіциди, ріст, розвиток рослин, урожай зерна, структура врожаю.

#### **Stoliar S.H., Zhuravel S.V., Trembitska O.I. The influence of segetal vegetation on the productivity of grain sorghum in the Polissia of Ukraine**

The purpose of the work is to establish the species composition of segetal vegetation in grain sorghum phytocenoses, to determine their harmfulness, and to establish the effectiveness of soil and foliar herbicides in the Polis of Ukraine. For the first time, effective combinations of soil and foliar herbicides have been determined for weed control in sorghum crops in Ukraine. Field studies on the study of weediness of grain sorghum agroecosystems were carried out during 2019–2023 by conducting surveys in the conditions of the educational and research field of the Polissky National University and PE “Chaikivka” of the Radomyshl district of the Zhytomyr region. In the tillering phase in sorghum crops, the number of weeds reached 95 pcs/m<sup>2</sup>, their air-dry mass – 146.9 g/m<sup>2</sup>. The sorghum agroecosystems were dominated by cereal annual weeds: gray mouse (*Setaria glauca* L.), common flat grass (*Echinochloa crusgalli* L.); Dicotyledonous young: *Amaranthus retroflexus* L., white quinoa (*Chenopodium album* L.), birch bitter gourd (*Polygonum convolvulus* L.), field plantain (*Thlaspi arvense* L.), common sorrel (*Capsella bursa-pastoris* L.); the least numerous group of rhizomes was the yellow thistle (*Sonchus arvensis* L.). The most effective control of segetal vegetation in crops of grain sorghum was achieved with the complex application of soil and foliar herbicides. The highest indicators were obtained with the combination of herbicides of soil action Primekstra Gold, k. s. with a consumption rate of 3 l/ha and foliar action of Agritox, RK, Elegant 2 FD, SE, Prima, p. e., during which weediness of crops decreased by 6.4–11.6 times compared to the control, and by weight – by 2.7–4.0 times. Contamination of the agroecosystem of grain sorghum reduces the yield of the crop from 32 to 88 %, and also worsens the quality of the obtained plant products. Therefore, in order to ensure high productivity of sorghum, it is necessary to observe the cleanliness of crops from segetal vegetation throughout the growing season. An effective technique for reducing the weediness of grain sorghum phytocenoses is the complex application of foliar herbicides Agritox, RK, 1.0 l/ha, Elegant 2 FD, SE, 0.5 l/ha, Prima, p. e., 0.5 l/ha in the phase of 3–5 leaves of culture and soil – Guardian Tetra, SE, 3.5 l/ha, Primekstra Gold, k. s., 3 l/ha, introduced before sowing. The maximum yield of grain sorghum was obtained on the variant of the combined application of Primekstra Gold, k. s., 3 l/ha and Elegant 2 FD, CE, 0.5 l/ha, which amounted to 6.34 t/ha, which is 4.32 t/ha more than in the control.

**Key words:** grain sorghum, weeds, herbicides, plant growth, development, grain yield, crop structure.

**Постановка проблеми.** Сорго вирощують на всіх континентах у зонах з тропічним та помірним кліматом. Трохи більше 40 % від загального обсягу виробництва використовується у раціоні жителів країн Африки та Азії, де його вживають у вигляді цільних зерен (як рис), крупи та борошна (не містить глютен). Після певної обробки сорго також використовується як цукор, а після солодування та ферментування – як основа спиртних напоїв (пива, міцних алкогольних тощо) [1, 6]. Сорго по праву вважається найдавнішою культурою світового землеробства, адже людство її вирощувало ще 3000 років до нашої ери на території Індії та Стародавнього Китаю. В даний час США є найбільшим виробником сорго у світі. Лідерами з посівів виступають штат Канзас і Техас. З урахуванням екстремальних погодних умов, які є наслідком глобального потепління, рослину вирощують насамперед у посушливих регіонах [2, 8].

Серед основних причин нарощування імпорту сорго – зниження обсягів виробництва зернових культур у ЄС, різке зростання вартості на зерно на європейському ринку, а також зниження рівня кінцевих запасів основних зернових культур. У Європі сорго практично не вирощують, хоча ця культура має всі властивості для пристосування до кліматичних умов. Наслідки глобального потепління все далі відчуває українське сільське господарство, тож за останні 20 років відбулися досить серйозні зміни клімату. Українському сільському господарству, яке звикло до помірного клімату, у майбутньому частіше доводиться брати до уваги екстремальні погодні умови. Тому сільгоспвиробникам доводиться переорієнтуватися на нові культури. І все частіше українські аграрії роблять ставку на таку посухостійку злакову культуру, як сорго [3].

У сільськогосподарському виробництві вирощування культурних рослин обов'язково супроводжується появою небажаної сегетальної рослинності в їх посівах, яка має різнобічний негативний вплив. Бур'яни, проростаючи разом із культурними рослинами, конкурують з ними за вологу, поживні речовини, елементи мінерального живлення, а з розвитком вегетативної маси – і за світло. Втрати потенційного врожаю польових культур за рахунок пригнічення їх бур'яном становлять 7–16 %, а за сильної засміченості можуть досягати 25–30 %. Тому при вирощуванні рослин важливе значення має розробка ефективних заходів захисту їх від бур'янів [1, 7].

Відзначимо, що бур'яни, на відміну від культурних рослин, у початковий період росту та розвитку витрачають в 1,5–2,0 рази більше вологи. На сильно засмічених ділянках поля, вологість у кореневмісному шарі ґрунту знижується на 2–5 % і більше [2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Сорго зернове (*Sorghum bicolor* L.) – характеризують як одну з найбільш високопродуктивних злакових культур, що має універсальне призначення: продовольче, кормове та технічне.

Сьогодні сорго культивують у понад 80 країнах світу. У деяких із них культурі належить домінуюча роль забезпечення населення зерном і продуктами його переробки. В Індії, наприклад, зерно сорго є третьою за значимістю культурою після пшениці та рису. За даними FAO Production Yearbook та Agricultural Statistics, наприкінці другого тисячоліття сорго вирощували на площі близько 50 млн. га. Найбільші посівні площі зосереджені в Індокитаї – 27 млн га, Африці – 15,5 млн га, Північній та Південній Америці – 4,5–5 млн га [3, 5].

Для отримання високих урожаїв культури необхідним і обов'язковим прийомом вирощування є контроль чисельності бур'янів у агроценозах, шляхом впровадження хімічного й механічного обробітків ґрунту. Пояснюється це тим, що

рослини сорго на початкових етапах органогенезу мають низький приріст надземної маси, а за інтенсивного росту бур'янів вони його легко пригнічують. Тому, вивчення питання контролю сеgetальної рослинності в посівах сорго зернового є актуальним та необхідним.

**Мета статті:** встановити видовий склад сеgetальної рослинності у фітоценозах сорго зернового та встановити ефективність гербіцидів ґрунтової та листкової дії у Поліссі України.

**Матеріали і методика.** Польові дослідження з вивчення забур'яненості агроценозів сорго зернового здійснювали упродовж 2019–2023 рр. шляхом проведення обстежень в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету та ПП «Чайківка» Радомишльського району Житомирської області. Технологія вирощування культури була загальноприйнятою для регіону, вектор якої був спрямований на знищення бур'янів, збереження та накопичення вологи, а також на вирівнювання поверхні ґрунту.

Для проведення обліків та визначення фактичної забур'яненості використовували методи: окомірний та кількісний. Для визначення найпоширеніших видів бур'янів застосовували окомірний. Для встановлення кількості бур'янів на обліковому майданчику – кількісний. Бал засміченості визначали користуючись шкалою [4].

Статистичну обробку отриманих даних виконували за допомогою прикладної комп'ютерної програмами: *Microsoft Excel*.

**Виклад основного матеріалу.** При вирощуванні сорго головним фактором, що знижує ефективність усіх технологічних прийомів, спрямованих на підвищення врожайності зерна (сорта, добрива, обробіток ґрунту та ін.), вважається висока засміченість посівів сеgetальною рослинністю.

Коренева система більшості бур'янів розвивається швидше і глибина проникнення її в ґрунт вище, ніж у культурних рослин. Внаслідок низької конкурентоспроможності сорго зернового однією з основних завдань ефективною системи захисту є встановлення видового розмаїття сеgetальної рослинності в посівах культури.

В результаті досліджень визначено близько 22 видів бур'янів у посівах сорго зернового, домінуючі представлені на рис. 1.

Встановлено, що у агроценозах сорго домінували злакові однорічні бур'яни чисельність, яких становила: мишій сизий (*Setaria glauca* L.) – 29,6–51,8 шт/м<sup>2</sup>, плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli* L.) – 21,8–44,3 шт/м<sup>2</sup>. Серед дводольних малорічних: щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) – 8,9– 29,2 шт/м<sup>2</sup>, лобода біла (*Chenopodium album* L.) – 8,5–19,8, гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus* L.) – 3,9–5,6, талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.) – 3,4–10,1, грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.) – 2,9–8,7, та інші. Найменш численною була група коренепаросткових – осот жовтий (*Sonchus arvensis* L.) – 1,8–7,9 шт./м<sup>2</sup>.

Досліджено також, що за ранніх строків сівби сорго внаслідок низької температури повітря та орного шару ґрунту (+7...+8 °С) сходи бур'янів відмічено вдвічі менші, тоді як на початку вегетаційного періоду спостерігали різке наростання їхньої кількості, що сприяло стримування ростових процесів та розвитку культури.

З підвищенням забур'яненості посівів від 15 до 60 шт/м<sup>2</sup> урожайність зерна сорго зменшувалася на 70–80 %, а при сильній засміченості – у 2,5–3,0 рази. Вміст білка у зерні знижувалося від 12,8 до 9,00 %.

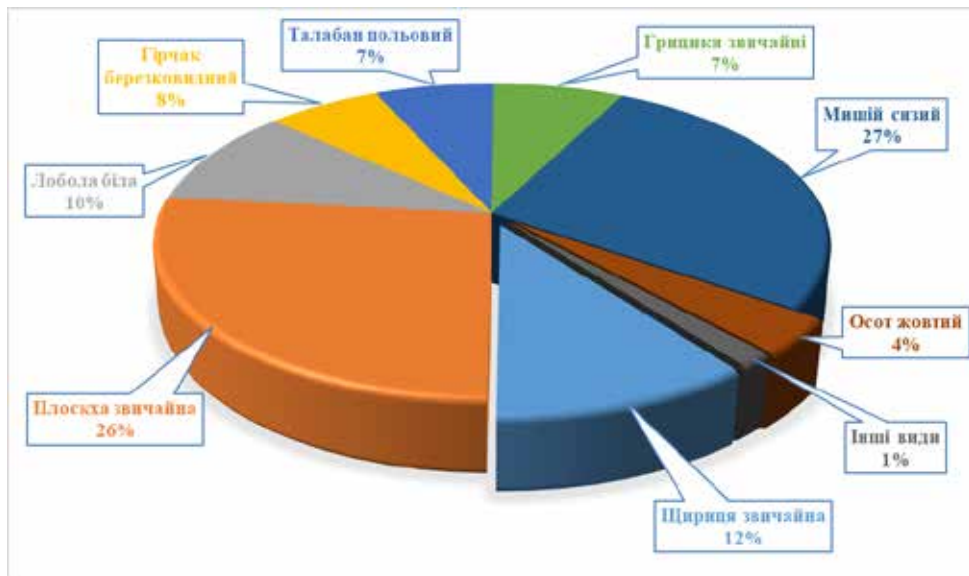


Рис. 1. Структура видового складу популяцій бур'янів у фітоценозах сорго зернового в Поліссі України, 2019–2023

Облік засміченості посівів сорго зернового показав, що у фазу кушіння, перед внесенням гербіцидів листової дії або застосуванням механічних заходів контролю в середньому за всіма варіантами досліди, крім ділянок з ручними прополками та ґрунтовими гербіцидами, кількість бур'янів досягала 128 шт/м<sup>2</sup>, їхня повітряно-суха маса 184 г/м<sup>2</sup>. Забур'яненість характеризувалася як висока (табл. 1).

На варіантах застосування ґрунтових гербіцидів Гвардіан Тетра, СЕ та Примекстра Голд, к. с. кількість сегетальної рослинності зменшувалося від 46 до 10 шт/м<sup>2</sup>, або на 64,1–78,3 %, а їхня середня маса в повітряно-сухому стані знижувалася від 206 до 17 г/м<sup>2</sup>, або на 77,2–93,6 %.

Застосування лише гербіцидів листової дії також не забезпечувало повного знищення бур'янів, зокрема злакових видів: мишій сизий (*Setaria glauca* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli* L.), які добре пристосовані до зростання в посівах сорго.

І лише сумісне використання гербіцидів ґрунтової та листової дії забезпечувало найповніше знищення у посівах бур'янів.

До фази повної стиглості зерна засміченість посівів сорго на варіантах без застосування гербіцидів, як і раніше, залишалася дуже високою з переважанням у посівах як малолітніх дводольних, так і злакових видів бур'янів: щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli* L.).

При внесенні гербіцидів ґрунтової дії Примекстра Голд, к. с. з нормою витрати 3 л/га у порівнянні з контролем число бур'янів зменшувалося зі 116 шт/м<sup>2</sup> до 18 шт/м<sup>2</sup> або у 6,4 рази, їх повітряно-суха маса знижувалася з 267 г/м<sup>2</sup> до 139 г/м<sup>2</sup> або в 1,9 рази, а гербіциду Гвардіан Тетра, СЕ з нормою 3,5 л/га – забезпечувало зниження кількості бур'янів лише у 1,3 рази, а їх маси – у 1,1 рази.

Таблиця 1

## Вплив гербіцидів на забур'яненість посівів сорго зернового, 2019–2023

Гербіциди		Фаза кущіння		Перед збиранням		Вегетаційний період, днів	Висота рослин, см	Маса рослин, г/м <sup>2</sup>
грунтової дії	по вегетації	шт./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	шт./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>			
Контроль (обробка водою)	Контроль (обробка водою)	128	184	116	267	134	76	538
	Ручні прополки (4)	74	106	37	85	118	105	1522
	Агрітокс, РК, 1 л/га	91	131	78	180	127	93	885
	Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га	82	118	51	118	127	95	1100
	Пріма, с. е., 0,5 л/га	88	126	72	166	127	94	924
Гвардіан Тетра, СЕ 3,5 л/га	Контроль (обробка водою)	45	38	32	206	127	95	1115
	Ручні прополки (4)	46	42	35	225	118	106	1537
	Агрітокс, РК, 1 л/га	32	27	27	174	123	95	1325
	Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га	28	24	20	129	123	97	1482
	Пріма, с. е., 0,5 л/га	30	25	24	154	123	95	1394
Примекстра Голд, к. с. 3 л/га	Контроль (обробка водою)	36	21	18	139	125	92	1198
	Ручні прополки (4)	30	17	32	105	118	106	1503
	Агрітокс, РК, 1 л/га	35	21	18	98	121	95	1447
	Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га	30	20	10	71	121	98	1545
	Пріма, с. е., 0,5 л/га	33	19	17	112	121	96	1505
НІР05		2,01	0,95	1,45	2,35	2,75	2,06	4,98

Застосування лише гербіцидів листової дії Агрітокс, РК, Елегант 2 FD, СЕ, Пріма, с. е. також призводило до помітного зниження числа та маси бур'янів рослин. Проте злакові малолітні бур'яни контролювалися цими гербіцидами недостатньо. Число цих бур'янів перед збиранням урожаю досягало 37–116 шт/м<sup>2</sup>, а їх маса – 55–267 г/м<sup>2</sup>.

Найбільш ефективний контроль сегетальної рослинності у посівах сорго зернового було досягнуто при комплексному застосуванні гербіцидів ґрунтової та листової дії. Найвищі показники отримано при поєднанні гербіцидів ґрунтової дії Примекстра Голд, к. с. з нормою витрати 3 л/га та листової дії Агрітокс, РК, Елегант 2 FD, СЕ, Пріма, с. е., при якому забур'яненість посівів знижувалася порівняно з контролем у 6,4–11,6 рази, а за масою – у 2,7–4,0 рази.

Тривалість росту та розвитку сорго при високій забур'яненості фітоценозів внаслідок пригнічення рослин збільшувалася в порівнянні з ділянками, вільними від сегетальних рослин, на 7–14 діб, тоді як при використанні гербіцидів період вегетації скорочувався та становив 118–121 діб.

Урожай є інтегруючим показником умов вирощування культури упродовж вегетації. Він виступає у ролі основного показника, щодо критичних періодів

шкідливості бур'янів. Урожайність сорго зернового гібриду 419×124 при постійному проведенні догляду за посівами склала 6,94 т/га, тоді як на контрольному варіанті – 2,2 т/га. Встановлено, що критичним періодом шкідливості бур'янів при вирощуванні сорго зернового в Поліссі України є 30 днів з моменту появи сходів культури.

Облік урожаю сорго у фазі повної стиглості також підтвердив високу ефективність застосування ґрунтових гербіцидів у поєднанні з препаратами листової дії (табл. 2).

Таблиця 2

**Продуктивність посівів сорго зернового  
залежно від застосування гербіцидів, 2019–2023**

Гербіциди		Продуктивних стебел, шт./м <sup>2</sup>	Маса 1000 зерен, г	Параметри вологі				Урожайність, т/га
ґрунтової дії	по вегетації			довжина, см	маса, г	кількість зерен, шт.	маса зерен, г	
Контроль (обробка водою)	Контроль (обробка водою)	12,2	23,4	20,1	20,2	750	16,2	2,02
	Ручні прополки (4)	14,8	25,1	27,4	48,6	1910	47,2	6,61
	Агрітокс, РК, 1 л/га	14,2	23,5	23,9	32,0	1140	26,0	3,18
	Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га	14,7	24,3	24,6	38,2	1215	30,8	3,58
	Пріма, с. е., 0,5 л/га	14,4	23,8	23,1	34,2	1164	27,2	3,24
Гвардіан Тетра, СЕ 3,5 л/га	Контроль (обробка водою)	14,5	23,8	22,8	38,2	1360	30,2	4,29
	Ручні прополки (4)	16,1	24,9	27,7	51,3	1772	43,0	6,64
	Агрітокс, РК, 1 л/га	15,2	24,2	26,4	47,3	1726	39,3	5,72
	Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га	15,9	24,5	27,2	49,0	1750	41,8	6,05
	Пріма, с. е., 0,5 л/га	15,5	24,2	26,0	47,9	1742	39,5	5,79
Примекстра Голд, к. с. 3 л/га	Контроль (обробка водою)	14,2	23,8	23,8	40,1	1498	33,8	4,70
	Ручні прополки (4)	15,6	25,1	28,6	54,6	1952	47,7	6,94
	Агрітокс, РК, 1 л/га	15,5	24,2	26,4	49,1	1758	42,1	6,08
	Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га	16,0	24,8	27,2	53,8	1889	44,5	6,34
	Пріма, с. е., 0,5 л/га	15,5	24,1	26,9	52,6	1798	42,9	6,18
НІР05		0,74	1,23	0,96	1,15	2,98	1,05	0,19

Так застосування лише гербіцидів листової дії сприяло підвищенню урожайності зерна сорго в порівнянні з посівами без застосування заходів контролю бур'янів на 1,16–1,93 т/га (або 57,4–77,2 %), а тільки ґрунтових – на 2,27–2,68 т/га (на 112,4–132,7 %).

Тоді як при поєднанні препарату ґрунтової дії Примекстра Голд, к. с. з нормою витрати 3 л/га у допосівний період та листової дії Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га у фазі

3–5 листків забезпечувало отримання максимального збільшення врожаю зерна на 4,32 т/га, що перевищує урожайності на контролі у 3,1 рази.

За рахунок знищення бур'янів у посівах сорго ґрунтовими гербіцидами маса рослин з 1 м<sup>2</sup> підвищувалася на 577–660 г (у 2,1–2,2 рази), маса зерна з волоті зростала на 14,0–17,6 г (або 1,9–2,1 рази), висота рослин – на 16,0–19,0 см (у 1,20–1,25 рази).

Серед гербіцидів листової дії найкращі показники структури врожаю забезпечував препарат Елегант 2 FD, СЕ з нормаю втрати 0,5 л/га. Максимальні показники продуктивності були отримані на варіанті сумісного застосування із Примекстра Голд, к. с. Густина продуктивного стеблостої становила 16 шт/м<sup>2</sup>, повітряно-суха маса рослин досягла 15450 г/м<sup>2</sup>, кількість зерен у волоті було на рівні 1889 шт. та їх маса склала 44,5 г.

**Висновки.** Отже, забур'яненість агроценозу сорго зернового знижує урожайність культури від 32 до 88 %, а також погіршує якість отриманої фітопродукції. Тому, щоб забезпечити високу продуктивність сорго необхідно дотримуватися чистоти посівів культури від сегетальної рослинності упродовж усього періоду вегетації.

Діючим прийомом зниження забур'яненості фітоценозів сорго зернового є комплексне застосування гербіцидів листової дії Агрітокс, РК, 1,0 л/га Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га, Пріма, с. е., 0,5 л/га у фазі 3–5 листків культури та ґрунтової – Гвардіан Тетра, СЕ, 3,5 л/га, Примекстра Голд, к. с., 3 л/га, внесених до посіву.

Максимальна урожайність сорго зернового отримана на варіанті сумісного застосування Примекстра Голд, к. с., 3 л/га та Елегант 2 FD, СЕ, 0,5 л/га, яка склала 6,34 т/га, що на 4,32 т/га більше ніж на контролі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Pannacci E.; Bartolini S. Evaluation of chemical weed control strategies in biomass sorghum. *Plant Prot. Res.* 2018. Vol. 58. P. 404–412.
2. Freitas R. S., Hirata A. C. S., Albuquerque C. J. B., Borges W. L. B. Integrated weed management of sorghum. *Informe Agropecuario.* 2014. Vol. 35(278). P. 112–119.
3. Thakur N. S., Kushwaha B. B., Patil D., Girothia O. P. Evaluation of weed management practices for recently released sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.) under rainfed condition. *The Bioscan.* 2016. Vol. 11(4). P. 2355–2358.
4. Веселовський І. В., Манько Ю. П., Козубський О. В. Довідник по бур'янах. Київ : Урожай, 1993. 203 с.
5. Stoliar S., Kliuchevych M. Sorghum diseases in Polissia of Ukraine. *Sciences of Europe.* 2022. Vol. 90(1). P. 3–5.
6. Biological, Trophological, Ecological and Control Features of Horse-Chestnut Leaf Miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic.) / N. Lesovoy, V. Fedorenko, S. Viger, P. Chumak, M. Kliuchevych, O. Strygun, S. Stoliar, M. Retman, L. Vagaliuk. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2020. Vol. 10(3). P. 24–27.
7. Ключевич М. М., Вишнівський П. С., Столяр С. Г. Контроль бурої плямистості листя за екологічно безпечного захисту сорго зернового в Поліссі України. *Корми і кормовиробництво.* 2022. №. 94. P. 39–49.
8. Столяр С. Г. Особливості застосування інформаційних технологій при моніторингу шкідливих організмів сорго зернового в Поліссі України. Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення : збірник тез доповідей III Міжнар. наук.-практ. конф. (8–9 червня 2023) Житомир : Поліський національний університет. С. 106–110.



УДК 633.81:631.52:631.67

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.21>

## ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ СЕРЕДНЬОРАННІХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА ДО АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**Тищенко А.В.** – д.с.-г.н., старший дослідник,  
провідний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур,  
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України  
**Степанов С.С.** – аспірант,  
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства  
Національної академії аграрних наук України

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення і аналізу екологічної стійкості та адаптивної здатності п'ятнадцяти гібридів соняшника середньоранньої групи стиглості до абіотичних стрес-факторів в умовах Півдня України. Найгірші умови і відповідно, найменший індекс стресового середовища –  $-0,716$ , склалися у 2020 році на ділянці 2, натомість найкращі, при індексі середовища  $1,111$ , на ділянці 1 в 2021 році. Отримані експериментальні дані дозволили виділити гібриди з найбільшою врожайністю за стресових умов: Hysun 158 IT –  $1,797$  т/га, Generalis –  $1,676$ , Isida –  $1,674$  т/га та за сприятливих – Fushia KC –  $3,771$  т/га. Найбільшою середньою врожайністю (Ymean) характеризувалися гібриди Isida –  $2,352$  т/га та Fushia KC –  $2,396$ . За коефіцієнтом регресії ( $b_i$ ) виділені гібриди інтенсивного типу ( $b_i > 1$ ) Fushia KC –  $1,27$  і Electric –  $1,28$ , стабільного типу ( $b_i < 1$ ) Generalis –  $0,62$  і Hysun 158 IT –  $0,58$  та гібрид добре адаптований до різноманітних умов вирощування P63LE10 –  $0,99$ . Між врожайністю за різних умов середовища має місце низька пряма залежність  $r = 0,227$ . Урожайність за стресових умов характеризується високою позитивною кореляцією з показниками адаптивності  $S_c$ ,  $Not$  і  $SVG_i$  ( $r = 0,935-0,978$ ), а з  $s_{gi}$  високу від'ємну  $r = -0,860$ , натомість з урожайністю при оптимальних умовах залежність відсутня. Показники адаптивності  $b_p$ ,  $RS$ ,  $\sigma_{SAC_i}^2$  і  $K_i$  характеризувалися з врожайністю при стресі середньою від'ємною залежністю ( $r = -0,435-0,500$ ), натомість з врожайністю за оптимальних умов високою позитивною ( $r = 0,726-0,763$ ). За результатами GGE біplot-аналізу гібриди соняшника Generalis і Hysun 158 IT виділені як стабільні по відношенню до абіотичних стрес-факторів, Fushia KC, Гольфстрим, Electric і Chester – як гібриди інтенсивного типу, а гібрид Boston як пластичний, що добре пристосований до різних умов середовища. За показниками адаптивності до абіотичних стрес-факторів та біplot-аналізом, як найбільш стійкі виділені гібриди Generalis і Hysun 158 IT, гібриди Boston і P63LE10 виділені як пластичні, а гібриди Fushia KC, Гольфстрим і Electric як гібриди інтенсивного типу.

**Ключові слова:** соняшник, гібрид, урожайність, умови середовища, адаптивність, екологічна стійкість.

### **Tyshchenko A.V., Stepanov S.S. Ecological resistance of mid-early sunflower hybrids to abiotic factors in the conditions of Southern Ukraine**

The article presents the results of research on the study and analysis of ecological stability and adaptive capacity of fifteen sunflower hybrids of the middle-early maturity group to abiotic stress factors in the conditions of Southern Ukraine. The worst conditions and, accordingly, the lowest stress environment index  $-0.716$ , occurred in 2020 at site 2, while the best, with an environmental index of  $1.111$ , were at site 1 in 2021. The obtained experimental data made it possible to identify hybrids with the highest yield under stressful conditions: Hysun 158 IT –  $1.797$  t/ha, Generalis –  $1.676$ , Isida –  $1.674$  t/ha, and under favorable conditions – Fushia KC –  $3.771$  t/ha. The hybrids Isida –  $2.352$  t/ha and Fushia KC –  $2.396$  were characterized by the highest average yield (Ymean). According to the regression coefficient ( $b_i$ ), hybrids of intensive type ( $b_i > 1$ ) Fushia KC –  $1.27$  and Electric –  $1.28$ , stable type ( $b_i < 1$ ) Generalis –  $0.62$  and Hysun 158 IT –  $0.58$  and hybrid well

*adapted to various growing conditions P63LE10 – 0.99. There is a low direct correlation  $r = 0.227$  between yields under different environmental conditions. Productivity under stressful conditions is characterized by a high positive correlation with the adaptability indicators  $S_c$ ,  $Hom$  and  $SVG_i$  ( $r = 0.935–0.978$ ), and with  $s_{si}$  a high negative  $r = -0.860$ , on the other hand, there is no correlation with productivity under optimal conditions. Adaptability indicators  $b_i$ ,  $RS$ ,  $\sigma^2SAC_i$  and  $K_{gi}$  were characterized by a moderate negative relationship with yield under stress ( $r = -0.435...-0.500$ ), but with yield under optimal conditions a high positive relationship ( $r = 0.726–0.763$ ). According to the results of the GGE biplot analysis, the sunflower hybrids *Generalis* and *Hysun 158 IT* are distinguished as stable in relation to abiotic stress factors, *Fushia KC*, *Gulfstream*, *Electric* and *Chester* are classified as intensive type hybrids, and the *Boston* hybrid as plastic, well adapted to various conditions environment According to indicators of adaptability to abiotic stress factors and biplot analysis, the *Generalis* and *Hysun 158 IT* hybrids were selected as the most resistant, the *Boston* and *P63LE10* hybrids were selected as plastic, and the *Fushia KC*, *Gulfstream* and *Electric* hybrids were selected as intensive type hybrids.*

**Key words:** sunflower, hybrid, productivity, environmental conditions, adaptability, environmental sustainability.

Соняшник (*Helianthus annuus*) – одна з найважливіших олійних культур у світі [12, с. 23427] та протягом останніх кількох десятиліть площі та виробництво соняшнику зросли через його нейтральність довжини дня, ширшу адаптивність та чутливість до додаткових ресурсів [15, с. 603]. Виробництво та переробка насіння олійних культур в Україні є найбільш перспективним напрямом аграрно-продовольчого сектора. У структурі загальних посівних площ у 2021 р. соняшником було зайнято 6,51 млн га. Завдяки специфічній будові основних органів (корінь, стебло, листя, качан) соняшник успішно вирощується на маргінальних ґрунтах і в напівпосушливих умовах і є стійким до абіотичних стресів [26, с. 4].

Незважаючи на те, що соняшник класифікується як культура, стійка до посухи [24, с. 32], його виробництво суттєво страждає від впливу водного стресу. Обмежена кількість опадів або нестача води для поливу протягом вегетаційного періоду обмежує врожайність соняшнику зі значним скороченням [13, с. 769].

В останні десятиліття спостерігаються зміни клімату, так зване «глобальне потепління», внаслідок якого відбувається підвищення температурного режиму, частішають посушливі періоди та збільшується їх тривалість [35, с. 5; 36, с. 22; 38, с. 97], що призводить до значних коливань урожайності сільськогосподарських культур як у просторі, так і в часі [1, с. 624; 16, с. 85; 32, с. 356]. Підвищення температури в сільськогосподарських регіонах світу значно впливає на кількість опадів і їх перерозподіл протягом вегетаційного періоду, що призводить до значного зниження врожайності сільськогосподарських культур [6, с. 445; 28, с. 137; 37, с. 192; 39, с. 136]. Посушливі умови є одним з основних абіотичних стрес-чинників, які спричиняють серйозні проблеми у всьому світі і призводять до значного зниження врожайності сільськогосподарських культур [4, с. 60; 20, с. 296; 34, с. 2887]. Однак, проблема, пов'язана з дефіцитом води, не є непереборною. Фактично, негативні наслідки посухи можна подолати шляхом виявлення та використання стійких до посухи сортів та гібридів [40, с. 42].

Тому, зусилля селекціонерів необхідно направити на створення не тільки високопродуктивних сортів і гібридів, а й тих, що забезпечують стійкість урожаю в різних агрокліматичних умовах [27, с. 80; 42, с. 56; 43, с. 91]. На сьогоднішні вчені вже досліджено агрономічні та фізіологічні механізми, що відповідають за стабільність урожаю [17, с. 142; 23, с. 167; 41, с. 28; 44, с. 144]. Отже, різні сорти і гібриди можуть демонструвати контрастні реакції на умови довкілля внаслідок їхньої взаємодії [29, с. 192; 33, с. 437; 46, с. 103].

**Мета дослідження** – вивчення і аналіз екологічної стійкості та адаптивної здатності гібридів соняшника середньоранньої групи стиглості до абіотичних стрес-факторів в умовах Півдня України.

**Матеріали і методи досліджень.** Реакцію гібридів соняшника на різні умови вирощування вивчали в ТОВ «Агропроект Юг» у с. Подовка, Херсонська область (46°39'25»N; 33°48'54»E; 39 м над рівнем моря) протягом 2020–2021 рр.

Вивчали 15 гібридів соняшника середньоранньої групи стиглості, що зазвичай вирощуються на півдні України та занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Гібриди були протестовані на ділянках площею 50 м<sup>2</sup> у трьох повтореннях методом рендомізованих повторень (блоків), норма висіву була скоригована до 55 тисяч життєздатного насіння на га. Дослідження проводилися за загальноприйнятою методикою, кількість хімічних обробок була скоригована відповідно до умов вирощування та наявності бур'янів та хвороб і шкідників. Досліджувані зразки були посіяні у другій декаді квітня, а збирання – кінець серпня – початок вересня.

Дослідження проводилися на двох ділянках на протязі 2020–2021 рр.: Ділянка 1 – ґрунт темно-каштановий, середньо-суглинковий, залишково-слабо-солонцюватий. В орному шарі міститься 2,5 % гумусу, мінерального азоту 3,3 мг в 100 г ґрунту, рухомого фосфору – 4,8 та обмінного калію 51 мг у 100 г ґрунту, рН водної витяжки 6,9–7,3, рівноважна щільність складення – 1,38 г/см<sup>3</sup>, пористість – 49,5 %, водопроникність – 1,26 мм/хв. Попередники кукурудза і соя, добрива N<sub>40</sub>P<sub>20</sub>. Ділянка 2 – ґрунт темно-каштановий, середньо-суглинковий, залишково-слабо-солонцюватий. В орному шарі міститься 1,9 % гумусу, мінерального азоту 2,4 мг в 100 г ґрунту, рухомого фосфору – 3,9 та обмінного калію 37 мг у 100 г ґрунту, рН водної витяжки 6,3–6,7, рівноважна щільність складення – 1,43 г/см<sup>3</sup>, пористість – 43,6 %, водопроникність – 1,12 мм/хв. Попередники озимий ріпак і соняшник, без добрив.

Середні температури, сума опадів та відносна вологість повітря для всіх експериментальних сезонів наведені у таблиці 1 разом із середніми довгостроковими значеннями.

Таблиця 1

**Погодні умови проведення досліджень**

	Середньобагаторічні			2020			2021		
	Т (°C)	Р (мм)	j	Т (°C)	Р (мм)	j	Т (°C)	Р (мм)	j
квітень	9,6	28,0	73	9,5	7,5	54	8,9	41,4	71
травень	15,6	38,0	68	14,9	32,4	66	16,9	97,7	69
червень	20,0	46,0	64	22,2	49,3	64	20,7	89,2	77
липень	22,4	42,0	59	24,7	44,2	53	25,3	76,7	62
серпень	21,6	35,0	59	23,1	36,4	51	24,4	25,3	61
вересень	16,4	28,0	67	20,4	21,5	55	16,9	1,1	61
квітень – серпень	17,8	189,0	65	18,9	169,8	58	19,2	330,3	68
квітень – вересень	17,6	217,0	65	19,1	191,3	57	18,8	331,4	67

**Статистичний аналіз.** Аналіз стійкості гібридів соняшника до стресу проводили за допомогою індексів посухостійкості:  $MP$  – середньої врожайності [25, с. 944],  $D$  – інтенсивності посухи [2, с. 3],  $SSI$  – сприйнятливості до посухи [10, с. 900],  $TOL$  – толерантності до посухи [25, с. 945],  $YSI$  – стабільності врожаю [3, с. 934],  $YI$  – врожайності [11, с. 526; 21, с. 195],  $STI$  – толерантності до стресу [9, с. 259],  $GMP$  – середньої геометричної (пропорційної) врожайності [9, с. 260; 18, с. 45],  $RDI$  – відносної стійкості до посухи [10, с. 904],  $DI$  – посухостійкості [2, с. 5; 19, с. 86],  $SSPI$  – схильності до стресу [22, с. 169],  $MSTI$ ,  $M_1STI$ ,  $M_2STI$  – модифікованих індексів толерантності до стресу [8, с. 36],  $ATI$  – абіотичної толерантності [22, с. 172],  $HMP$  – гармонічної середньої продуктивності [5, с. 285; 14, с. 36; 18, с. 44],  $ISR$  – стійкості до стресу [30, с. 359; 33, с. 437; 45, с. 157] та індексу умов зовнішнього середовища (екологічний індекс), отриманий як середнє значення всіх сортів у  $j$ -му середовищі мінус загальне середнє ( $I_j$ ), коефіцієнту регресії сорту на середовище ( $b_j$ ), дисперсії відхилення від лінії регресії ( $s_{di}^2$ ) [7, с. 37], показнику стійкості до стресу ( $RS$ ), генетичної гнучкості ( $Gf$ ) [25, с. 944], загальної гомеостатичності ( $Hom$ ), селекційної цінності ( $Sc$ ), коефіцієнта адаптивності ( $CA$ ), ефектів загальної адаптаційної здатності ( $GAC_i$ ), специфічної адаптаційної здатності ( $SAC_i$ ), варіанси взаємодії генотипу та середовища ( $\sigma_{(G \times E)_{gi}}^2$ ), варіанси специфічної адаптаційної здатності ( $\sigma_{SAC_i}^2$ ), відносної стабільності генотипу ( $s_{gi}$ ), селекційного значення генотипу ( $SVG_i$ ), коефіцієнта компенсації-дестабілізації генотипу ( $K_{gi}$ ), коефіцієнта нелінійності реакції генотипу на навколишнє середовище ( $l_{gi}$ ) [31, с. 326–340].

Проведено кореляційний та кластерний аналізи між індексами врожайності насіння та посухостійкості і показниками адаптивності для визначення найкращих посухостійких гібридів, індексів та показників адаптивності. Аналіз головних компонентів (PCA) проводили на основі спостережень. Кореляційний, кластерний аналізи, так і PCA проводили за допомогою Microsoft® Excel 2016/XLSTAT© -Pro (Version 2016.02.28451, 2016, Addinsoft, Inc., Бруклін, Нью-Йорк, США), Statistica data analysis software system v.8. (Sta Stof Inc., North Melbourne, Australia) та SPSS 20.00 statistical software (SPSS/PC-20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Найгірші умови і відповідно, найменший індекс стресового середовища –  $-0,716$ , склалися у 2020 році на ділянці 2, натомість найкращі, при індексі середовища  $1,111$ , на ділянці 1 в 2021 році. Найбільшою врожайністю за стресових умов характеризувалися гібриди: *Hysun 158 IT* –  $1,797$  т/га, *Generalis* –  $1,676$  та *Isida* –  $1,674$  т/га, а за сприятливих умов виділився гібрид *Fushia KC* –  $3,771$  т/га. Найбільшою середньою врожайністю ( $Y_{mean}$ ) характеризувалися гібриди *Isida* –  $2,352$  т/га та *Fushia KC* –  $2,396$  (табл. 2).

Найбільшим рівнем стійкості досліджуваних гібридів до стресових умов ( $RS$ ), а відповідно і найменшим значенням характеризувався *Hysun 158 IT* –  $1,12$ . Гібриди *Fushia KC* та *Гольфстрим* зі значеннями  $2,32$ – $2,34$  виявилися найбільш нестійкими до стресових умов.

За селекційною цінністю ( $Sc$ ) виділені гібриди *Hysun 158 IT* –  $1,37$ , *Generalis* –  $1,25$  та *Isida* –  $1,15$ . За генетичною гнучкістю ( $Gf$ ) виділені гібриди *Isida* –  $2,54$  та *Fushia KC* –  $2,60$ .

За коефіцієнтом регресії ( $b_j$ ), що є критерієм оцінки рівня екологічної пластичності і вказує на реакцію генотипу на зміну умов середовища, виділені гібриди інтенсивного типу ( $b_j > 1$ ) *Fushia KC* –  $1,27$  і *Electric* –  $1,28$ , стабільного типу ( $b_j < 1$ ) *Generalis* –  $0,62$  і *Hysun 158 IT* –  $0,58$ . Якщо  $b_j = 1$ , то гібрид добре адаптований до різноманітних умов вирощування, наближеним до такого є гібрид *P63LE10* –  $0,99$ .

За коефіцієнтом адаптивності ( $CA$ ) виділилися гібриди *Isida* – 113,2 і *Fushia KC* – 115,3. Найвищими значеннями гомеостатичності ( $Hom$ ) характеризувалися гібриди *Generalis* – 10,4 та *Hysun 158 IT* – 12,0.

Таблиця 2

**Гомеостатичність, екологічна пластичність і адаптивність гібридів соняшника за ознакою урожайності насіння (2020, 2021 рр.)**

Гібрид	Позначення	Урожайність, т/га		Параметри адаптивності						
		$Y_{lim} - Y_{opt}$	$Y_{mean}$	$RS$	$Sc$	$Gf$	$b_i$	$s_{di}^2$	$CA$	$Hom$
<i>Boston</i>	G1	1,521–3,440	2,277	1,92	1,01	2,48	1,05	0,000	109,6	7,4
<i>Electric</i>	G2	1,260–3,420	2,120	2,16	0,78	2,34	1,19	0,015	102,0	5,7
<i>Epic</i>	G3	1,007–2,690	1,677	1,68	0,63	1,85	0,93	0,008	80,7	4,5
<i>Generalis</i>	G4	1,676–2,860	2,128	1,18	1,25	2,27	0,62	0,062	102,4	10,4
<i>Isida</i>	G5	1,674–3,410	2,352	1,74	1,15	2,54	0,93	0,013	113,2	8,7
<i>Proxima</i>	G6	1,141–2,710	1,761	1,57	0,74	1,93	0,86	0,000	84,7	5,4
<i>Hysun 158 IT</i>	G7	1,797–2,920	2,222	1,12	1,37	2,36	0,58	0,092	106,9	12,0
<i>Hysun 162 IT</i>	G8	1,228–3,230	2,024	2,00	0,77	2,23	1,10	0,009	97,4	5,6
<i>Hysun 218</i>	G9	1,375–3,310	2,140	1,94	0,89	2,34	1,06	0,001	103,0	6,4
<i>P63LE10</i>	G10	1,370–3,080	1,961	1,71	0,87	2,23	0,99	0,030	94,4	6,1
<i>Chester</i>	G11	1,396–3,428	2,200	2,03	0,90	2,41	1,12	0,002	105,9	6,5
<i>Fushia KC</i>	G12	1,427–3,771	2,396	2,34	0,91	2,60	1,27	0,006	115,3	6,7
<i>Гольфстрим</i>	G13	1,251–3,570	2,084	2,32	0,73	2,41	1,28	0,029	100,3	5,1
<i>Драган</i>	G14	1,338–3,050	2,066	1,71	0,91	2,19	0,92	0,013	99,4	6,8
<i>Pimicol</i>	G15	0,970–2,950	1,762	1,98	0,58	1,96	1,10	0,030	84,8	4,3
<b>Середнє</b>		<b>1,362–3,189</b>	<b>2,078</b>	<b>1,83</b>	<b>0,90</b>	<b>2,28</b>	<b>1,00</b>	<b>0,021</b>	<b>100,0</b>	<b>6,8</b>
V, %		17,39–10,16	10,27	19,49	24,51	9,68	20,43	118,78	10,27	31,50
$S\dot{x}_{абс.}$		0,06–0,08	0,05	0,09	0,06	0,06	0,05	0,01	2,65	0,55
$S\dot{x}_{віднос.}$		4,49–2,62	2,65	5,03	6,33	2,50	5,28	30,67	2,65	8,13
$HP_{01}$		0,19–0,26	0,17	0,29	0,18	0,18	0,17	0,02	8,41	1,75
$HP_{05}$		0,14–0,19	0,13	0,21	0,13	0,13	0,12	0,01	6,07	1,26

Найвищим ефектом загальної адаптивної здатності ( $GAC_i$ ) відзначилися гібриди *Isida* – 0,27 і *Fushia KC* – 0,32, найменшим значенням – *Epic* – -0,40 (табл. 3).

Стабільність реакції генотипу на зміни умов середовища за продуктивністю визначається величиною варіанси ( $\sigma_{SAC}^2$ ), встановлені найбільш стабільні гібриди *Generalis* – 0,059 та *Hysun 158 IT* – 0,057. Гібриди *Гольфстрим* – 0,223 та *Fushia KC* – 0,214 є нестабільними.

За показником відносної стабільності генотипу ( $s_{gi}$ ), з найменшими його значеннями, були виділені гібриди *Generalis* – 11,5 та *Hysun 158 IT* – 10,8, а за селекційною цінністю генотипу ( $SVG_i$ ) виділилися гібриди *Generalis* – 1,45, та *Hysun 158 IT* – 1,55 та *Isida* – 1,40.

Гібриди *Boston*, *Hysun 218*, *Epic* та *Chester* характеризувалися найменшими значеннями (0,000–0,002) варіанси взаємодії генотипу та середовища ( $\sigma^2_{(G \times E)gi}$ ), і володіли лінійною реакцією ( $l_{gi}$ ) на зміну умов середовища (0,002–0,020). Проте у гібридів *Boston*, *Hysun 218* та *Chester* переважав ефект дестабілізації ( $K_{gi} > 1$ ). Найнижчими значеннями коефіцієнту компенсації ( $K_{gi}$ ) характеризувалися гібриди *Generalis* – 0,45 та *Hysun 158 IT* – 0,43, натомість у гібридів *Гольфстрім* – 1,67 та *Fushia KC* – 1,61 – найвищі значення.

Таблиця 3

**Параметри адаптивних властивостей гібридів соняшника  
за ознакою урожайності насіння (2020, 2021 рр.)**

Гібрид	Позначення	Урожайність, т/га		Параметри адаптивності						
		$Y_{lim} - Y_{opt}$	$Y_{mean}$	$GAC_i$	$\sigma^2_{(G \times E)gi}$	$\sigma^2_{SACi}$	$s_{gi}$	$SVG_i$	$K_{gi}$	$l_{gi}$
<i>Boston</i>	G1	1,521–3,440	2,277	0,20	0,000	0,145	16,7	1,21	1,09	0,002
<i>Electric</i>	G2	1,260–3,420	2,120	0,04	0,007	0,192	20,7	0,90	1,44	0,037
<i>Epic</i>	G3	1,007–2,690	1,677	-0,40	0,002	0,116	20,3	0,73	0,87	0,014
<i>Generalis</i>	G4	1,676–2,860	2,128	0,05	0,028	0,059	11,5	1,45	0,45	0,478
<i>Isida</i>	G5	1,674–3,410	2,352	0,27	0,002	0,118	14,6	1,40	0,89	0,020
<i>Proxima</i>	G6	1,141–2,710	1,761	-0,32	0,003	0,098	17,8	0,89	0,74	0,026
<i>Hysun 158 IT</i>	G7	1,797–2,920	2,222	0,14	0,037	0,057	10,8	1,55	0,43	0,645
<i>Hysun 162 IT</i>	G8	1,228–3,230	2,024	-0,05	0,003	0,163	20,0	0,90	1,23	0,016
<i>Hysun 218</i>	G9	1,375–3,310	2,140	0,06	0,001	0,150	18,1	1,06	1,13	0,004
<i>P63LE10</i>	G10	1,370–3,080	1,961	-0,12	0,004	0,135	18,7	0,94	1,01	0,031
<i>Chester</i>	G11	1,396–3,428	2,200	0,12	0,002	0,166	18,5	1,07	1,25	0,012
<i>Fushia KC</i>	G12	1,427–3,771	2,396	0,32	0,010	0,214	19,3	1,11	1,61	0,048
<i>Гольфстрім</i>	G13	1,251–3,570	2,084	0,01	0,015	0,223	22,6	0,77	1,67	0,066
<i>Драган</i>	G14	1,338–3,050	2,066	-0,01	0,003	0,115	16,4	1,12	0,87	0,022
<i>Рімісол</i>	G15	0,970–2,950	1,762	-0,32	0,006	0,166	23,1	0,63	1,25	0,033
<b>Середнє</b>		<b>1,362–3,189</b>	<b>2,078</b>	<b>0,00</b>	<b>0,008</b>	<b>0,141</b>	<b>17,9</b>	<b>1,05</b>	<b>1,06</b>	<b>0,097</b>
V, %		17,39–10,16	10,27	31,50	128,03	34,91	19,77	25,57	34,70	198,02
$S\dot{x}_{абс.}$		0,06–0,08	0,05	0,55	0,003	0,01	0,92	0,07	0,09	0,05
$S\dot{x}_{віднос.}$		4,49–2,62	2,65	8,13	33,06	9,01	5,10	6,60	8,96	51,13
$HP_{01}$		0,19–0,26	0,17	1,75	0,009	0,04	2,90	0,22	0,30	0,16
$HP_{05}$		0,14–0,19	0,13	1,26	0,006	0,03	2,10	0,16	0,22	0,11

Між врожайністю за різних умов середовища має місце низька пряма залежність  $r = 0,227$ . Урожайність гібридів соняшника за оптимальних та лімітуючих умов середовища має високий позитивний кореляційний зв'язок ( $r = 0,703–0,852$ ) з показниками  $Y_{mean}$ ,  $Gf$ ,  $CA$  та  $GAC_i$ . Урожайність за стресових умов характеризується високою позитивною кореляцією з показниками адаптивності  $Sc$ ,  $Hom$  і  $SVG_i$  ( $r = 0,935–0,978$ ), а з  $s_{gi}$  високу від'ємну  $r = -0,860$ , натомість з урожайністю при оптимальних умовах залежність відсутня. Показники адаптивності  $b_p$ ,  $RS$ ,  $\sigma^2_{SACi}$

і  $K_{gi}$  характеризувалися з врожайністю при стресі середньою від'ємною залежністю ( $r = -0,435$ — $-0,500$ ), натомість з врожайністю за оптимальних умов високою позитивною ( $r = 0,726$ — $0,763$ ) (табл. 4).

За результатами GGE біплот-аналізу гібриди соняшника *Generalis* (G4) і *Hysun 158 IT* (G7), що знаходиться в одній чверті з вектором урожайності при стресі ( $Y_{lim}$ ) та наближені до його вершини, формують високу урожайність за негативних умов середовища і їх можна віднести до стабільних по відношенню до абіотичних стрес-факторів (рис. 1).

Гібриди соняшника *Fushia KC* (G12) та *Гольфстрим* (G13), що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності за кращих умов ( $Y_{opt}$ ) та максимально наближений до його вершини характеризуються високою продуктивністю і їх можна характеризувати як гібриди інтенсивного типу. Також до цього типу можна віднести і гібриди *Electric* (G2) і *Chester* (G11).

Гібрид соняшника *Boston* (G1), що знаходиться в одній чверті з вектором урожайності за оптимальних умов ( $Y_{opt}$ ), але наближений до осі абсцис, тобто між векторами умов середовища, формує високу урожайність як за сприятливих, так і негативних умов. Цей гібрид можна віднести до пластичних, що добре пристосований до різних умов середовища.

Гібрид соняшника *Epic* (G3), що знаходиться біля осі абсцис на межі III та IV чвертей, формує високу урожайність як за оптимальних, так і лімітуючих умов та його можна віднести до пластичних, проте у нього продуктивність нижча ніж у гібрида *Boston* (G1).

Таблиця 4

**Матриця кореляційних зв'язків між максимальною і мінімальною урожайністю насіння гібридів соняшника та гомеостатичністю, екологічною пластичністю і параметрами адаптивності (2020, 2021 рр.)**

	$Y_{opt}$	$Y_{lim}$	$Y_{mean}$	$b_i$	$s_{d_i}^2$	RS	Sc	Gf	CA	Hom	$GAC_i$	$\sigma_{(G \times E)_{gi}}^2$	$\sigma_{s_{ACi}}^2$	$s_{gi}$	$SVG_i$	$K_{gi}$	$l_{gi}$
$Y_{opt}$	<b>1,000</b>	0,227	0,753	0,726	-0,339	0,761	0,038	0,852	0,753	-0,067	0,756	-0,197	0,762	0,262	0,069	0,763	-0,338
$Y_{lim}$	0,227	<b>1,000</b>	0,790	-0,500	0,508	-0,459	0,978	0,703	0,790	0,935	0,786	0,553	-0,436	-0,860	0,967	-0,435	0,634
$Y_{mean}$	0,753	0,790	<b>1,000</b>	0,103	0,079	0,160	0,672	0,973	1,000	0,584	1,000	0,213	0,159	-0,432	0,706	0,161	0,196
$b_i$	0,726	-0,500	0,103	<b>1,000</b>	-0,654	0,996	-0,658	0,262	0,104	-0,726	0,108	-0,578	0,985	0,846	-0,629	0,985	-0,757
$s_{d_i}^2$	-0,339	0,508	0,079	-0,654	<b>1,000</b>	-0,649	0,604	0,027	0,079	0,704	0,076	0,934	-0,522	-0,562	0,485	-0,525	0,931
RS	0,761	-0,459	0,160	0,996	-0,649	<b>1,000</b>	-0,617	0,309	0,161	-0,685	0,165	-0,552	0,985	0,813	-0,582	0,986	-0,733
Sc	0,038	0,978	0,672	-0,658	0,604	-0,617	<b>1,000</b>	0,553	0,672	0,986	0,668	0,636	-0,593	-0,938	0,986	-0,593	0,743
Gf	0,852	0,703	0,973	0,262	0,027	0,309	0,553	<b>1,000</b>	0,973	0,453	0,974	0,155	0,323	-0,270	0,569	0,324	0,095
CA	0,753	0,790	1,000	0,104	0,079	0,161	0,672	0,973	<b>1,000</b>	0,583	1,000	0,212	0,159	-0,431	0,706	0,161	0,195
Hom	-0,067	0,935	0,584	-0,726	0,704	-0,685	0,986	0,453	0,583	<b>1,000</b>	0,580	0,733	-0,648	-0,943	0,960	-0,648	0,837
$GAC_i$	0,756	0,786	1,000	0,108	0,076	0,165	0,668	0,974	1,000	0,580	<b>1,000</b>	0,212	0,164	-0,427	0,703	0,166	0,193
$\sigma_{(G \times E)_{gi}}^2$	-0,197	0,553	0,213	-0,578	0,934	-0,552	0,636	0,155	0,212	0,733	0,212	<b>1,000</b>	-0,427	-0,577	0,537	-0,428	0,960
$\sigma_{s_{ACi}}^2$	0,762	-0,436	0,159	0,985	-0,522	0,985	-0,593	0,323	0,159	-0,648	0,164	-0,427	<b>1,000</b>	0,815	-0,583	1,000	-0,634
$s_{gi}$	0,262	-0,860	-0,432	0,846	-0,562	0,813	-0,938	-0,270	-0,431	-0,943	-0,427	-0,577	0,815	<b>1,000</b>	-0,942	0,814	-0,740
$SVG_i$	0,069	0,967	0,706	-0,629	0,485	-0,582	0,986	0,569	0,706	0,960	0,703	0,537	-0,583	-0,942	<b>1,000</b>	-0,582	0,660
$K_{gi}$	0,763	-0,435	0,161	0,985	-0,525	0,986	-0,593	0,324	0,161	-0,648	0,166	-0,428	1,000	0,814	-0,582	<b>1,000</b>	-0,635
$l_{gi}$	-0,338	0,634	0,196	-0,757	0,931	-0,733	0,743	0,095	0,195	0,837	0,193	0,960	-0,634	-0,740	0,660	-0,635	<b>1,000</b>

\* – Confidence interval (%): 95

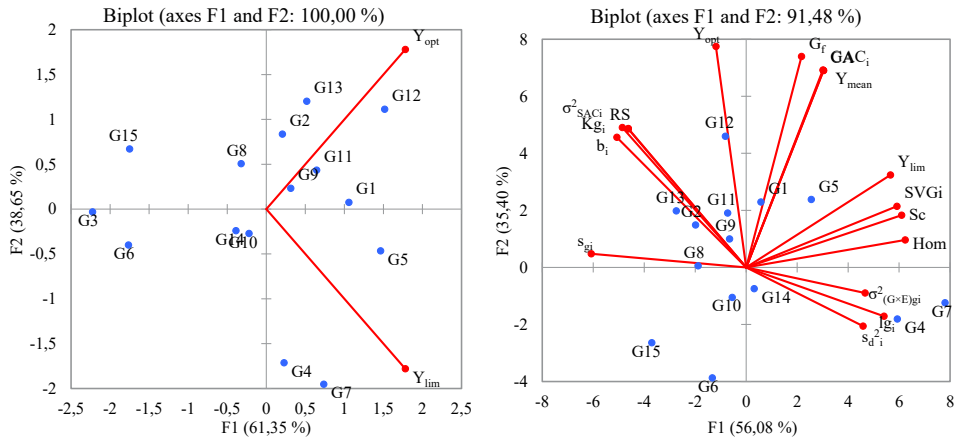


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія гібридів соняшника і середовищ (метод біплот-аналізу). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: ● – умови середовища; ● – гібриди

За агломеративним ієрархічним кластерним аналізом середньоранні гібриди соняшника були поділені на три кластери по відношенню до абіотичних стрес-факторів (рис. 2).

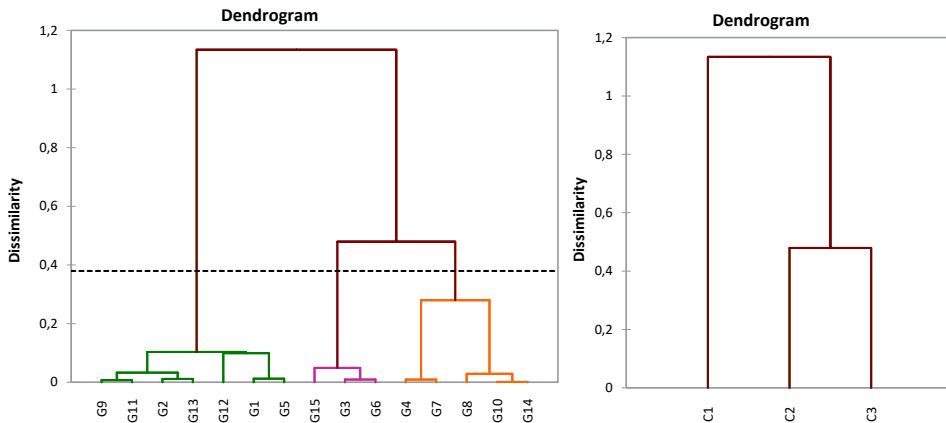


Рис. 2. Дендрограма кластеризації п'ятнадцяти гібридів соняшника за стійкістю до абіотичних стрес-факторів

Найбільш адаптивні до абіотичних чинників гібриди об'єдналися в кластер 3, серед них G4 – *Generalis* і G7 – *Hysun 158 IT*. Гібриди G3 – *Epic*, G6 – *Proxima* і G15 – *Pimicol* з найменшою продуктивністю за обох умов утворили 2 кластер. Останні десять гібридів об'єдналися у 1 кластер, серед яких найбільш інтенсивні гібриди G2 – *Electric*, G12 – *Fushia KC* і G13 – *Гольфстрим*.

Також був проведений кластерний аналіз гібридів соняшника методом k-середніх. До 1 кластера увійшли вісім різних не стійких до абіотичних стрес-факторів



гібридів, порівняно з агломеративним ієрархічним кластерним аналізом з 3 кластеру перейшов гібрид G8 – *Hysun 162 IT*. Найменша відстань до центру кластера спостерігалася у гібрида G11 – *Chester* на рівні 0,020, натомість найбільша 0,326 у гібрида G12 – *Fushia KC* (табл. 5).

Таблиця 5

**Кластеризація п'ятнадцяти гібридів соняшника за стійкістю до абіотичних стрес-факторів методом k-середніх і агломеративного ієрархічного кластерного аналізу**

Гібрид	Позначення	Кластеризація k-середніх		Агломеративна ієрархічна кластеризація
		Кластер	Відстань до центру кластера	Кластер
<i>Boston</i>	G1	1	0,130	1
<i>Electric</i>	G2	1	0,134	1
<i>Epic</i>	G3	2	0,099	2
<i>Generalis</i>	G4	3	0,176	3
<i>Isida</i>	G5	1	0,285	1
<i>Proxima</i>	G6	2	0,125	2
<i>Hysun 158 IT</i>	G7	3	0,258	3
<i>Hysun 162 IT</i>	G8	1	0,272	3
<i>Hysun 218</i>	G9	1	0,138	1
<i>P63LE10</i>	G10	3	0,203	3
<i>Chester</i>	G11	1	0,020	1
<i>Fushia KC</i>	G12	1	0,326	1
<i>Гольфстрим</i>	G13	1	0,186	1
<i>Драган</i>	G14	3	0,220	3
<i>Pimicol</i>	G15	2	0,181	2

До 2 кластера увійшли три гібрида з різною резистентністю до стрес-факторів з найменшою відстанню до центру кластера у гібрида G3 – *Epic* на рівні 0,099, натомість найбільша 0,181 у гібрида G15 – *Pimicol*.

До 3 кластера увійшли чотири стабільних гібрида з найменшою відстанню до центру кластера у гібрида G4 – *Generalis* на рівні 0,176, натомість найбільша 0,258 у гібрида G7 – *Hysun 158 IT*.

**Висновки.** Виділені показниками адаптивності  $Sc$ ,  $Hom$ ,  $s_{gi}$  і  $SVG_p$ , що найбільш повно характеризують стійкість гібридів соняшника до негативних умов середовища. Показники адаптивності  $b_p$ ,  $\sigma_{SACi}^2$  і  $K_{gi}$  розділяють гібриди на інтенсивні, пластичні та стабільні за їх реакцією на стрес від впливу абіотичних чинників.

За показниками адаптивності до абіотичних стрес-факторів та біплот-аналізом, як найбільш стійкі виділені гібриди *Generalis* і *Hysun 158 IT*, гібриди *Boston* і *P63LE10* виділені як пластичні, а гібриди *Fushia KC*, *Гольфстрим* і *Electric* як гібриди інтенсивного типу.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Anderson W.K., Brennan R.F., Jayasena K.W., Micic S., Moore J.H., Nordblom T. Tactical crop management for improved productivity in winter-dominant rainfall regions: a review. *Crop & Pasture Science*. 2020. Vol. 71. P. 621–644. <https://doi.org/10.1071/CP19315>
2. Blum A. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1988
3. Bouslama M., Schapaugh W.T. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*. 1984. Vol. 24. № 5. P. 933–937. doi:10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x
4. Ceglar A., Toreti A., Lecerf R., Van der Velde M., Dentener F. Impact of meteorological drivers on regional inter-annual crop yield variability in France. *Agric. For. Meteorol.* 2016. Vol. 216. P. 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.10.004>
5. Chakherchaman S.A., Mostafaei H., Imanparast L. and Eivazian M.R. Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2009. Vol. 7. P. 283–288
6. Chawade A., Armoniené R., Berg G., Brazauskas G., Frostgård G., Geleta M., Gorash A., Henriksson T., Himanen K., Ingver A. A transnational and holistic breeding approach is needed for sustainable wheat production in the Baltic Sea region. *Physiol. Plant*. 2018. Vol. 164. P. 442–451. <https://doi.org/10.1111/ppl.12726>
7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc.* 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.
8. Farshadfar E., Sutka J. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun.* 2002. Vol. 31. P. 33–40. <https://www.jstor.org/stable/23787201>
9. Fernandez C.J. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Aug. 13–16. Shanhua, Taiwan, 1992. P. 257–270.
10. Fisher R.A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1978. Vol. 29. № 5. P. 897–912. doi:10.1071/AR9780897
11. Gavuzzi P., Rizza F., Palumbo M. et al. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*. 1997. Vol. 77. № 4. P. 523–531.
12. González-Alonso A., Ramírez-Tortosa C., Varela-López A., Roche E., Arribas M. et al. Sunflower Oil but Not Fish Oil Resembles Positive Effects of Virgin Olive Oil on Aged Pancreas after Life-Long Coenzyme Q Addition. *Int. J. Mol. Sci.* 2015. Vol. 16. P. 23425–23445
13. Iqbal N., Ashraf M., Ashraf M.Y. and Azam F. Effect of exogenous application of glycinebetaine on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. *International Journal of Biology and Biotechnology*. 2005. Vol. 2. Issue 3. P. 765–771.
14. Jafari A., Paknejad F., Jami Al-Ahmadi M. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Inter J Plant Prod*. 2009. Vol. 3. Issue 4. P. 33–38.
15. Khatun M., Hossain T.M., Miah M.M., Khandoker S., Rashid M.A. Profitability of sunflower cultivation in some selected sites of Bangladesh. *Bangladesh J. Agric. Res.* 2016. Vol. 41. P. 599–623.
16. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 2 – drought years). *Аграрні інновації*. 2023. № 20. С. 82–92. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.13>
17. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the

conditions of the Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 140–150. <https://doi.org/10.32848/аграр.innov.2023.19.22>

18. Kristin A.S., Serna R.R., Perez F.I., Enriquez B.C., Gallegos J.A.A., et al. Improving common bean performance under drought stress. *CropSci*. 1997. Vol. 37. P. 43–50.

19. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. Vol. 7. P. 85–87.

20. Lavrynenko Y., Tyshchenko A., Bazalii H., Konovalova V., Zhupyna A., et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of Southern Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2023. Vol. LXVI. No. 2. P. 294–301. ISSN 2285–5785

21. Lin C.S., Binns M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci*. 1988. Vol. 68. P. 193–198. <https://doi.org/10.4141/cjps88-018>

22. Moosavi S.S., Yazdi-Samadi B., Naghavi M.R., Zali A.A., Dashti H., Pourshahbazi A. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert*. 2008. Vol. 12. Issue 2. P. 165–178.

23. Ojha A. & Ojha B.R. Assessment of Morpho-Physiological, Yield and Yield Attributing Traits Related to Post Anthesis Drought in Wheat Genotypes Under Rainfed Condition in Rampur, Chitwan. *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol*. 2020, Vol. 8, Issue 3, P. 323–335. DOI: 10.3126/ijasbt.v8i3.31609

24. Rauf S. Breeding sunflower (*Helianthus annuus* L.) for drought tolerance, *Commun. Biom. Crop Sci.*, 2008. Vol. 3. P. 29–44.

25. Rosielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 1981. Vol. 21. № 6. P. 943–946. doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x

26. Škorić D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*. 2009. Vol.32(50). P. 1–16.

27. Subira J., Álvaro F., del Moral L.F.G., & Royo C. Breeding effects on the cultivar × environment interaction of durum wheat yield. *European Journal of Agronomy*. 2015. Vol. 68. P. 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.04.009>

28. Team B.A. Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. In *Regional Climate Studies*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 2015. Vol. 6. P. 131–144.

29. Tyshchenko A.V., Konovalova V.M., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 190–200. <https://doi.org/10.32848/аграр.innov.2023.19.29>

30. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Fundirat K.S., Piliarska O.O. Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*, 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (May 19–20, 2023; Vancouver, Canada) by the SPC «InterConf». A.T. International, 2023. P. 343–361. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030>

31. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Fundirat K.S., Piliarska O.O. Methods of determining the adaptability and ecological stability of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*, 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (May 19–20, 2023; Vancouver, Canada) by the SPC «InterConf». A.T. International, 2023. P. 324–342. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.029>

32. Tyshchenko O., Tyshchenko A., Piliarska O., Kuts H., Lykhovyd P. Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*. 2020. Vol. 9. No. 2. P. 353–358. ISSN 2285-5718

33. Vozhehova R., Tyshchenko A., Tyshchenko O., Dymov O., Piliarska O., Lykhovyd P. Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021. Vol. LXIV. No. 2. P. 435–444.
34. Yuyi Zhou, Rui He, Yuling Guo, Keke Liu, Guanmin Huang et al. A novel ABA functional analogue B2 enhances drought tolerance in wheat. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 2887. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39013-8>
35. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Димов О.М., Люта Ю.О. Особливості прояву адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни при вирощуванні на насіння. *Вісник СумНАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. 2021. Випуск 2(44). С. 3–11. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1>
36. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Димов О.М., Пілярська О.О. Оцінювання посухостійкості селекційного матеріалу люцерни за показниками водного режиму в умовах Півдня України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2021. Vol. 17. No 1. С. 21–29. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204>
37. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни кормового використання в рік сівби за математичними індексами. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 190–198. DOI <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.13.28>
38. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Насіннева продуктивність популяцій люцерни другого року життя та особливості прояву у них адаптивних ознак. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 94–103. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.16.15>
39. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Особливості прояву адаптивних ознак у популяції люцерни за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 135–144. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.14.20>
40. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Визначення посухостійкості популяцій люцерни насінневого використання за математичними індексами. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 1 (838). С. 40–48. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-05>
41. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Посухостійкість популяцій люцерни другого року за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 25–36. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2023.17.4>
42. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Формування стійкості рослин насінневої люцерни в умовах різного екологічного градієнта. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 3 (840). С. 53–62. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08>
43. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни за насінневого використання в рік сівби. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 89–96. DOI <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.15.14>
44. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Фундират К.С., Коновалова В.М. Адаптивні ознаки та їх прояв у популяції люцерни другого року за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 143–155. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2023.18.20>
45. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О. Оцінка генотипів люцерни за насінневою продуктивністю на посухостійкість. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: ВД «Гельветика», 2021. № 120. С. 155–168. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21>
46. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О., Пілярська О.О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*. 2021. № 75. С. 101–109. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19>

УДК 631.581.5:631524.84:633.34

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.22>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ФІЗІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Триус В.О.** – аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства,  
Сумський національний аграрний університет

**Готвянська А.С.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Горцар В.І.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Бордун Р.М.** – к.с.-г.н.,

завідувач відділу інноваційного провайдингу

та сільськогосподарського дорадництва,

Інститут сільського господарства Північного Сходу

Національної академії аграрних наук України

Мета досліджень полягала у вивченні впливу екологічно безпечних способів підвищення симбіотичної активності та зернової продуктивності сої. Досліди з соєю проводили в умовах північно-східного Лісостепу України в короткочасній польовій сівозміні Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Дослідження проводились у 2023 році з визначення ефективності стимулятора росту рослин з антистресовою дією та водорозчинного біодобрива при вирощуванні сої. У дослідженнях передбачалося вивчення взаємодії двох факторів: обробка насіння та обробка рослин по вегетації, згідно схем дослідів. За результатами наших досліджень підвищення врожайності зерна сої було забезпечене додаванням у систему підживлення сої розчинів регулятора росту рослин та водорозчинного добрива у відповідні фази. При цьому, на фоні застосування інокулянта отримано максимальний показник врожайності і становив 2,60 т/га, й це більше від контрольного показника на 22,1%. Варто акцентувати, що завдяки застосуванню для передпосівної обробки насіння розчину регулятора росту рослин показник урожайності зерна сої підвищився на 15%, а це все ж таки менше у порівнянні із результатом показника урожайності із інокуляцією соєвого насіння на 7,1%. Найбільший приріст зерна сої (0,29 т/га) забезпечило проведення інокуляції насіння препаратом Різозумін. Внаслідок синергетичної взаємодії бактеризації насіння та регулятора росту Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) і водорозчинного добрива Фульвігрін Бор (0,5 л/га), використані для обробки рослин відповідно у фазу бутонізації та наливу бобів, урожайність зросла максимально – на 0,47 т/га (22,1%) при 2,13 т/га у контрольному варіанті. Деяко меншого показника врожайності (2,45 т/га), проте більшого на 15% в порівнянні з контролем, отримано на фоні передпосівної обробки насіння препаратом Гуміфілд ВР-18 в.с. з наступними позакореневими обробками рослин. Нашими дослідженнями встановлено, що позакореневе підживлення рослин розчинами регулятора росту та водорозчинного добрива в поєднанні з обробкою насіння слід розглядати, як суттєвий додатковий елемент до існуючої технології вирощування сої. Даний технологічний прийом дає змогу стверджувати про його позитивну дію на ріст та розвиток рослин протягом всього вегетаційного періоду, що в кінцевому підсумку й позначилося на продуктивності культури.

**Ключові слова:** регулятор росту рослин, біодобриво, урожайність, передпосівна обробка насіння, продуктивність, соя, антистресова дія.

**Trius V.O., Hotvianska A.S., Horshchar V.I., Bordun R.M. Effectiveness of application of microbial preparations and physiologically active substances on soybean productivity indicators in the conditions of the Northeastern Forest Steppe of Ukraine**

The purpose of the research was to study the impact of environmentally safe methods of increasing symbiotic activity and grain productivity of soybeans. Experiments with soybeans were carried out in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine in the short-rotational field crop rotation of the Institute of Agriculture of the Northeast of the National Academy of Sciences. Research was conducted in 2023 to determine the effectiveness of a plant growth stimulator with an anti-stress effect and a water-soluble biofertilizer in soybean cultivation. The research included the study of the interaction of two factors: seed treatment and plant treatment during the growing season, according to the experimental schemes. According to the results of our research, the increase in the yield of soybean grain was ensured by adding plant growth regulator solutions and water-soluble fertilizer in the appropriate phases to the soybean feeding system. At the same time, against the background of the application of the inoculant, the maximum yield was obtained and was 2.60 t/ha, which is 22.1% more than the control indicator. It is worth emphasizing that thanks to the application of a plant growth regulator solution for pre-sowing seed treatment, the yield rate of soybeans increased by 15%, but this is still less than the result of the yield rate with inoculation of soybean seeds by 7.1%. The largest increase in soybean grain (0.29 t/ha) was ensured by the inoculation of seeds with the preparation *Rhizogumin*. As a result of the synergistic interaction of seed sterilization and the growth regulator *Gumifield VR-18* (0.4 l/ha) and the water-soluble fertilizer *Fulvigrin Bor* (0.5 l/ha), used to treat plants, respectively, in the phase of budding and filling of beans, the yield increased maximally – by 0.47 t/ha (22.1%) compared to 2.13 t/ha in the control version. A slightly lower yield rate (2.45 t/ha), but 15% higher compared to the control, was obtained against the background of pre-sowing treatment of seeds with the preparation *Gumifield BP-18* v.s. followed by foliar treatment of plants. Our research has established that foliar feeding of plants with solutions of growth regulator and water-soluble fertilizer in combination with seed treatment should be considered as a significant additional element to the existing soybean cultivation technology. This technological technique makes it possible to assert its positive effect on the growth and development of plants throughout the growing season, which ultimately affected the productivity of the crop.

**Key words:** plant growth regulator, biofertilizer, productivity, pre-sowing seed treatment, productivity, soybean, anti-stress effect.

**Постановка проблеми.** Зернобобові культури – найважливіші ланки агроцепозів, які не мають аналогів за рівнем збору білка та жиру з одиниці площі. Вони є доступною альтернативою значно дорожчого тваринного білка, що робить їх ідеальними для поліпшення та збалансування раціону харчування людей.

Необхідно відмітити важливе агротехнічне значення вирощування зернобобових, які є добрим попередником для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Водночас виникає багато запитань щодо реалізації генетичного потенціалу існуючих сортів в умовах змін клімату. Існує цілий ряд об'єктивних обставин, що не дають змоги отримати високий рівень урожайності насіння зернобобових культур: непрофесійні підходи щодо підбору сортів за групами стиглості; низький рівень ресурсного забезпечення у технологіях їх вирощування; недостатня наукоємність технологічних процесів, що не забезпечує задоволення біологічних потреб існуючих сортів у факторах розвитку тощо.

Актуальним є питання вивчення особливостей росту і розвитку сортів сої різних груп стиглості та впливу агротехнічних факторів (строки сівби, застосування стимуляторів росту рослин та добрив) на формування продуктивності досліджуваних сортів в умовах Північно-східного Лісостепу України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Визначальними чинниками у формуванні високого врожаю насіння зернобобових культур є розкриття потенціалу культури за рахунок інокуляції насіння та проведення позакоренових обробок стимуляторами росту рослин, комплексними водорозчинними добривами в критичні періоди росту та розвитку рослини [1, 2].

Збільшення потреб переробної і харчової промисловості у соєвій сировині спонукає дослідників до вивчення та адаптування різних груп сортів сої до певних ґрунтово-кліматичних умов. Розвиток селекції дає підстави для розширення посівних площ сої. Останнім часом на районування поставлено багато нових перспективних сортів сої інтенсивного типу [3, 4].

В Україні є достатньо великий сортовий склад сої. Сучасні високопродуктивні сорти сої можуть дати високий врожай при правильному підборі для них тих елементів технології, які б створювали можливість для реалізації закладеного в них потенціалу і були узгоджені з ґрунтово-кліматичними умовами [4].

Сьогодні на ринку України кількість різноманітних препаратів з груп регуляторів росту рослин і комплексних водорозчинних добрив перевищила 200 найменувань і серед них більша частина ще не пройшла виробничої перевірки і застосовується за рекламними характеристиками дистриб'юторів. Серед цих препаратів є відомі світові бренди і деякі технологічні розробки відомих компаній [1, 5, 6].

Рослинницьке сьогодення світового рівня спрямовує зусилля на максимально можливе зростання групи біопрепаратів, які разом із позитивним впливом на рослини розглядаються як елемент біологізації технологій і важіль зростання об'ємів виробництва сільськогосподарської продукції. Не можна сказати, що науковці стоять осторонь цих питань, але й визнати їх діяльність достатньою було б невірно [2, 4].

Вже 30 років існують біофунгіциди, 20 років застосовують препарати для мобілізації поживних речовин, 10 років використовують хелатні форми мікродобрив, поступово з'являються багатofункціональні препарати комбінативного складу, проте наукова інформація з цих питань майже відсутня, а якщо і зустрічається то констатує лише кінцевий ефект і не містить пошуків різноманітних взаємозв'язків і пояснень, механізм взаємодії з іншими заходами вирощування культури [2, 3, 6].

Сучасні технології вирощування зернобобових культур, а саме сої доволі різноманітні, а їх елементи не повною мірою вивчені, особливо в комплексному поєднанні, що створює додаткові труднощі у виборі оптимальних параметрів та призводить до недоотримання врожаю [1, 5].

Виходячи з цього, виявлення кращих варіантів агротехнологічних заходів дозволить визначити комплексний вплив їх на ріст, розвиток та продуктивність зернобобових культур. Також це дасть можливість розробити нові адаптовані до умов регіону елементи технології вирощування сортів, що в результаті буде гарантувати високі і сталі врожаї насіння вітчизняних сортів сої з високими показниками якості [2, 7].

Тому удосконалення технологій вирощування за рахунок інокуляції насіння та проведення позакореневих обробок рослин у ґрунтово-кліматичних умовах північно-східного Лісостепу є важливою народногосподарською проблемою, що потребує науково-практичного обґрунтування елементів технології стосовно умов регіону.

**Постановка завдання.** Мета досліджень полягала у вивченні впливу екологічно безпечних способів підвищення симбіотичної активності та зернової продуктивності сої.

Досліди з соєю проводили в умовах північно-східного Лісостепу України в короткоротаційній польовій сівозміні Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Ґрунти дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний слабовилугуваний крупнопилувато–середньосуглинковий на лесі, орний шар якого характеризується наступними основними показниками: вміст гумусу – 4,6%,

pH сольове – 5,5, сума ввібраних основ – 35,6 мг-екв., вміст рухомих форм фосфору – 19,3 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 8,1 мг/100 г ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 14,2 мг/100 г ґрунту.

Середньодобова річна температура повітря в звітному році становила 9,0°C, що на 1,6°C вище багаторічного показника 7,4°C. Абсолютний максимум її 36°C відмічений в серпні місяці в першій декаді, а мінімум – в січні місяці в першій декаді мінус 19,0°C. Сума опадів за звітний 2022–2023 сільськогосподарський рік становила 634 мм, що на 41 мм більше багаторічного показника (593 мм). За весняний період середньодобова температура повітря становила 9,6°C, що вище на 1,5°C за багаторічну температуру 8,1°C. Опадів випало 83,5 мм – 63% при багаторічній 132 мм.

Сума активних температур повітря вище плюс 10°C за весняний період склала 624°C, при багаторічній – 620°C. Всього за літній період було 24 дні з опадами. Сума активних температур повітря вище + 10°C за літній період склала – 1957°C, при багаторічній – 1790°C.

Дослідження проводились у 2023 році з визначення ефективності стимулятора росту рослин з антистресовою дією та водорозчинного біодобрива при вирощуванні сої. У дослідженнях передбачалось вивчення взаємодії двох факторів: А – обробка насіння; В – обробка рослин по вегетації; згідно схем дослідів (Таблиця 1).

Таблиця 1

## Схема дослідів

№ п/п	Обробка насіння (фактор А)	Обробка рослин по вегетації (фактор В)
1.	Контроль (обробка насіння водою)	1 – без обробки препаратами (контроль)
		2 – у фазу бутонізації Гуміфілд ВР-18* в.с.(0,4 л/га)
		3 – у фазу наливу бобів Фульвігрін Бор* в.с. (0,5 л/га)
		4 – у фазу бутонізації Гуміфілд ВР-18* в.с. (0,4 л/га) + у фазу наливу бобів Фульвігрін Бор* в.с. (0,5 л/га)
2.	Ризогумін* (2 кг/т насіння)	1 – без обробки препаратами (контроль)
		2 – у фазу бутонізації Гуміфілд ВР-18* в.с.(0,4 л/га)
		3 – у фазу наливу бобів Фульвігрін Бор* в.с. (0,5 л/га)
		4 – у фазу бутонізації Гуміфілд ВР-18* в.с. (0,4 л/га) + у фазу наливу бобів Фульвігрін Бор* в.с. (0,5 л/га)
3.	Гуміфілд ВР-18* в.с. (0,8 л/т насіння)	1 – без обробки препаратами (контроль)
		2 – у фазу бутонізації Гуміфілд ВР-18* в.с.(0,4 л/га)
		3 – у фазу наливу бобів Фульвігрін Бор* в.с. (0,5 л/га)
		4 – у фазу бутонізації Гуміфілд ВР-18* в.с. (0,4 л/га) + у фазу наливу бобів Фульвігрін Бор* в.с. (0,5 л/га)

Примітка: \*Гуміфілд ВР-18 – стимулятор росту з антистресовою дією, Фульвігрін Бор – мікродобриво, Ризогумін – біодобриво.

При проведенні досліджень використовували насіння сої сорту Сіверка, рекомендованого для вирощування в зоні Північного та Північно-східного Лісостепу України. Генерація насіння – еліта. Технологія вирощування – загальноприйнята для зони проведення досліджень. Попередник – зернові колосові культури. Варіанти



в повтореннях закладалися систематичним методом. Польові дослідження проводили згідно «Методики Державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [8, 9]. Математична обробка одержаних результатів розрахована методом дисперсійного аналізу з використанням програми Statistica 6.0 [10].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Урожайність є інтегруючим показником впливів усіх чинників на рослину під час вегетації. Рівень врожайності зернобобових культур визначається елементами продуктивності (кількість рослин на одиниці площі, кількість бобів на рослинах і зерен у бобі, маси зерна з однієї рослини). Виникає необхідність обліку даних показників, що, завдяки обґрунтуванню технологічних прийомів вирощування, сприятиме підвищенню врожайності [6].

Максимальний врожай формується за оптимального співвідношення всіх елементів його структури. Іноді, за слабого розвитку одного елемента структури врожаю, загальний врожай в певній мірі компенсується за рахунок інших елементів. Це пов'язано з тим, що окремі елементи врожаю формуються на різних етапах органогенезу і для їх оптимального розвитку необхідні неоднакові умови. Найбільш ефективна дія умов середовища на той чи інший елемент структури врожаю проявляється в критичні періоди, коли формуються кількісні ознаки кожного із елементів [7].

Результати досліджень структури урожаю сої показали, що максимальні показники індивідуальної продуктивності, а саме кількість бобів (15,3 шт.), кількість насіння (27,9 шт.) з однієї рослини були отримані при проведенні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Ризогумін, що сприяло збільшенню даного показника на 5,1 шт. та 9,5 шт. в порівнянні з абсолютним контролем (Таблиця 2).

Таблиця 2

**Формування елементів структури врожаю сої залежно від дії мікробного препарату, регулятора росту рослин та водорозчинного добрива**

№ п/п	Обробка насіння (фактор А)	Варіант обробки рослин по вегетації (фактор В)	Кількість на рослині, шт.		Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г
			бобів	насіння		
1.	Контроль (обробка насіння водою)	1 (контроль)	10,2	18,4	3,46	178,4
		2	12,1	23,1	3,78	181,8
		3	12,4	23,3	3,79	184,6
		4	12,0	23,9	3,95	184,9
2.	Ризогумін (2 кг/т насіння)	1 (контроль)	15,3	27,9	4,17	188,2
		2	14,8	29,9	4,34	185,6
		3	15,8	28,7	4,39	188,9
		4	16,1	29,6	4,48	187,3
3.	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т насіння)	1 (контроль)	13,3	25,4	4,05	184,5
		2	14,2	26,9	4,15	185,1
		3	12,8	25,8	4,18	185,5
		4	13,7	27,0	4,28	186,7
НІР <sub>05</sub> – фактор А			0,514	2,761	0,312	2,146
НІР <sub>05</sub> – фактор В			0,723	1,578	0,097	0,674

На цьому ж варіанті досліду відмічена й найбільша маса насіння з однієї рослини – 4,17 г, що більше на 0,71 г (20,5%), ніж у варіанті, де насіння не оброблялося. Маса 1000 насінин в умовах 2023 року була високою і в середньому по досліді склала 185 г. Збільшення маси 1000 насінин по варіантах досліду відбувалось аналогічно іншим показникам структури.

Проведення інокуляції насіння сої сприяло отриманню найбільшої маси 1000 насінин 188,2 г, що на 9,8 г (5,5%) більше від показника в абсолютному контролі.

Відмічено, що серед варіантів в цілому по досліді застосування Ризогуміну з наступною двохразовою обробкою посівів (перша – у фазу бутонізації розчином регулятора росту, друга – у фазу наливу бобів водорозчинним добривом) сприяло отриманню найвищих показників структури врожаю, а саме кількості бобів та маси зерна з рослини і склали відповідно 16,1 шт. та 4,48 г, що на 5,9 шт. (58%) та 1,02 г (29,5%) більше ніж у абсолютному контролі і на 0,8 шт. (5,2%) та 0,3 г (7,4%) більше ніж при обробці насіння Ризогуміном у чистому вигляді. Істотну ефективність зазначені препарати для обробки насіння та рослин забезпечили і на кількість насінин з рослини та масу 1000 насінин, які становили відповідно 29,6 шт. та 187,3 г. Прибавка за досліджуваними показниками в порівнянні з абсолютним контролем склала 60,8 та 5,0%.

Застосування розчину регулятора росту рослин для обробки насіння впливало в меншій мірі на показники структури врожаю порівняно до варіанту, де насіння оброблялося Ризогуміном. Так, порівняно з контрольним варіантом, застосування у технології вирощування сої передпосівної обробки насіння препаратом Гуміфілд ВР-18 в.с. сприяло збільшенню кількості бобів на 3,1 шт. (30,4%).

Формування показника кількості насінин на рослині відбувалось аналогічно кількості бобів на рослині. В середньому на одній рослині формувалось від 18,4 шт. (абсолютний контроль, без підживлення та передпосівної обробки насіння) до 27,0 шт. (передпосівна обробка насіння Гуміфілд ВР-18 в.с. + Гуміфілд ВР-18 в.с. (на початку бутонізації) + водорозчинне добриво Фульвігрін Бор в.с. (у фазу наливу бобів)).

При застосуванні розчину регулятора росту рослин для обробки насіння маса насіння з рослини підвищувалася на 0,59 г (17,0%) при 3,46 г у контрольному варіанті. На фоні передпосівної обробки насіння розчином регулятора росту Гуміфілд ВР-18 в.с. двохразова обробка посівів – регулятором росту рослин та комплексним водорозчинним добривом сприяла кращим показникам елементів структури врожаю. Так, кількість на рослині бобів склала 13,7 шт., насінин – 27,0 шт., що відповідно на 3,5 шт. (34,3%), 8,6 шт. (46,7%) більше ніж у контрольному варіанті. Вага зерна з рослини зросла на 0,82 г (23,7%), а маса 1000 зерен на 8,3 г (4,6%) в порівнянні з показником у абсолютному контрольному варіанті.

Проведені нами дослідження з вивчення впливу інокуляції насіння та позако-рневих обробок на продуктивність сої сорту Сіверка показали, що рівень урожайності насіння в значній мірі залежав від досліджуваних чинників.

Встановлено, що урожайність сої формувалась залежно від способів комбінування досліджуваних препаратів. Так, на варіанті без застосування препаратів (контроль) урожайність сої сформувалась на рівні 2,13 т/га (Таблиця 3).

Водночас за проведення інокуляції насіння мікробним препаратом Ризогумін вона зросла на 13,6% з прибавкою зерна на рівні 0,29 т/га, а при використанні розчину регулятора росту рослин перед посівом сої – на 0,19 т/га (8,92%).

Таблиця 3

**Урожайність сої залежно від дії мікробного препарату, регулятора росту рослин та водорозчинного добрива**

№ п/п	Обробка насіння (фактор А)	Варіант обробки рослин по вегетації (фактор В)	Урожайність, т/га	Відхилення від контролю, т/га	
				до фактору А	до фактору В
1.	Контроль (обробка насіння водою)	1 (контроль)	2,13	К	К
		2	2,18	0,05	0,05
		3	2,26	0,13	0,13
		4	2,23	0,10	0,10
2.	Ризогумін (2 кг/т насіння)	1 (контроль)	2,42	0,29	К
		2	2,52	0,39	0,10
		3	2,53	0,40	0,11
		4	2,60	0,47	0,18
3.	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т насіння)	1 (контроль)	2,32	0,19	К
		2	2,37	0,24	0,05
		3	2,40	0,27	0,08
		4	2,45	0,32	0,13
НІР <sub>05</sub> – фактор А			0,096		
НІР <sub>05</sub> – фактор В			0,101		

Значного впливу на підвищення урожаю сої мала обробка посівів розчинами регулятора росту рослин та водорозчинного добрива у відповідні фази, що забезпечило приривок зерна на 0,05–0,18 т/га залежно від фактору передпосівної обробки насіння. Саме за таких умов на фоні окремого застосування інокулянта та розчину регулятора росту рослин для передпосівної обробки насіння отримано максимальні показники врожайності, яка склала відповідно 2,60 та 2,45 т/га, що на 22,1 та 15,0% більше в порівнянні з контрольним варіантом.

**Висновки і пропозиції.** За результатами наших досліджень підвищення врожайності зерна сої було забезпечене додаванням у систему підживлення сої розчинів регулятора росту рослин та водорозчинного добрива у відповідні фази. При цьому, на фоні застосування інокулянта отримано максимальний показник врожайності і становив 2,60 т/га, й це більше від контрольного показника на 22,1%. Варто акцентувати, що завдяки застосуванню для передпосівної обробки насіння розчину регулятора росту рослин показник урожайності зерна сої підвищився на 15%, а це все ж таки менше у порівнянні із результатом показника урожайності із інокуляцією соєвого насіння на 7,1%.

Отже, позакореневе підживлення рослин розчинами регулятора росту та водорозчинного добрива в поєднанні з обробкою насіння слід розглядати, як суттєвий додатковий елемент до існуючої технології вирощування сої. Даний технологічний прийом дає змогу стверджувати про його позитивну дію на ріст та розвиток рослин протягом всього вегетаційного періоду, що в кінцевому підсумку й позначилося на продуктивності культури.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Мазур В.А., Гончарук І.В., Дідур І.М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур. Вінниця. Нілан-ЛТД. 2021. С. 79.
2. Шевніков М.Я., Галич О.П., Лотиш І.І., Міленко О.Г. Деякі параметри господарки цінних ознак сорту сої для умов Лівобережного Лісостепу України. Вісник ПДАА. 2015. Вип. 3. С. 40-43.
3. Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I., Malynka L.V., Butenko A.O., Klochkova T.I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9(1). 2019. P. 76–80.
4. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця. 2017. 588 с.
5. Бутенко А.О., Масик І.М., Собко М.Г., Тихонова О.М. Формування врожайності сортів сої різних груп стиглості залежно від строків сівби та ширини міжрядь. Зрошуване землеробство. 2020. Вип. 74. С. 73-83.
6. Каленська С.М., Новицька Н.В., Андрійєць Д.В. Фотосинтетична діяльність посівів сої на чорноземах типових. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Вип. 162(1). 2011. С. 82-89.
7. Шарубін І.О., Нагорний В.І. Перспективи і напрями збільшення виробництва сої в північно-східному Лісостепу України. Насінництво. 2012. Вип. 1. С. 8-10.
8. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Умань. Дія. 2005. 288 с.
9. Волкодав В.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури). Київ. 2001. 69 с.
10. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: Навчальний посібник. Суми, Університетська книга. 2000. 203 с.

УДК 633.844:631.543.2 (477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.23>

## ЕКОНОМІЧНА, БІОЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ СИЗОЇ НА НАСІННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**Урсал В.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Ходос Т.А.** – асистент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведена економічна, біоенергетична та екологічна доцільність вирощування гірчиці сизої на насіння. Введення в сівозміни Півдня України засухоустійкої олійної культури якою є гірчиця сиза здатне значною мірою зменшити проблему нераціонального співвідношення культур у польових сівозмінах. На сьогодні одним із обмежуючих чинників популяризації цієї альтернативної олійної культури в Україні є певний догматизм і стереотипи більшості сільгоспвиробників щодо економічної доцільності введення гірчиці сарептської у сівозміни, а також упередженість стосовно дієвості елементів біологізації у технологіях виробництва рослинницької сировини. Мета роботи – оцінка економічної, біоенергетичної та екологічної ефективності інтенсивної, біологізованої та органічної технології вирощування гірчиці сизої відповідно до сучасних ресурсо-енергозаощаджуючих трендів. Дослідження проведено за загальноприйнятими методиками в умовах дослідного поля Херсонського державного аграрно-економічного університету. Встановлено, що елементи біологізації технології вирощування культури зумовлювали істотне покращення показників економічної ефективності. Рівень рентабельності органічної технології вирощування склав 106,9%, біологізованої – 90,0%, що на 22,5 та 5,6% більше за рівень рентабельності інтенсивної технології вирощування культури (84,4%). За умови органічної сертифікації цей показник реально збільшити до 131,1%. Найвищу енергетичну ефективність у досліді продемонстрували варіанти, в яких не передбачалося застосування мінеральних добрив. Варіанти біологізованої та органічної технології характеризувалися енергетичним коефіцієнтом на рівні 4,28 і 7,40 відповідно. Варіант інтенсивної технології мав найменше значення даного показника – 2,03. Аналіз екологічної відповідності технологій вирощування культури свідчить про істотно вищу відповідність органічної технології екологічним умовам зони вирощування, насамперед – за показником посухоустійкості

**Ключові слова:** гірчиця, олійна культура, технології вирощування, економічна ефективність, енергетичний аналіз, екологічна толерантність.

### **Ursal V.V., Khodos T.A. Economic, bioenergetic and environmental feasibility of cultivation of gray mustard for seeds in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine**

The article presents the economic, bioenergetic and ecological feasibility of growing gray mustard for seeds. The introduction of a drought-resistant oil crop, such as gray mustard, into the crop rotations of Southern Ukraine can significantly reduce the problem of the irrational ratio of crops in field crop rotations. Today, one of the limiting factors in the popularization of this alternative oil crop in Ukraine is a certain dogmatism and stereotypes of the majority of agricultural producers regarding the economic feasibility of introducing *Sarepta* mustard in crop rotations, as well as bias regarding the effectiveness of biologization elements in the production technologies of plant raw materials. The purpose of the work is to evaluate the economic, bioenergetic and ecological efficiency of the intensive, biologized and organic technology of growing gray mustard in accordance with modern resource-energy-saving trends. The research was conducted according to generally accepted methods in the conditions of the experimental field of the Kherson State Agrarian and Economic University. It has been established that the elements of biologization of culture cultivation technology led to a significant improvement in economic efficiency indicators. The level of profitability of organic growing technology was 106.9%,

*biologically – 90.0%, which is 22.5 and 5.6% more than the level of profitability of intensive culture growing technology (84.4%). Under the condition of organic certification, this indicator can be realistically increased to 131.1%. The highest energy efficiency in the experiment was demonstrated by options that did not include the use of mineral fertilizers. Variants of biological and organic technology were characterized by an energy coefficient at the level of 4.28 and 7.40, respectively. The option of intensive technology had the lowest value of this indicator – 2.03. The analysis of the environmental compatibility of crop cultivation technologies shows that organic technology is significantly more compatible with the ecological conditions of the cultivation area, primarily in terms of drought resistance.*

**Key words:** *mustard, oil crop, growing technologies, economic efficiency, energy analysis, ecological tolerance.*

**Постановка проблеми.** Реалії сьогодення спонукають сільськогосподарських виробників шукати рішення проблеми збитковості ведення виробництва при вирощуванні донедавна стратегічних та популярних культур, домінуючих у структурі посівних площ господарств Півдня України. Обвал закупівельних цін на зернові культури, недоцільність подальшого збільшення посівних площ під основною олійною культурою України – соняшником може стати вагомим поштовхом для широкого впровадження у виробництво прибуткових, альтернативних соняшнику засухостійких олійних культур, однією з яких є гірчиця сизої. На нашу думку ця культура здатна забезпечити стабільний прибуток та відновити оптимальне співвідношення культур у домінуючих на сьогодні сівозмінах з короткою ротацією. Проведені дослідження допоможуть не тільки розв'язати згадану вище проблему а і знайти шляхи для реалізації додаткових преференцій, які реально отримати від виробництва продукції гірчиці сизої органічного статусу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання біологізації технологій вирощування с.-г. культур у сучасних умовах є надзвичайно актуальним з огляду, по-перше, на незадовільний стан більшості агроландшафтів, спричинений надмірним застосуванням мінеральних добрив та синтетичних засобів захисту рослин, по-друге, цей тренд спричинений суттєвою економією виробничих засобів, котрі в структурі виробничих витрат інтенсивних технологій вирощування формують до 50–65% собівартості [1–3]. Аналіз літературних джерел говорить про вкрай недостатній рівень дослідження даної проблеми саме для культури гірчиці сизої, технологія вирощування якої у більшості господарств залишається на примітивному рівні [4, 5].

Сучасні адаптивні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні повною мірою відповідати значній кількості критеріїв, серед яких висока урожайність – далеко не завжди є основним, а в більшості випадків взагалі не розглядається прогресивними сільгосптоваровиробниками як обов'язкова вимога ефективності сортової зональної технології вирощування культури [6]. Натомість, все частіше для об'єктивного оцінювання ефективності та доцільності будь-якого агроприйому чи технології в цілому використовують такі критерії, як забезпечення отримання саме економічно доцільного рівня врожайності, тобто агротехнології в ідеалі повинні не мати за мету максимально наблизитися до реалізації біологічного потенціалу культури будь-якою ціною, а найбільш повно компенсувати виробничі витрати на отримання одиниці продукції з орного гектару [7].

Та навіть економічну ефективність, на думку широкого кола дослідників, не можна вважати підсумковим показником за оцінювання відповідності конкретної технології сучасним вимогам. Для сучасної агротехнології вже абсолютно недостатньо вирізнятися тільки високими економічними показниками, адже реалії

і світові тренди зобов'язують оцінювати її додатково і з позицій енергетичної ефективності та екологічної лояльності стосовно впливу на агроценози [8].

**Постановка завдання.** Метою наукових досліджень було проведення економічного, біоенергетичного та екологічного оцінювання ефективності інтенсивної, біологізованої (відмова від мінеральних добрив і заміна їх на органічні препарати) та органічної (заміна мінеральних добрив і синтетичних ЗЗР на органічні препарати) технології вирощування гірчиці сизої відповідно до сучасних ресурсо-енергозаощаджуючих трендів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Впродовж всього періоду проведення досліджень, в досліді висівався сорт гірчиці сарептської ярої Пріма (установа-оригінація – Інститут олійних культур НААН). Економічну та енергетичну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування гірчиці сарептської розраховували за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel, що ґрунтується на операційних картах з розцінками на 1 лютого 2024 року, з урахуванням методик та рекомендацій для зони Південного Степу України [9–11]. Показники екологічної стабільності та пластичності варіантів досліду визначалися за методикою Ебергарда-Рассела у модифікації Хотильової та Летуна [12, 13]. Догляд за посівами гірчиці сарептської був представлений заходами із контролю в посіві шкідників, збудників хвороб і бур'янів відносно показника їх ЕПШ. Захист від бур'янів реалізувався, залежно від технології вирощування, застосуванням ґрунтового досходового гербіциду Трифлурекс 480 та страхового гербіциду Галера® нормою внесення 0,3 л/га або за допомогою механічних прийомів захисту з використанням спеціалізованих знарядь, від хвороб і шкідників – шляхом вегетаційних обробок синтетичними ЗЗР – інсектицид Вантекс® нормою внесення 0,05 кг/га; фунгіцид Пропульс® з нормою 0,5 л/га або біопрепаратами, дозволеними для використання в органічному землеробстві (мікродобриво хелатне Оракул®, біофунгіциди Viridin® та Гаубсин FORTE®, біоінсектициди Актонерм®, Метавайт). Встановлено, що традиційна інтенсивна зональна технологія вирощування гірчиці сарептської, котра була обрана в якості контрольного варіанту в досліді, забезпечила отримання товарної продукції із собівартістю 21697 грн./т, що з урахуванням врожайності товарної продукції сформувало загальні виробничі витрати 25382 грн./га; за вартості товарної продукції 46800 грн./га, умовний чистий прибуток склав 21418 грн./га, а підсумковий показник рівня рентабельності виробництва – на рівні 84,4%.

Відмова в технології вирощування культури від застосування мінеральних туків і їх заміна на органічні багатофункціональні добрива (біологізована технологія) характеризувалася істотним покращенням всіх показників економічної ефективності, а саме: собівартість продукції зменшилася до позначки 21050 грн./т, загальні виробничі витрати з причини істотного зростання показника врожайності товарного насіння зросли до рівня 30089 грн./га, як і вартість товарної продукції – до 57200 грн./га, умовний чистий прибуток склав 27111 грн./га, а рентабельність виробництва зросла до 90,0%. На ці показники суттєво вплинула відносно невисока ринкова вартість сучасних органічних добрив та рідстрегулюючих препаратів вітчизняного виробництва, порівняно із еквівалентними нормами мінеральних туків, та їх істотний позитивний вплив на насінневу продуктивність гірчиці (табл. 1).

Максимальними показниками економічної ефективності вирощування насіння гірчиці сизої були за вирощування культури за органічної технології вирощування. Застосування виключно органічних добрив, мультифункціональних препаратів

та природних засобів захисту рослин від шкочинних організмів, а також проведення контролю бур'янів за допомогою механічних заходів, дозволило істотним чином знизити собівартість одиниці товарної продукції до середнього значення 19337 грн./т, загальні виробничі витрати на одиницю площі посіву склали 28997 грн./га, вартість товарної продукції зросла до 60000 грн./га, умовний чистий прибуток склав 31002 грн./га, а рентабельність виробництва перейшла планку 100% і склала, в середньому, 106,7%,

Таблиця 1  
Показники економічної ефективності вирощування гірчиці сизої за різних технологій вирощування (середнє за 2021–2023 рр.)

Технологія вирощування	Урожайність, т/га	Собівартість 1 т, грн.	Загальні виробничі витрати, грн./га	Вартість товарної продукції, грн./га*	Умовний чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %
Традиційна (інтенсивна)	1,17	21697	25382	46800	21418	84,4
Біологізована	1,43	21050	30089	57200	27111	90,0
Органічна	1,50	19337	28997	60000/ 67024*	31002/ 38027*	106,9/131,1*

\* з урахуванням додаткової вартості продукції, що має органічний статус станом на 01 лютого 2024 року

Таким чином органічна технологія вже є конкурентоспроможною порівняно із традиційною інтенсивною зональною технологією вирощування гірчиці сарептської, дозволяючи додатково отримувати 22,3 копійки на кожен вкладений у процес виробництва гривню, проте нами була розглянута додаткова теоретична можливість збільшення економічної ефективності вирощування культури – «органічний коефіцієнт», або додаткова (так звана «бонусна») ринкова вартість лоту товарного насіння гірчиці в разі, якщо його виробник буде сертифікований за відповідними європейськими стандартами (наприклад, такими як ЕС № 834/2007 та ЕС № 889/2008), або ж національним органічним стандартом, і матиме статус виробника органічної рослинницької продукції. Аналітика сучасного ринку органічної рослинницької продукції і сировини, в першу чергу в межах Євросоюзу, дозволяє зробити висновок, що середньоринкова вартість товарного насіння гірчиці сарептської з органічним статусом лоту, підтвердженим сертифікатом відповідності, що виданий вітчизняним або акредитованим в Україні європейським сертифікаційним органом, щонайменше на 12–15% перевищує вартість продукції конвенціонального походження [14]. Відтак, нами були обчислені основні економічні показники вирощування гірчиці за органічною технологією в разі, якщо б господарство було сертифіковано як суб'єкт органічного с.-г. виробництва. Наведені дані дозволяють зробити висновок, що сертифікація процесу органічного виробництва товарного насіння гірчиці сизої дозволяє переорієнтувати його економіку на якісно новий рівень, адже за таким сценарієм підсумковий показник економічної ефективності – рівень рентабельності агровиробництва ще істотніше



перевищує аналогічний показник за варіантом традиційної інтенсивної технології вирощування культури (131,1% проти 84,4%).

Сучасні тренди, що є, наразі, типовими як для вітчизняного, так і світового ринку аграрної продукції, диктують вимоги, аби розроблені технології виробництва рослинницької продукції, окрім відповідності критеріям економічної ефективності, задовольняли і досить жорсткі вимоги щодо ресурсо- та енергозбереження [6, 15].

Показник енергоємності виробництва за результатами дослідження істотним чином залежав від технології вирощування культури: енергоємність за інтенсивної технології вирощування, в середньому, склала 9,57 ГДж/т, за біологізованої – істотно менше (за рахунок відмови від мінеральних туків, що є найбільш енергоємним видом витратних ресурсів) – 4,56 ГДж/т, а за додаткового вилучення з технології вирощування синтетичних хімічних ЗЗР (органічна технологія вирощування культури), значення показника ще істотніше зменшилося аж до середнього рівня 2,64 ГДж/т (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники енергетичної ефективності вирощування гірчиці сизої за різних технологій вирощування (середнє за 2021–2023 рр.)**

Технологія вирощування	Урожайність, т/га	Енергоємність, ГДж/т	Прихід енергії, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Енергетичний коефіцієнт
Традиційна (інтенсивна)	1,17	9,57	22,82	11,20	12,80	2,03
Біологізована	1,43	4,56	27,88	6,5	21,38	4,28
Органічна	1,50	2,64	29,25	3,95	25,30	7,40

Відповідно, прихід чистої енергії на гектар посіву за рахунок отримання врожаю високоенергетичної олійної продукції (для насіння гірчиці це близько 19,5 ГДж/т), в середньому за варіантами технології вирощування культури склав: інтенсивної технології – 22,82 ГДж/га, біологізованої – 27,88 ГДж/га, а вирощування культури за органічною технологією – відповідно 29,25 ГДж/га.

Енергетичний аналіз витратної частини технології вирощування насіння культури дозволяє зробити висновок, що очікувано максимальним показник енерговитрат на 1 га був за варіантами інтенсивної технології вирощування і склав, в середньому, 11,20 ГДж/га, істотно меншими витратами на вирощування продукції характеризувався гектар біологізованої технології – 6,50 ГДж/га, а мінімальними – органічної (3,95 ГДж/га). Відтак, аналогічна залежність була відмічена і за аналізу такого складового показника енергетичного балансу, як прихід валової енергії на одиниці посівної площі, значення якого склали 12,80, 21,38 і 25,30 ГДж/га. Якщо за підсумковий критерій енергоефективності варіантів дослідження прийняти коефіцієнт енергетичної ефективності, а переважна більшість дослідників радить саме за ним проводити енергетичний аналіз технологій, слід згадати, що ефективною в енергетичному сенсі вважається технологія, котра забезпечує одержання показника енергетичного коефіцієнту на рівні 2,0 і вище [16]. Згідно цієї вимоги, всі без винятку варіанти дослідження визнані нами за ефективні в енергетичному аспекті, проте усереднений показник енергетичного коефіцієнту за фактором норми посіву насіння дає можливість стверджувати, що лідером є органічна технологія

виращування – енергетичний коефіцієнт склав в середньому 7,40; на другому місці – біологізована з показником 4,28, а мінімальну кількість додатково отриманої енергії на кожний витрачений ГДж відмічений нами за варіантом інтенсивної технології – відповідно 2,03.

Окрім здатності забезпечувати високі і стабільні урожаї рослинницької продукції, високої технологічності, гнучкості, інноваційності, економічної ефективності та енергозаощадливості, сучасні агротехнології, що є не менш важливим особливо в реаліях істотних кліматичних трансформацій, що їх зазнають всі агрокліматичні зони держави, є, на наш погляд і думку значної кількості науковців, відповідність їх і сучасним екологічним умовам і критеріям [17].

У процесі дослідження були визначені показники екологічної пластичності і стабільності різних рівнів біологізації технології виращування гірчиці сизої на насіння за кількісними ознаками продуктивності та встановлені високо- і середньопластичні варіанти, котрі б характеризувалися стабільним проявом насінневої продуктивності в різних за комплексом екологічних факторів умовах (табл. 3).

Таблиця 3

**Екологічні індекси технологій виращування гірчиці сизої за різних технологій виращування (середнє за 2021–2023 рр).**

Технологія виращування	Урожайність, т/га	DSI – індекс сприйнятливості до посухи	TOL – індекс толерантності до посухи	YSI – індекс стабільності врожаю	YI – індекс урожайності	STI – індекс толерантності до стресу	$b_i$ – показник пластичності	$Sd_i^2$ – показник стабільності
Інтенсивна	1,17	0,98	0,74	0,42	101	0,52	1,06	0,00071
Біологізована	1,43	0,93	0,85	0,55	107	0,57	1,17	0,00090
Органічна	1,50	0,91	0,88	0,59	111	0,66	1,31	0,00095

За основними індексами, що відображають екологічну толерантність культури відмічена очевидна перевага варіанту органічної технології виращування, і в першу чергу за показником пластичності  $b_i$  (1,31 порівняно із 1,17 за варіантом біологізованої та 1,06 – інтенсивної технології виращування) та стабільності  $Sd_i^2$  (0,00095 проти 0,00090 і 0,00071 відповідно), що свідчить про значно вищу відповідність зазначеного варіанту технології виращування культури екологічним умовам суходолу зони Південного Степу, насамперед – за показником посухостійкості.

**Висновки і перспективи.** Елементи біологізації технології виращування гірчиці сарептської зумовлювали істотне покращення базисних показників економічної ефективності: собівартості одиниці продукції, загальних виробничих витрат, виручки, умовно чистого прибутку та підсумкового показника – рівня рентабельності виробництва. Аналіз останнього показника дає можливість стверджувати, що найвищу економічну привабливість мав варіант органічної технології виращування, за якої показник за роки проведення досліджень склав 106,7%, та варіант біологізованої технології – 90,0% відповідно, що є на 22,3 та 5,6% вищим за рівень рентабельності інтенсивної технології виращування культури (84,4%). За умови органічної сертифікації цей показник, зважаючи на мінімум 12% органічний

бонус, реально збільшити до 131,1%, що є істотним резервом покращення економічного стану господарства.

Найвищу енергетичну ефективність в досліді продемонстрували варіанти, в яких не передбачалося застосування найбільш енергетично ємких складових – мінеральних добрив. Варіанти біологізованої та органічної технології характеризувалися енергетичним коефіцієнтом на рівні 4,28 і 7,40 відповідно. Варіант інтенсивної технології, хоч і характеризувався найменшим значенням показника на рівні 2,03, також слід віднести до енергетично ефективних технологій.

Аналіз екологічної відповідності технологій вирощування культури, в середньому за фактором В, свідчить, що органічна технологія за основними індексами і особливо за показником пластичності  $b_1$  (1,31 порівняно із 1,17 і 1,06 за біологізованою та інтенсивною) та стабільності  $Sd_1^2$  (0,00095 проти 0,00090 та 0,00071), істотно переважала інші технології, насамперед – за показником посухостійкості, котрий завжди розглядався в якості лімітуючого для незрошуваних умов Півдня України.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи / за ред. В. В. Іванищина та І. А. Шуvara. Івано-Франківськ, 2016. 284 с.
2. Мельник А. В., Жердецька С. В. Стан та перспективи вирощування гірчиці в світі та на Україні. *Вісник Сумського НАУ. Сер. Агронія і біологія*. 2015. Вип. 3 (29). С. 166–169.
3. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. Я. М. Гадзало, В. Ф. Камінського. К.: Аграрна наука, 2016. 592 с.
4. Сівак А.Н., Костюкевич Т.К. Перспективи виробництва гірчиці в Україні. *Рубіновські читання: матеріали III Всеукраїнської наук.-практ. конф.*, 14 травня 2021 р., м. Умань С. 18.
5. Жуйков О.Г., Ходос Т.А. Агроекологічні аспекти доцільності залучення гірчиці сарептської /*Brassica juncea*/ до польових сівозмін південного Степу України. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки*, м. Херсон, 19 травня 2021 р. С. 82–85.
6. Жуйков О.Г. Біоенергетична ефективність адаптивних технологій вирощування різних видів гірчиці в умовах Степу. *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі: матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції*. м. Тернопіль, 2014. С. 20–22.
7. Жуйков О.Г., Ходос Т.А. Гірчиця в структурі жиролійного комплексу України: повноправна альтернатива чи «чужий серед своїх» (Оглядова). *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2021. Вип. 121. С. 48–52.
8. Малярчук А., Марковська О., Урсал В. Як захистити ріпак озимий від шкідливих організмів навесні. *Зерно*. 2018. № 4. С. 189–192.
9. Жуйков Г.Є., Жуйков О.Г. Еколого-економічне обґрунтування уведення альтернативних культур олійного напрямку в агрофітоценози південного Степу. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор»*. 2013. Вип. 2 (31). С. 296–303.
10. Медведовський О.К., Іванченко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 208 с.
11. Ушкаренко В.О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур / В.О. Ушкаренко, П.Н. Лазер, А.І. Остапенко, І.О. Бойко. Херсон, 1997. 21 с.
12. Жуйков О.Г. Деякі питання екологічного обґрунтування та технологічного забезпечення вирощування гірчиці сарептської в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. м. Миколаїв, 2001. Спецвипуск. Т. 2. С. 201–202.

13. Жуйков О.Г., Логвіновський А.Я. Еколого-технологічні аспекти вирощування страхових олійних культур родини Капустяні /Brassicacea/ в умовах сухого степу України. *Науково-практичне обґрунтування розвитку аграрного виробництва та бізнесу в Україні*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Херсон, 2012р. С. 21–22.

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

15. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур (методичні рекомендації). К.: Нора-прінт, 2001. 60 с.

16. Огінський А. Основні напрями оптимізації енергоспоживання в сільському господарстві України. *Економіка України*. 1998. № 4. С. 72–77.

17. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи: монографія / В. В. Іванишин, Роїк М.В, Шувар І.А. та ін. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. 284 с.

УДК 634.7:634.752:631.95

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.24>

---

## РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НОВИХ СОРТІВ ПОЛУНИЦІ В ЗОНІ СТЕПУ УКРАЇНИ

---

**Цилюрик О.І.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Лядська І.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Пащенко Н.О.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

*Розвиток виробництва суніці в Дніпропетровському регіоні, як і в цілому в Україні, вимагає інтеграції ряду генетичних, агрономічних та екологічних підходів. Важливість створення та впровадження нових сортів суніці, адаптованих до місцевих умов, виходить на перший план у контексті забезпечення високої продуктивності та продовольчої безпеки. Польові досліді проводили протягом 2021–2023 рр. у ТОВ «Агромаг» Новомосковського району Дніпропетровської області. Досліджували чотири сорти полуниці Джолі, Ліноза, Аллегро, Геркулес. Проведене дослідження щодо особливостей росту та розвитку сортів суніці показало, що серед набору генотипів в польових умовах сорти Ліноза та Геркулес відносяться до більш ранньостиглих форм, сорти Джолі та Аллегро є середньостиглими без суттєвих варіацій між собою. Відмінності за онтогенезом у сортів призвели суттєвого подовження досягання у дворічних насадження для сортів Джолі та Аллегро, статистично достовірно нижчі терміни у сорту Геркулес, що було виражено через збільшення кількості зборів до 13 у сортів Джолі та Аллегро та зменшення до 11 у сортів Ліноза та Геркулес. Щодо безпосередньо характеристики продуктивності за окремими сортами та її елементів, то мінливість дворічного розсадника була суттєво вища від однорічного. За ознакою врожайності дуже суттєво переважав сорт Джолі, потім сорт Аллегро, сорт Ліноза, на останньому місці сорт*

---

Геркулес. За виходом продукції, що відповідає стандартам товарності та відправляється для подальшого споживання безпосередньо, а не на переробку мінливість була дуже низької, плоди усіх сортів суниці в цілому відповідали стандартам до реалізації даного типу продукції повною мірою. Переважне та пряме значення мали параметри кількість ягід з куцу та середня вага ягоди (навіть більш вагомо), котрі й зумовили (особливо другий) перевагу сорту Джолі та (разом у комплексі) друге місце за врожайністю сорту Аллегро (для котрого показано, що навіть відмінності за окремими ознаками, котрі знаходяться у межах достовірного відхилення можуть мати адитивно позитивний характер).

**Ключові слова:** полуниця, сорт, врожайність, технологічна якість, Степ.

### ***Tsyliuryk O.I., Liadska I.V., Paschenko N.O. Realization of the productivity of new varieties of strawberry in the Steppe zone of Ukraine***

The development of strawberry production in the Dnipropetrovsk region, as well as in Ukraine as a whole, requires the integration of a number of genetic, agronomic and ecological approaches. The importance of creating and introducing new strawberry varieties adapted to local conditions comes to the fore in the context of ensuring high productivity and food security. Field experiments were conducted during 2021–2023 at LLC Agromag Novomoskovsk district of the Dnipropetrovsk region. Four varieties of strawberries Jolie, Linosa, Allegro, Hercules were studied. The study conducted on the characteristics of growth and development of strawberry varieties showed that among the set of genotypes in the field, the varieties Linosa and Hercules belong to earlier ripening forms, the varieties Jolie and Allegro are medium-ripening without significant variations among themselves. Differences in the ontogeny of the varieties led to a significant extension of maturity in two-year plantings for the Joli and Allegro varieties, statistically significantly lower terms in the Hercules variety, which was expressed by an increase in the number of collections to 13 in the Joli and Allegro varieties and a decrease to 11 for the varieties Linosa and Hercules. As for the performance characteristics of individual varieties and its elements, the variability of the two-year seedling was significantly higher than the one-year seedling. In terms of yield, the Joli variety dominated, followed by the variety Allegro, the variety Linosa, and the variety Hercules in the last place. As for the output of products that meet marketability standards and are sent for further consumption directly, and not for processing, the variability was very low, the fruits of all strawberry varieties generally met the standards before the full implementation of this type of product. The parameters number of berries per bush and average berry weight (even more heavily) were of predominant and direct importance, which caused (especially the second) preference of the variety Jolie and (together in the complex) the second place in yield of the variety Allegro (for which it is shown that even the differences according to certain signs, which are within the limits of reliable deviation can have an additively positive character).

**Key words:** strawberry, variety, productivity, technological quality, Steppe.

**Постановка проблеми.** Розвиток виробництва суниці в Дніпропетровському регіоні, як і в цілому в Україні, вимагає інтеграції ряду генетичних, агрономічних та екологічних підходів. Важливість створення та впровадження нових сортів суниці, адаптованих до місцевих умов, виходить на перший план у контексті забезпечення високої продуктивності та продовольчої безпеки, сталого розвитку АПК та підтримання повноцінності харчування для населення регіону та країни. Впровадження у виробництво нових сортів суниці, які б володіли високою врожайністю і стійкістю до місцевих кліматичних умов, біотичних стресорів, є ключовою. Такі сорти мають генетичні особливості, що дозволяють їм ефективно формувати плоди вже в перші роки вирощування, мінімізуючи потребу в додатковій інтенсифікації технології вирощування [1, 3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Впровадження у виробництво сортів суниці, що дають плоди високої технологічної та харчової якості, не тільки сприяє кращій продуктивності плодкових насаджень, але й забезпечує більш високу ринкову конкурентоспроможність галузі. Ці плоди мають бути привабливими для

споживачів, мати високий вміст корисних речовин і бути придатними для різних способів переробки [6, 7].

Морфометричні ознаки рослин та плодів, такі як розмір, форма, вага ягід, та їх зовнішнє вигляд, мають вирішальну роль не тільки у формуванні високого рівня продуктивності рослин для суниці (реалізації генетично-обумовленого потенціалу), але й технологічної якості плодово-ягідної продукції. Вони також є параметрами, що обумовлюють не лише потенційну врожайність та задовольняють вимоги до переробки, але й є основою товарної привабливості, смакових якостей, а також повинні відповідати вимогам до зберігання та переробки продукції [4, 5].

Місцеві та старовинні форми ягідних культур, які вирощуються на невеликих площах, мають своє важливе значення, особливо в контексті адаптації до локальних умов та задоволення специфічних потреб регіональних споживачів. Для аматорських садівників та малих фермерських господарств, місцеві форми часто зручні у вирощуванні та догляді. Вони також можуть надавати унікальні смакові якості або декоративні характеристики, які цінуються на регіональних ринках [8, 9].

Впроваджені у виробництво в умовах Степу України сорти повинні відповідати не тільки екологічним факторам локальних умов, але й потребам для впровадження інтенсивних технологій вирощування, стабільно статистично достовірно перевершувати вже існуючі сорти [2, 10].

**Постановка завдання.** Використовували для дослідження наступні сорти суниці Джолі, Ліноза, Аллегро, Геркулес. Дослідження проводили на базі ТОВ «Агромаг» Новомосковського району Дніпропетровської області у 2021–2023 роках. Насадження закладено за схемою садіння  $0,25 \times 0,7 \times 0,5$  м. Культивували методом ведення суниці на замульчованій поліетиленовою плівкою чорного кольору гряди, разом з застосуванням краплинного зрошення (поливна норма – 50–80 м<sup>3</sup>/га в залежності від пересихання ґрунту). Операції по видаленню столонів проводили регулярно. Ягоди збирали вручну через 1–2 дні, не допускаючи перезрівання. Спостереження за окремими фенологічними фазами проводили шляхом фіксації календарних строків їх проходження. Морфометричні параметри, кількість генеративних органів, структуру врожаю визначали за загальноприйнятими методиками [3]. Повторність досліду трьохкратна. Ділянки розміщено послідовно, у кожній з яких було висаджено по сорок облікових кущів. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний середньогумусний середньосугинковий, який утримувався під чорним паром. Взимку посадки накривали агроволокном.

ТОВ «Агромаг» знаходиться в підзоні Північного Степу України. Клімат помірно-континентальний, зі спекотним літом і малосніжною, переважно теплою зимою, характеризується чітко означеною посушливістю.

Кліматичні умови даного району характеризуються наступними показниками: середня температура липня +23°C, січня – 5,5°C; максимум опадів у липні-серпні; у квітні-травні бувають суховії; на рік у середньому припадає 225 сонячних днів, рівень опадів за рік становить на рівні 500 мм.

Обліки і спостереження проводили згідно загальноприйнятих методик, статистичну обробку отриманих даних – методом факторного аналізу за допомогою модуля ANOVA, дискримінантним аналізом (Statistica 10.0).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Проведене дослідження щодо особливостей росту та розвитку сортів суниці показало, що серед набору генотипів в польових умовах сорти Ліноза та Геркулес відносяться до більш ранньостиглих форм, сорти Джолі та Аллегро є середньостиглими без суттєвих варіацій між собою (результати попарного порівняння цих двох груп  $F=6,16$ ;  $F_{0,05}=3,84$ ;

$P=0,01$ . Диференціація за настанням та тривалістю окремих фенофаз по динаміці істотно не залежить від того чи це насадження першого, чи другого року (крім одного випадку різниці щонайменше три дні). Відмінності за онтогенезом у сортів призвели суттєвого подовження досягання у дворічних насадження для сортів Джолі та Алегро, статистично достовірно нижчі терміни у сорту Геркулес, що було виражено через збільшення кількості зборів до 13 у сортів Джолі та Алегро та зменшення до 11 у сортів Ліноза та Геркулес. У однорічному насадженні відрізнявся лише сорт Джолі та проміжне положення займав сорт Геркулес.

Таблиця 1  
Проходження основних фенофаз у генотипів суниці за стандартної технології вирощування на відкритому ґрунті, см ( $x \pm SD$ ,  $n = 120$ )

Сорт	Дата відновлення вегетації	Висування квітконоса	Фаза розвитку				Кількість зборів
			Цвітіння		Досягання		
			Початок	Тривалість, дн.	Початок	Тривалість, дн.	
Однорічний ягідник							
Джолі	14.04	24.04	30.04	$8 \pm 1^a$	17.05	$14 \pm 1^a$	8
Ліноза	10.04	19.04	24.04	$8 \pm 1^a$	12.05	$11 \pm 1^b$	7
Аллегро	13.04	23.04	30.04	$8 \pm 1^a$	15.05	$11 \pm 1^b$	7
Геркулес	11.04	20.04	26.04	$8 \pm 1^a$	14.05	$12 \pm 1^{ab}$	7
Дворічний ягідник							
Джолі	14.04	24.04	30.04	$9 \pm 1^a$	17.05	$27 \pm 1^a$	13
Ліноза	10.04	19.04	24.04	$8 \pm 1^a$	12.05	$24 \pm 1^b$	10
Аллегро	13.04	23.04	30.04	$10 \pm 1^a$	15.05	$28 \pm 1^a$	13
Геркулес	11.04	20.04	26.04	$11 \pm 1^a$	14.05	$20 \pm 2^c$	10

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$ .

Ураховуючи особливості онтогенезу більш пізньостиглого сорту Джолі на першій рік вирощування він дав лише на один збір більше, але через більш низький рівень врожайності на початку використання розсадника це не можна вважати суттєвим. Інші сорти суттєво не відрізнялися. У дворічному насадженні вже домінували сорти Джолі та Алегро, суттєво їм поступалися Ліноза та Геркулес. Генотипова варіативність була статистично достовірна ( $F=6,16$ ;  $F_{0,05}=3,84$ ;  $P=0,01$ ), як і різниця за кліматичними умовами по роках дослідження ( $F=12,22$ ;  $F_{0,05}=4,99$ ;  $P<0,01$ ).

Вагомо на потенційну продуктивність впливає генезис репродуктивних органів у сортів суниці, основні показники котрого відображені у таблиці 2.

Встановлено, що генотипова варіативність була для показників (усереднено) значима ( $F=8,17$ ;  $F_{0,05}=3,84$ ;  $P=0,01$ ), як і різниця між роками ( $F=19,88$ ;  $F_{0,05}=4,99$ ;  $P<0,01$ ). При попарному порівнянні вже на перший рік достовірно за всіма показниками виділився сорт Джолі аз кращими показниками, потім сорти Ліноза та Алегро, статистично достовірно найгіршим за показниками кількості ріжків та квіток на квітконосі відрізнявся сорт Геркулес, у дворічному ягіднику позитивно

виділилися сорти Джолі та Алегро, потім сорт Ліноза, майже на його рівні крім суттєво меншої кількості ріжків з куща був сорт Геркулес.

Таблиця 2  
Особливості початкового формування врожайності для сортів суниці садової (2021–2023 рр.) ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n = 100$ )

Сорт	Кількість			
	ріжків, шт./кущ	квітконосів, шт./кущ	квіток на квітконосі, шт.	зав'язь, шт./кущ
Однорічний ягідник				
Джолі	2,84±0,11 <sup>a</sup>	1,86±0,08 <sup>a</sup>	7,70±0,20 <sup>a</sup>	7,67±0,23 <sup>a</sup>
Ліноза	2,17±0,08 <sup>b</sup>	1,20±0,06 <sup>b</sup>	6,69±0,21 <sup>b</sup>	6,04±0,24 <sup>b</sup>
Аллегро	2,15±0,11 <sup>b</sup>	1,27±0,10 <sup>b</sup>	6,71±0,21 <sup>b</sup>	6,07±0,30 <sup>b</sup>
Геркулес	1,86±0,12 <sup>c</sup>	1,19±0,06 <sup>b</sup>	6,14±0,27 <sup>c</sup>	6,01±0,25 <sup>b</sup>
Дворічний ягідник				
Джолі	10,14±0,32 <sup>a</sup>	9,93±0,28 <sup>a</sup>	10,98±0,31 <sup>a</sup>	54,16±1,05 <sup>a</sup>
Ліноза	7,88±0,44 <sup>b</sup>	7,29±0,21 <sup>b</sup>	7,45±0,34 <sup>b</sup>	36,10±1,12 <sup>b</sup>
Аллегро	9,02±0,41 <sup>c</sup>	9,11±0,33 <sup>a</sup>	11,01±0,42 <sup>a</sup>	52,14±1,14 <sup>a</sup>
Геркулес	5,45±0,42 <sup>d</sup>	6,74±0,26 <sup>b</sup>	6,76±0,39 <sup>b</sup>	37,19±1,10 <sup>b</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$ .

При проведенні обліку врожайності ягідників 2-го року насадження було проведено дослідження технологічних (товарних) показників ягід суниці (Таблиця 3). Факторний аналіз даних ознак показав статистично достовірну мінливість по сортах за показниками ваги ягід 1-го порядку ( $F=8,90$ ;  $F_{0,05}=3,84$ ;  $P=0,01$ ), сорти Джолі та Алегро мали вищий показник та статистично достовірно відрізнялися від сорту Ліноза, найгіршим був сорт Геркулес, за всіма зборами мінливість генотипова щодо ваги ягід теж була статистично достовірною ( $F=5,67$ ;  $F_{0,05}=3,84$ ;  $P=0,02$ ), сорти Джолі та Алегро мали вищий показник та статистично достовірно відрізнялися від сорту Ліноза, найгіршим був сорт Геркулес. За показниками довжини та діаметру ягід сорти Джолі та Алегро теж мали вищий показник та статистично достовірно відрізнялися від сорту Ліноза, найгіршим був сорт Геркулес. Генотипова мінливість цих показників також значима ( $F=4,72$ ;  $F_{0,05}=3,84$ ;  $P=0,03$ ).

Індекс ягоди розраховувався як відношення максимальної довжини до найбільшому діаметру, за ним ягоди усіх сортів мали округлу форму (діапазон 1,0–1,1), суттєвої варіативності немає.

Щодо безпосередньо характеристики продуктивності за окремими сортами та її елементів (Таблиця 4), то мінливість дворічного розсадника була суттєво вища від однорічного ( $F=8,90$ ;  $F_{0,05}=4,99$ ;  $P=0,01$ ), також була суттєвою в обох випадках варіативність за сортами ( $F=23,10$ ;  $F_{0,05}=3,84$ ;  $P<0,01$ ).

Найвищим рівень мінливості був у параметру кількості ягід з куща, де вже в першому році значимо позитивним був сорт Джолі ( $F=13,17$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P<0,01$ ), на другий рік позитивно відрізнявся від інших сорт Джолі ( $F=17,99$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P<0,01$ ), потім Ліноза та Алегро ( $F=11,87$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P<0,01$ ), негативно відзначився як найнижчий за ознакою сорт Геркулес ( $F=13,72$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P<0,01$ ).



Таблиця 3  
**Морфометрія продуктивності сортів суниці садової (2021–2023 рр.)**  
 ( $\bar{x} \pm SD, n = 100$ )

Сорт	Середня вага ягоди, г		Довжина ягоди, мм	Діаметр ягоди	Індекс ягоди
	1-го порядку	За всіма зборами			
Джолі	29,01±1,14 <sup>a</sup>	24,17±1,11 <sup>a</sup>	44,1±0,5 <sup>a</sup>	44,6±0,5 <sup>a</sup>	1,0
Ліноза	20,10±0,94 <sup>b</sup>	18,46±1,06 <sup>b</sup>	41,0±0,6 <sup>b</sup>	40,9±0,6 <sup>b</sup>	1,0
Аллегро	29,17±1,30 <sup>a</sup>	24,12±1,02 <sup>a</sup>	43,5±0,6 <sup>a</sup>	44,8±0,5 <sup>a</sup>	1,1
Геркулес	17,91±1,19 <sup>c</sup>	15,11±1,12 <sup>c</sup>	35,1±0,7 <sup>c</sup>	35,2±0,6 <sup>c</sup>	1,0

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$ .

За ознакою середньої ваги ягід всіх зборів на перший мінливість була дуже низькою, лише позитивно відзначився сорт Джолі ( $F=6,33$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P=0,02$ ), на другий рік мінливість зростає – кращим був сорт Джолі ( $F=9,09$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P<0,01$ ), потім Аллегро ( $F=5,12$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P=0,04$ ), Ліноза ( $F=5,73$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P=0,03$ ) та замикав ряд сорт Геркулес з найнижчим показником ( $F=10,44$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P<0,01$ ).

Таблиця 4  
**Показники врожайності для генотипів суниці садової (2021–2023 рр.)**  
 ( $\bar{x} \pm SD, n = 100$ )

Сорт	Кількість ягід, шт./кущ	Середня вага ягоди, г	Урожайність, т/га	Вихід стандартної продукції, %
Однорічний ягідник				
Джолі	8,83±0,32 <sup>a</sup>	15,18±1,05 <sup>a</sup>	7,99±0,33 <sup>a</sup>	95,14±1,02 <sup>a</sup>
Ліноза	6,34±0,30 <sup>b</sup>	12,10±0,91 <sup>b</sup>	5,56±0,32 <sup>b</sup>	94,14±1,00 <sup>a</sup>
Аллегро	6,20±0,29 <sup>b</sup>	13,21±0,94 <sup>b</sup>	6,13±0,30 <sup>c</sup>	93,11±1,05 <sup>a</sup>
Геркулес	5,80±0,25 <sup>b</sup>	12,07±0,87 <sup>b</sup>	5,10±0,31 <sup>b</sup>	94,17±1,00 <sup>a</sup>
Дворічний ягідник				
Джолі	36,12±1,01 <sup>a</sup>	24,16±1,01 <sup>a</sup>	31,19±0,45 <sup>a</sup>	98,76±1,02 <sup>a</sup>
Ліноза	31,12±0,97 <sup>b</sup>	19,11±1,10 <sup>b</sup>	24,12±0,39 <sup>b</sup>	97,68±1,00 <sup>a</sup>
Аллегро	30,13±1,14 <sup>b</sup>	25,12±1,12 <sup>a</sup>	25,89±0,40 <sup>c</sup>	98,18±1,01 <sup>a</sup>
Геркулес	26,01±1,00 <sup>c</sup>	16,24±1,02 <sup>c</sup>	20,23±0,41 <sup>d</sup>	97,13±0,54 <sup>a</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$ .

За ознакою врожайності на перший рік домінував серед інших сорт Джолі ( $F=8,81$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P<0,01$ ), потім Аллегро ( $F=5,99$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P=0,02$ ), Ліноза та Геркулес статистично достовірно не відрізнялися ( $F=4,11$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P=0,06$ ), на другий рік знов дуже суттєво переважав сорт Джолі ( $F=17,17$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P<0,01$ ), потім сорт Аллегро ( $F=7,11$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P=0,01$ ), сорт Ліноза ( $F=6,78$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P=0,01$ ), на останньому місці сорт Геркулес ( $F=11,43$ ;  $F_{0,05}=4,45$ ;  $P<0,01$ ).

За виходом продукції, що відповідає стандартам товарності та відправляється для подальшого споживання безпосередньо, а не на переробку мінливість була дуже низької, плоди усіх сортів суниці в цілому відповідали стандартам до реалізації даного типу продукції повною мірою. На перший рік даний показник був значно нижчий за тим, що у розсаднику другого року, що є нормальним для даної культури, але статистично достовірна варіативність між сортами була відсутня повністю, недостовірно нижчий був вихід в перший рік у сорту Аллегро, на другий рік вирощування у сорту Геркулес.

При проведенні аналізу дискримінантних функцій (Таблиця 5) впливали зі статистичною достовірністю на врожайність вивченого сортового набору параметри морфогенезу інтегративно при формуванні репродуктивної здатності сортів (переважно вже при дослідженні дворічного ягідника, однорічний не був достовірним у факторному просторі), середня вага ягоди 1-го порядку, кількість ягід з куща та вихід стандартної продукції (щодо котрого, урахуваючи низьку мінливість не зовсім очевидний прямий зв'язок та, урахуваючи положення функції першого порядку у просторі канонічного рівняння дана модельність не може бути орієнтиром сама по собі).

Таблиця 5

**Модельність досліджених параметрів для впливу на врожайність у сортів суниці садової**

Параметр в моделі	Wilks Lambda $\lambda$	Часткова Lambda	F-критичне (4,95)	p-рівень
Параметри онтогенезу інтегративно	0,65	0,22	1,91	0,15
Параметри морфогенезу інтегративно	0,10	0,77	7,14	0,01
Індекс ягоди	0,43	0,36	3,02	0,10
Середня вага ягоди 1-го порядку	0,17	0,68	5,67	0,04
Кількість ягід	0,05	0,90	23,94	<0,01
Середня вага ягоди	0,04	0,92	27,15	<0,01
Вихід стандартної продукції	0,15	0,68	5,34	0,05

Переважає та пряме значення мали параметри кількість ягід з куща та середня вага ягоди (навіть більш вагомо), котрі й зумовили (особливо другий) перевагу сорту Джолі та (разом у комплексі) друге місце за врожайністю сорту Аллегро (для котрого показано, що навіть відмінності за окремими ознаками, котрі знаходяться у межах достовірного відхилення можуть мати адитивно позитивний характер).

**Висновки і пропозиції.** За результатами проведених польових дослідів показано, що суттєво перевищування за застосуванням інтенсивної технології вирощування однозначно показав сорт Джолі, потім сорт Аллегро, але не з таким вагомих відривом, причому щодо останнього переваги не було на перших зборах у ягіднику. Суттєве значення має можливість отримання більшої кількості зборів (сорт Джолі та Аллегро), ключовими параметрами, що вагомо вплинули на формування вищої продуктивності були параметри морфогенезу інтегративно при формуванні репродуктивної здатності сортів, середня вага ягоди 1-го порядку, кількість ягід з куща, середня вага ягоди. Щодо усіх цих ознак підтвердження

висока генетично-обумовлена мінливість. Найгіршим себе показав старий сорт Геркулес, потім сорт Ліноза, котрий сформував нижчу врожайність через нижчу кількість зборів та підпороговий ефект деяких інших параметрів. За показниками технологічної якості ягоди усіх сортів відповідають стандартам з високим рівнем та суттєвої мінливості, крім ефектів другого порядку не виявлено. За умовами надходження необхідної кількості вологи переваги мають більш пізньостиглі сорти, з більшою довжиною фаз розвитку. В планах подальших досліджень аналіз продуктивності та технологічної якості отриманою продукції при вирощуванні у закритому ґрунті та аналіз вмісту основних цінних елементів для встановлення харчової цінності ягід кожного сорту.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bhat R. P., Devi K. M., Jayalaxmi H., Sophia I., Prajna P. S. Effect of plant growth regulators on establishment and growth of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) var. Chandler in vitro. *Agricultural Science Research Journal*. 2012. 2 (12). P. 623-632.
2. Chhaya B., Jogawat A., Gnanasekaran P., Kumari P., Lakra N. Narayan O. P. An overview of recent advancement in phytohormones-mediated stress management and drought tolerance in crop plants. *Plant Gene*. 2021. 25. 10.1016/j.plgene.2020.100264.
3. Darnell R. L. Strawberry growth and development. The Strawberry: A Book for Growers, Others. Gainesville, FL: Dr. Norman F. Childers Publications, Vienna, 2003, P. 611.
4. Desmet E. M., Verbraeken L., Baets W. Optimisation of nitrogen fertilisation prior to and during flowering process on performance of short day strawberry 'Elsanta'. *Acta Horticulturae*. 2009. 842. P. 675-678.
5. Khalil N. H., Hammoodi J. K. Effect of nitrogen, potassium and calcium in strawberry fruit quality. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*. 2021. 16. P. 1967-1972.
6. Khaton F., Kundu M., Mir H., Nahakpam S. Efficacy of foliar feeding of brassinosteroid to improve growth, yield and fruit quality of strawberry (*fragaria* × *ananassa* duch.) grown under subtropical plain. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2021. 16. P. 1967-1972.
7. Lalk G. T., Bi G., Zhang Q., Harkess R. L., Li T. High-tunnel production of strawberries using black and red plastic mulches. *Horticulture*. 2020. 6(4). P. 1-16.
8. Neri D., Baruzzi G., Massetani F., Faedi W. Strawberry production in forced and protected culture in Europe as a response to climate change. *Canadian journal of plant science*. 2012. 92(6). P. 1021-1036.
9. Savini G., Neri D., Zucchini F., Sugiyama N. Strawberry growth and flowering: an architectural model. *International Journal of Fruit Science*. 2005. 5(1). P. 29-50.

УДК 635.15:631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.25>

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКА СПІВВІДНОШЕННЯ С/Н У НАДЗЕМНІЙ БІОМАСІ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ ЯК КРИТЕРІЙ ЇЇ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ВИКОРИСТАННЯ

Цицюра Я.Г. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,

Вінницький національний аграрний університет

Зміни у парадигмі удобрення викликані як дефіцитом агрохімічних ресурсів, так і екологізацією системи живлення сільськогосподарських рослин з огляду на ґрунтозбереження та відновлення деградованих ґрунтів на принципах кліматичної нейтральності змовлюють імплементацію системи використання у сівозміні насичуючих (проміжних) культур багатоцільового використання. Така система передбачає можливість їх застосування на сидерацію, кормові цілі, біоенергетичні потреби. З позиції технологічного регламенту такої оцінки показник співвідношення органічного вуглець до загального азоту є мірилом можливості такого використання. З метою вивчення можливості використання листостеблової маси редьки олійної за таким спрямуванням у Вінницькому національному аграрному університеті проведено багаторічні дослідження із вивчення загальних особливостей формування даного показника за двох широковживаних строків сівки – весняного та літнього. У дослідженнях було використано районований сорт редьки олійної Журавка за традиційної схеми конструювання проміжних посівів редьки олійної (2,5 млн. шт./га схожих насінин з міжряддям 15 см на неудобреному фоні). Для обліку показника С/Н було використано адаптовані до європейських практик методики з використанням відібраної біомаси на фазу цвітіння, яка є найбільш рекомендованою для граничного використання на різні цілі. Встановлений багаторічний інтервал показника С/Н 12–20 для весняного та 10–17 для літнього строку сівки, що з позиції десятирічного циклу оцінок дозволили рекомендувати рослину масу редьки олійної на основні варіанти багатоцільового використання у системі проміжних (насичувальних) культур сівозміни для умов нестійкого зволоження на сірих лісових ґрунтах. Визначено також прогностичні моделі із ранжованими залежностями величини показника С/Н від базових гідротермічних величин та співвідношень на підставі застосування коефіцієнту детермінації, які засвідчили складний характер формування показника з часткою факторного впливу в середньому на рівні 35–40%. Це вказує на відповідний рівень фізіологічної адаптивності редьки олійної та можливість її багатоцільового використання у системі збереження ґрунтової родючості у різних ґрунтово-кліматичних зонах за відповідного фізіологічно-мінімального рівня температури- та вологозабезпечення.

**Ключові слова:** редька олійна, сидерація, біогаз, біоорганічні системи удобрення, гідротермічні показники вегетації.

### **Tsytsiura Y.G. Peculiarities of formation of C/N ratio in aboveground biomass of oilseed radish as a criterion for its multipurpose use**

Changes in the fertilizer paradigm caused by both the shortage of agrochemical resources and the greening of the crop nutrition system in view of soil conservation and the restoration of degraded soils on the principles of climate neutrality require the implementation of a system of using saturating (intermediate) crops for multiple purposes in crop rotation. Such a system provides for the possibility of their use for green manure, fodder, and bioenergy needs. From the point of view of the technological regulations of such an assessment, the ratio of organic carbon to total nitrogen is a measure of the possibility of such use. In order to study the possibility of using oil radish leaf mass for this purpose, Vinnytsia National Agrarian University conducted long-term research on the general features of the formation of this indicator at two widely used sowing dates – spring and summer. The researchers used a zoned oil radish variety 'Zhuravka' under the traditional scheme of designing intermediate sowings of oil radish (2.5 million

*seeds ha<sup>-1</sup> of germinating seeds with 15 cm row spacing on an unfertilized background). To account for the C/N ratio, methods adapted to European practices were used using selected biomass at the flowering stage, which is the most recommended for maximum use for various purposes. A multi-year interval of C/N index 12–20 for spring and 10–17 for summer sowing was established, which, from the standpoint of a ten-year evaluation cycle, allowed us to recommend the plant mass of oil radish for the main options for multipurpose use in the system of intermediate (saturating) crops of crop rotation for conditions of unstable moisture on gray forest soils. The prognostic models with ranked dependencies of the C/N value on the basic hydrothermal values and ratios based on the use of the determination coefficient were also determined, which showed a complex nature of the formation of the indicator with a share of factor influence at an average of 35–40%. This indicates the appropriate level of physiological adaptability of oil radish and the possibility of its multipurpose use in the system of soil fertility conservation in different soil and climatic zones at the appropriate physiologically minimal level of temperature and moisture supply.*

**Key words:** oilseed radish, green manure, biogas, bioorganic fertilizer systems, hydrothermal parameters of vegetation.

**Постановка проблеми.** Сучасні системи удобрення трансформуються в світі і Україні у органічно-мінеральну схему де намагаються досягти певного позитивного співвідношення між часткою класичних мінеральних добрив та різних форм органіки [1, с. 5–6]. Разом із тим дефіцит традиційних органічних добрив в Україні та світі викликаний як загальним скороченням поголів'я тварин, так і переведенням сучасних тваринницьких комплексів на систему біоорганічного замкнутого циклу енергопостачання з використанням відходів тваринництва для отримання біогазу – зумовив в останніх десять років інтенсивний пошук альтернатив класичному гноєві [2, с. 174–175]. Такими альтернативами на ринку сьогодні є використання лінійки різноманітних зелених добрив у формі сидератів, мульчування, комбінованого компостування та системи покривних культур [3, с. 3–5]. Крім того активно розвивається напрям дослідження можливості використання сформованої біомаси проміжних культур на отримання біогазу за рахунок анаеробної ферментації з метою отримання як одного із видів цінних біопалив, так і з метою отримання субпродукту дигестату, який у системі біорециклінгу успішно адаптується для тих же варіантів біоорганічного удобрення [4, с. 95–97]. При цьому слід зауважити, що світовий ринок таких культур має виражену позитивну динаміку росту. Так, у У Звіті про світовий ринок сидератів за 2024 рік [5, с. 4–9] зазначається, що обсяг ринку сидератів за останні роки значно зріс. Він продовжив зростати з \$2,17 млрд у 2023 році до \$2,33 млрд у 2024 році при середньорічному темпі зростання (CAGR) 7,6%. Зростання в історичний період можна пояснити практиками органічного землеробства, обізнаністю про здоров'я ґрунтів, практиками сівозміни, державною підтримкою та субсидіями, диверсифікацією культур, збереженням води, зменшенням впливу на навколишнє середовище. Очікується, що в найближчі кілька років обсяг ринку сидератів буде стрімко зростати. Він зросте до \$3,07 млрд на період до 2028 року при середньорічному темпі зростання (CAGR) 7,1%. Зростання в прогнозованому періоді можна пояснити адаптацією до зміни клімату, практиками відновлюваного сільського господарства, споживчим попитом на стале сільське господарство, інтеграцією в точне землеробство, посиленням мікробної активності ґрунту, управлінням якістю води. Основні тенденції в прогнозованому періоді включають застосування хрестоцвітних та бобових покривних культур, використання озимих покривних культур, систем землеробства no-till і reduced-till, інновації в галузі ґрунтовикористання за рахунок системи насичення сівозмін

покривними сидеральними культурами як в одновидовому, так і полівидовому складі. Така динаміка також базується на доведених цінних властивостях сидеральних систем у приміненні до інноваційних підходів у землеробстві з огляду на біохімічну складову їх біомаси та можливості ефективного використання за багатоцільовим напрямком як кормові, покривні, сидеральні, біоенергетичні та ґрунтозахисні культури [6, с. 7–9]. Виходячи з цього дослідження базового показника прогнозованої якості сформованої біомаси як критерію такого багатofункціонального напрямку застосування є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Слід зауважити що ведеться науковий пошук щодо розширення переліку ефективних сільськогосподарських культур, які можна ефективно використовувати для біоорганічних, екологоорієнтованих та ґрунтореабілітуючих систем серед різних видів рослин [7, 2–4]. При цьому відмічається що ефективність та можливість багатоцільового використання проміжних культур, які вирощуються у форматі насичених для сформованої системи сівозмін напряму залежить від біохімічного складу сформованої листостеблової маси [8, с. 36]. Одним із базових критеріїв з позиції їх позитивної дії на гумусонакопичення, позитивний баланс основних елементів, активізацію мікробіологічного потенціалу ґрунту, швидкість розкладу та іммобілізації рослинних компонентів, можливість їх ефективного використання як у плані сидерації, так і у використанні для отримання біогазу, застосування як варіант свіжого зеленого корму є співвідношення C/N [9, с. 24–25]. При цьому наголошується, що формування біохімічного потенціалу листостеблової маси даних культур залежить від гідротермічних умов росту і розвитку відповідних культур, проте ця залежність має видовоспецифічний характер і потребує експериментального уточнення по кожному виду рослин [3, с. 176–177]. Не дивлячись на актуальність оцінки показника співвідношення C/N є ряд дискусійних питань, які потребують додаткового наукового узагальнення у зв'язку із змінами клімату, переформатування традиційних технологій удобрення та переоцінкою значимості окремих сидеральних культур. З огляду на це тривалий період нами проводяться дослідження щодо всебічної оцінки багатoproфільної культури редьки олійної (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) у тому числі з позиції ефективності її багатоцільового використання як складового компоненту сидеральних, біогазових технологій та ефективного використання у системі зеленого конвеєра [10, с. 197–200]. При цьому слід зауважити, що формування біохімічних показників сформованої біомаси редьки олійної у багаторічній динаміці на фоні різного строкового використання є питанням маловивченим науковою спільнотою як вітчизняною, так і зарубіжною та потребує подальшого наукового узагальнення.

**Метою дослідження** було дослідити вплив основних показників гідротермічного режиму вегетації редьки олійної на формування вже згаданого співвідношення C/N у сформованій біомасі редьки олійної за весняного та літнього строку сіви у плані її подальшого різноцільового використання.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження проводились впродовж 2014–2023 рр. на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету (N 49°11'31", E 28°22'16") на сірих лісових ґрунтах. Агрохімічний потенціал дослідного поля: вміст гумусу 2,68% легкогідролізованого азоту 81.5 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 176.1 мг/кг ґрунту, обмінного калію 110.8 мг/кг ґрунту, рН<sub>кел</sub> 5.8.

Було використано сорт редьки олійної Журавка комбінованого використання (зелена маса–сидерація–насіння). Посів проводився на неудобреному фоні нормою висіву 2,5 млн схожих насінин/га звичайним рядковим способом (міжряддя 15 см). Вказаний варіант сівби відповідав варіанту кормово-сидерального використання редьки олійної. За єдиних параметрів передпосівного конструювання агроценозу, вивчалися дві системи використання редьки олійної як проміжної культури для сидерального застосування:

I. Система ранньовесняної сівби після проміжного обробітку у форматі культивування на глибину 8–10 см із вирівнюванням (перша–друга декада квітня) на фоні зяблевої оранки на 20–22 см за дати фенологічного досягнення оптимальної фази багатоконпонентного використання біомаси редьки олійної (фаза цвітіння (ВВСН 64–67) на другу–третю декаду червня).

II. Система проміжного (літнього) використання за сівби відразу після збирання попередника з проміжним комбінованим обробітком ґрунту (плоскоріз + ротаційне розпушування із вирівнюванням) на глибину 12–14 см у другій–третьій декаді липня при даті фенологічного досягнення оптимальної фази багатоконпонентного використання біомаси редьки олійної (фаза цвітіння (ВВСН 64–67) на другу–третю декаду жовтня).

Дослідні ділянки було сформовано у чотирьохразовій повторності методом дрібноділянкової рендомізації (загальна площа ділянки 35 м<sup>2</sup> облікова площа ділянки 25 м<sup>2</sup>). Супутні спостереження та обліки проводились відповідно до базових рекомендацій проведення досліджень із хрестоцвітими культурами [11, с. 10–31].

Для контролю чисельності бур'янів застосовували суміш гербіцидів у фазу розетки (ВВСН 20–22) Галера 334, водний розчин (клопиралід, 267 г/л + пиклорам, 67 г/л), 0,3 л/га – проти дводольних бур'янів; Селект, концентрат емульсії (клетодим, 120 г/л), 0,7 л/га – грамініцид. Для контролю чисельності хрестоцвітих блішок (*Phyllotreta atra* F., *Phyllotreta nemorum* L., *Phyllotreta undulata* Kutsch, *Phyllotreta nigripes* F.) було застосовано інсектицид Блискавка (концентрат емульсії, альфаціперметрин 100 г/л) 0,2 л/га у фазу сім'ядолей–перших справжніх листків (ВВСН 10–12).

Всі лабораторні хімічні аналізи проводилися з використанням відібраних зразків листостеблової маси на рубіжну дату її використання із визначенням базових компонентів біохімічного аналізу, виражених в абсолютно сухій вазі відповідно до стандартних методик з врахуванням європейських стандартів [12, с. 15–30; 13, с. 101–130], а саме:

– вмісту загального азоту за методом К'ельдаля проводили на аналізаторі KjeLROC Kd-310 (ISO 17025);

– вміст загального органічного вуглецю визначали за допомогою лабораторного аналізатора загального органічного вуглецю серії ТОС-СРПН за стандартним протоколом низькотемпературного термодокаталітичного окислення рослинного матеріалу;

– співвідношення С/Н розраховувалося як відношення загального органічного вуглецю (ЗОВ) до загального вмісту азоту.

Аналіз погодних умов та рівня їх мінливості за період 2014–2023 рр. проводився на основі гідротермічного коефіцієнту (ГТК) відповідно до рівняння 1, індексу посушливості ( $I_n$ ) відповідно до рівняння 2, коефіцієнту зволоження ( $K_z$ ) відповідно до рівняння 3:

$$ГТК = \frac{\sum R}{0.1 \times \sum t_{>10}} \quad (1)$$

де:  $\sum R$  – сума опадів (мм) за період з температурою вище 10 °С,  $\sum t_{>10}$  – сума ефективних температур за той самий період

$$I_n = \frac{12P_{on}}{T_{сер.} + 10}, \quad (2)$$

де  $P_{on}$  та  $T_{сер.}$  – кількість опадів та середня температура повітря у відповідному місяці, відповідно.

$$K_z = \frac{P}{E}, \quad (3)$$

де:  $K_h$  – коефіцієнт зволоження;  $P$  – сума опадів за аналізований період, мм;  $E$  – випаровуваність за аналізований період (яку розраховували відповідно до рівняння 4), мм.

$$E = 0,0018 \times (25 + t)^2 \times (100 - a), \quad (4)$$

де:  $E$  – випаровуваність рослин для певного періоду, мм;  $t$  – середня температура повітря за період °С;  $a$  – середня за аналізований період вологість повітря, %.

Узагальнююча оцінка гідротермічних режимів періоду вегетації редьки олійної у межах років досліджень представлена у таблиці 1. Враховуючи оптимальні параметри для ростових процесів рослин редьки олійної відповідно до наших попередніх багаторічних оцінок [14, с. 220–221] роки досліджень було розміщено у наступному порядку зростання сприятливості ростових процесів для умов весняного строку сівби: 2017–2015–2016–2018–2021–2022–2023–2014–2020–2019. Для умов літнього строку сівби аналогічний ряд був наступним: 2015–2021–2019–2016–2023–2014–2020–2018–2017–2022.

Таблиця 1

**Показники гідротермічного забезпечення періоду вегетації редьки олійної сорту Журавка за різних строків сівби, 2014–2023 рр.**

Рік	Сума опадів, мм (IV–VI)	$t_{сер.}, ^\circ\text{C}$ (IV–VI)	Місяці періоду вегетації								
			IV			V			VI		
			ГТК	$I_n$	$K_z$	ГТК	$I_n$	$K_z$	ГТК	$I_n$	$K_z$
Весняний строк сівби											
2014	339,6	13,84	0,72	45,7	1,18	3,93	88,9	2,11	1,55	34,8	0,83
2015	142,3	14,36	0,64	37,3	0,78	0,92	20,6	0,41	0,72	16,9	0,27
2016	193,4	15,06	0,30	21,6	0,44	0,49	40,4	0,99	1,27	29,9	0,75
2017	125,1	14,07	3,92	39,2	0,75	0,78	16,8	0,34	0,50	11,9	0,22
2018	170,8	16,38	0,29	10,8	0,19	0,31	7,2	0,12	4,40	103,7	2,31
2019	398,5	15,39	0,57	33,5	0,72	4,9	111,0	3,29	1,68	41,4	0,96
2020	343,8	13,67	0,09	36,4	0,50	5,33	106,4	3,18	1,55	37,3	0,89
2021	282,8	13,26	0,23	38,8	0,96	3,13	66,7	1,64	1,68	39,8	1,00
2022	242,1	14,30	0,56	57,4	2,33	1,43	31,3	0,79	1,50	36,1	0,85
2023	239,8	14,18	1,54	91,5	3,33	0,08	1,9	0,04	1,64	38,9	0,87



Закінчення табл. 1

Рік	Сума опадів, мм (VII-X)	$t_{\text{ср.}}, ^\circ\text{C}$ (VII-X)	Місяці періоду вегетації											
			VII			VIII			IX			X		
			ГТК	$I_n$	$K_3$	ГТК	$I_n$	$K_3$	ГТК	$I_n$	$K_3$	ГТК	$I_n$	$K_3$
Літній строк сівби														
2014	250,8	15,4	1,31	32,7	0,77	1,05	26,0	0,51	1,25	25,7	0,56	1,77	35,8	0,93
2015	160,8	16,6	0,32	8,1	0,14	0,12	3,1	0,05	1,18	26,8	0,63	3,04	49,4	1,25
2016	212,7	15,6	1,06	26,5	0,55	0,90	22,0	0,43	0,01	2,5	0,05	0,55	63,4	2,45
2017	318,0	16,0	1,52	37,5	0,72	0,82	20,7	0,38	3,10	61,2	1,57	1,07	30,0	1,26
2018	273,4	16,4	2,16	53,4	1,63	0,59	14,6	0,30	1,38	27,2	0,71	0,87	27,6	0,95
2019	161,7	16,0	1,01	24,4	0,56	0,24	5,9	0,11	0,99	20,7	0,42	0,38	27,4	0,93
2020	245,4	17,6	0,59	14,7	0,31	0,53	13,2	0,22	0,86	27,5	0,54	2,54	60,6	3,05
2021	176,9	15,4	0,78	20,1	0,45	1,46	35,7	0,91	0,71	17,6	0,51	0,00	1,7	0,04
2022	436,6	16,0	0,90	22,4	0,58	1,71	43,1	1,06	4,96	98,1	2,60	3,17	51,4	1,50
2023	247,1	18,3	1,41	35,8	0,82	0,65	16,9	0,36	1,01	23,4	0,63	1,03	29,9	0,93

Показники варіаційної статистики визначали за загальноприйнятою методикою розрахунку в статистичних програмах Statistica 10 (StatSoft – Dell Software Company, США). Для статистичної оцінки отриманих середніх величин застосовано показники: середнє арифметичне, стандартне відхилення (SD) та коефіцієнт варіації ( $C_v$ ). Крім того, для всього масиву даних було проведено кореляційний аналіз Спірмена та дисперсійний аналіз за стандартною схемою [15, с. 12–32].

Ступінь інтегрального зв'язку з основними показниками базових факторів системи дослідження оцінювали за значенням коефіцієнта детермінації зв'язку (рівняння 5):

$$d_{yx} = r_{ij}^2 \times 100 \quad (5),$$

де  $r_{ij}$  – коефіцієнт кореляції між  $i$ -м та  $j$ -м показником.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Отримані результати (Таблиця 1) показують, що як загальний вміст азоту, так і загальний вміст органічного вуглецю мають відповідний рівень міжрічної мінливості, що у підсумку відображується на результатах їх співвідношень.

Що стосується вмісту органічного вуглецю то для більшості культур цей показник має певне сталі інтервальне значення у межах 38–44% на абсолютну суху речовину і зростання його вмісту характерне за феностадійного старіння рослин, яке супроводжується загальною реутилізацією азоту, інтенсивним зростання клітковини та лігнопохідних речовин [12, с. 5–7]. Тобто коливання показника має певне обмеження з позиції біохімічних перетворень у процесі їх фенологічного розвитку. Для редьки олійної цю особливість також підтверджено, оскільки з огляду на рівень міжрічного коефіцієнту варіації (3,1% за весняної та 3,0% за літньої сівби) формування показника характеризується певною сталістю фізіологічних реакцій з огляду на мінливі умов довкілля (Таблиця 1). Ця сталість підтверджена також показником варіювання у межах року досліджень з межовим інтервалом від 1,1% до 3,1% для весняного та від 1,8% до 4,5% для літнього строку сівби.

Таблиця 2

**Оцінка вмісту загального азоту та органічного вуглецю у листостебловій масі редьки олійної сорту Журавка на фазу цвітіння (ВВСН 64–67) для двох строків сівби, 2014–2023**

Роки	Вмісту загального азоту, % на абсолютно суху речовину		Вміст загального органічного вуглецю % на абсолютно суху речовину		Співвідношення C/N	
	$\bar{x}$	*SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Весняний строк сівби						
2014	2,81	0,44	38,25	0,57	13,94	2,80
2015	2,41	0,31	40,22	0,81	16,86	1,81
2016	2,29	0,21	39,14	0,48	17,20	1,67
2017	2,55	0,30	41,12	0,65	16,28	1,83
2018	2,42	0,09	39,77	0,78	16,45	0,71
2019	3,07	0,13	37,14	1,14	12,12	0,86
2020	2,27	0,20	40,09	0,43	17,75	1,37
2021	2,04	0,13	37,95	0,73	18,67	1,44
2022	2,33	0,20	38,44	0,46	16,59	1,48
2023	2,72	0,16	38,89	0,42	14,34	0,96
$\bar{X}$	2,49	0,30	39,10	1,21	16,02	2,36
НІР <sub>05</sub>	0,34	–	0,98	–	2,30	–
Літній строк сівби						
2014	2,79	0,21	41,03	1,34	14,77	1,18
2015	2,38	0,26	39,82	1,31	16,86	1,60
2016	2,94	0,34	40,59	1,78	13,99	2,18
2017	3,18	0,32	38,51	0,79	12,21	1,35
2018	3,32	0,39	38,09	1,71	11,58	1,41
2019	2,58	0,26	40,87	0,82	15,97	1,73
2020	3,27	0,22	38,44	0,85	11,81	1,03
2021	3,09	0,24	41,29	0,76	13,42	1,06
2022	3,67	0,52	38,98	1,73	10,84	2,11
2023	3,43	0,50	39,15	0,89	11,58	1,51
$\bar{X}$	3,07	0,40	39,68	1,20	13,30	2,40
НІР <sub>05</sub>	0,49	–	1,82	–	2,05	–

\*SD – стандартне відхилення.

Кардинально відмінна ситуація із накопиченням загального азоту – міжрічне варіювання 12,1% (за річного на рівні 3,7%–15,7%) для весняного та 15,4% (річне 6,7%–14,6%) для літнього строку сівби. На нашу думку такий характер пояснюється теорією стресових білків, яка вказує на зростання вмісту білково-азотистих сполук у рослині з огляду на зростання стресовості періоду вегетації, пов'язану із

дефіцитом зволоження на фоні інтенсивного наростання середньодобових температур [16, с. 28].

При цьому у випадку редьки олійної у зростанні накопичення азоту є свої особливості. Так згідно даних Таблиці 1 та 2 зростання вмісту азоту відмічено як у варіанті вищих середньодобових температур за період від сходів до цвітіння, так і за умов достатнього вологозабезпечення. Останній факт пояснюється оптимізацією загальних ростових процесів та інтенсивне формування асиміляційного апарату, що у структурному співвідношенні рослин формують біохімічне їх портфолію в сторону підвищеної частки багатих на азотисті сполуки частин.

Таким чином, таке співвідношення формує бінарний ефект залежностей за зростання співвідношення C/N за відповідного поєднання температурного режиму та режиму зволоження. При цьому за значенням вмісту азоту та вмісту сирого протеїну у індексному співвідношенні 6,25 до загального вмісту азоту – редьку олійну слід віднести до високобілкових культур, цінних з позиції кормового забезпечення у різних форматах сумішок відповідно до проведених узагальнень для культури [10, с. 249–250].

З позиції величини інтервального значення відношення C/N (із врахуванням значення стандартного відхилення (SD)) у розрізі років досліджень 8,73–20,11 (за міжрічного варіювання 12,3% для весняного строку сівби та 15,4% для літнього строку сівби) (Таблиця 2) та спираючись на ряд останніх досліджень [17, с. 384–385; 18, с. 2–3; 19, с. 136; 20, с. 527] – біомаса редьки олійної цілком відповідає критеріям «кормова культура» та «сидеральна культура», яка прогнозовано забезпечуватиме швидкий розклад свіжої біомаси у ґрунті, особливо за умов достатнього вологозабезпечення на фоні високих середньодобових температур. Такі значення вказують також на значну частку листя та суцвіть у загальній сформованій біомасі редьки олійної особливо за літнього строку сівби.

Слід також відмітити що у випадку літнього строку сівби редьки олійної темпи розкладу, не дивлячись на нижче у середньому за весь період оцінки співвідношення C/N на 17%, будуть мати прогнозовано більш повільні темпи розкладу з огляду на істотно нижчий рівень температур на період безпосереднього використання біомаси у формі сидерату (Таблиця 1) що узгоджується із особливостями розкладу сидеральної маси за умов достатнього та нестійкого зволоження [3, с. 180–185].

Враховуючи що оптимальним є певне балансове значення C/N, яке забезпечує позитивне співвідношення між швидкістю розкладу, послідуючого гумусо-накопичення та іммобілізації мінеральних елементів живлення, яке знаходиться в інтервалі від 13 до 25 залежно від погодніх умов, типу ґрунту та характеру використання відповідної покривної культури [19, с. 137] та позитивно корелює із даним співвідношенням у класичному гної ВРХ 16.6–25.0 [21, с. 1243–1245] – біомаса сформована за весняної сівби мала вищу ступінь відповідності вказаним інтервалам для сидерального використання. Проте відповідно до рекомендацій [10, с. 197–205, 249–252] її застосування можна оптимізувати за рахунок використання редьки олійної у сумісних посівах із злаковими та бобовими культурами, а також застосовувати додаткові рослинні матеріали для комбінованої сидерації (до прикладу солома). Слід окремо оцінити за критерієм C/N придатність біомаси редьки олійної для анаеробної ферментації. З огляду на те, що оптимальне значення C/N для анаеробної дигестації біомаси у технологіях отримання біогазу знаходиться у межах 20–30 з інтервалом можливих технологічних відхилень у межах від 10 до 30 [22, с. 25–28]. При цьому за низьких значень співвідношення C/N

істотно зростає концентрація амонійної форми азоту та інгібується мікробологічний процес анаеробної ферментації [23, с. 74–78].

Слід відмітити, що за середніми значеннями C/N листостеблова маса редьки олійної лише в окремі роки наближається до оптимізованого інтервалу співвідношення. На підставі цього найбільш доцільним варіантом для редьки олійної буде використання попередньо підготовленої біомаси як за рахунок силосування, так і за рахунок кооферментації свіжої маси з іншими рослинними чи органічними ресурсами (відповідно до технологічних рішень запропонованих [23, с. 78–80], а також застосування стартового інокулюму для гарантування оптимального старту процесу з огляду на ефективність таких технологічних застосувань детально описаних у наших попередніх досліджень [24, с. 950–955]. Нами доведено при цьому, що силосна ферментація листостеблової маси редьки олійної дозволяє підвищити показник співвідношення C/N на 3–6 одиниць залежно від фенологічної фази рослин при формуванні силосної маси.

Враховуючи доведений факт, що у процесі фенологічного розвитку редьки олійної від фази цвітіння до фази плодоношення закономірно знижується вміст азоту за менш вираженого зниження органічного вуглецю [10, с. 470–474] значення C/N прогнозовано матиме вузький оптимальний інтервал для біогазової ферментації листостеблової маси редьки олійної від фази повного цвітіння (ВВСН 67–70) до фенофази початку плодоношення (ВВСН 72–75).

Наявність міжрічної варіації показника C/N вказує на наявність системи залежностей між його значенням та базовими показниками гідротермічного режиму періоду вегетації. Результати аналізу таких залежностей представлено у Таблиці 3.

Таблиця 3

**Розмах значень коефіцієнту детермінації ( $d_{xy}$ ) залежностей показника співвідношення C/N у листостебловій масі редьки олійної сорту Журавка від базових показників оцінки гідротермічного режиму періоду вегетації (%), (на підставі облікових даних у системі варіанти–повторення–роки за період 2014–2023 рр.**

1*	2	3	4	5	6	7	8	9
1	16,0–21,8	24,0–32,9	82,8–90,6	87,8–92,2	82,8–88,4	12,3–20,9	23,0–30,5	16,8–22,8
2		0,04–2,15	50,4–56,9	38,4–44,5	50,4–55,8	60,8–69,7	39,7–47,4	65,6–70,4
3			8,4–14,2	13,7–17,2	8,4–12,8	22,1–30,9	15,2–21,5	25,0–32,5
4				92,5–98,0	90,6–98,7	51,8–59,3	32,5–40,4	42,3–50,8
5					92,3–98,0	70,6–77,2	33,6–40,5	53,3–58,9
6						46,2–52,8	22,1–30,9	38,4–62,5
7							24,0–29,2	79,2–85,5
8								84,6–90,2

\*Показники: 1 – Сума опадів, мм; 2 – Середньодобова температура повітря, °С; 3 – Відносна вологість повітря, %; 4 – ГТК; 5 –  $I_n$ ; 6 –  $K_z$ ; 7 – Загальний вміст азоту ( $y$  % на абсолютно суху речовину); 8 – Загальний вміст органічного вуглецю ( $y$  % на абсолютно суху речовину); 9 – Співвідношення C/N.

На підставі отриманих інтервалів розмаху значень  $d_{xy}$  можна сформулювати факторну модель формування показника C/N у порядку значимості факторів впливу: середньодобова температура повітря (обернена направленість

формування показника при середньому  $d_{xy} = 68,7\%$ ) – індекс посушливості (обернена направленість формування показника при середньому  $d_{xy} = 56,9\%$ ) – коефіцієнт зволоження (обернена направленість формування показника при середньому  $d_{xy} = 53,7\%$ ) – ГТК (обернена направленість формування показника при середньому  $d_{xy} = 47,5\%$ ) – сума опадів (обернена направленість формування показника при середньому  $d_{xy} = 20,3\%$ ).

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Проведений багаторічний цикл досліджень засвідчив багатокomпонентну цінність листостеблової маси як за весняного, так і за літнього строку сівби у плані її використання як кормової культури, сидерату та потенційного кандидата для системи анаеробної ферментації з отриманням біогазу на підставі розмаху значень співвідношення C/N.

Деталізована інтерпретація цього співвідношення у приміненні до оптимальних технологічних регламентів багатокomпонентного використання покривних та проміжних культур сівозміни (насихуючі посіви) дозволяє рекомендувати редьку олійну як ефективного кандидата в одинарному чи сумішевому застосуванні для варіантів біоорганічних технологій удобрення та відновлення ґрунтів а також із певними технологічними застереженнями для використання на біоенергетичні цілі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. *Зерно*. 2008. № 3. С. 5–10.
2. Глущенко М.К., Крупко Г.Д. Особливості застосування сидерації та роль зелених добрив у підвищенні родючості ґрунтів. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2016. 3(75). С. 173–178.
3. Цицюра Я.Г., Неїлик М.М., Дідур І.М., Поліщук М.І. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства. Монографія. Вінниця: Видавць ТОВ «Друк», 2022. 770 с.
4. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А., Кричковський В.Ю. Підвищення ефективності біогазових комплексів за рахунок використання дигестату під час вирощування сільськогосподарських та овочевих культур. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2020. Вип. 73. С. 95–101.
5. Green Manure Global Market Report 2024 2023. By Type (Leguminous, Non Leguminous), By Source( Dhaincha, Sesbania, Sunhemp, Other Sources), By Application (Grains And Cereals, Pulses And Oilseeds, Fruits And Vegetables, Other Applications) – Market Size, Trends, And Global Forecast 2024–2033. URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/green-manure-global-market-report>. (дата звернення 22.04.2022).
6. Писаренко В.М. Антонєць А.С., Лук'яненко Г.В. Система органічного землеробства агроєколога С.С. Антонця. Полтава, 2016. 131 с.
7. Дегодюк С.Е., Дегодюк Е.Г., Проненко М.М., Ігнатенко Ю.О., Пипчук Н.М., Мулярчук А.О. Ефективність застосування відновлюваних місцевих ресурсів за органічного землеробства: науково-методичні рекомендації. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 48 с.
8. Чмель О.П., Круподєря Ю.О., Бондар І.М. Сидерація як альтернатива органічним добривам і засіб збільшення продуктивності агроценозів. *Вісник ХНАУ. Серія: «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2019. Вип. 2. С. 35–44.
9. Балаєв А., Тонха О., Піковська О., Гаврилюк М., Шеметун К. Гумусованість і фізико-хімічні властивості чорноземів Лісостепу за мінімізації обробіток і біологізації системи удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2020. Вип. 98 (11). С. 24–31.
10. Цицюра Я.Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. 624 с.

11. Сайко В.Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН», 2011. 76 с.
  12. Зоохімічний аналіз кормів. Хімічний та атомно-адсорбційний аналіз кормів: Навчальний практикум / О.О. Лавринюк, В.А. Бурлака; за ред. В.А. Бурлаки. Житомир, 2016 110 с.
  13. AOAC. Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th Edition, Washington DC, 2012. P. 101–130.
  14. Snedecor G.W., Cochran W.G. Statistical Methods, 8th Edition. Wiley-Blackwell, 1991. 524 p.
  15. Tsytsiura Y.H. Modular-vitality and ideotypical approach in evaluating the efficiency of construction of oilseed radish agrophytocenosises (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Pers.). *Agraarteadus*. 2020. 31(2). P. 219–243.
  16. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень. Харків, Ліра. 2001. 171 с.
  17. Natera J.F.Z., López, P.M.G, Jimenez, C.E.A., Aguilar, F.B.M., Solís, H.V., Hernández, I.Z. Decomposition and nitrogen mineralisation of two wild lupins (Leguminosae) species with potential as green manures. *Journal of Central European Agriculture*. 2022. Vol. 23. Issue 2. P. 384–390.
  18. Dorissant L., Brym Z. T., Swartz S. Residue decomposition dynamics in mixed ratios of two warm-season cover crops. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2022. № 5. e20311.
  19. Silva J.H.C.S., Barbosa A., Gomes S.D. Aquino S.I., Silva J.R. 2023. Dynamics of plant organic matter decomposition in different agricultural landscapes. *Revista Caatinga*. Vol. 36. Issue 1. P. 135–144.
  20. Stegarescu G., Escuer-Gatius J., Soosaar K., Kauer K., Tõnutare T., Astover A., Reintam E. Effect of Crop Residue Decomposition on Soil Aggregate Stability. *Agriculture*. 2020. Vol. 10. Issue 11. P. 527–245.
  21. Pan D., Tang J., Zhang L., He M., Kung, C. The impact of farm scale and technology characteristics on the adoption of sustainable manure management technologies: Evidence from hog production in China. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 280. P. 1243–1250.
  22. Herrmann C., Idler C., Heiermann M. Biogas crops grown in energy crop rotations: Linking chemical composition and methane production characteristics. *Bioresource Technology*. 2016. Vol. 206. P. 23–35.
  23. Choi Y., Ryu J., Lee S.R. Influence of carbon type and carbon to nitrogen ratio on the biochemical methane potential, pH, and ammonia nitrogen in anaerobic digestion. *Journal of Animal Science and Technology*. 2020. Vol. 62. № 1. P. 74–83.
  24. Tsytsiura Y. Estimation of biomethane yield from silage fermented biomass of oilseed radish (*Raphanus sativus* l. var. *oleiformis* Pers.) for different sowing and harvesting dates. *Agronomy Research*. 2023. Vol. 21. № 2. P. 940–978.
-

УДК 633.854.78 : 631. 51

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.26>

## ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЙОГО АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

**Шевченко С.М.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Деревенець-Шевченко К.А.** – к.б.н., с.н.с.,

провідний науковий співробітник лабораторії захисту рослин,  
Державна установа «Інститут зернових культур  
Національної академії аграрних наук України»

**Гаєрюшенко О.О.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Шевченко О.М.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

провідний науковий співробітник лабораторії землеробства та родючості ґрунтів,  
Державна установа «Інститут зернових культур  
Національної академії аграрних наук України»

**Гуленко О.І.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

У сільському господарстві степової зони спостерігаються дві основні тенденції, пов'язані з недовикористанням ресурсного потенціалу гібридів кукурудзи та необхідністю розширення застосування мінімальних способів обробітку ґрунту. У зв'язку з актуальністю питання в умовах степової зони України були проведені польові дослідження з вивчення впливу різних систем основного обробітку ґрунту на схожість насіння, агрофізичні властивості ґрунту, продуктивність посівів кукурудзи та економічну ефективність. Наші дослідження свідчать, що застосування різних способів основного обробітку ґрунту впливає на вміст вологи в ґрунті, твердість ґрунту та щільність складення ґрунту, біометричні показники рослин, такі як висота, площа листкової поверхні. У польових дослідах встановлено, що при загальній масі органічних решток попередника 4,72 т/га, за полицевого обробітку найбільша концентрація рослинних решток пшениці озимої (3,68 т/га) спостерігалась у шарі ґрунту 20–30 см. Мінімізація основного обробітку ґрунту супроводжувалась збільшенням концентрації рослинної біомаси озимої пшениці (3,14–4,58 т/га) у верхньому 0–10 см шарі ґрунту. Застосування різних способів основного обробітку ґрунту впливає на вміст вологи в ґрунті, твердість та щільність складення ґрунту протягом усього вегетаційного періоду. З мінімізацією обробітку ґрунту та переходом на технологію no-till агрофізичні показники погіршилися. Враховуючи світову тенденцію до мінімізації обробітку ґрунту, проаналізовано економічну ефективність застосування полицевої оранки, чизельного, дискового та нульового основного обробітку ґрунту, які забезпечують стабільну врожайність зерна кукурудзи на рівні 6,11–6,99 т/га відповідно з прибутком 18126,0–20891,9 грн/га та рентабельністю виробництва зерна 115,2–124,0%. Адаптація основного обробітку ґрунту до ґрунтово-кліматичних умов дає змогу отримувати високі та стабільні врожаї кукурудзи. Система регулювання продуктивності агроценозів кукурудзи в степовій зоні України має достатньо ґрунтово-кліматичних ресурсів для забезпечення високих врожаїв цієї культури.

**Ключові слова:** системи обробітку ґрунту, економічна оцінка, кукурудза, властивості ґрунту, схожість насіння, урожайність.

**Shevchenko S.M., Derevenets-Shevchenko K.A., Havriushenko O.O., Shevchenko O.M., Hulenko O.I. The influence of the main tillage of the soil on its agrophysical properties and economic indicators of the growing of corn for grain**

*In the agriculture of the steppe zone, there are two main trends associated with the underutilization of the resource potential of maize hybrids and the need to expand the use of minimum tillage methods. Due to the relevance of this issue in the steppe zone of Ukraine, we conducted field research to study the impact of different tillage systems on seed germination, soil agrophysical properties, corn productivity and economic efficiency. Our research shows that the use of different methods of primary tillage affects soil moisture content, soil hardness and soil density, and plant biometrics such as height and leaf area. In field experiments, it was found that with a total mass of organic residues of the predecessor of 4.72 t/ha, under shelf tillage, the highest concentration of plant residues of winter wheat (3.68 t/ha) was observed in the soil layer of 20–30 cm. Minimization of the main tillage was accompanied by an increase in the concentration of plant biomass of winter wheat (3.14–4.58 t/ha) in the upper 0–10 cm soil layer. The use of different methods of basic tillage affects the soil moisture content, hardness and density of soil composition throughout the growing season. With the minimization of tillage and the transition to no-till technology, agrophysical indicators have deteriorated. Taking into account the global trend towards minimizing soil tillage, the economic efficiency of using shelf plowing, chisel, disk and zero tillage, which provide a stable corn grain yield of 6.11–6.99 t/ha, respectively, with a profit of 18126.0–20891.9 UAH/ha and a grain production profitability of 115.2–124.0%, was analyzed. Adaptation of basic tillage to soil and climatic conditions allows to obtain high and stable corn yields. The system of regulating the productivity of corn agrocenoses in the steppe zone of Ukraine has sufficient soil and climatic resources to ensure high yields of this crop.*

**Key words:** tillage systems, economic evaluation, maize, soil properties, seed germination, yield.

**Постановка проблеми.** У сільському господарстві степової зони існують дві важливі тенденції, які потребують побудови чіткої теоретичної моделі та перенесення її в практичні методи технології вирощування кукурудзи на зерно. Перша з них полягає в тому, що на фоні стрімкого зростання генетичного потенціалу врожайності зерна кукурудзи його реалізація у виробничих умовах залишається відверто недостатньою. Друга тенденція пов'язана з неминучістю мінімізації обробітку ґрунту, за якої ґрунтові режими недостатньо вивчені, а деталі реакції рослин на агрофізичні чинники не до кінця обґрунтовані [1, 8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Технології вирощування кукурудзи, що базуються на базових моделях мінімального обробітку ґрунту, докорінно змінюють умови життя рослин, починаючи з фази проростання насіння. На формування екологічних факторів у ґрунті впливають рослинні рештки попередників, сконцентровані в тонкому шарі чорнозему, посилена мікробіологічна активність фітопатогенів, ущільнення зони проростання насіння, азотне голодування, позитивно обмежена доступність добрив у ризосфері культури, а також специфічна трансформація водно-фізичних властивостей ґрунтового середовища [2]. Виходячи з існуючих проблем оптимізації моделі агроценозу, яка включає «сорт – фактор середовища – технологічний прийом», метою наших досліджень було вивчення впливу різних способів основного обробітку ґрунту на схожість насіння кукурудзи, ростові процеси початкових фаз розвитку та реакцію культури на трансформацію агрофізичних режимів.

**Постановка завдання.** Польові експерименти проводилися у 2019, 2020 та 2021 роках на чорноземах звичайних (44% глини з рН 7,0 та вмістом органічної речовини 4,2) на польовому стаціонарі Державної установи Інститут зернових культур НААН України. Цей регіон, розташований у північній степовій зоні України, має помірно-континентальний клімат з недостатнім і нестабільним



зволоженням і середньорічною кількістю опадів 495 мм (у період вегетації кукурудзи – 274 мм), що є сприятливим для сільськогосподарського виробництва. Середньодобові температури повітря впродовж досліджуваного періоду суттєво не відхилялися від середньобагаторічних значень, тоді як місячна кількість опадів змінювалася за сумарною кількістю та періодичністю між роками. Зокрема, червень 2021 року був дуже вологим місяцем, зі значно більшою кількістю опадів протягом досліджуваних періодів, за винятком 2020 року, коли місячна кількість опадів протягом усього сезону вегетації кукурудзи була меншою за середньорічну.

В дослідях використовували загальноприйняті методики з вирощування кукурудзи на зерно [5]. Добрива вносили з використанням наступних рекомендованих норм: 60 кг/га N, 50 кг/га P і 50 кг/га K восени та 30 кг/га N, 10 кг/га P і 10 кг/га K під час сівби. Гібрид кукурудзи ДН Хортиця був висіяний 25 квітня з міжряддям 70 см сівалкою з нормою висіву 50 000 насінин/га. Схема досліду включала чотири системи основного обробітку ґрунту: 1) оранка плугом ПОЗ-35 на глибину 23–25 см (восени); 2) чизелювання Chisel Plow на глибину 25–27 см; 3) дискування бороною БДВ 6,3 на глибину 10–12 см; і 4) нульовий обробіток ґрунту з використанням прямого посіву сівалкою Great Plains YP825A. Досходовий гербіцид Прімекстра TZGold 500S (Металохлор, 312,5 г/л + Тербутилазин, 187,5 г/л) вносили в нормі 4,5 л/га, проводили міжрядні культивації, а у варіанті по-till вносили гербіцид Раундап в нормі 4 л/га в післяжнивний період [9]. Дослід проводили в чотириразовому повторенні на загальній площі 330 м<sup>2</sup> з використанням облікової ділянки площею 30 м<sup>2</sup>.

В ході експерименту були визначені агрофізичні параметри ґрунту, такі як твердість, щільність складення та вологість ґрунту. Під час визначення вологості зразки ґрунту відбирали через кожні 10 см з глибини від 0 до 30 см. Щільність складення ґрунту визначали методом ріжучого кільця у шарі 0–30 см з інтервалом 10 см. Твердість ґрунту визначали твердоміром (пенетрометром Лан-М). Твердість ґрунту визначали у 8 місцях на дослідній ділянці на глибину 30 см. Облік урожайності проводили методом ручного збирання, враховуючи вологість та забур'яненість посівів у фазі повної стиглості зерна. Після визначення забур'яненість та вологості зерна врожайність перераховували на 100% чистоту та 14% вологість. Економічну ефективність виробництва кукурудзи на зерно визначали за стандартною методикою розрахунку рівня рентабельності [10].

Рівень рентабельності розраховували як відношення отриманого чистого прибутку до повних витрат, передбачених певним варіантом технології вирощування. Дані аналізували за допомогою програми Statistica 12.0 (StatSoft Inc., США) і подавали у вигляді  $x \pm$  стандартне відхилення; відмінності між показниками контрольних і дослідних варіантів визначали за допомогою критерію Тьюкі, де відмінності вважали достовірними при  $P < 0,05$  (з поправкою Бонферроні). Урожайність визначали за допомогою методів математичної статистики (дисперсійний метод) [10].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Сучасні системи основного обробітку ґрунту базуються на значних обсягах використання рослинних решток попередників у сівозмінах, які вирішують важливі завдання регулювання збереження родючості ґрунтів, підтримання їх оптимального агрофізичного стану та досягнення високої продуктивності сільськогосподарських культур [4]. Водночас із поширенням ґрунтозахисного землеробства виникають проблеми, які мають нове технологічне та екологічне значення. Це підтверджується експериментальними польовими результатами, отриманими в різних зонах землеробства [7, 11].

Наші дослідження свідчать, що способи основного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно після попередника озимої пшениці суттєво впливали на характер розподілу рослинних решток в оброблюваному (орному) шарі ґрунту. При цьому в польових дослідах встановлено, що за загальної маси органічних решток попередника 4,72 т/га інтенсивність розпушування ґрунту призводила до різного ступеня їх концентрації в окремих шарах ґрунту залежно від вертикального переміщення цієї біомаси. За полицевого обробітку найбільша концентрація рослинних решток озимої пшениці спостерігалася в шарі ґрунту 20–30 см, де їх було зосереджено 3,68 т/га, що становило 78% від загальної маси. Мінімізація основного обробітку ґрунту при застосуванні чизельного, дискового та нульового обробітків супроводжувалася концентрацією рослинної біомаси озимої пшениці у верхньому 0–10 см шарі ґрунту. У цій зоні орного шару накопичувалося до 3,17 т/га за чизельного обробітку, 4,12 т/га за дискового обробітку, 4,58 т/га за нульового обробітку рослинних решток попередника, або 67,2, 87,3, 97,0 % від загальної маси соломи відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив способів обробітку ґрунту на його агрофізичні властивості та розподіл рослинних решток у профілі ґрунту (перед сівбою кукурудзи) (середнє за 2019–2021 рр.,  $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=8$ )**

Агрофізичні властивості ґрунту	Шар ґрунту, см	Обробіток			
		оранка	чизельний	дисковий	нульовий
Вологість, %	0-10	23,4±0,1 <sup>a</sup>	23,7±0,1 <sup>a</sup>	23,2 ± 0,1 <sup>ab</sup>	22,1 ± 0,1 <sup>b</sup>
	10-20	23,8±0,2 <sup>a</sup>	23,7±0,1 <sup>a</sup>	23,0 ± 0,2 <sup>ab</sup>	22,1 ± 0,2 <sup>b</sup>
	20-30	23,8±0,2 <sup>a</sup>	23,7 ± 0,1 <sup>a</sup>	22,9 ± 0,2 <sup>ab</sup>	22,0 ± 0,2 <sup>b</sup>
	0-30	23,7±0,2 <sup>a</sup>	23,7 ± 0,1 <sup>a</sup>	23,0 ± 0,1 <sup>ab</sup>	22,1 ± 0,1 <sup>b</sup>
Твердість, кг/см <sup>2</sup>	0-10	8,3±1,8 <sup>a</sup>	10,3 ± 2,0 <sup>a</sup>	12,3 ± 2,4 <sup>ab</sup>	13,0 ± 1,7 <sup>ab</sup>
	10-20	12,2±2,2 <sup>ab</sup>	14,8 ± 2,6 <sup>ab</sup>	15,5 ± 2,6 <sup>b</sup>	15,9 ± 1,6 <sup>b</sup>
	20-30	14,5±2,5 <sup>ab</sup>	16,6 ± 2,7 <sup>b</sup>	19,1 ± 2,9 <sup>bc</sup>	20,6 ± 2,9 <sup>bc</sup>
	0-30	12,7±2,3 <sup>ab</sup>	13,9 ± 2,4 <sup>ab</sup>	15,6 ± 2,5 <sup>b</sup>	16,5 ± 2,6 <sup>b</sup>
Щільність складення, т/см <sup>3</sup>	0-10	1,12±0,01 <sup>a</sup>	1,14±0,02 <sup>a</sup>	1,15±0,01 <sup>ab</sup>	1,15±0,01 <sup>ab</sup>
	10-20	1,19±0,02 <sup>ab</sup>	1,20 ± 0,02 <sup>ab</sup>	1,21±0,02 <sup>b</sup>	1,27±0,02 <sup>bc</sup>
	20-30	1,22±0,02 <sup>b</sup>	1,22 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,25±0,02 <sup>b</sup>	1,2± 0,02 <sup>bc</sup>
	0-30	1,18±0,02 <sup>a</sup>	1,19 ± 0,02 <sup>ab</sup>	1,20±0,02 <sup>ab</sup>	1,24 0,02 <sup>b</sup>
Розподіл поживних решток, т/га	0-10	0,33±0,12 <sup>cd</sup>	3,17 ± 0,15 <sup>b</sup>	4,12±0,16 <sup>a</sup>	4,58±0,17 <sup>a</sup>
	10-20	0,71±0,13 <sup>c</sup>	0,86 ± 0,11 <sup>c</sup>	0,43±0,12 <sup>c</sup>	0,21±0,10 <sup>cd</sup>
	20-30	3,68±0,16 <sup>a</sup>	0,72 ± 0,11 <sup>c</sup>	0,17±0,10 <sup>cd</sup>	0,02±0,01 <sup>d</sup>

*Примітка для всіх таблиць: різні літери позначають значення, що значно відрізняються одне від одного в межах агрофізичних властивостей ґрунту в таблиці 1 за результатами порівняння за допомогою тесту Тьюкі ( $P < 0,05$ ) з поправкою Бонферроні.*

Світова практика освоєння різних систем основного обробітку ґрунту доводить, що цей технологічний фактор є найбільш впливовим у регулюванні агрофізичних властивостей ґрунтів [3]. Водночас, основний обробіток ґрунту викликає

найбільш суперечливі питання щодо вологозабезпечення, ущільнення ґрунту, ерозійних процесів та екологічно безпечного землеробства. В інших дослідженнях автори відзначають погіршення агрофізичних властивостей ґрунтів при мінімізації обробітку [6]. Застосування різних способів основного обробітку ґрунту вплинуло на вміст вологи, твердість та щільність складення ґрунту (табл. 1). На початку вегетації повною мірою проявилися закономірності у співвідношенні вологості, твердості та щільності складення ґрунту. Найкраща вологозабезпеченість спостерігалася на фоні оранки, де в шарі ґрунту 0–30 см вона становила 23,7%. З мінімізацією обробітку ґрунту та переходом на технологію no-till стан вологозабезпеченості значно погіршився до значення 22,1%. Але, в цілому, діапазон коливань вологості ґрунту в орному шарі на початку вегетації утримувався в оптимальних межах для функціонування ростових процесів кукурудзи на фоні досліджуваних систем обробітку ґрунту. В орному шарі показники твердості та щільності складення ґрунту на період сівби кукурудзи також трансформувалися під впливом інтенсивності основного обробітку і зберігали встановлені оптимальні параметри на рівні 12,7–16,5 кг/см<sup>2</sup> та 1,18–1,24 г/см<sup>3</sup>, відповідно. Максимальне ущільнення ґрунту спостерігалася на фоні no-till, тоді як на фоні оранки чорноземи були більш розпушеними. Способи обробітку ґрунту набувають все більшого значення в регулюванні температури ґрунту у зв'язку з глобальним потеплінням клімату.

Урожайність зерна кукурудзи змінювалася в окремі роки проведення польових дослідів і залежала від способів основного обробітку ґрунту (табл. 2). Максимальна врожайність зерна кукурудзи 8,56 т/га сформувалася у 2021 році внаслідок найбільш сприятливих гідротермічних параметрів степового клімату. При цьому кліматичний фактор 2021 року позитивно вплинув на всі способи основного обробітку ґрунту. Мінімальну врожайність 4,92 т/га було отримано в 2020 році за технології no-till через дефіцит вологозабезпеченості в період вегетації кукурудзи. В середньому за роки досліджень мінімізація обробітку ґрунту призвела до недоотримання врожаю. Завдяки оптимізації агрофізичних, морфобіологічних та біометричних параметрів ґрунту залежно від способів основного обробітку відвальний плуг та чизельний обробіток забезпечили стабільну врожайність зерна кукурудзи на рівні 6,99–6,62 т/га. За роки досліджень дисковий обробіток і no-till регулярно відставали на 0,35–0,88 т/га від зернової продуктивності кукурудзи, отриманої за традиційного інтенсивного та чизельного обробітків.

Таблиця 2

**Урожайність зерна кукурудзи залежно від різних способів основного обробітку ґрунту, т/га (середнє за 2019–2021 рр.,  $x \pm SD$ , n=8)**

Врожайність (фактор А)	Обробіток (фактор В)			
	оранка	чизельний	дисковий	no-till
2019	6,59 ± 0,13 <sup>b</sup>	6,16 ± 0,12 <sup>bc</sup>	5,58 ± 0,12 <sup>c</sup>	5,44 ± 0,12 <sup>c</sup>
2020	5,83 ± 0,12 <sup>bc</sup>	5,37 ± 0,11 <sup>c</sup>	5,06 ± 0,11 <sup>cd</sup>	4,92 ± 0,12 <sup>cd</sup>
2021	8,56 ± 0,14 <sup>a</sup>	8,34 ± 0,14 <sup>a</sup>	8,18 ± 0,13 <sup>ab</sup>	7,96 ± 0,13 <sup>ab</sup>
Середня	6,99	6,62	6,27	6,11
НІР, т/га (p = 0,05)				
для фактору А		0,09		
для фактору В		0,12		
для взаємодії АВ		0,13		

Примітка для всіх таблиць: див. таблицю 1.

Враховуючи світову тенденцію до мінімізації обробітку ґрунту [4, 8], проаналізовано економічну ефективність застосування відвального плуга, чизельної оранки, дискування та нульового основного обробітку ґрунту, які забезпечують стабільну врожайність зерна кукурудзи в умовах північного Степу України на рівні 6,11–6,99 т/га відповідно з прибутком 18126,0–20891,9 грн/га та рентабельністю виробництва зерна 115,2–124,0% (табл. 3).

Таблиця 3

**Економічні показники вирощування кукурудзи залежно від способів основного обробітку ґрунту (в середньому за 2019–2021 рр.)**

Спосіб обробітку ґрунту	Врожайність, т/га	Валова вартість, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість, грн/т	Чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Оранка	6,99	37744,0	16852,1	2411,1	20891,9	124,0
Чизельний	6,62	35747,6	16065,5	2428,2	19682,1	122,5
Дисковий	6,27	33858,0	15732,0	2509,4	18126,0	115,2
No-till	6,11	32994,5	14872,7	2432,5	18121,7	121,8

Максимальну економічну ефективність вирощування кукурудзи забезпечує зяблева оранка відвальним плугом ПОЗ-35 на глибину 23–25 см. Це виражається в найвищому показнику рівня рентабельності – 124,0%. Найнижчий показник рівня рентабельності був у варіанті з дискуванням на 10–12 см і становив 115,2%.

Аналіз економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи показав, що вирощування кукурудзи є рентабельним за умов сільськогосподарського виробництва. Оптимізація способів обробітку ґрунту є запорукою ефективного виробництва зерна кукурудзи. Таким чином, важливо проводити науково-дослідні роботи для кожної зони вирощування, враховуючи асортимент гібридів, екологічні, кліматичні, ґрунтові умови та рівень розвитку сільського господарства в даній місцевості.

**Висновки та пропозиції.** Система регулювання продуктивності агроценозів кукурудзи в степовій зоні України має достатньо ґрунтово-кліматичних ресурсів для забезпечення високих врожаїв цієї культури та економічного ефекту.

У польових дослідях встановлено, що при загальній масі органічних решток попередника 4,72 т/га, за полицевого обробітку найбільша концентрація рослинних решток пшениці озимої (3,68 т/га) спостерігалась у шарі ґрунту 20–30 см. Мінімізація основного обробітку ґрунту супроводжувалася збільшенням концентрації рослинної біомаси озимої пшениці (3,14–4,58 т/га) у верхньому 0–10 см шарі ґрунту.

Застосування різних способів основного обробітку ґрунту впливає на вміст вологи в ґрунті, твердість та щільність складення ґрунту протягом усього вегетаційного періоду. З мінімізацією обробітку ґрунту та переходом на технологію no-till агрофізичні показники погіршилися.

В середньому за роки досліджень мінімальний обробіток ґрунту призводив до недоотримання 0,37–0,88 т/га врожаю порівняно з полицевим обробітком.

Встановлено економічну ефективність застосування оранки, чизельного, дискового та нульового основного обробітку ґрунту, які забезпечують стабільну врожайність зерна кукурудзи в умовах північного Степу України на рівні 6,11–6,99 т/га

відповідно з прибутком 18126,0–20891,9 грн/га та рентабельністю виробництва зерна 115,2–124,0%.

Система регулювання продуктивності агроценозів кукурудзи в степовій зоні України має достатньо ґрунтово-кліматичних ресурсів для забезпечення високих врожаїв цієї культури.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Achankeng E., Cornelis W. Conservation tillage effects on European crop yields: A meta-analysis. *Field Crops Research*. 2023. Vol. 298, № 3. P. 108967.

2. Busar M. A., Kukał, S. S., Kaur A., Bhatt R., Dulazi A.A. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International soil and water conservation research*. 2015. Vol. 3, № 2. P. 119–129.

3. Dahri I. A., Tagar A.A., Adamowski J., Leghari N., Shah A. R., Soomro S.A. Influence of straw incorporation-to-planting interval on soil physical properties and maize performance. *International Agrophysic*. 2018. Vol. 32. № 3. P. 341–347.

4. Johnson M. D., Lowery B. Effect of three conservation tillage practices on soil temperature and thermal properties. *Soil Science Society of America Journal*. 1985. Vol. 49. № 6. P. 1547–1552.

5. Haruna S. I., Nkongolo N.V. Effects of tillage, rotation and cover crop on the physical properties of a silt-loam soil. *International Agrophysics*. 2015. Vol. 29. № 2. P. 137.

6. Kaminskyi, V., Bulgakov, V., Tkachenko, M., Kolomiets, M., Kaminska, V., Ptashnik, M. & Kiernicki, Z. Research into Comparative Performance of Different Tillage and Fertilization Systems Applied to Grey Forest Soil of Forest Steppe in Grain Crop Rotation. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. Vol. 23. № 12. P. 163–178.

7. Шевченко М. С., Десятник Л. М., Швець Н. В., Шевченко С. М. Методика визначення вологості ґрунту: класичні помилки і об'єктивні фізичні параметри. *Зернові культури*. 2018. Вип. 2. № 2. С. 309–313.

8. Циліорик О. І., Чорна В. І., Гаврюшенко О. О., Десятник Л. М. Зміна агрофізичних властивостей чорнозему звичайного під впливом обробітку ґрунту в сівоzmіні та на рекультивованих землях в умовах Степу України. *Зернові культури*. 2021. Вип. 5. № 1. С. 115–124.

9. Muñoz-Romero V., Lopez-Bellido L., Lopez-Bellido R. J. Effect of tillage system on soil temperature in a rainfed Mediterranean Vertisol. *International Agrophysics*. 2015. Vol. 29 № 4. P. 467–473.

10. Rocha P. R. R., Maia S. da S., Melo V. F., Uchôa S. C. P., Batista K. D., Cavalcante L. A. Cover crops on soil quality and yield of cowpea under no-tillage in the Amazon savanna. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 2023. Vol. 46. № 1. 1807–8621.

11. Циліорик О. І., Шевченко С. М., Гончар Н. В., Шевченко О. М., Деревенець-Шевченко К. А., Швець Н. В. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівоzmіни за максимального насичення соняшником. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2021. № 30. С. 105–115.

12. Tsyliuryk A. I., Shevchenko S. M., Gonchar N. V., Ostapchuk Y. V., Shevchenko O. M., Derevenets–Shevchenko K. A. Agrophysical and biotic factors of regulation of biological activity of soil in the crop rotation. *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*. Vol. 12. № 3. P. 111–114.

13. Шевченко М. С., Шевченко О. М., Швець Н. В. Агродинаміка вологоспоживання залежно від технологічних факторів землеробства степової зони. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 5. 130–134.

14. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

15. Wang X., Qi, J., Liu B., Kan Z., Zhao X., Xiao X., Zhang, H. Strategic tillage effects on soil properties and agricultural productivity in the paddies of Southern China. *Land Degradation & Development*. 2020. Vol. 31. № 10. P. 1277–1286.
  16. Yang Y., Ding J., Zhang Y., Wu J., Zhang J., Pan, X., He, F. Effects of tillage and mulching measures on soil moisture and temperature, photosynthetic characteristics and yield of winter wheat. *Agricultural Water Management*. 2018. № 201. P. 299–308.
-

---

# ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

---

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,  
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.592.084.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.27>

---

## ВПЛИВ ЙОДО-, СЕЛЕНОВМІСНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ВІТАМІНУ Е НА ВІДТВОРНІ ЯКОСТІ БАТЬКІВСЬКОГО СТАДА ЯПОНСЬКИХ ПЕРЕПЕЛІВ

---

*Любенко О.І. – к.с.-г.н., доцент,  
доцент кафедри технологій виробництва та переробки  
сільськогосподарської продукції імені академіка В.Г. Пелиха,  
Херсонський державний аграрно-економічний університет*

*У статті викладено матеріал з актуальних питань щодо застосування йодо-, селеновмісних препаратів, вітаміну Е та їх вплив на відтворні якості батьківських стад японських перепелів. Під час інкубації яєць японських перепелів важливим є повноцінна годівля, ключовою ланкою якої є мікро-, макроелементи та вітаміни. Вітамін Е відіграє важливу роль у розвитку ембріона, у печінці ембріона на пізніх стадіях росту спостерігається високий вміст вітаміну Е, вміст  $\alpha$ -токоферолу в печінці ембріонів значно вищий, ніж у печінці дорослих особин. У печінці перепелят вміст  $\alpha$ -токоферолу значно збільшується в кінці ембріогенезу і досягає максимального рівня у виведених перепелят. Перші два тижні вміст вітаміну Е в залишковому жовтку протягом розвитку ембріонів птиці зменшується одночасно зі збільшенням його кількості в печінці, у виведених перепелят 60% його міститься в жовточному мішку, 15% – в печінці. Тривалість досліду – 5 місяців. Контрольна та дослідні групи птиці були сформовані за методом аналогів, вирівняних за живою масою та віком, птиця утримувалися в клітках, основні параметри утримання та годівлі птиці відповідали встановленим вимогам. Під час досліду в кожній групі птиці щоденно визначено валовий збір та вихід інкубаційних яєць, щомісяця – кількість яєць на початкову несучку, в тому числі інкубаційних. Для визначення інкубаційних якостей яєць протягом 5 днів у кожній групі зібрано інкубаційні яйця, що зберігалися за нормативними умовами. Інкубацію яєць, біологічний контроль за розвитком ембріонів здійснено згідно з рекомендаціями, обробку результатів досліду проведено згідно з загальноприйнятими математичними, біометричними методами з визначенням критерію достовірності за Стьюдентом. Визначено вплив вітаміну Е, йоду та селену в комбікормі батьківського стада на відтворні якості птиці. Збагачений раціон преміксом «Сальвовіт» сприяв підвищенню заплідненості (1,3%) і виводимості яєць (1,8%), виводу конденційного молодняка (2,1%).*

*Ключові слова:* йод, селен, вітамін Е, премікс, інкубаційні яйця, заплідненість, вивід молодняка.

---

**Liubenko O.I. The influence of iodine-, selenium-containing drugs and vitamin E on the reproductive quality of the parent flock of Japanese quail**

The article presents material on current issues regarding the use of iodine- and selenium-containing preparations, vitamin E and their influence on the reproductive qualities of parent flocks of Japanese quail. During the incubation of Japanese quail eggs, it is important to provide complete nutrition, the key element of which are micro-, macro-elements and vitamins. Vitamin E plays an important role in the development of the embryo, a high content of vitamin E is observed in the liver of the embryo at the later stages of growth, the content of  $\alpha$ -tocopherol in the liver of embryos is much higher than in the liver of adults. In the liver of quails, the content of  $\alpha$ -tocopherol increases significantly at the end of embryogenesis and reaches the maximum level in hatched quails. During the first two weeks, the content of vitamin E in the residual yolk during the development of the bird's embryos decreases simultaneously with the increase in its amount in the liver; in hatched quails, 60% of it is contained in the yolk sac, 15% – in the liver. The duration of the experiment is 5 months. Control and research groups of birds were formed according to the method of analogs, equalized by live weight and age, birds were kept in cages, the main parameters of keeping and feeding birds met the established requirements. During the experiment, in each group of birds, the gross collection and yield of hatching eggs was determined daily, and the number of eggs per initial laying hen, including hatching eggs, was determined monthly. In order to determine the hatching qualities of eggs, hatching eggs that were kept according to standard conditions were collected for 5 days in each group. Incubation of eggs, biological control of the development of embryos was carried out in accordance with the recommendations, processing of the results of the experiment was carried out in accordance with generally accepted mathematical and biometric methods with the determination of the reliability criterion according to the Student. The influence of vitamin E, iodine and selenium in the combined feed of the parent flock on the reproductive qualities of the bird was determined. The diet enriched with the Salvovit premix contributed to an increase in fertilization (1.3%) and hatchability of eggs (1.8%), hatching of condensed young (2.1%).

**Key words:** iodine, selenium, vitamin E, premix, hatching eggs, fertilization, breeding of young.

**Постановка проблеми.** Розведення перепелів набуло достатньо широкого розвитку та базується на основі сучасних наукових досліджень, ріст та розвиток, поведінка перепелів залежить як від генетичних, кормових факторів, так і від умов вирощування та утримання, багато факторів впливає на комплектування батьківського стада перепелів та подальшу їх продуктивність, підвищення рівня несучості, приростів живої маси, віком статевого дозрівання і розвитком репродуктивних органів самців та самок, інкубаційні якості яєць. Вплив йодо-, селеновмісних препаратів в комплексі з вітаміном Е та дози їх введення до основного раціону досить суперечливі у годівлі перепелів, значну увагу потребує дослідження впливу зазначених препаратів на відтворні якості батьківського стада. У зв'язку з цим однією з актуальних проблем є визначення раціональних доз введення препаратів йодид калію, селену та вітаміну Е у раціон батьківського стада японського перепела, рішення якої дозволить ефективніше використовувати генетичний їх потенціал, підвищити продуктивність і строки їх використання, раціональніше використовувати кормову базу, підвищити відтворні якості батьківського стада.

Отже, покращення відтворних якостей батьківського стада японських перепелів є актуальним питанням, дослідження впливу йоду, селену та вітаміну Е на вихід інкубаційних яєць, заплідненість та вивід молодняку є додатковим шляхом поліпшення ефективності виробництва продукції перепелівництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних даних про вплив різних чинників на продуктивні якості японських перепелів дозволяє зробити висновок, щодо теперішнього часу в літературі є суперечливі відомості про дози введення препаратів йоду, селену та вітаміну Е в раціон поголів'я



батьківського стада та їх вплив на відтворні якості, тому дослідження в цьому напрямку є актуальними.

Науковими дослідженнями було доведено, що вітамін Е відіграє важливу роль у підтримці функцій організму та репродуктивної здатності у більшості видів тварин [2, 7]. Доведено що саме вітамін Е стимулює весь метаболізм птиці, включаючи білковий, вуглеводний, жировий, мінеральний та водний обмін, нормалізує роботу м'язової та нервової тканини і підвищує імунітет, дефіцит вітаміну спричиняє проблеми з відтворенням птиці. Вітамін Е відіграє важливу роль в організмі птиці, включаючи процес формування яєць, запліднення яєць, виводимість, рухливість сперматозоїдів, швидкість запліднення та постнатальний ріст, його основна функція полягає в інгібуванні утворення активних форм кисню в клітинах і тканинах [1, 9].

Дефіцит вітаміну Е призводить до високої смертності ембріонів у перші чотири дні після інкубації яєць. У молодняка курей розвивається енцефаломаліяція, ексудативна хвороба, дегенерація яєчників, статева стерильність, крововиливи під крилами, дегенеративні зміни в скелетних і серцевих м'язах (лейкоміопатія), підвищена проникність і вразливість капілярів. Вітамін Е захищає інші жиророзчинні вітаміни від окислення, запобігає окисленню вітаміну А і позитивно впливає на його накопичення в печінці, дія вітаміну Е посилюється в присутності інших поживних речовин-антиоксидантів, вітамін С значно посилює його захисну дію.

Фактором, що підвищує потребу організму птиці у вітаміні Е, є підвищене споживання поліненасичених жирних кислот, які містяться в достатній кількості в раціонах з високим вмістом білка. Вітамін Е – дуже важливий інгредієнт, який часто міститься в преміксах та кормах для птиці; його вперше виділили з пророслого зерна пшениці в 1936 році і почали використовувати в кормах для птиці. Це активний антиоксидант і нейтралізатор вільних радикалів, вільні радикали – це пошкоджені молекули та іони різних речовин, які є небезпечними для клітин і тканин організму. Вітамін Е дають усім видам птиці, завдяки своїм антиоксидантним властивостям вітамін Е позитивно впливає на якість м'яса, тому його використовують у відгодівельних раціонах курчат-бройлерів [7].

Для поліпшення фертильності вітамін Е широко використовується в раціонах батьківської стади птиці та отримання якісних інкубаційних яєць, користь вітаміну Е науково доведена, і його використання є важливим для успішного птахівництва.

**Постановка завдання.** Дослідження проведено з метою визначення впливу препаратів йоду, селену та вітаміну Е в складі раціонів для батьківського стада японського перепела на відтворні якості птиці.

**Матеріал і методи досліджень.** Комплектування батьківського стада птиці, як правило, пов'язане з переміщенням її в нові умови життя, що викликає у неї стрес, від ступеня якого залежить у подальшому стан і продуктивність птиці. Пізнання критичних фаз розвитку – ключова позиція для розуміння процесів росту і розвитку організму. Організм на кожному етапі розвитку не реалізує всіх своїх можливостей, запрограмованих в генотипі, тому цілеспрямовані, розумні дії на організм у критичні фази розвитку допоможуть прискорити реалізацію можливостей організму.

Пізнання термінів критичних фаз розвитку необхідні для практичної зоотехнії і ветеринарії, прогнозування розвитку і росту тварин [1, 3]. При комплектуванні батьківського стада перепелів, необхідно враховувати не тільки основні екстер'єрні показники, живу масу та несучість, а й непрямі – вік птиці при знесенні першого яйця, досягненні 25- і 50%-ої несучості, так як ці показники залежать один від

одного і визначають статеву зрілість птиці. Є рекомендації комплектувати батьківське стадо перепелів навіть в 3-місячному віці. Зустрічаються джерела, в яких вказують вік перепелів при комплектуванні стада 6 і 7 тижнів [2, 5].

Ряд досліджень показали, що з 35- до 42-денного віку маса сім'яників у перепелів збільшилася в 24 рази, а яєчників у перепілок – в 96,8 рази [8]. У літературі є відомості, що підтверджують ці дані щодо японських перепелів. Вчені також встановили, що динаміка живої маси 145 самців і 149 самок до 5-и тижневого віку і встановлено, що до 3-тижневого віку інтенсивність росту у птахів обох статей була приблизно однаковою, протягом 4-ого, особливо, 5-ого тижнів життя. У віці 4 тижнів – маса перепелів становила 80% маси дорослих індивідуумів [4].

В наших дослідженнях комплектування батьківського стада перепілок здійснювали у 6-тижневому віці, технологічні параметри утримання були однаковими для усіх груп досліду у межах норм ВНТП – 94 (Відомчі норми технологічного проектування 1994 р.). Годівля перепелів у період досліду здійснювалася комбікормом, збалансованим за основними поживними та біологічно-активним речовинам у відповідності з віковими нормами.

Рух поголів'я батьківського стада перепілок проводили виходячи із фактичних даних збереження поголів'я птиці за минулий 2023 рік і керуючись орієнтовним розподілом вибракувань поголів'я перепелів [2]. Середньомісячне і середньорічне поголів'я розраховували через середньоарифметичну. Валове виробництво перепелиних яєць розраховували керуючись проведеним рухом поголів'я птиці і фактичною середньомісячною несучістю перепілок за 2023 рік. Поголів'я батьківського стада визначили потребою в інкубаційних яйцях і виходом племінних яєць. Статеве співвідношення самців до самок становить 1:3. Виведення молодняку – показник, який визначається відношенням числа виведеного молодняку до числа запліднених яєць, у відсотках.

На початку досліду, що тривав п'ять місяців, дослідні групи (по 160 голів у кожній) були сформовані за методом аналогів із птиці, вирівняної за живою масою в 42-денному віці, основні параметри утримання і годівлі відповідали встановленим вимогам [10, 11]. Птиці дослідних груп додатково давали вітамін Е та селен у вигляді селеніту натрію згідно з вищенаведеною схемою, п'ята група отримувала премікс «Сальвавіт». Обробку результатів проводили математичними і біометричними методами з визначенням критерію достовірності за Стьюдентом.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження були проведені на поголів'ї японських перепелів, птиця утримувалася в умовах фермерських господарств Херсонської області (табл. 1).

Підвищений вміст метіоніну запобігає розкльовуванню та дозволяє покращити добірне яйце. Вітамін С та магній підвищують опірність до захворювань й стресів, стимулюють імунну систему, організм птиці не здатний самостійно синтезувати вітаміни та амінокислоти в кількостях, достатніх для високої продуктивності, він має отримувати все потрібне з кормом. У період відкладання яєць вітамінно-мінеральна годівля перепелів-несучок істотно впливає не тільки на здоров'я птиці, але і на кількість та якість яєць та відтворні якості, покращує якість інкубаційних яєць.

Аналіз даних досліджень показав, що використання йодо-, селеновмісних препаратів в комплексі з вітаміном Е для поголів'я батьківського стада для отримання якісних інкубаційних яєць певним чином вплинуло на підвищення рівня несучості та відтворні якості, підвищився вивід молодняку.

Таблиця 1

## Схема дослідів щодо використання препаратів йоду, селену на вітаміні Е

Група	Кількість голів	Спосіб застосування йоду, селену, вітаміну Е	Дози введення препарату	Термін використання препарату
1 контрольна група	160 (120♀+40♂)	-	-	-
2 дослідна група	160 (120♀+40♂)	з кормом (йодид калію)	5 г/ 100 кг корму	на протязі всього періоду несучості
3 дослідна група	160 (120♀+40♂)	з кормом (йодид калію+ Se)	5 г/ 100 кг корму+ (0,3мг/кг) Se	на протязі всього періоду несучості
4 дослідна група	160 (120♀+40♂)	з кормом (йодид калію+ Se+ вітамін Е)	5 г/ 100 кг корму + (0,3мг/кг) Se + вітамін Е (25 мг/кг)	на протязі всього періоду несучості
5 дослідна група	160 (120♀+40♂)	з кормом + премікс «Сальвавіт»	100 г/ 10 кг корму	на протязі всього періоду несучості

На інкубаційні якості яєць впливають: спадковість, вік, здоров'я птиці, співвідношення в стаді самців і самок, рівень годівлі й утримання, ветеринарносанітарні умови, збір, сортування, транспортування яєць, умови збереження їх до інкубації. На виводимість впливають три групи чинників: фактори репродукції (генетика, вік птиці, сезонність і годівля), чинники, пов'язані із яйцями (якість яєць і терміни їх зберігання, запліднення яйцеклітини та розвиток ембріону), а також фактори інкубатора (температура, відносна вологість, концентрація двоокису вуглецю, вентиляція, повертання лотків із яйцями, охолодження і гігієна). Виводимість, в певній мірі, залежить від спадковості, ця залежність коливається в межах від 3 до 20% [3].

Дані результатів інкубації яєць перепелів при використанні препаратів різного складу наведено в таблиці 2, 3.

Використання в годівлі перепелів йодо- та селеновмісних препаратів в комплексі з вітаміном Е та застосування преміксу «Сальвавіт» позитивно впливає на якість інкубаційних яєць та вивід молодняку, який складає 61,7–66,1%, що на 5,4% більше, ніж у контрольній групі.

Найкращий результат за показником виводу молодняку одержано у п'ятій дослідній групі, де застосовувався премікс «Сальвавіт». Премікс для перепелів-несучок розроблений з урахуванням потреб у біологічно-активних речовинах організму перепелів. Він містить повний комплекс вітамінів і мінеральних речовин, необхідних для підтримки міцного здоров'я й високої несучості перепілок, а також має цілу низку переваг, ретельно підібране співвідношення між вітамінами А, D<sub>3</sub>, та Е, що сприяє кращій несучості. До складу преміксу також включені незамінні амінокислоти – метіонін та лізин, які є найбільш дефіцитними в рослинних кормах та, водночас, найнеобхіднішими для батьківського стада перепелів.

На початку досліду, що тривав п'ять місяців, дослідні групи (по 160 голів у кожній) були сформовані за методом аналогів із птиці, вирівняної за живою масою в 42-денному віці, основні параметри утримання і годівлі відповідали встановленим вимогам [4]. Птиці дослідних груп додатково давали вітамін Е та селен у вигляді селеніту натрію згідно з вищенаведеною схемою. Обробку результатів проводили математичними і біометричними методами з визначенням критерію достовірності за Стьюдентом.

Проведеними дослідженнями встановлено, що незалежно від рівня вітаміну Е у раціоні батьківського поголів'я вміст загальних ліпідів та загального білка в жовтку інкубаційних яєць становить відповідно 54,2–55,6 і 133–134 мг/г. Отже, додаткове введення вітаміну Е у дозі 30 г/т достовірно не впливає на вміст даних речовин у яєчному жовтку перепелів.

Таблиця 2

**Продуктивність японських перепілок батьківського стада**

Показник	Групи				
	1	2	3	4	5
Несучість на початкову несучку, шт.: – всього	63,7	67,4	70,6	77,0	79,0
– за місяць	18,1±0,89	19,2±0,64*	21,1±0,89**	23,4±0,80*	24,5±0,80*
Несучість на середню несучку, шт.: – всього	80,8	84,3	86,7	97,6	98,3
– за місяць	20,1±1,17**	21,4±0,93***	24,4±1,40***	22,9±0,77**	23,1±0,73**
Інтенсивність несучості, %	66,97±3,90**	71,40±3,08***	74,44±4,15***	81,25±2,14**	81,44±2,14**
Маса яєць, г	11,56±0,05***	12,14±0,06***	13,01±0,08***	13,01±0,09***	12,89±0,09***
Витрати корму: – на 10 яєць, кг	0,484±0,027	0,420±0,217**	0,418±0,020***	0,395±0,036**	0,418±0,056**

\*\*  $P < 0,05$ ; \*\*\*  $P < 0,001$  порівняно з 1-ю групою

Потреби птиці у вітаміні Е не повністю задовольняються через низький вмістом його у зернових сумішах, тому до складу комбікормів для птиці включають гарантовані добавки вітаміну Е. Згідно зі стандартами Американської наукової ради [5], потреба у вітаміні Е для курей-несучок становить 5–10 мг/кг, курчат-бройлерів – 10 мг/кг, а промислових і племінних курей – відповідно 5 і 10 мг/кг відповідно. Потреба у вітаміні Е для індиків та промислових індиків становить 10–12 мг/кг, а для племінних індиків – 25 мг/кг. Потреба у вітаміні Е для японських перепелів становить 12 мг/кг і 25 мг/кг для племінних перепелів.

Так, введенням препаратів йоду та селену з вітаміном Е спостерігалось підвищення несучості на середню перепілку лише у 3-й та 4-й дослідних групах в 1,2–1,9 раза, – на 6,8–17,6%, виходу яєчної маси – на 38–69%. Причому за весь період досліду найбільш високу несучість мали перепілки 5-ї дослідної групи, в кормі яких вводили 1%.

Таблиця 3

**Результати інкубації дослідних груп при використанні йодо-, селеновмісних препаратів та вітаміну Е**

Показник	Групи									
	1		2		3		4		5	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Закладено яєць	392	100	392	100	392	100	392	100	392	100
Виведено молодняку, гол.	238	60,7	243	60,7	245	60,7	256	65,3	259	66,1
Відходи інкубації	154	39,3	154	39,3	154	39,3	136	34,7	133	33,9
в тому числі: незапліднені	72	18,4	70	18,4	71	18,4	69	18,1	71	18,1
кров'яне кільце	18	4,6	18	4,6	18	4,6	12	3,1	13	3,3
завмерлі	10	2,5	10	2,5	10	2,5	9	2,3	7	1,8
задохлики	54	13,8	54	13,8	54	13,8	44	11,2	42	10,7

Так, введенням препаратів йоду та селену з вітаміном Е спостерігалось підвищення несучості на середню перепілку лише у 3-й та 4-й дослідних групах в 1,2–1,9 раза, – на 6,8–17,6%, виходу яєчної маси – на 38–69%.

Причому за весь період дослідження найбільш високу несучість мали перепілки 3-ї дослідної групи, в кормі яких рівень сирого протеїну та обмінної енергії становив відповідно 24% та 1,30 МДж у 100 г.

Однак чинні норми згодовування жиророзчинних вітамінів, включаючи вітамін Е, птиці потребують коригування у зв'язку з підвищеним метаболізмом в організмі птиці, через те, що генетичний потенціал птиці значно змінився за останні роки, висока несучість сучасних кросів курей, високі показники конверсії корму у курчат-бройлерів вимагають коригування раціонів для жиророзчинних вітамінів, включаючи вітамін Е. Споживання вітамінів на одиницю продукції значно знижується, для курей-несучок споживання вітаміну Е на одне яйце, знесене за рік, становить на 1% менше, для бройлерів річне споживання вітаміну Е знижується на 0,8%, а у індиків – на 0,6% на кілограм приросту маси тіла.

**Висновки.** Виходячи з вище зазначеного вивід добового молодняку збільшується на 21 голову, що сприяє збільшенню прибутку на 284,00 грн і підвищенню рентабельності виробництва добового молодняку перепелів на 15,43%. Узагальнюючи аналіз економічної ефективності використання йодо-, селеновмісних препаратів в комплексі з вітаміном Е при отриманні якісних інкубаційних яєць перепелівництва, можна зробити висновок, що саме ці препарати дають можливість підвищити відтворні показники перепелів японської породи.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Б. Я. Кирилів, І. Б. Ратич, А. В. Гунчак, Є. І. Федорович. Біологічні та метаболічні особливості різних видів сільськогосподарської птиці. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2015. Т. 17, № 1(3). С. 71–80.
2. Вовченко Б.О. Корбич Н.М., Щєбля М.І. Норми протеїнового живлення овець асканійської тонкорунної породи в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Сільськогосподарські науки. Вип. 110. – 2019.

3. Ведмеденко О.В. Якість інкубаційних яєць, як передумова успішної інкубації. *Актуальні дослідження з проблем розведення, генетики та біотехнології у тваринництві: матеріали XXI Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і аспірантів, присвячені 85-й річниці від дня народження академіка НААН Михайла Зубця та Дню науки в Україні/НААН, Ін-т розведення і генетики тварин імені МВ Зубця; за ред. ОМ Жукорського. Чубинське, 2023. 36.*
4. Drbohlav, V. & Metodiev, S. (2009). Divergentna selektsiya po zhiva masa na 5-sed. vŭзраст pri yaponskiya pŭdŭpŭdŭk [Divergent selection on live mass at 5-seventh aged Japanese jellyfish]. *Zhivotnovŭdni nauki*, 2 (56), 31 [in Bulgarian].
5. Genchev, A. & Aleksieva, D. (1999). Vliyanie na prodŭlzhitel'nosta na inkubatsiyata vŭrkhu zhiznenosta i rastezha na yaponskiya pŭdŭpŭdŭk *Zhivotnovŭdni nauki*, 3–4, 33–36.
6. Polanco, G., Enriquez, J., Fonseca, A., Clavijo, A. & Bello, P. (1998). Curvas de crecimiento de la Codorniz Japonesa. *Rev. Cub. Cienc. Avicola*, 22 (1), 53–57.
7. Вплив складу раціону для племінних курей на якість інкубаційних яєць, рівень каротиноїдів і жиророзчинних вітамінів А і Е у жовтку яєць і тканинах ембріонів і курчат /Гунчак А. В., Андреева Л. В., Стояновська Г. М. та ін. *Птахівництво. Матеріали V Української конференції по птахівництву з міжнародною участю. 2004. 55. С. 234–243.*
8. Вітамін Е та його функції. URL: <https://biovit.ua/ua/news/vitaminy/vse-ovitamine-e> (дата звернення: 20.04.2024).
9. Сахацький Г.І., Десятський С.П. Моделювання концентрації вітаміну Е і малонового діальдегіду в печінці та сіменниках птиці. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*, 2019. Вип. 122. С. 275–280. DOI <https://doi.org/10.32851/226-0099.2021.122.41>
10. Б. Я. Кирилів, І. Б. Ратич, А. В. Гунчак, Є. І. Федорович. Біологічні та метаболічні особливості різних видів сільськогосподарської птиці. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Львів, 2015. Т. 17, № 1(3). С. 71–80.*

УДК 332.055

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.28>

## КОРМОВА БЕЗПЕКА: КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА СТАНДАРТИ В КОРМОВИРОБНИЦТВІ

**Резніченко В.П.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри загального землеробства,

Центральноукраїнський національний технічний університет

**Корнічева Г.І.** – асистент кафедри загального землеробства,

Центральноукраїнський національний технічний університет

Стаття визначає важливість комплексного підходу до забезпечення безпеки кормів у агропромисловому секторі. У світі, де питання здоров'я тварин та безпеки харчових продуктів для людини знаходяться на передньому плані, важливість високих стандартів у виробництві кормів не може бути переоцінена. Дослідження спрямоване на вдосконалення системи управління якістю кормів з метою підвищення продуктивності та стійкості агропромислового сектору, забезпечення здоров'я тварин та безпеки харчових продуктів. В роботі проведено глибокий аналіз поточного стану контролю якості кормів, з особливим фокусом на виклики, пов'язані з контролем наявності шкідливих речовин, таких як мікотоксини та пестициди, а також на необхідність забезпечення збалансованого харчування тварин. Метою дослідження є оцінка впливу міжнародних та національних стандартів, таких як ISO та HACCP, на якість та безпеку кормових продуктів. Стандарти відіграють ключову роль у встановленні мінімально припустимих рівнів потенційно шкідливих речовин і регулюванні процесів виробництва, зберігання, та транспортування кормів. Наукове дослідження також зосереджується на значенні інновацій та досліджень у сфері підвищення кормової безпеки. Розробка нових безпечних добавок та кормів, що містять пробіотики та премікси, відіграє вирішальну роль у покращенні здоров'я тварин та зниженні ризику розвитку антибіотикорезистентності. Крім того, впровадження сучасних технологій інформаційного аналізу та управління даними дозволяє ефективно моніторити та контролювати якість кормів у реальному часі. Важливою частиною дослідження є оцінка практичного застосування органічних та інтенсивних технологій у вирощуванні кормових культур, їх впливу на поживну цінність зеленої маси, а також ефективності різних методів контролю якості кормів на здоров'я та продуктивність худоби. У висновках статті наголошується на необхідності постійного розвитку стандартів та методів контролю з метою адаптації до змінюваних умов виробництва та забезпечення високого рівня кормової безпеки, що сприятиме стійкості екосистем і здоров'ю людей.

**Ключові слова:** фактори кормової безпеки, пробіотики та премікси, багаторічні трави, органічне землеробство, екологічно безпечні корми для тваринництва, стандарт GMP+.

### **Reznichenko V.P., Kornicheva H.I. Feed safety: quality control and standards in feed production**

The article defines the importance of an integrated approach to ensuring feed safety in the agro-industrial sector. In a world where animal health and human food safety are at the fore, the importance of high standards in feed production cannot be overstated. The research is aimed at improving the feed quality management system in order to increase the productivity and sustainability of the agro-industrial sector, ensure animal health and food safety. The work provides an in-depth analysis of the current state of feed quality control, with a special focus on the challenges associated with controlling the presence of harmful substances, such as mycotoxins and pesticides, as well as the need to ensure balanced animal nutrition. The purpose of the study is to assess the impact of international and national standards, such as ISO and HACCP, on the quality and safety of feed products. Standards play a key role in establishing minimum acceptable levels of potentially harmful substances and regulating the processes of production, storage, and transportation of feed. The research also focuses on the importance of innovation and research in

*improving feed safety. The development of new safe supplements and feeds containing probiotics and premixes plays a crucial role in improving animal health and reducing the risk of antibiotic resistance. In addition, the introduction of modern technologies of information analysis and data management allows effective monitoring and control of feed quality in real time. An important part of the research is the assessment of the practical application of organic and intensive technologies in the cultivation of fodder crops, their impact on the nutritional value of green mass, as well as the effectiveness of various methods of forage quality control on the health and productivity of livestock. The conclusions of the article emphasize the need for continuous development of standards and control methods in order to adapt to changing production conditions and ensure a high level of feed safety, which will contribute to the sustainability of ecosystems and human health.*

**Key words:** *feed safety factors, probiotics and premixes, perennial grasses, organic farming, ecologically safe feed for livestock, GMP+ standard.*

**Постановка проблеми.** У сучасному аграрному виробництві кормова безпека відіграє ключову роль, адже вона лежить в основі здоров'я тварин, ефективності виробництва продуктів харчування та, в останньому рахунку, забезпечення здоров'я людини. Споживачі все більше усвідомлюють взаємозв'язок між якістю кормів, які отримують тварини, та безпечністю та якістю кінцевого продукту, що вони споживають. Тому кормова безпека стає не лише агрономічним питанням, а й соціальним та економічним викликом.

Проте, всупереч значним досягненням у сфері кормової безпеки, існують виклики, які потребують уваги. Зміни клімату, збільшення світової популяції та постійно зростаючий попит на продукти харчування ставлять під загрозу стабільність постачань кормів, акцентуючи важливість розробки стратегій для забезпечення кормової безпеки на глобальному рівні. У підсумку, кормова безпека є необхідною умовою сталого розвитку аграрного сектора, що вимагає постійної уваги, інвестицій у науку та інновації, а також міжнародної співпраці. Вона становить основу для здоров'я та добробуту тварин, гарантує високу якість та безпечність продуктів харчування, сприяючи тим самим здоров'ю та безпеці людей по всьому світу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Українські науковці Антипова Л. [1], Бомко В., Захарчук М., Титарьова О. [2] активно працюють над питаннями інновацій в агропромисловому секторі, зокрема у кормовиробництві. Дослідження зосереджені на впровадженні новітніх технологій для підвищення ефективності та економічності виробничих процесів, забезпеченні високої якості кормів та екологічної безпеки. У дослідженнях Шаблі В. [3] акцентується увага на впровадженні нетрадиційних джерел сировини у виробництво кормів, таких як вторинні продукти сільськогосподарського виробництва, що сприяє зниженню вартості кормів та покращенню їх екологічних характеристик.

Результати досліджень Півторак Я., Воробель М. [4] підкреслюють важливість застосування біотехнологічних методів для покращення якості кормів, включаючи ферментацію, роботу з пробіотиками та використання ензимів для підвищення засвоюваності поживних речовин. У праці Вінюков О., Горбатих В., Дубін Р., Марков Р., Пархоменко Л., Сенчук Н., Скурідін В., Тимчук В., Халін С., Шабля В. [5] обговорюється питання екологічної стійкості в кормовиробництві, включаючи заходи з мінімізації впливу виробництва на навколишнє середовище, зокрема через зменшення викидів шкідливих речовин та ефективне використання природних ресурсів.

Науковці активно працюють над питаннями впровадження сучасних технологій та методів оптимізації у кормовиробництві, що відкриває нові можливості



для підвищення ефективності та екологічної стійкості виробництва. Ми бачимо доцільність подальших досліджень щодо впровадження інноваційних рішень для підвищення якості кормів, але й забезпечує більш стаке майбутнє для агропромислового сектору загалом.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується означена стаття.** Проблема полягає у відсутності глобально узгодженої системи оцінки та сертифікації безпеки кормів, яка б враховувала регіональні особливості виробництва та споживання кормів. Незважаючи на наявність міжнародних стандартів, таких як GMP+, ISO 22000, HACCP, що стали золотим стандартом у забезпеченні кормової безпеки, існують певні прогалини у їх застосуванні на місцевому рівні через різницю в законодавчих та регуляторних вимогах, доступності технологій та ресурсів.

**Постановка завдання.** Метою статті є аналіз сучасних підходів та методик забезпечення кормової безпеки, ідентифікація основних викликів у сфері контролю якості кормів, та розробка рекомендацій щодо впровадження ефективних стандартів і практик у кормовиробництві.

**Завдання дослідження:**

- провести порівняльний аналіз міжнародних та національних стандартів контролю якості кормів, таких як GMP+, ISO 22000, HACCP, з метою визначення їхньої ефективності у забезпеченні безпеки кормів;
- виявити основні джерела ризиків для кормової безпеки, включаючи забруднення мікотоксинами, пестицидами та іншими шкідливими речовинами, та оцінити їх вплив на здоров'я тварин і якість харчових продуктів;
- дослідити потенціал інноваційних технологій, включаючи автоматизацію, біотехнології та цифровізацію, для оптимізації виробничих процесів, покращення якості кормів та зниження витрат.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Перш за все, важливо зазначити, що кормова безпека охоплює широкий спектр аспектів: від контролю наявності шкідливих речовин, таких як мікотоксини та пестициди, до забезпечення збалансованого харчування тварин з усіма необхідними живильними речовинами. Неякісні чи забруднені корми можуть призводити не тільки до зниження продуктивності тварин та зростання витрат на їх лікування, але й створювати ризики для здоров'я споживачів через накопичення шкідливих речовин у продуктах тваринництва. У цьому контексті міжнародні та національні стандарти кормової безпеки, такі як ISO та HACCP, відіграють ключову роль у встановленні вимог до якості та безпечності кормів. Вони не лише визначають мінімально припустимі рівні потенційно шкідливих речовин, але й регулюють процеси виробництва, зберігання та транспортування кормів, забезпечуючи їх відповідність встановленим стандартам на всіх етапах.

Інновації та наукові дослідження відіграють вирішальну роль у підвищенні кормової безпеки, так розробка нових, безпечніших добавок та кормів, що включають пробіотики та премікси, дозволяє покращити здоров'я тварин та зменшити потребу в антибіотиках, що своєю чергою знижує ризик розвитку антибіотикорезистентності, крім того, використання сучасних технологій інформаційного аналізу та управління даними дозволяє аграріям ефективно моніторити та контролювати якість кормів у реальному часі [6].

Визначення кормової безпеки охоплює комплекс заходів та принципів, спрямованих на забезпечення безпеки та якості кормів для тварин, яке своєю чергою впливає на здоров'я людей та стійкість екосистем. Від технологій, що застосовуються

під час обробки кормових культур, залежить якість заготовлюваних зелених кормів, що містять високоцінні мінерали. ні речовини, що впливають на здоров'я тварин, їх продуктивність. Наукові дослідження показали, що найкращий результат був отримано при використанні органічної технології, де в якості добрив застосовувалася зелена маса багаторічних трав (табл. 1). Проте високі показники продуктивності зеленої маси досягалися з одночасним застосуванням високоінтенсивних технологій вирощування багаторічних трав.

Таблиця 1

## Поживність зеленої маси у 2023 р., %

Технологія вирощування	Суша речовина, %	Вміст поживних речовин у сухій речовині								
		сирий протеїн	сира клітковина	сира зола	сирий жир	беззотисті екстрактивні речовини	цукор	крохмаль	фосфор	калій
Контроль	25,67	7,83	27,23	4,88	2,63	57,42	21,39	4,84	2,81	1,62
Органічна	26,07	10,24	24,98	4,71	2,64	56,40	19,00	4,51	3,02	1,47
Міфологізована	26,01	8,25	27,65	4,78	2,44	56,88	19,64	4,50	2,98	1,62
Інтенсивна	26,67	7,79	26,37	4,71	2,68	58,46	21,16	5,18	2,84	1,23
Високоінтенсивна	26,04	8,24	27,67	4,74	2,29	57,07	20,35	4,27	2,73	1,70

Джерело: сформовано за даними [7]

Погіршує якість кормів наявність таких бур'янів: осот, пирій. Тому при вирощуванні багаторічних трав на силос необхідно їх видаляти. Оптимальним поєднанням кормових трав в силосній масі вважаються злаково-бобові суміші, в яких 30% становить тимофіївка та 70% конюшина. Цінним кормом є суміш, що складається з декількох компонентів, наприклад, 85% злакові та 15% бобові культури. Хороші результати при заготівлі силосу дає люцерна, використовувана в чистому вигляді з додаванням 10% злакових трав [8].

Контроль якості кормів безпосередньо пов'язаний зі здоров'ям тварин. Неякісні або забруднені корми можуть викликати різноманітні захворювання у тварин, знижувати їх продуктивність та репродуктивні здібності. Наприклад, присутність мікотоксинів у кормах може призвести до серйозних отруєнь, а використання неперевіраних добавок – до акумуляції шкідливих речовин у тканинах тварин, що зрештою впливає на безпеку продуктів харчування, які потрапляють на стіл до споживачів [9]. На міжнародному рівні встановлено кілька ключових стандартів, які впливають на кормовиробництво, зокрема ISO (Міжнародна організація зі стандартизації) та HACCP (Система аналізу ризиків та критичних контрольних точок).

Стандарт ISO включає серію стандартів, які встановлюють вимоги до систем менеджменту якості, серед яких ISO 22000 зосереджений на безпеці харчових продуктів. Він охоплює всі ланки харчового ланцюжка, включаючи виробництво

кормів, встановлюючи вимоги до системи менеджменту безпеки харчових продуктів, що гарантує, що корми виробляються, зберігаються та транспортуються в безпечних умовах [10].

НАССР є підходом до запобігання ризикам безпеки харчових продуктів, який може бути застосований на всіх етапах виробництва кормів, від сировини до готового продукту. Цей стандарт допомагає виробникам ідентифікувати критичні контрольні точки у своїх виробничих процесах та розробити системи контролю для запобігання потенційним загрозам безпеці.

Стандарт GMP+ є одним із ключових міжнародних стандартів, що встановлюють вимоги до виробництва, обробки, транспортування та зберігання кормів. GMP, що розшифровується як «Good Manufacturing Practice» (належна виробнича практика), з унікальним додаванням «+» відображає інтеграцію систем НАССР (Система аналізу ризиків та критичних контрольних точок) у цей стандарт. Це робить GMP+ не просто набором правил і рекомендацій, а всебічною системою забезпечення безпеки кормів, що охоплює весь ланцюг постачання від поля до столу [11]. Основна мета GMP+ полягає в забезпеченні безпеки, якості та надійності кормових продуктів на всіх етапах їх виробництва та обігу, цей стандарт базується на принципах превентивного контролю, зосереджуючись на профілактиці ризиків замість їх усунення після виникнення. Через це особливу увагу приділяється аналізу та управлінню потенційними ризиками на кожному кроці виробничого процесу.

Компоненти стандарту GMP+ [12]:

1. Належна виробнича практика (GMP). Створює основу стандарту, включаючи загальні вимоги до умов виробництва, забезпечуючи, щоб процеси були чистими та контрольованими.

2. Система НАССР. Інтегрована частина GMP+, що вимагає від підприємств розробки, впровадження та підтримки системи аналізу ризиків та критичних контрольних точок на всіх етапах виробництва кормів.

3. Система управління якістю. Включає процедури та документацію, що забезпечують постійне дотримання стандартів якості та безпеки кормів.

4. Умови для постійного вдосконалення. GMP+ вимагає від підприємств регулярного перегляду та оптимізації своїх процесів для підвищення ефективності системи безпеки кормів.

У виробництві кормів, де безпека продукту є критично важливою для здоров'я тварин та, в останньому рахунку, людей, стандарт GMP+ відіграє ключову роль. Він не тільки сприяє підвищенню довіри споживачів до кормових продуктів, але й допомагає виробникам мінімізувати ризики, пов'язані з безпекою кормів, забезпечувати високу якість продукції та відповідати міжнародним вимогам. Впровадження та дотримання стандарту GMP+ може бути складним завданням для кормовиробничих підприємств, особливо для малих та середніх компаній. Однак, зростання міжнародної торгівлі кормами та збільшення вимог споживачів до безпеки харчових продуктів змушують багато компаній адаптуватися до цих стандартів. В перспективі, GMP+ продовжить слугувати важливим інструментом для забезпечення глобальної кормової безпеки, стимулюючи інновації та вдосконалення у кормовиробництві [13].

В таблиці 2 наведені стандарти контролю якості в кормовиробництві, їх принцип дії, вплив на якість худоби та птиці, а також загальну оцінку впливу цих стандартів на якість кормовиробництва.

Таблиця 2

**Оцінка складових контролю якості та стандартів в кормовиробництво**

<b>Стандарт контролю якості кормовиробництва</b>	<b>Принцип дії стандарту</b>	<b>Вплив стандарту на якість худоби та птиці</b>	<b>Оцінка якості кормовиробництва</b>
GMP+	Зосереджується на забезпеченні безпеки кормів на всіх етапах виробництва, включаючи вимоги до сировини, процесів виробництва, зберігання, транспортування, та документування.	Покращує загальне здоров'я та продуктивність худоби та птиці за рахунок високоякісних та безпечних кормів.	Висока оцінка, сприяє підвищенню довіри до продуктів кормовиробництва на міжнародному рівні.
ISO 22000	Встановлює вимоги до системи управління безпекою харчових продуктів, забезпечуючи безпеку на всіх етапах ланцюга постачання. Включає принципи НАССР.	Забезпечує безпеку кормів, що сприяє покращенню здоров'я та добробут худоби та птиці.	Висока оцінка, забезпечує комплексний підхід до управління безпекою харчових продуктів та кормів.
НАССР	Фокусується на ідентифікації, оцінці та контролі ризиків, які можуть негативно вплинути на безпеку кормів. Вимагає визначення критичних контрольних точок та заходів для управління ризиками.	Мінімізує ризики здоров'я худоби та птиці, пов'язані з потенційно небезпечними кормами, тим самим покращуючи їхнє здоров'я та продуктивність.	Висока оцінка, важливий для підтримки постійної безпеки кормів та захисту здоров'я споживачів.

*Джерело: розроблено авторами*

У сучасному світі контроль якості кормів відіграє ключову роль у забезпеченні здоров'я тварин та безпеки харчових продуктів для людини. Серед найважливіших методів контролю якості кормів варто виділити фізико-хімічний аналіз, біологічні тести на токсичність та моніторинг наявності шкідливих речовин, таких як мікотоксини та пестициди [14].

1. Фізико-хімічний аналіз. Фізико-хімічний аналіз є основою для оцінки якості кормів, дозволяючи визначити їх хімічний склад, фізичні властивості та харчову цінність. Цей метод включає вимірювання рівнів протеїнів, жирів, вуглеводів, мікро- та макроелементів, а також вологості, рН та інших важливих параметрів. Сучасні лабораторії використовують високотехнологічне обладнання, таке як хроматографи та спектрометри, для точного визначення хімічного складу кормів. Фізико-хімічний аналіз допомагає не лише гарантувати відповідність кормів нормам і стандартам, але й оптимізувати їх формули для покращення здоров'я та продуктивності тварин.

2. Біологічні тести на токсичність. Біологічні тести на токсичність виконуються для виявлення потенційно шкідливих ефектів кормів на тварин. Ці тести можуть включати експерименти на лабораторних тваринах, які дозволяють оцінити вплив

кормів на загальний стан здоров'я, репродуктивну функцію, розвиток організму та інші важливі параметри. Біологічні тести допомагають ідентифікувати токсичні речовини, які можуть бути не виявлені під час стандартних фізико-хімічних аналізів, забезпечуючи додатковий рівень захисту для тварин та споживачів [15].

3. Моніторинг наявності шкідливих речовин (мікотоксинів, пестицидів). Моніторинг наявності шкідливих речовин, зокрема мікотоксинів та пестицидів, є критично важливим для забезпечення безпеки кормів. Мікотоксини – це токсичні сполуки, що виробляються деякими видами плісняв, які можуть розвиватися на зернових культурах та інших компонентах кормів. Пестициди, застосовані в сільському господарстві, також можуть залишатися у кормових культурах, становлячи ризик для здоров'я тварин. Сучасні методики, такі як мас-спектрометрія, дозволяють точно визначати концентрації цих речовин у кормах, перевіряючи їх відповідність безпечним рівням [16]. Застосування цих трьох методів контролю якості кормів дозволяє не лише забезпечити відповідність кормів встановленим стандартам безпеки, але й оптимізувати їх харчову цінність для покращення здоров'я та продуктивності тварин.

В останні роки інновації у сфері кормової безпеки та виробництва стали особливо актуальними, відображаючи зростаючу потребу у створенні безпечних та ефективних кормових рішень для агропромислового сектора. Розвиток нових технологій і наукових підходів в цій галузі дозволяє не лише покращувати якість та безпеку кормів, але й забезпечувати стійке виробництво харчових продуктів, враховуючи зростаючі виклики зміни клімату, нестачі ресурсів та потребу забезпечення глобальної продовольчої безпеки.

1. Розробка нових безпечних добавок та преміксів. Інновації у розробці нових добавок та преміксів займають важливе місце у забезпеченні кормової безпеки. Добавки, які містять вітаміни, мінерали, амінокислоти та інші корисні елементи, дозволяють не лише підвищити харчову цінність кормів, але й покращити здоров'я та продуктивність тварин. Розвиток нових безпечних добавок, заснованих на природних компонентах та інноваційних синтетичних речовинах, відкриває нові можливості для оптимізації раціонів тварин [17]. Також, розробка преміксів, що містять ідеально збалансовані комплекси вітамінів та мікроелементів, сприяє покращенню загального стану здоров'я тварин, зменшуючи потребу у використанні антибіотиків та інших лікарських засобів.

2. Використання біотехнологій для покращення якості кормів. Біотехнології відіграють ключову роль у покращенні якості кормів, дозволяючи оптимізувати їх склад та функціональні властивості. Застосування ферментів, пробіотиків та пребіотиків допомагає підвищити засвоюваність кормів, сприяє здоровій мікрофлорі кишківника та зміцненню імунної системи тварин. Використання генетично модифікованих організмів (ГМО) у виробництві кормових компонентів дозволяє отримувати культури з підвищеним вмістом корисних речовин, зниженим вмістом потенційно шкідливих сполук та покращеною стійкістю до шкідників та хвороб [18].

3. Цифровізація управління якістю кормів. Цифрові технології відкривають нові горизонти у сфері контролю якості та безпеки кормів. Системи слідкування та аналізу даних дозволяють забезпечити прозорість та відстежуваність усього ланцюга постачання кормів, від виробника до кінцевого споживача, що не тільки сприяє оперативному виявленню та усуненню потенційних ризиків, але й дозволяє оптимізувати виробничі процеси, підвищити ефективність використання ресурсів та зменшити витрати. Використання інтелектуального аналізу даних та

машинного навчання для аналізу великих обсягів інформації може допомогти ідентифікувати закономірності, які не були очевидні, та розробити прогностичні моделі для передбачення потенційних проблем у сфері кормової безпеки.

4. Розробка та впровадження внутрішніх стандартів якості. Багато провідних компаній у сфері кормовиробництва розробляють власні внутрішні стандарти якості, які часто перевищують вимоги національного та міжнародного законодавства, що може включати спеціалізовані програми тренувань для працівників, регулярні аудити та інспекції, а також застосування передових методів аналізу та контролю якості.

**Висновки та пропозиції.** Застосування міжнародних стандартів, таких як GMP+ та ISO 22000, значно підвищує рівень контролю якості кормів, водночас забезпечуючи прозорість та відповідальність на всіх етапах виробництва. Аналіз ризиків та критичних контрольних точок (НАССР) є ефективною системою для ідентифікації та управління потенційними загрозами безпеці кормів. Впровадження НАССР дозволяє проактивно запобігати забрудненню кормів та забезпечує системний підхід до контролю якості. Використання інноваційних біотехнологій та нових безпечних добавок має значний потенціал для покращення якості та безпеки кормів. Розробка та застосування ферментів, пробіотиків та преміксів, збагачених важливими нутрієнтами, сприяють кращому засвоєнню поживних речовин та підвищенню стійкості тварин до захворювань.

Доведено, що постійний розвиток та оновлення стандартів та методологій контролю необхідний для відповіді на нові виклики у сфері кормової безпеки. Це включає адаптацію до змін у законодавстві, новітні наукові відкриття та розвиток технологій. Співпраця між науковими організаціями, виробниками кормів та регулюючими органами є ключовою для вдосконалення нормативної бази та практик виробництва кормів. Дослідження підкреслює важливість комплексного підходу до кормової безпеки, який включає строге дотримання міжнародних стандартів, застосування сучасних наукових досягнень і технологій, а також постійне оновлення методів контролю та управління якістю кормів. Все це разом сприяє не лише підвищенню якості та безпеки кормів, але й ефективності сільськогосподарського виробництва загалом, забезпечуючи стабільне постачання безпечних та якісних продуктів харчування.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Антипова Л.К. Багаторічні трави – важлива складова екологічного землеробства і кормовиробництва. *Вісник аграрної науки. Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 35–41.
2. Бомко В.С., Захарчук М.С., Титарьова О.М. Вплив різних джерел Купруму в комбікормах на продуктивність курчат-бройлерів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. № 4 (92). DOI: <https://doi.org/dopovidi2021.04.010>.
3. Шабля В.П. Технології скотарства: чинники ергономічності та ефективності : монографія (видання друге, перероблене і доповнене). Харків : ФОП Мезіна, 2018. 224 с.
4. Півторак Я.І., Воробель М.І. Ефективність використання нової вітамінно-мінеральної добавки у годівлі дійних корів в умовах зони Передкарпаття. *Біологія тварин*. 2015. Т. 17. № 2. С. 124132.
5. Вінюков О.О., Горбатих В.В., Дубін Р.А., Марков Р.В., Пархоменко Л.І., Сенчук Н.Д., Скурідін В.Л., Тимчук В.М., Халін С.Ф., Шабля В.П. Школа Фермерства 2.0 : практичний poradник (2-ге вид., доп.). Сєвєродонецьк, 2021. 380 с.

6. Шарило Я., Вдовенко Н., Боярчук С., Герасимчук В., Коновалов Р. Інструментарій регулювання ринку кормів у контексті забезпечення конкурентоспроможності та розвитку сільських територій. *Економічний аналіз*. 2022. Том 32. № 2. С. 216–227. DOI: 10.35774/econa2022.02.216.
7. Виробники комбікорму та кормових добавок. Вебсайт Agrocatalog.info. URL: <https://agrocatalog.info/ua/activity-companies/agrohimia-biozahist-stimulatoridezinfekcia/kombikormi-ta-kormovi-dobavki/179/> (дата звернення: 21.03.2024).
8. Цимбал Я.С., Кущук М.А. Продуктивність і кормова цінність люцерни порівняно з іншими багаторічними травами. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 10 (799). с. 24–31.
9. Makedon V., Dzeveluk A., Khaustova Y., Bieliakova O., Nazarenko I. Enterprise multi-level energy efficiency management system development. *International Journal of Energy, Environment, and Economics*. 2021. Vol. 29, Issue 1. pp. 73–91.
10. Бабич А.О., Побережна А.А., Дзюба І.М., Жуковський А.І., Железняк М.Г. Кормовиробництво. Енциклопедія Сучасної України. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2014. URL: <https://esu.com.ua/article-3699>. (дата звернення: 21.03.2024).
11. Македон В.В., Михайленко О.Г. Управління внутрішніми інвестиційними проектами в регіональному промисловому кластері підприємств. *Підприємництво та інновації*. 2022. № 25. С. 56–63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.9>.
12. Шпикуляк О.Г., Саблук П.Т., Перегуда В.Л., Білоусько Я.К. Економіка виробництва та використання кормів в Україні : монографія. Київ : ННЦ ІАЕ, 2010. С. 233–264.
13. Тваринництво. Догляд за тваринами. Концентровані корми. Вебсайт Спеціальне тваринництво. URL: [http://spesanimal.xp3.biz/animall\\_4.php](http://spesanimal.xp3.biz/animall_4.php) (дата звернення: 21.03.2024).
14. Бегма Н.А. Ефективність використання анісорбу в раціонах годівлі молодняку свиней. *Свинарство : міжвідом. темат. наук. зб. Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2015. Вип. 67. С. 208–213. URL: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/1361>. (дата звернення: 21.03.2024).
15. Кропивка Ю.Г., Бомко В. С. Ефективність використання преміксів на основі металохелатів у годівлі корів в перші 100 днів лактації. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. 2017. Т. 19, № 79. С. 154158.
16. Мадрига Д.О. Концептуалізація засад забезпечення виробників продукції тваринництва концентрованими кормами. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2023. Том 8. № 3. С. 158–164.
17. Рибаченко О.М., Воронєцька І.С., Спринчук Н.А. Корнійчук О.О. Організаційно-економічні передумови розвитку органічного кормовиробництва в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 10. С. 33–42.
18. Седіло Г.М., Полуліх М.І., Душара І.В., Войтович Н.Г. Метаболізм азотових сполук у рубці дійних корів за використання у годівлі стандартної та експериментальної битово-вгтамшно-мінеральної добавок (БВМД). *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. Вип. 4 (62). С. 45–49.

УДК 633.37:631.559:631.584

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.29>

## КОРМОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРКУНУ БІЛОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Свиштунова І.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Захлебасєв М.В.** – к.с.-г.н.,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Полторецький С.П.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва,

Уманський національний університет садівництва

**Сеник І.І.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри агробіотехнологій,

Західноукраїнський національний університет

**Шувар А.М.** – д.с.-г.н.,

завідувач кафедри агробіотехнологій,

Західноукраїнський національний університет

**Пуко В.Л.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

**Четверик О.О.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,

Полтавський державний аграрний університет

**Сметанська І.М.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри виробництва продукції рослинництва та переробки,

Інститут прикладних наук, Німеччина

Ефективне ведення галузі кормовиробництва повинно базуватися на використанні енергозберігаючих технологій вирощування кормових культур, здатних забезпечити максимальний вихід кормових одиниць, перетравного протеїну та валової і обмінної енергії з одиниці площі. Одним з екологічних та енергозберігаючих методів підвищення продуктивності ріллі є створення високоврожайних сумісних посівів бобових та злакових трав. Серед видів бобових трав особливе місце займає буркун білий (*Melilotus albus*) – культура, яка за будь-яких погодних умов забезпечує високу та стабільну продуктивність і характеризується високою кормовою та агротехнічною цінністю. Однак, наукової інформації щодо технологічних особливостей його вирощування у змішаних зі злаковими компонентами посівах нині наявно недостатньо. Метою досліджень було встановити особливості формування кормової продуктивності буркуну білого в одновидових та бінарних посівах залежно від технологічних заходів вирощування. Дослідження проводили у 2015–2017 рр. на дослідному полі кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології в умовах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». Встановлено, що найвищу продуктивність кормової площі забезпечувала бінарна суміш буркуну білого із суданською травою за норми висіву бобової культури 16 кг/га та внесення повного мінерального добрива у нормі  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Такі посіви забезпечували вихід з одного гектару 94 ГДж/га обмінної енергії, 1,45 т перетравного протеїну та 7,91 кормові одиниці з високим вмістом кормового білку (183 г). Бобово-злаковий фітоценоз з просом за такої взаємодії факторів забезпечував формування найменш продуктивних посівів – 79 ГДж/га обмінної енергії та 1,16 т/га перетравного протеїну.

**Ключові слова:** бобово-злакові посіви, продуктивність, кормова одиниця, перетравний протеїн, валова та обмінна енергія.



**Syvstunova I.V., Zakhliebaiev M.V., Poltoretskyi S.P., Senyk I.I., Shuvar A.M., Puiu V.L., Chetveryk O.O., Smetanska I.M. Fodder productivity of *Melilotus albus* depending on the technological methods of cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine**

Effective management of the fodder industry should be based on the use of energy-saving technologies for growing fodder crops capable of providing the maximum output of fodder units, digestible protein, and gross and exchangeable energy per unit area. One of the ecological and energy-saving methods of increasing the productivity of arable land is the creation of high-yielding compatible crops of legumes and grasses. *Melilotus albus* occupies a special place among leguminous grass species, a crop that provides high and stable productivity under any weather conditions and is characterized by high fodder and agrotechnical value. However, there is currently not enough scientific information on the technological features of its cultivation in crops mixed with cereal components. The purpose of the research was to establish the specifics of the formation of fodder productivity of the *Melilotus albus* in single-species and binary crops depending on the technological measures of cultivation. The research was conducted in 2015–2017 at the research field of the Department of Fodder Production, Land Reclamation and Meteorology in the conditions of the Agricultural Research Station of the National Agricultural University of Ukraine. It was established that the highest productivity of the fodder area was provided by a binary mixture of *Melilotus albus* with Sudanese grass at the rate of sowing of leguminous crops of 16 kg/ha and the application of complete mineral fertilizer at the rate of  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Such crops provided a yield of 94 GJ/ha of exchangeable energy, 1.45 tons of digestible protein and 7.91 fodder units with a high content of fodder protein (183 g) from one hectare. Legume-cereal phytocenosis with millet under such an interaction of factors ensured the formation of the least productive crops – 79 GJ/ha of exchangeable energy and 1.16 t/ha of digestible protein.

**Key words:** leguminous crops, productivity, feed unit, digestible protein, gross and exchangeable energy.

**Постановка проблеми.** Ефективне ведення галузі кормовиробництва повинно базуватися на використанні енергозберігаючих технологій вирощування кормових культур, здатних забезпечити максимальний вихід кормових одиниць, перетравного протеїну та валової і обмінної енергії з одиниці площі [1, 2, 3]. Одним з екологічних та енергозберігаючих методів підвищення продуктивності ріллі є створення високоврожайних сумісних посівів бобових та злакових трав [4].

Серед бобових кормових трав на особливу увагу заслуговує буркун білий (*Melilotus albus*) – культура мало вибаглива до умов вирощування, завдяки чому навіть за екстремальних умов формує порівняно високий врожай вегетативної маси з вмістом 0,19 к. од. та 34–44 г перетравного протеїну в одному кілограмі. Цінним є й агротехнічне значення буркуну, який залишає після себе в ґрунті значну кількість кореневих залишків – додаткового джерела органічної речовини, а також завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями – значну кількість доступного біологічного азоту для наступних культур сівозміни [3, 5].

Попри переваги буркуну білого, в ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу наукових даних щодо технологічних особливостей вирощування буркуну білого в сумісних посівах зі злаковими культурами наявна недостатня кількість, що й визначило актуальність проведення досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні роки поголів'я великої рогатої худоби в Україні продовжує різко скорочуватись. При цьому дефіцит перетравного протеїну в раціонах тварин становить майже 25 %, в наслідок чого перевитрати кормів збільшуються – у 1,3–1,4 рази, недобір продукції тваринництва – на 30–34 %, а її собівартість – у 2,5 рази [1, 2]. Відтак, інтенсифікація галузі кормовиробництва потребує нових шляхів підвищення продуктивності ріллі і якісного складу корму, в тому числі за рахунок агротехнічних заходів, наприклад, оптимального добору компонентів, мінерального удобрення, способу сівби, норм висіву тощо.

Використання у травосумішках бобових видів трав дозволяє не лише істотно підвищити урожайність травостоїв, але й кормову їх цінність, оскільки такі посіви забезпечують значно вищий вихід кормових одиниць – 6,6–9,1 т/га проти 4,0–4,5 т/га у кукурудзи та 3,5–4,0 т/га у злакових трав. При використанні у змішаних посівах буркуну білого з кукурудзою було одержано 7,45 т/га кормових одиниць і 0,46 т/га перетравного протеїну, тоді як одновидовий посів кукурудзи формував 7,12 та 0,39 т/га відповідно [6, 7]. Значна перевага бобово-злакових травосумішей за обсягами збору кормових одиниць обумовлена їх здатністю симбіотично фіксувати атмосферний азот та використовувати вологу і разом з нею важкодоступні поживні речовини із глибоких горизонтів ґрунту.

Буркун білий, за даними багатьох дослідників [4, 5] можна вирощувати сумісно з різними однорічними й багаторічними злаковими культурами, наприклад, стоколосом безостим, кукурудзою, просом, суданською травою, сорго, вівсом та іншими культурами.

Оцінюють ефективність використання кормової площі за допомогою різних критеріїв, в тому числі, за енергетичною оцінкою технологій вирощування кормових культур та виходом з 1 гектара кормових одиниць і перетравного протеїну. Важливим характеристикою поживності корму є вміст перетравного протеїну в одній його кормовій одиниці [8, 9].

Зважаючи на вищенаведене, важливим науковим питанням, що має практичну доцільність є вивчення технологічних особливостей вирощування буркуну білого у сумісних посівах зі злаковими культурами в умовах Правобережного Лісостепу, що дозволить підвищити їх продуктивність та поживну цінність одержаного корму.

**Постановка завдання.** Метою досліджень було встановити особливості формування кормової продуктивності буркуну білого в одновидових та бінарних посівах залежно від технологічних заходів вирощування.

Дослідження проводили у 2015–2017 рр. на дослідному полі кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології в умовах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» [10]. Польовий дослід закладали за схемою: фактор А – травосуміші: 1) буркун білий (контроль), 2) буркун білий + кукурудза, 3) буркун білий + просо, 4) буркун білий + суданська трава, 5) буркун білий + сорго; фактор В – норми висіву буркуну білого: 1) 16 кг/га (контроль), 2) 18 кг/га, 3) 20 кг/га, 4) 22 кг/га; фактор С – удобрення: 1) без внесення добрив (контроль), 2)  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , 3)  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , 4)  $N_{60}P_{90}K_{90}$ .

Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>, повторення – чотириразове. У досліді вивчали сорт буркуну білого Еней, гібрид кукурудзи Кадр 267 МВ (ФАО 260), сорт проса Козацьке, гібрид сорго Довіста та сорт суданської трави Білявка.

Норма висіву злакових культур у складі травосумішей становила 70 % від повної: просо – 20 кг/га (2,25 млн схожих насінин на 1 га), кукурудза – 20 кг/га (60 тис.), суданська трава – 15 кг/га (1,5 млн), сорго – 15 кг/га (0,375 млн). Фосфорно-калійні добрива вносили восени під основний обробіток ґрунту у формі простого суперфосфату (19,5 %) і хлористого калію (56 %), азотні – навесні під передпосівну культивування у формі аміачної селітри (34,5 %). Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний з вмістом рухомого фосфору (за Мачигінім) 40–55 мг/кг ґрунту, обмінного калію 150–165 мг/кг ґрунту та легкогідролізованого азоту за Корнфільдом 140–160 мг/кг ґрунту, рН сольової витяжки – 6,7–7,0.

Погодні умови в роки проведення досліджень були різними – найбільш істотні відхилення від багаторічних гідротермічних умов були 2015 та 2017 роки,

впродовж яких вегетація рослин проходила на фоні підвищених температур повітря і тривалих бездощових періодів. Ріст і розвиток рослин у 2016 році відбувався в умовах, наближених до багаторічних значень основних метеорологічних параметрів.

Розрахунок поживності корму визначали за методикою Бабича О. [10], енергетичну ефективність агрозаходів визначали за методикою Медведовського О. та Іваненка П. [9].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Відомо, що нормальне функціонування організму тварин та їх висока продуктивність можливі лише за умови, що кожна кормова одиниця корму, згідно із зоотехнічними нормами, містить 105–110 г перетравного протеїну [3]. У наших дослідженнях забезпеченість однієї кормової одиниці перетравним протеїном отриманого корму становила 159–183 г, що значно перевищувало зоотехнічну норму (табл. 1). Причому на формування поживності отриманого корму впливали всі досліджувані фактори.

Таблиця 1

**Забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном сухої маси буркуну білого в одновидових та бінарних посівах (середнє за 2015–2017 рр.), г**

Культура, травосуміш	Удобрення	Норма висіву буркуну білого, кг/га			
		16	18	20	22
Буркун білий	без добрив	172	169	169	167
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	178	175	174	174
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	179	178	177	175
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	180	179	179	177
Буркун білий + кукурудза	без добрив	169	168	165	163
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	174	172	172	168
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	178	177	175	172
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	178	177	176	174
Буркун білий + просо	без добрив	173	173	173	168
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	178	177	174	173
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	179	177	177	175
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	174	170	169	172
Буркун білий + трава суданська	без добрив	174	173	172	170
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	179	177	176	174
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	181	181	178	177
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	183	182	182	183
Буркун білий + сорго	без добрив	162	161	161	159
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	166	164	164	162
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	170	168	166	165
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	171	169	167	166

За умови внесення мінеральних добрив забезпеченість кормової одиниці корму перетравним протеїном зростала на 4–9 г. Причому, зі збільшенням норми удобрення кормова цінність корму збільшувалась. Загущення травостою за рахунок зростання норми висіву бобового компоненту до 22 кг/га, навпаки, на більшості

варіантів дослідів призводило до зниження вмісту перетравного протеїну в кормовій одиниці – на 1–5 г. Змінювалась поживність корму і залежно від видового складу травосуміші – за сумісного вирощування буркуну білого з кукурудзою, просом та сорго забезпеченість вівсяної одиниці перетравним протеїном знижувалась на 4–11 г, за сумісного вирощування із суданською травою – зростала на 2–6 г, відносно контролю (одновидовий посів бобової культури). З посівів даного варіанту отримано й найбільший вихід кормових одиниць та перетравного протеїну з 1 га – 5,05–7,91 та 0,86–1,45 т/га, відповідно (табл. 2).

Таблиця 2

**Вихід кормових одиниць і перетравного протеїну з посівів буркуну білого в одновидових і бінарних посівах (середнє за 2015–2017 рр.), т/га**

Культура, травосуміш	Удобрення	Норма висіву буркуну білого, кг/га							
		16		18		20		22	
		КО*	ПП**	КО	ПП	КО	ПП	КО	ПП
Буркун білий	без добрив	6,03	1,04	5,73	0,97	5,5	0,93	5,14	0,86
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	7,03	1,26	6,73	1,18	6,37	1,11	6,05	1,05
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,25	1,30	7,02	1,25	6,48	1,15	6,17	1,08
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	7,46	1,39	7,32	1,31	6,88	1,23	6,54	1,16
Буркун білий + кукурудза	без добрив	5,98	1,01	5,65	0,95	5,38	0,89	5,03	0,82
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	6,79	1,18	6,32	1,09	6,04	1,04	5,67	0,95
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,15	1,27	6,72	1,19	6,41	1,12	6,09	1,05
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	7,40	1,35	7,22	1,28	6,77	1,19	6,49	1,13
Буркун білий + просо	без добрив	5,09	0,88	4,80	0,83	4,33	0,75	4,05	0,68
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	5,74	1,02	5,48	0,97	5,16	0,90	4,91	0,85
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,16	1,10	5,87	1,04	5,38	0,95	5,14	0,90
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	6,66	1,16	6,30	1,07	5,69	0,96	5,45	0,94
Буркун білий + трава суданська	без добрив	6,06	1,06	5,66	0,96	5,40	0,94	5,05	0,86
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	7,27	1,30	6,83	1,21	6,42	1,13	6,02	1,05
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,57	1,38	7,14	1,29	6,56	1,17	6,17	1,09
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	7,91	1,45	7,49	1,38	6,93	1,27	6,57	1,20
Буркун білий + сорго	без добрив	5,91	0,96	5,60	0,90	5,35	0,86	5,04	0,80
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	6,74	1,12	6,28	1,03	5,81	0,95	5,44	0,88
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,24	1,23	6,86	1,15	6,26	1,04	5,89	0,97
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	7,39	1,30	7,21	1,22	6,69	1,12	6,32	1,05

Примітка: \*КО – кормові одиниці, \*\*ПП – перетравний протеїн.

У середньому за роки досліджень валовий збір кормових одиниць з 1 га залежно від досліджуваних факторів становив 4,05–7,91 т/га, перетравного протеїну – 0,68–1,45 т/га. При цьому, за внесення мінеральних добрив вихід кормових одиниць та перетравного протеїну зростав відносно контролю на 0,4–1,89 та 0,14–0,4 т/га. Збільшення норми висіву буркуну білого мало негативний вплив на формування поживності травостою, в наслідок чого значення даних показників знижувались, відповідно на 0,23–1,37 та 0,05–0,09 т/га. За одновидової сівби буркуну

білого (контроль) продуктивність кормової площі за виходом кормових одиниць становила 5,14–7,46 т/га, перетравного протеїну – 0,86–1,39 т/га. Дещо нижчі значення формували змішані посіви буркуну білого з кукурудзою – 5,03–7,40 та 0,82–1,35 т/га, відповідно. Кормова продуктивність травосуміші буркуну білого із сорго була подібною – 5,04–7,32 т/га кормових одиниць та 0,80–1,30 т/га перетравного протеїну, що вказує на вищу поживну цінність корму зі змішаного посіву бобової культури з кукурудзою, який за нижчої врожайності майже не поступається за рівнем кормової продуктивності. Найнижчий збір кормових одиниць і перетравного протеїну відзначено на варіанті сумісного вирощування буркуну білого з просом – відповідно, 4,05–6,66 та 0,68–1,16 т/га.

Максимальну кормову продуктивність серед досліджуваних бобово-злакових травосумішок забезпечував змішаний посів буркуну білого із суданською травою за норми висіву бобового компоненту 16 кг/га та на фоні внесення повного мінерального удобрення на рівні  $N_{60}P_{90}K_{90}$  – 7,91 т/га кормових одиниць та 1,45 т/га перетравного протеїну забезпечували.

Більш повно проаналізувати продуктивність кормової площі дозволяє біоенергетична оцінка елементів технології вирощування у вигляді енергоемності вирощеного корму за обмінною енергією, що засвоюється тваринами. Дослідженнями встановлено, що вихід валової та обмінної енергії з посівів у досліді обумовлювався рівнем мінерального удобрення, нормою висіву буркуну білого та компонентним складом травосумішки (табл. 3).

Встановлено, що незалежно від видового складу посівів внесення мінерального удобрення позитивно впливало на енергетичну продуктивність кормової площі. За відсутності удобрення вихід валової та обмінної енергії з одновидових посівів буркуну білого не перевищував 123–144 та 58–68 ГДж/га, на змішаних – відповідно, 106–156 та 49–73 ГДж/га. За внесення повного мінерального удобрення в нормі  $N_{45}P_{45}K_{45}$  енергопродуктивність кормової площі на варіантах з бобовою культурою зростала до 144–169 та 68–79 ГДж/га, на варіантах бінарних посівів – відповідно, до 124–180 та 59–87 ГДж/га. Найвищу енергетичну продуктивність посівів забезпечувала максимальна у досліді норма мінеральних добрив  $N_{60}P_{90}K_{90}$  – на одновидових посівах буркуну білого 155–179 та 74–86 ГДж/га, на варіантах бінарних сумішей – 133–195 та 65–94 ГДж/га.

Загущення посіву за рахунок підвищення норми висіву бобового компоненту призводило до зниження енергоефективності посіву. Так, за сівби з нормою висіву 16 кг/га одновидові посіви буркуну білого нагромаджували з травостоем 144–179 ГДж/га валової енергії та 86–68 ГДж/га обмінної, бобово-злакові – відповідно, 133–195 та 61–94 ГДж/га. За збільшення норми висіву бобової культури до 18 кг/га вихід енергії знижувався, відповідно, до 135–171 та 65–82 ГДж/га за одновидової сівби буркуну білого та 126–184 та 58–89 ГДж/га за сівби у сумішах зі злаковими культурами. На ділянках, де буркун висівали з максимальною нормою висіву – 22 кг/га вихід валової та обмінної енергії знижувався до 123–155 та 58–74 ГДж/га за його одновидової сівби та до 106–164 та 49–65 ГДж/га – за сівби в бінарних зі злаковими культурами посівах, що на 2–20 та 3–21 % нижче ніж за норми висіву 16 кг/га.

Видовий склад бобово-злакових сумішей також значною мірою впливав на енергопродуктивність кормової площі. Серед досліджуваних композицій бінарних посівів найменш продуктивним було поєднання буркуну білого з просом, на ділянках яких було одержано 106–164 ГДж/га валової енергії та 49–79 ГДж/га обмінної. Посіви бобової культури з кукурудзою та сорго за рівнем нагромадження

енергії з урожаєм були подібними та забезпечували вихід, відповідно, 121–177 та 59–90 ГДж/га. Найбільш продуктивною була суміш буркуну білого з суданською травою, посіви якої дозволяли одержати 128–195 ГДж/га валової енергії та 60–94 ГДж/га обмінної.

Таблиця 3

**Вихід валової та обмінної енергії сухої біомаси одно видових посівів буркуну білого та його травосумішок (середнє за 2015–2017 рр.), ГДж/га**

Культура, травосуміш	Удобрення	Норма висіву буркуну білого, кг/га							
		16		18		20		22	
		ВЕ*	ОЕ**	ВЕ	ОЕ	ВЕ	ОЕ	ВЕ	ОЕ
Буркун білий	без добрив	144	68	135	65	130	62	123	58
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	169	79	160	76	151	72	144	68
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	173	82	165	79	154	73	146	70
	$N_{60}P_{90}K_{90}$	179	86	171	82	160	78	155	74
Буркун білий + кукурудза	без добрив	143	71	136	67	130	64	121	59
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	160	80	155	75	146	71	139	67
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	164	85	159	79	147	76	140	72
	$N_{60}P_{90}K_{90}$	169	90	164	85	153	80	146	76
Буркун білий + просо	без добрив	133	61	126	58	113	52	106	48
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	146	69	140	66	130	62	124	59
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	155	74	148	71	135	65	128	62
	$N_{60}P_{90}K_{90}$	164	80	155	75	141	68	133	65
Буркун білий + трава суданська	без добрив	156	73	147	68	136	65	128	60
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	180	87	169	81	158	77	149	72
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	187	90	178	85	164	78	156	73
	$N_{60}P_{90}K_{90}$	195	94	184	89	172	82	164	78
Буркун білий + сорго	без добрив	150	71	142	67	130	64	121	60
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	167	80	163	75	149	69	140	65
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	172	86	169	82	154	74	145	70
	$N_{60}P_{90}K_{90}$	177	91	173	86	164	79	155	75

Примітка: \*ВЕ – валова енергія, \*\*ОЕ – обмінна енергія.

Максимальну енергопродуктивність кормової площі – на рівні відповідно, 195 та 94 ГДж/га відмічено на ділянках змішаного посіву буркуну білого із суданською травою за внесення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  та норми висіву буркуну білого 16 кг/га. Одержані значення перевищували аналогічний одновидовий посів бобової культури на 16 та 8 ГДж.

**Висновки і перспективи.** Кормова продуктивність буркуну білого в одновидових та бінарних посівах істотно обумовлювалась нормою його висіву, злаковим компонентом та рівнем мінерального удобрення. Найбільш продуктивними були посіви за технологічної моделі, яка передбачала сумісне вирощування буркуну білого і суданської трави за норми висіву бобового компоненту 16 кг/га та внесення повного мінерального добрива у нормі  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Такі посіви забезпечували

вихід з одного гектару 94 ГДж/га обмінної енергії, 1,45 т перетравного протеїну та 7,91 кормові одиниці з високим вмістом кормового білку (183 г). Найнижчу продуктивність у досліді забезпечував бобово-злаковий фітоценоз з просом.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Demydas G., Zakhlebaev M., Shuvar I., Lipinska H., Wylupek, T. The formation of the leaf surface of white melilot (*Melilotus albus*) depending on fertilization, seed mix and seeding rate. *Agronomy Science*, 2020. 75(4). DOI:10.24326/as.2020.4.9
2. Гетман Н.Я., Злотенко О.Ю. Формування урожайності сумішами однорічних культур залежно від норми висіву та рівня мінерального живлення в умовах Лісостепу західного. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 68. С. 23-24.
3. Петриченко В.Ф., Гетман Н.Я. Фактори підвищення продуктивності агрофітоценозів багаторічних бобових трав в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 3-9.
4. Захлебаєв М.В. Продуктивність буркуну білого в одновидових та сумісних посівах зі злаковими культурами в залежності від мінерального живлення та норм висіву на чорноземах типових в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. Вип. 2 (72). URL: [http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2011\\_4/11ksm.pdf](http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2011_4/11ksm.pdf). (date of application: 16.11.2023).
5. Kazarina A. V., Marunova L. K., Atakova E. A., Abramenko I. S. Ecological plasticity and adaptive potential of annual form of white sweet clover (*Melilotus albus* Medik). In *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 411, p. 02045). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341102045>
6. Демидась Г.І., Захлебаєв М.В. Значення буркуну білого в кормовиробництві. *Науковий вісник НУБіП України*. 2015. Вип. 210. С. 18-21.
7. Sowa-Borowiec P., Jarecki W., Dżugan M. The Effect of Sowing Density and Different Harvesting Stages on Yield and Some Forage Quality Characters of the White Sweet Clover (*Melilotus albus*). *Agriculture*. 2022. 12(5):575. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050575>
8. Квітко Г.П., Мазур В.А., Корнійчук О.В. Біоенергетична оцінка технології вирощування буркуну білого на корм в умовах Правобережного Лісостепу України. 2008. Вип. 62. С. 133-139.
9. Медведовський О.К. Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ, 1988. 205 с.
10. Бабич А.О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 96 с.

УДК 637.5.05

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.30>

## ВМІСТ СЕЧОВИНИ У М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ СВИНЕЙ ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Ткаченко Т.Ю. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри технології виробництва

та переробки продукції тваринництва,

Вінницький національний аграрний університет

Поняття «якість м'яса» включає в себе широкий спектр його властивостей, що відображають харчову і біологічну цінність продукту, а також ряд певних характеристик та властивостей, наприклад: органолептичні, технологічні, гігієнічні, структурно-механічні, токсикологічні. Водночас процес підвищення споживання населенням світу білка тваринного походження поряд із неефективним використанням природних ресурсів є одним із викликів майбутнього у галузі годівлі сільськогосподарських тварин. Кормові добавки, що використовуються в годівлі, як правило, є найважливішим елементом виробництва харчових продуктів і мають безпосередній вплив на безпеку та якість продукції. Однак лише точне знання механізму дії цих засобів є передумовою їх успішного застосування.

Існуючі показники якості м'язової тканини (м'яса) свині включають вміст сухої речовини, загальну вологість, включаючи вільну та зв'язану вологу, вміст протейну, жиру, інтенсивність забарвлення, м'якість, мармуровість та інші. Окрім того, в організмі тварин, особливо свиней, відбуваються різні види метаболізму, що призводить до утворення кінцевих продуктів обміну речовин, які виводяться із сечею. Тоді виникає питання, чи повинні певні частини метаболітів залишатися в м'язовій тканині тварини і, звичайно, в їжі людини. Одним із таких метаболітів є сечовина, яка також може бути присутня в певних концентраціях в м'язовій тканині (м'ясі) свині. Тому, постає закономірне питання: скільки сечовини міститься в м'ясі свиней під впливом різних кормових факторів? В організмі свиней проходять різні типи обміну речовин з утворенням кінцевих продуктів обміну, які виводяться з сечею. Сечовина являє собою один з таких продуктів обміну. Ці фактори включають різницю в рівнях лізину в сирому білку в раціонах свиней. Для визначення свіжості м'яса існують різні тести різного характеру і складності. Наприклад, органолептичні тести оцінюють зовнішній вигляд м'яса, колір, текстуру, запах, стан жиру, сухожиль і кісткового мозку, аромат і прозорість бульйону. Однак, за такого методу дослідження отримані результати доцільно перевіряти шляхом проведення лабораторних досліджень. Мікроскопічний метод аналізу свіжості м'яса полягає у визначенні кількості бактерій і ступеня псування м'язової тканини шляхом мікроскопічного дослідження мазків. Цей метод дозволяє визначити кількість мікроорганізмів, присутніх тільки на поверхні досліджуваного об'єкта. Реакція з сульфатом міді в бульйоні визначає кількість первинних продуктів розпаду білка, що вказує на кількість білка, який залишився, яка зменшується з часом. Метод вимірювання рН м'яса досить складний, вимагає підготовки м'яса до тестування і займає значний час. Пероксидазні реакції для визначення свіжості м'яса можуть бути виконані лише в лабораторних умовах за допомогою певного набору реактивів. У статті описана методика, яка дозволяє встановити термін зберігання свинини після забою шляхом вивчення динаміки зміни вмісту сечовини протягом 6 діб після забою тварин.

**Ключові слова:** сечовина, якість м'яса, фермент, уреаз, термін зберігання.

**Tkachenko T.Yu. Urea content in pig muscle tissue as a quality assessment criterion products**

The concept of «meat quality» includes a wide range of its properties that reflect the nutritional and biological value of the product, as well as a number of certain characteristics and properties, for example: organoleptic, technological, hygienic, structural-mechanical, toxicological. At the same time, the process of increasing consumption of animal protein by the world population, along with inefficient use of natural resources, is one of the future challenges in the field of



*animal feeding. Feed additives used in feeding, as a rule, are the most important element of food production and have a direct impact on the safety and quality of products. However, only accurate knowledge of the mechanism of action of these means is a prerequisite for their successful use*

*Existing indicators of the quality of pig muscle tissue (meat) include dry matter content, total moisture, including free and bound moisture, protein, fat content, color intensity, softness, marbling, and others. In addition, in the body of animals, especially pigs, various types of metabolism occur, which leads to the formation of end products of metabolism, which are excreted in the urine.*

*Then the question arises whether certain parts of the metabolites should remain in the muscle tissue of the animal and, of course, in human food. One such metabolite is urea, which can also be present in certain concentrations in pig muscle tissue (meat). Therefore, a natural question arises: how much urea is contained in pig meat under the influence of various feed factors? Different types of metabolism take place in the body of pigs with the formation of end products of metabolism, which are excreted in the urine.*

*Then the question arises whether certain parts of the metabolites should remain in the muscle tissue of the animal and, of course, in human food. One such metabolite is urea, which can also be present in certain concentrations in pig muscle tissue (meat). Therefore, a natural question arises: how much urea is contained in pig meat under the influence of various feed factors? Different types of metabolism take place in the body of pigs with the formation of end products of metabolism, which are excreted in the urine. Urea is one of these metabolic products. These factors include differences in lysine levels in the crude protein of pig diets. To determine the freshness of meat, there are various tests of different nature and complexity. For example, organoleptic tests evaluate the appearance of meat, color, texture, smell, condition of fat, tendons and bone marrow, aroma and transparency of broth. However, with this method of research, it is advisable to check the results obtained by conducting laboratory tests. The microscopic method of analyzing the freshness of meat consists in determining the number of bacteria and the degree of deterioration of muscle tissue by microscopic examination of smears*

*This method allows you to determine the number of microorganisms present only on the surface of the object under study. The reaction with copper sulfate in the broth determines the amount of primary protein degradation products, which indicates the amount of protein remaining, which decreases with time. The method of measuring the pH of meat is quite complex, requires preparation of meat for testing and takes considerable time. Peroxidase reactions to determine the freshness of meat can be performed only in laboratory conditions using a certain set of reagents. The article describes a method that allows you to determine the shelf life of pork after slaughter by studying the dynamics of changes in the content of urea within 6 days after the slaughter of animals.*

**Key words:** *urea, meat quality, enzyme, urease, shelf life.*

**Постановка проблеми.** Правильне харчування та харчова безпека для підтримання здоров'я є першочерговими завданнями в житті кожної людини. Найважливіші продукти харчування – це ті, що містять у собі багато білка [6]. Виробництво свинини з низьким вмістом жиру та високою часткою м'яса може бути досягнуто шляхом скорочення періоду відгодівлі, зменшення утворення жиру та створення сприятливих умови для синтезу білка. Це вимагає забезпечення оптимального рівня енергії та поживних речовин, особливо біологічно цінних білків. Для зміцнення галузі свинарства в Україні необхідно значно збільшити виробництво високопротеїнових кормів. Одним із головних факторів інтенсифікації виробництва свинини є максимальне використання генетичного потенціалу продуктивності існуючих та нових порід і типів свиней. Індустріалізація свинарства призводить до того, що технології, які запроваджують, спрямовані на швидке та інтенсивне використання тварини. При цьому мало хто зважає на її фізіологічні потреби [5]. Сьогодні в усьому світі зростають вимоги споживачів до якості продукції. Перехід тваринництва на індустріальну основу і пов'язана з цим зміна умов утримання худоби призвели до появи недоброякісної продукції. М'ясо одних тварин характеризується підвищенням жорсткості, тоді як м'ясо інших тварин не проходить

процес дозрівання. Поряд з цим, оцінка свіжості продукту залишається ключовим показником. У багатьох країнах світу свинина є важливим компонентом харчування людей і протягом багатьох років лідирує у рейтингах виробництва і обсягів споживання порівняно з іншими видами м'яса. Впровадження високотехнологічних розробок, ефективних ринково орієнтованих організаційно-економічних заходів, систем маркетингу та менеджменту у поєднанні із технологічною складовою засвідчує реальну можливість інноваційного розвитку свинарства [8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Збільшення високопротеїнових рослинних кормів, таких як соєвий шрот і макуха, введення в повнораціонні раціони свиней рослинних олій, незамінних амінокислотних добавок (лізин, метіонін і треонін), мінеральних добавок і преміксів, що містять мікроелементи, вітаміни, ферментні препарати, підкислювачі, адсорбенти та інші біологічно активні речовини, що дасть змогу значно підвищити продуктивність свиней, скоротити час вирощування та відгодівлі порослят, а також значно знизити коефіцієнт конверсії корму на одиницю продукції. З цих причин більшість господарств, що займаються промисловим свинарством і традиційними методами вирощування, в основному використовують програми годівлі, орієнтовані на конкретну групу свиней, які застосовуються в країнах Західної Європи [11].

Повноцінні протеїни (міозин, актин, міоген і ін.), до складу яких входять всі вісім незамінних для дорослої людини амінокислот (ізолейцин, валін, лейцин, триптофан, фенілаланін, лізин, треонін, метіонін, ) складають основну масу білків м'яса свиней. Співвідношення триптофану, метіоніну та лізину як найважливіших незамінних амінокислот у м'ясі – це є основою збалансованого харчування людини [7].

Дисбаланс сирого протеїну та незамінних амінокислот у раціоні свиней є результатом прогресуючого дезамінування амінокислот і подальшого синтезу сечовини в печінці тварини. Процес синтезу сечовини дуже енергоємний, і енергія, що витрачається на її синтез, виводиться з організму тварини у вигляді сечі.

Аміак утворюється в результаті дезамінування амінокислот, амідів, амінів і нуклеотидів. Окислення глутамату глутаматдегідрогеназою відбувається майже у всіх тканинах організму і є основним джерелом аміаку. Оскільки порядок амінокислот генетично детермінований, дефіцит або відсутність хоча б однієї важливої амінокислоти пригнічує синтез білка. В результаті первинна структура білка не може бути синтезована, а невикористані амінокислоти вступають у процес дезамінування [3].

В орнітиновому циклі (циклі Кребса-Хенслайта) беруть участь дві амінокислоти, яких немає в білках (орнітин і цитрулін), і дві амінокислоти, що містяться в них (аргінін і аспарагінова кислота). Було виявлено, що додавання орнітину, аргініну або цитруліну до середовища різко збільшує швидкість синтезу сечовини. На основі цих фактів і був запропонований циклічний процес синтезу сечовини, який складається з п'яти реакцій, кожна з яких каталізується унікальним ферментом [4].

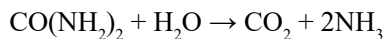
При розщепленні аміногруп в організмі утворюється велика кількість аміаку  $\text{NH}_3$ . Він також утворюється під час розщеплення нуклеотидів та амінів. Процеси дезамінування амінокислот і утворення аміаку відбуваються в тканинах по всьому організму. При надлишку аміаку організм піддається токсичному впливу, і тому існують способи його виведення. 95% аміаку виводиться з сечовиною через цикл Кребса. Ще однією функцією циклу є синтез аргініну, частково заміної амінокислоти. У печінці  $\text{NH}_3$  з'єднується з  $\text{CO}_2$ , утворюючи

карбамоїлфосфат. Карбамоїльна група карбамоїлфосфату під дією орнітин-карбамоїлтрансферази перетворюється на  $\alpha$ -амінокислоту орнітин, в результаті чого утворюється ще одна  $\alpha$ -амінокислота – цитрулін. Варто зазначити, що хоча орнітин і цитрулін є небілковими амінокислотами, це не впливає на їхню здатність як метаболітів орнітинового циклу. У наступній реакції аргінін-сукцинатсинтетаза поєднує цитрулін і аспарагінову кислоту з утворенням аргініну сукцинату (аргініносукцинату). Ця реакція використовує енергію двох макроергічних зв'язків. Аспарагінова кислота є джерелом другого атома азоту сечовини. Фермент аргінін-сукцинат-ліаза (ASL) розщеплює сукцинат-аргінін до аргініну і фумарової кислоти, при цьому аміногрупи аспарагінової кислоти включаються в молекулу аргініну. Аргінін гідролізується аргіназою з утворенням орнітину та сечовини. Утворений орнітин взаємодіє з новою молекулою сечовини, і цикл замикається [3].

Ці фактори включають відмінності у вмісті лізину в сирому протеїні в раціонах свиней. Більшість лабораторій наразі використовують готові набори різних виробників для визначення сечовини. Як правило, в інструкції до набору вказані вимоги до біологічного матеріалу та умови, за яких необхідно проводити дослідницьку роботу. При переході від одного методу визначення сечовини до іншого слід уважно ознайомитися з інструкцією, щоб уникнути можливих помилок на всіх етапах лабораторного дослідження.

Серед колориметричних реакцій сечовини найбільш відома реакція Фірона. Сечовина утворює жовту сполуку з діацетилмоноксимом. На цій реакції засновані такі методи Ормбсі, Форсел і Пальва [12].

Ферментативний уреазний метод є найбільш надійним, точним і специфічним методом вимірювання сечовини. Уреаза – це фермент, який відносно легко можна отримати з сої. Уреаза розкладає на аміак і вуглекислий газ:



Утворений аміак можна безпосередньо виміряти колориметрично за допомогою реактивів Несслера або Бертелло після дифузії в чашці Конвея або електрометрично в апараті Зелігсона після дистиляції.

Відомим методом кількісного визначення сечовини за допомогою уреазу є метод Конвея, де аміак отримується шляхом розкладання сечовини під дією уреазу. У склянці Конвея аміак поглинають розчином борної кислоти і титрують до 0,004 н. розчином соляної кислоти.

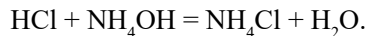
Серед усіх продуктів білкового обміну за змістом у крові тварин найбільше значення мають сечовина, алантоїн, креатин, креатинін і аміак. Вміст сечовини в крові свиней протягом доби може коливатися від 5 до 40 мг% [2].

**Постановка завдання.** Існуючими показниками якості м'язової тканини свинини (м'яса) є вміст сухої речовини, загальної вологи, включаючи вільну та зв'язану воду, вміст білка та жиру, інтенсивність кольору, ніжність, мармуровість та багато інших критеріїв. Відповідно до цього, в організмі тварини, особливо свиней, відбуваються різні метаболічні процеси, а кінцеві продукти обміну речовин утворюються і виводяться з сечею. Виникає питання, що певні частини продуктів обміну речовин залишаються в м'язовій тканині тварини (м'ясі) і, природно, також повинні залишатися в їжі людини. Одним з таких метаболітів є сечовина. Сечовина також повинна бути присутня в м'язовій тканині (м'ясі) свиней у певних концентраціях. Тому необхідно відповісти на питання, скільки сечовини міститься в свинині під впливом різних кормових факторів.

Науково-господарський дослід проводився на молодняку свиней по 12 голів у групі контролю та дослідній групі в умовах дослідного господарства ДП ДГ «Пасічна» Старосинявської ТГ Хмельницької області Інституту кормів та сільськогосподарства Поділля Національної академії аграрних наук України. Протягом усього періоду відгодівлі (109 діб), тварини споживали комбікорм, виготовлений у господарстві із зерна фуражної пшениці, силосованого вологого зерна кукурудзи, соняшникової макухи і білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД) та з додаванням для дослідної групи білково-вітамінно-мінерального преміксу (БВМП). У кінці дослідження був проведений забій 6 голів свиней по 3 голови з групи. Після проведення забою були відібрані відповідні зразки м'яса від тварин кожної з груп для проведення лабораторних досліджень. Лабораторні аналізи крові, внутрішніх органів і тканин, відібраних після проведення забою, проводилися у лабораторії Інституту кормів та сільськогосподарства Поділля НААН, м. Вінниця. Метою роботи було визначення терміну зберігання свинини після забою шляхом вивчення динаміки зміни вмісту сечовини в м'ясі протягом 6 діб після забою тварин, як показника свіжості при зберіганні.

Процес приготування соєвого (уреазного) розчину полягає в тому, що 4 г дрібно подрібненої сої розчиняють у 100 см<sup>3</sup> дистильованої води і залишають на 1 годину, потім пропускають через фільтр – тканину. До 10 мл отриманого фільтрату водної витяжки сої додається 20 мл чистої дистильованої води і краплями допомогою рН-метра вимірюють концентрацію екстракту соєвих бобів 0,1 н НСL доводимо рН до рівня 5,7–5,8 метра. Для переходу сечовини і водорозчинних білків у розчин, 5 г м'яса гомогенізують і додають до 100 мл дистильованої води, яка кип'ятить протягом 20 хвилин. Після цього фіксуємо рН розчину з кислотою реакцією та додаємо 30 мл соєвого (уреазного) розчину з рН 5,7–5,8. Потім змішуємо обидва розчини (100 мл води і 5 г м'яса з додаванням 30 мл уреазу (розчину сої) з рН 5,7–5,8), заміряємо рН та відправляємо на 1 годину для інкубації на водяну баню +37°C. Після охолодження розчину заміряємо рівень рН та титруємо 0,001 н НСL до попередньої величини рН розчину до інкубації.

Кількість сечовини визначається розрахунковим методом відповідно до реакції:



Розраховуємо вміст мг% сечовини в 100 г м'язової тканини (м'яса).

Для нейтралізації аміаку сечовини в 5 г м'яса, яка під дією уреазу розщеплюється до аміаку, витрачено 52 мл 0,001н НСL, тоді як на 100 г м'яса відповідно буде в 20 разів більше 52 мл x 20 = 1040 мл 0,001 н НСL або 1,040 мл 1 н НСL. Відповідно до реакції (НСL + NH<sub>4</sub>OH = NH<sub>4</sub>Cl + H<sub>2</sub>O) 1 мл 1 н НСL відповідає 14 мг% N, а 1,040 мл буде становити 14 мг% x 1,040 мл = 14,560 мг N. Молекулярна маса сечовини – 60 г/моль з умістом азоту 28 г, тоді 14,560 мг N буде міститися в 31,2 мг сечовини (14,56x60/28). На 100 г м'яса вміст сечовини становить 31,2 мг%.

Вміст сечовини у м'ясі свиней контрольної і дослідної групи подано в таблиці 1.

При проведенні експериментальних досліджень у зразках м'яса встановлювали вміст сечовини від першого дня забою свиней впродовж 6 діб. Досліджувані зразки зберігалися у холодильнику при температурі t°+4°C. Результати досліджень подано на рисунках 1 та 2 [1].

Таблиця 1

## Вміст сечовини у м'ясі свиней (M ± m)

№ проби після забою свиней	pH розчину до інкубації	pH розчину після інкубації	Кількість 0,001 н НСІ витраченого на титрування, мл	мг% сечовини м'язовій тканині (м'ясі)
Контрольна група				
1	5,37	5,92	50	30
2	5,40	5,90	48	29
3	5,30	5,86	52	31
M ± m				30 ± 0,33
Дослідна група				
1	5,45	5,97	46	27
2	5,55	5,75	35	22
3	5,48	5,98	46	27
M ± m				23 ± 0,96**

\*\*P &lt; 0,01

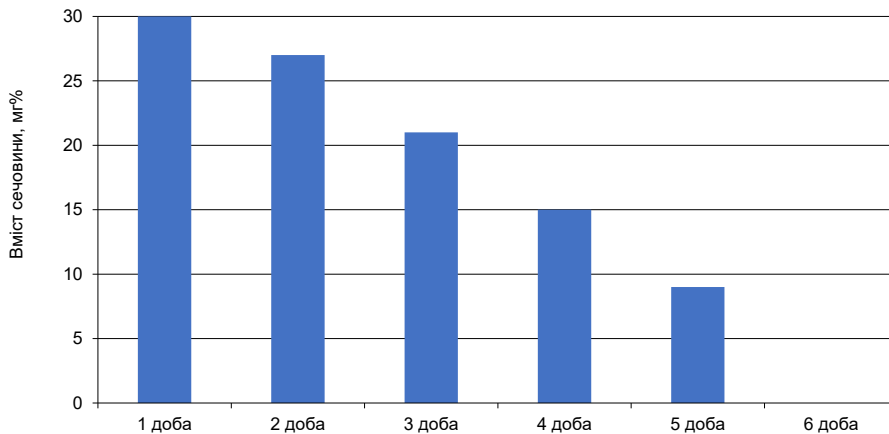


Рис. 1. Уміст сечовини в м'ясі свиней, мг%

Результати дослідження вмісту сечовини у свинині при зберіганні протягом 6 діб показали, що свіжість м'яса в день забою становила 100%, тоді як свіжість м'яса на наступний день після забою становила 90%. Вміст сечовини зменшився на 10%. 3-й день – вміст сечовини знижується на 30%, що відповідає зниженню свіжості м'яса. На 4-й день – вміст сечовини знизився на 50% і, отже, в тому ж порівнянні, на 5-й день свіжість м'яса знизилася. Фактично залишилися лише сліди сечовини, а на шостий день сечовина зникла.

Для того, щоб зробити висновок про позитивний чи негативний характер даного фактору, потрібно провести додаткове дослідження в поєднанні з показниками харчової цінності м'яса. Виходячи із вищенаведеного, ступінь свіжості м'яса

можна визначити із високою точністю, завдяки прослідковуванню динаміки зміни вмісту сечовини.

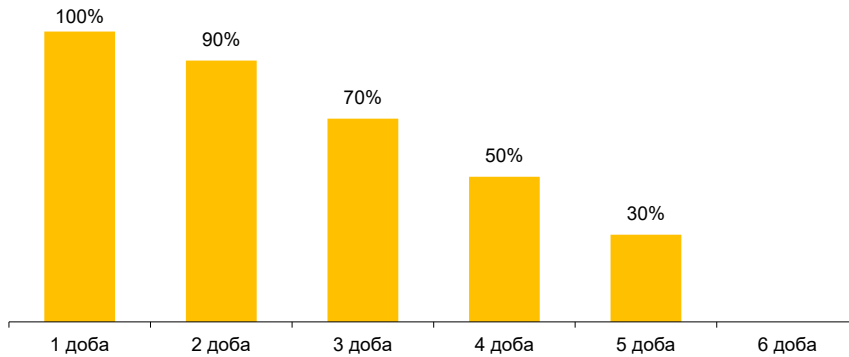


Рис. 2. Динаміка зміни вмісту сечовини в м'ясі свиней, мг%

**Висновки і пропозиції.** Свинина багата повноцінним білком, який містить комплекс незамінних амінокислот майже з усіма мінеральними речовинами, вітамінами групи В. За цими показниками вона значно перевищує інші види м'яса. В організмі людини свинина засвоюється на 90–95%, а жир на 93%. Собівартість свинини (без кісток) найнижча порівняно з іншими видами м'яса [6].

З віком м'ясо тварин стає грубішим за рахунок потовщення м'язових волокон та підвищенням маси туші [14].

Необхідно звернути увагу, чи впливає сечовина на біохімічні показники якості м'яса, адже сечовина – це небажаний інгредієнт у продуктах харчування людей. Результати досліджень показали, що вміст сечовини в м'язовій тканині свиней контрольної групи становив 25 мг%, 30 мг% та 32 мг% відповідно, тоді як у тій же дослідній групі порівняння – 19 мг%, 23 мг% та 25 мг%. Вміст сечовини в крові, м'язовій тканині (м'ясо) та печінці свиней дослідної групи був нижчим, ніж у контрольній групі, що свідчить про вищий вміст лізину в сирому протеїні в раціонах цієї групи. Вміст сечовини в крові, м'язовій тканині та печінці свиней дослідної групи був на 22–24% нижчим, а вміст лізину в сирому протеїні – в середньому на 29% вищим. Варто підкреслити, що існує зворотна кореляція між рівнем лізину в сирому протеїні корму та сечовиною в крові, м'ясі та печінці свиней. Чим вищий рівень лізину в сирому протеїні корму, тим нижчий рівень сечовини в організмі. Цей результат підтвердили й інші дослідники. Зокрема, за даними Огородник О. З., збільшення вмісту лізину в раціоні призводить до дозозалежного зниження вмісту сечовини в плазмі крові. Так, вміст сечовини в плазмі крові свиней дослідної групи знижувався на 14,5–37,2%, відповідно, порівняно з вмістом сечовини в плазмі крові свиней контрольної групи. При повноцінності та збалансованості сирого протеїну в раціоні, зменшується рівень дезамінування амінокислот, та, відповідно, затрати енергії на синтез сечовини [10].

Проведеними дослідженнями встановлено, що сечовина у процесі зберігання м'яса розщеплюється. Для того аби визначити про характер даного факту потрібно провести ряд додаткових досліджень у поєднанні з показниками харчової цінності м'яса.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Берник І. М., Кулик М. Ф., Ткаченко Т. Ю. Визначення терміну після забійного зберігання м'яса свиней. *Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси»*. 2020. Т. 8. № 15. С. 15–22.
2. Волощук О. В. Особливості обміну речовин чистопородного і помісного молодняка свиней. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 1(71). URL : [http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10032\\_\(дата звернення 18.04.2024\)](http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10032_(дата звернення 18.04.2024))
3. Дурст Л. Годівля сільськогосподарських тварин/Л. Дюрст, М. Вітман. Під ред. І.І. Ібатулліна, Г.В. Проваторова.– Вінниця: Нова книга, 2003.–386с.
4. Кононський О. І. Органічна хімія : Практикум: Навч. посіб. для аграр. навч. закл. III-IV рівнів акредитації із спец. «Вет. медицина». Київ : Вища школа, 2002. 247 с.
5. Кравченко О. І., Гетья А. А. Ринок свинини – сучасні вимоги класифікації туш. *Прибуткове свиначство*. 2012. № 5 (11). С. 34–42.
6. Кучерявий В.П., Трачук Є.Г., Ткаченко Т.Ю. Вплив досліджуваного препарату на відгодівельні та м'ясні якості свиней. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 3(102). С. 56–64.
7. Палко А. І., Корецман А. О. Особливості харчування населення Закарпатської області та їх вплив на розвиток патології органів травлення. *Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина»*. 2013. Вип. 1 (46). С. 171-174.
8. Маменко О. М. Наукове супроводження інноваційних технологій розвитку тваринництва. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2014. № 28. С. 54–63.
9. Трохименко В. З., Ковальчук Т. І., Захарін В. В., Безверха Л. М. Управління якістю тваринницької сировини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво, СНАУ*. 2023. Вип. 1. С. 51-58.
10. Огородник О. З., Снітинський В. В. Вміст інсуліну, кортизолу, тригліцеролів та тироксину у плазмі крові свиней за різного рівня лізину, метіоніну і треоніну в раціоні. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин*. 2000. Вип. 2. С. 75–78.
11. Різничук І. Ф. Кишлала О. К., Степаненко А. Т., Різничук В. О. Як годувати поросят при інтенсивному виробництві свинини. *Тваринництво України*. 2015. № 10. С. 41–45.
12. Чорний М. В., Герасименко О. М., Щепетильников Ю. О., Жиліна В. М., Юхно С. С., Антоненко П. П. Гігієнічна оцінка біологічно активного препарату та його вплив на резистентність свиней. *Збірник наукових праць Вінницького НАУ*. 2011. Вип. 8(48). С. 49–53.
13. Юлевич О. І., Лихач А. В., Дехтяр Ю. Ф., Ромашкан Г. В. Залежність показників росту і розвитку поросят на відгодівлі від використання преміксу *Збірник наукових праць Вінницького НАУ*. Вінниця, 2011. № 10(50). С. 67–72.
14. Gentry J. G Impact of spontaneous exercise on performance, meat quality, and muscle fiber characteristics of growing/finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 2002. Vol. 80. P. 2833–2839.
15. Karl Schedle. Sustainable Pig and Poultry Nutrition by Improving Nutrient Use. *Journal of Land Management, Food and the Environment*. 2016. V. 1. P. 45–60.

УДК 636.4.082

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.31>

## ОЗНАКИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ВІДГОДІВЕЛЬНИМИ І М'ЯСНИМИ ЯКОСТЯМИ У МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ ЗА ГЕНОМ РЕЦЕПТОРА МЕЛАНКОРТИНУ (MC4R)

**Халак В.І.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії тваринництва,

Державна установа «Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України»

**Гутий Б.В.** – д.вет.н., професор,

завідувач кафедри гігієни, санітарії та загальної ветеринарної профілактики

імені М.В. Демчука,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій

імені С.З. Гжицького

**Данілова Т.М.** – к.с.-г.н., доцент,

завідувачка кафедрою технологій тваринництва і птахівництва,

Державний біотехнологічний університет

**Бордун О.М.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії тваринництва і кормовиробництва,

Інститут сільського господарства Північного Сходу

Національної академії аграрних наук України

**Семяшкіна А.О.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувачка лабораторії координації наукових досліджень

та інтелектуальної власності,

Державна установа «Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України»

**Хмельова О.В.** – к.с.-г.н., доцент,

доцентка кафедри фізіології, біохімії тварин і лабораторної діагностики,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Метою даної роботи було дослідити ознаки індивідуального розвитку та їх зв'язок з відгодівельними та м'ясними якістьями у молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R, а також розрахувати економічну ефективність їх використання в умовах промислового комплексу. Дослідження проведено в СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області, м'ясокомбінаті «Джаз», лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ НААН та лабораторії тваринництва Державної установи «Інститут зернових культур НААН». Оцінку тварин за показниками індивідуального розвитку, відгодівельними і м'ясними якістьями проводили з урахуванням наступних ознак: жива маса на час народження, у 2 і 4-місячному віці (кг), середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі (г); вік досягнення живої маси 100 кг, діб, довжина охолодженої туші (см); довжина беконної половини охолодженої туші (см); товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців (мм) (Березовський, Хатько, 2005). Комплексну оцінку молодняку свиней за показниками індивідуального розвитку, відгодівельними і м'ясними якістьями проводили за індексом «інтенсивність формування» та індексом Б. Тайлера. Біометричну обробку результатів досліджень та їх економічної ефективності розраховували за загальноприйнятими методиками.

Установлено, що молодняку свиней підконтрольної популяції за живою масою у 2 і 4-місячному віці, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних



хребців та довжиною охолодженої туші належить до класу еліта. Дані експерименту свідчать, що молодняк свиней I піддослідної групи (Mc4r<sup>4G</sup>) переважає ровесників II піддослідної групи (Mc4r<sup>4A</sup>) за середньодобовим приростом живої маси, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпиків на рівні 6–7 грудних хребців, довжиною охолодженої туші та довжиною беконної половини охолодженої туші в середньому на 4,12 %. Різниця між групами за індексом Тайлера Б. дорівнює 12,03 бала ( $td=3,42$ ;  $P<0,01$ ). Кількість достовірних кореляційних зв'язків між відгодівельними і м'ясними якостями, індексом «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ; 0-2-4) та індексом Тайлера Б. становить 70,0 %, що свідчить про можливість використання індексів «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ; 0-2-4) та Тайлера Б. для відбору високопродуктивних тварин. Використання молодняку свиней I піддослідної групи (Mc4r<sup>4G</sup>) забезпечує одержання додаткової продукції на рівні +2,82 %, а її вартість дорівнює +223,65 грн./гол.

**Ключові слова:** молодняк свиней, порода, генотип, інтенсивність формування, онтогенез, відгодівельні і м'ясні якості, кореляція, економічна ефективність.

**Khalak V.I., Gutiy B.V., Danilova T.M., Bordun O.M., Semyashkina A.O., Khmeliyova O.V. Signs of individual development and their relationship with fattening and meat qualities in young pigs of different genotypes by the melanocortin receptor gene (MC4R)**

The aim of this study was to investigate the signs of individual development and their relationship with fattening and meat qualities in young pigs of different genotypes according to the melanocortin receptor MC4R gene, as well as to calculate the economic efficiency of their use in the industrial complex. The study was conducted at "Druzhba-Kaznacheyivka" enterprise in Dnipro region, the "Jazz" meat processing plant, the Genetics Laboratory of the Institute of Pig Production and AIP of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, and the Livestock Laboratory of the State Institution "Institute of Cereals of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine". The animals were evaluated for indicators of individual development, fattening and meat qualities, taking into account the following attributes: live weight at birth, at 2 and 4 months of age (kg), average daily live weight gain during the control fattening period (g); age at 100 kg, days, length of chilled carcass (cm); length of bacon half of chilled carcass (cm); thickness of bacon at the level of 6–7 thoracic vertebrae (mm) (Berezovsky, Khatko, 2005). A comprehensive assessment of young pigs by indicators of individual development, fattening and meat qualities was carried out using the "intensity of formation" index and the B. Tyler index. Biometric processing of research results and their economic efficiency were calculated according to generally accepted methods.

It was found that the young pigs of the controlled population belong to the elite class in terms of live weight at 2 and 4 months of age, age of reaching 100 kg, thickness of the fat at the level of 6–7 thoracic vertebrae and length of the chilled carcass. Experimental data show that young pigs of the first experimental group (Mc4r<sup>4G</sup>) outperformed their peers of the second experimental group (Mc4r<sup>4A</sup>) in terms of average daily live weight gain, age at 100 kg, thickness of the bacon at the level of 6–7 thoracic vertebrae, length of the chilled carcass and length of the bacon half of the chilled carcass by an average of 4.12%. The difference between the groups according to the Tyler B. index is 12.03 points ( $td=3.42$ ;  $P<0.01$ ). The number of reliable correlations between fattening and meat qualities, the index "intensity of formation" ( $\Delta t$ ; 0-2-4) and the Tyler B. index is 70.0%, which indicates the possibility of using the indices "intensity of formation" ( $\Delta t$ ; 0-2-4) and Tyler B. for the selection of highly productive animals. The use of young pigs of the first experimental group (Mc4r<sup>4G</sup>) provides additional production at the level of +2.82%, and its cost is +223.65 UAH/head.

**Key words:** young pigs, breed, genotype, intensity of formation, ontogeny, fattening and meat qualities, correlation, economic efficiency.

**Постановка проблеми.** Актуальним питань розвитку галузі свинарства в Україні, поряд з оптимізацією умов годівлі та утримання є інтенсифікація селекційного процесу. Він передбачає покращення відтворювальних якостей свиноматок і кнурів-плідників різних порід вітчизняної селекції, відгодівельних і м'ясних ознак у їх потомства. Зазначене здійснюється на основі використання традиційних методів оцінки племінної цінності тварин [1], а також за рахунок впровадження методів відбору високопродуктивних особин в популяції за оціночними і селекційними

індексами [2–4]. Важливим елементом у цій роботі є використання свиней зарубіжної селекції, а також сучасних генетичних методів (ДНК-маркерів) [5–13].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Результати досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених свідчать, що селекція на основі ДНК-маркерів є перспективним напрямком для підвищення ефективності виробництва продукції тваринництва.

Так, результати дослідження Балацького В. М. та ін. [14] свідчать, що рівень інформативності CTSSF g.22 G>C SNP виявлено на оптимальному для асоціативного аналізу рівні (PIC= 0,358–0,375), що дозволяє здійснювати у досліджених субпопуляціях порід пошук зв'язків маркера з ознаками продуктивності свиней. У субпопуляції свиней великої білої породи української селекції проведено аналіз зв'язку генетичного маркера CTSSF g.22 G>C SNP з показниками продуктивності тварин: віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпиків на рівні 6–7-го ребра, 10-го ребра, в області крижів і середньодобовим приростом маси та селекційним індексом. Встановлено тенденцію до асоціації зазначеного генетичного маркера з віком досягнення тваринами живої маси 100 кг ( $p=0,07$ ).

Лихач В. Я. та ін. [15], зазначають, що застосування плану підбору, спрямованого на отримання молодняку з генотипом CTSSFGC та MC4RAG у поєднаннях (свиноматок (ВБ×Л) з кнурами-плідниками термінальних ліній “Maxter” і “Maxgroo”) сприяло збільшенню забійного виходу на 0,4–1,4%, площі «м'язового вічка» на 0,2–1,4 см<sup>2</sup>, підвищенню маси заднього окосту на 0,3–0,6 кг та показнику виходу м'яса з туші на 0,6–0,8%. Залежності хімічного складу м'яса свиней досліджених поєднань від їх генотипу за генами катепсину та меланокортину нашими дослідженнями не встановлено. Для отримання молодняку свиней з вищими м'ясними ознаками застосовувати підбір, спрямований на отримання тварин з генотипами CTSSFGC та MC4RAG.

Про актуальність даного вектору наукової роботи свідчать результати дослідження Матіюк В. В., Саєнко А. М., Усенко С. О., Халак В. І. [16], Россоха В. І., Олійниченко Е. К., Бойко О. А., Задержіна О. А. [17], Vashchenko, P. A., Balatsky, V. M., Pocherniaev, K. F., Voloshchuk, V. M., Tsybenko, V. H., Saenko, A. M., Oliynuchenko, Ye. K., Buslyk, T. V., & Rudoman, H. S. [18], Іванов В. О., Гук М. С. [19].

**Постановка завдання.** Головною метою роботи було дослідити ознаки індивідуального розвитку та їх зв'язок з відгодівельними та м'ясними якістьми у молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R, а також розрахувати економічну ефективність їх використання в умовах промислового комплексу. Для досягнення цієї мети було поставлено наступні завдання:

- провести ДНК-типуння молодняку свиней великої білої породи за геном рецептора меланокортину MC4R;

- дослідити ознаки індивідуального розвитку, відгодівельні та м'ясними якістьми молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R;

- розрахувати економічну ефективність використання молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R в умовах промислового комплексу.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проведено в СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області, м'ясокомбінаті «Джаз», лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ НААН та лабораторії тваринництва Державної установи «Інститут зернових культур НААН».

Оцінку молодняку свиней великої білої породи за показниками індивідуального розвитку у ранньому онтогенезі, відгодівельними і м'ясними якістьями проводили з урахуванням наступних показників: жива маса на час народження; у 2- та 4-місячному віці (кг); середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г; вік досягнення живої маси 100 кг, діб; довжина охолодженої туші, см; товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм [20].

Для розрахунку індексу «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ) використовували дані первинного зоотехнічного обліку, а саме: жива маса на час народження, кг; жива маса у 2-місячному віці, кг; жива маса у 4-місячному віці. Індекс Тайлера Б. розраховували за наступною формулою:

$$I = 100 + (242 \times K) - (4,13 \times L)$$

де: I – індекс Тайлера Б, бала, K – середньодобовий приріст, кг; L – товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм [2].

ДНК-типунання молодняку свиней, відібраного для проведення експериментальної частини досліджень проводили в лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ НААН за методиками K. S. Kim та ін. [21, 22].

Вартість додаткової продукції розраховували на основі використання наступних даних: закупівельна ціна одиниці продукції, відповідно до існуючих цін, які діють в Україні; середня продуктивність тварин; середня надбавка основної продукції (%), яка виражена у відсотках на 1 голову при застосуванні нового і поліпшеного селекційного досягнення порівняно з продуктивністю тварин базового використання; чисельність поголів'я сільськогосподарських тварин нового або поліпшеного селекційного досягнення. Постійний коефіцієнт зменшення результату, який пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію дорівнював 0,75.

Біометричну обробку одержаних даних проводили за методиками Коваленка В. П. та ін. [23].

**Результати дослідження.** Установлено, що молодняк свиней піддослідної групи ( $n=38$ ) характеризується достатньо високими показниками росту у ранньому онтогенезі, а також відгодівельними і м'ясними якістьями. Так, жива маса тварин на час народження становить  $1,52 \pm 0,029$  кг ( $Cv=11,86\%$ ), у 2- та 4-місячному віці –  $18,2 \pm 0,22$  кг ( $Cv=7,78\%$ ) та  $47,8 \pm 0,59$  кг ( $Cv=7,68\%$ ). Індекс «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ) за період вирощування молодняку свиней від народження до 4-місячного віку дорівнює  $0,796 \pm 0,022$  бала ( $Cv=17,07\%$ ). Індекс Тайлера Б. коливається у межах від 126,13 до 182,36 балів.

За період контрольної відгодівлі середньодобовий приріст живої маси молодняку свиней становить  $776,4 \pm 5,58$  г ( $Cv=4,44\%$ ), вік досягнення живої маси 100 кг –  $178,0 \pm 0,81$  діб ( $Cv=2,83\%$ ), товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців –  $20,7 \pm 0,37$  мм ( $Cv=11,08\%$ ), довжина охолодженої туші –  $96,6 \pm 0,35$  см ( $Cv=1,77\%$ ), довжина беконної половини охолодженої туші –  $85,2 \pm 0,50$  см ( $Cv=2,88\%$ ).

Результати дослідження показників індивідуального розвитку, відгодівельних і м'ясних якостей молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R наведено у таблицях 1 і 2.

Аналіз даних таблиці 1 свідчить, що різниця між групами молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R за живою масою на час народження становить 0,03 кг ( $td=0,51$ ;  $P>0,05$ ), у 2- та 4-місячному віці – 1,8 ( $td=4,61$ ;  $P<0,001$ ) та 3,9 кг ( $td=3,22$ ;  $P<0,01$ ) відповідно.

Таблиця 1

**Показники індивідуального розвитку молодняку свиней різних генотипів  
за геном рецептора меланокортину MC4R, n=19**

Показник (ознака), одиниці виміру	Біометричні показники	Генотип	
		MC4R <sup>AG</sup>	MC4R <sup>AA</sup>
		Група	
		I	II
Жива маса на час народження, кг	$X \pm Sx$	1,50±0,037	1,53±0,046
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	0,16±0,025	0,200±0,016
	$Cv \pm Sc_{\nu}$ , %	10,67±1,732	13,07±2,127
Жива маса у 2-місячному віці, кг	$X \pm Sx$	19,1±0,24***	17,3±0,31
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	1,19±0,193	1,37±0,222
	$Cv \pm Sc_{\nu}$ , %	6,23±1,011	7,91±1,284
Жива маса у 4-місячному віці, кг	$X \pm Sx$	49,3±0,94**	45,4±0,77
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	4,10±0,665	3,24±0,525
	$Cv \pm Sc_{\nu}$ , %	8,31±1,349	7,13±1,157
Індекс «інтенсивність формування», бала	$X \pm Sx$	0,789±0,0317	0,804±0,0314
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	0,14±0,022	0,13±0,021
	$Cv \pm Sc_{\nu}$ , %	17,74±2,879	16,16±2,623

Примітка: \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

Різниця між тваринами різних генотипів за індексом «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ) (0-2-4) дорівнює 0,015 бала ( $td=0,34$ ;  $P > 0,05$ ).

Результати контрольної відгодівлі показали, що молодняк свиней I піддослідної групи (MC4R<sup>AG</sup>) переважав ровесників II піддослідної групи (MC4R<sup>AA</sup>) за середньодобовим приростом живої маси на 45,2 г ( $td=5,35$ ;  $P < 0,001$ ), віком досягнення живої маси 100 кг – 3,2 доби ( $td=2,25$ ;  $P < 0,05$ ) (табл. 2).

Таблиця 2

**Відгодівельні і м'ясні якості молодняку свиней різних генотипів  
за геном рецептора меланокортину MC4R**

Показник (ознака), одиниці виміру	Біометричні показники	Генотип	
		MC4R <sup>AG</sup>	MC4R <sup>AA</sup>
		Група	
		I	II
1	2	3	4
Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	n	19	19
	$X \pm Sx$	799,0±5,76***	753,8±6,17
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	25,13±4,079	26,90±4,367
	$Cv \pm Sc_{\nu}$ , %	3,14±0,509	3,57±0,579
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	$X \pm Sx$	176,4±1,00*	179,6±1,02
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	4,37±0,709	5,24±0,850
	$Cv \pm Sc_{\nu}$ , %	2,47±0,400	2,91±0,472

Закінчення табл. 2

1	2	3	4
Товщина шпику на рівні 6–7 грудних хребців, мм	$X \pm S_x$	19,7±0,34**	21,5±0,59
	$\sigma \pm X_\sigma$	1,51±0,245	2,61±0,423
	$Cv \pm Sc_v, \%$	7,66±1,243	12,13±1,969
Індекс Тайлера Б., бала	$X \pm S_x$	155,11±1,705**	143,08±3,072
	$\sigma \pm X_\sigma$	7,43±1,206	13,39±2,173
	$Cv \pm Sc_v, \%$	4,79±0,777	9,36±1,519
Довжина охолодженої туші, см	$n$	14	10
	$X \pm S_x$	97,4±0,44***	95,5±0,34
	$\sigma \pm X_\sigma$	1,65±0,311	1,08±0,241
	$Cv \pm Sc_v, \%$	1,69±0,319	1,13±0,252
Довжина беконної половини охолодженої туші, см	$X \pm S_x$	86,3±0,60**	83,8±0,61
	$\sigma \pm X_\sigma$	2,27±0,429	1,93±0,431
	$Cv \pm Sc_v, \%$	2,63±0,497	2,31±0,516

Примітка: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

Різниця між зазначеними групами тварин за товщиною шпику на рівні 6–7 грудних хребців становить 1,8 мм ( $td=2,68$ ;  $P < 0,01$ ), довжиною охолодженої туші – 1,9 см ( $td=3,45$ ;  $P < 0,001$ ), довжиною беконної половини охолодженої туші – 2,5 см ( $td=2,94$ ;  $P < 0,01$ ), індексом Тайлера Б. – 12,03 бала ( $td=3,42$ ;  $P < 0,01$ ).

Результати розрахунку коефіцієнту парної кореляції між ознаками відгодівельних і м'ясних якостей, індексом «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ; 0-2-4) та індексом Тайлера Б. наведено в таблиці 4.

Таблиця 3

**Рівень кореляційних зв'язків між відгодівельними і м'ясними якостями, індексами «інтенсивність формування», «рівномірності росту» та індексом Тайлера Б.,  $n=38$**

Ознак	Біометричні показники			
	$x$	$y$	$r \pm Sr$	$tr$
Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	1		+0,459±0,1441**	3,18
	2		+0,605±0,1292***	4,68
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	1		-0,443±0,1454**	3,05
	2		-0,681±0,1188***	5,73
Товщина шпику на рівні 6–7 грудних хребців, мм	1		+0,033±0,1621	0,20
	2		-0,934±0,0580***	16,12
Довжина охолодженої туші, см	1		-0,249±0,1571	1,58
	2		+0,323±0,1535*	2,10
Довжина беконної половини охолодженої туші, см	1		-0,352±0,1518*	2,32
	2		+0,261±0,1566	1,67

Примітка: 1 – індекс «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ; 0-2-4), бала; 2 – індекс Тайлера Б., бала; \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

Встановлено, що даний біометричний показник варіює в межах від -0,934 (індекс Тайлера Б. × товщина шпику на рівні 6–7 грудних хребців) до +0,605 (індекс Тайлера Б. × середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі).

Достовірні коефіцієнти парної кореляції встановлено також між наступними парами ознак: індекс «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ; 0-2-4) × середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі ( $r=+0,459$ ), індекс «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ; 0-2-4) × вік досягнення живої маси 100 кг ( $r=-0,443$ ), індекс Тайлера Б. × вік досягнення живої маси 100 кг ( $r=-0,681$ ), індекс Тайлера Б. × довжина охолодженої туші ( $r=+0,323$ ), індекс «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ; 0-2-4) × довжина беконної половини охолодженої туші ( $r=-0,352$ ).

Розрахунок економічної ефективності результатів досліджень свідчить, що максимальну прибавку додаткової продукції одержано від молодняка свиней I піддослідної групи ( $Mc4r^{AG}$ ) (+2,82 %) (табл. 4).

Таблиця 4

#### Економічна ефективність результатів досліджень

Група	Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	Прибавка додаткової продукції, %	Вартість додаткової продукції, грн./гол
Загальна вибірка	776,4±5,58	-	-
II	753,8±6,17	-2,91	-234,97
I	799,0±5,76	+2,82	+223,65

Примітка: \* – ціна реалізації молодняка свиней на час проведення досліджень дорівнювала 77,25 гривень за 1 кг живої маси.

Вартість додаткової продукції, яку було одержано від молодняка свиней зазначеної групи дорівнює +223,65 грн./гол.

#### Висновки:

1. Установлено, що за живою масою у 2 і 4-місячному віці, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпику на рівні 6–7 грудних хребців та довжиною охолодженої туші молодняк свиней підконтрольної популяції належить до класу еліта.

2. Дані аналізу результатів контрольної відгодівлі свідчать, що молодняк свиней I піддослідної групи ( $Mc4r^{AG}$ ) переважає ровесників II піддослідної групи ( $Mc4r^{AA}$ ) за середньодобовим приростом живої маси, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпику на рівні 6–7 грудних хребців, довжиною охолодженої туші та довжиною беконної половини охолодженої туші в середньому на 4,12 %. Різниця між групами за індексом Тайлера Б. дорівнює 12,03 бала ( $td=3,42$ ;  $P<0,01$ ).

3. Кількість достовірних кореляційних зв'язків між відгодівельними і м'ясними якістьями, індексом «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ; 0-2-4) та індексом Тайлера Б. становить 70,0 %. Зазначене свідчить про можливість використання індексів «інтенсивність формування» ( $\Delta t$ ; 0-2-4) та Тайлера Б. для відбору високопродуктивних тварин.

4. Використання молодняка свиней I піддослідної групи ( $Mc4r^{AG}$ ) забезпечує одержання додаткової продукції на рівні +2,82 %, а її вартість дорівнює +223,65 грн./гол.

**Подяка.** Автори висловлюють офіційну подяку директору СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області, кандидату сільськогосподарських наук Савельєву В. І. головному технологу Шепель Н. О., а також завідувачу лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ НААН, кандидату сільськогосподарських наук Сасенку А. М., які сприяли організації і проведенню експериментальної частини наукових досліджень.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Інструкція з бонітування свиней; Інструкція з ведення племінного обліку у свинарстві. Київ : Київський університет, 2003. 64 с.
2. Ващенко П. А. Прогнозування племінної цінності свиней на основі лінійних моделей селекційних індексів та ДНК-маркерів: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.01. Миколаїв, 2019. 43 с.
3. Халак В., Гутий Б., Стадницька О., Бордун О., Ільченко М. Відтворювальні якості свиноматок різної внутрішньопородної диференціації за деякими селекційними індексами та економічна ефективність їх використання. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 1. С. 35–40. [https://doi.org/10.32636/agroscience.2024-\(3\)-1-6](https://doi.org/10.32636/agroscience.2024-(3)-1-6)
4. Крамаренко О. С., Крамаренко С. С., Луговий С. І., Лихач А. В., Лихач В. Я., Слободяник А. А. Використання методу BLUP для оцінювання племінної цінності свиноматок української м'ясної породи за відтворювальними ознаками. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 108. С. 159–165. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.21>
5. Балацкий В. Н., Метлицкая Е. Н. ДНК-диагностика стресс-синдрома свиней и ассоциация RYRI-генотипов с жизнеспособностью поросят раннего возраста. *Цитология и генетика*. 2001. Т. 35. № 3. С. 43–49.
6. Балацкий В. Н., Саенко А. М., Гришина Л. П. Полиморфизм локуса рецептора эстрогена 1 в популяциях свиней разных генотипов и его ассоциация с репродуктивными признаками свиноматок крупной белой породы. *Цитология и генетика*. 2012. № 4. С. 48–54.
7. Коновал О. М. та ін. Ген MC4R як генетичний маркер приросту живої маси у свиней. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. (Сер. Біол.)*. 2008. Вип. 22. С. 110–113.
8. Костенко С., Коновал О., Білек К., Філкукова Ж. Залежність репродуктивних якостей свиней великої білої породи від алельних варіантів естроген-1 пролактин-рецепторів. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2007. Вип. 109. С. 49–56.
9. Почерняев К. Ф. Реконструкція походження сучасних порід свиней за поліморфізмом мітохондріальних геномів. *Цитология и генетика*. 2004. Т. 38. № 6. С. 19–22.
10. Сасенко А. М., Балацкий В. М. Поліморфізм Т-генів в породах свиней різного напряму продуктивності. *Науковий вісник НУБіП України*. 2009. Т. 38. С. 272–279.
11. Халак В. І. Показники білкового обміну та їх зв'язок з відгодівельними і м'ясними якостями у молодяку свиней різних генотипів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2022. Вип. 4 (47), 18–23. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.4>
12. Chen et al. Different allele frequencies of MC4R gene variants in Chinese pig Breeds. *Arch. Tierz., Dummerstorf*. 2004. Vol 47. № 5. P. 463–468.
13. Kozyr V., Khalak V., Povod M. DNA-type results swine for MS4R-gene and its association with productivity. *Agrolife: Scientific journal*. University of Agronomic Sciences and Veterinari Medicine of Bucharest. Bucharest. 2019. Vol. 8, № 1. P. 128–133.
14. Балацкий В. М., Вовк В. О., Буслик Т. В., Ільченко М. О., Олійниченко Є. К. Генетичний та асоціативний аналіз одонуклеотидного поліморфізму g<sub>22</sub> g>c у гені катепсину f свиней різних порід. *Вісник Полтавської державної аграрної*

академії. Серія: Сільське господарство. Тваринництво, 2018. Випуск 4, 137–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.20>

15. Лихач В. Я., Лихач А. В., Фаустов Р. В. (2022). Вплив генотипу за генами CTSTF та MC4R на відгодівельні та м'ясні ознаки свиней. Таврійський науковий вісник. № 126. С. 169–179. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.23>

16. Матіюк В. В., Сасенко А. М., Усенко С. О., Халак В. І. (2020). Поліморфізм генів RYRI, ESR, MC4R ТА LEP у мікропопуляції свиней великої білої породи української селекції. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Серія: Сільське господарство. Тваринництво,. Випуск 4, 150–156. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.18>

17. Россоха В. І., Олійниченко Е. К., Бойко О. А., Задержіна О. А. (2020). Обґрунтування перспективності використання кандидатних поліморфізмів у маркерній селекції української м'ясної породи свиней. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. № 123. С. 149–156. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2020-123-149-157>

18. Vashchenko, P. A., Balatsky, V. M., Pocherniaev, K. F., Voloshchuk, V. M., Tsybenko, V. H., Saenko, A. M., Oliynychenko, Ye. K., Buslyk, T. V., & Rudoman, H. S. (2019). Genetic characterization of the mirgorod pig breed, obtained by analysis of single nucleotide polymorphisms of genes. *Agricultural Science and Practice*, 6, 2, 47–57. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.047>

19. Іванов В. О., Гук М. С. (2019). Стресчутливість чистопородних та помісних свиней. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. № 121 С. 121–129. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-121-127>

20. Березовський М. Д., Хатько І. В. Методики оцінки кнурів і свиноматок за якістю потомства в умовах племінних заводів і племінних репродукторів. Сучасні методи досліджень у свинарстві. Полтава, 2005. С. 32–37.

21. A missense variant of the porcine melanocortin 4 receptor (MC4R) gene is associated with fatness, growth, and feed intake traits / K. S. Kim, N. Larsen, T. Short, G. Plastow, M. F. Rothschild. *Mammalian Genome*. – 2000. – Vol. 11. – P. 131–135.

22. Rapid communication: linkage and physical mapping of the porcine melanocortin-4 receptor (MC4R) gene / K. S. Kim, N. J. Larsen, M. F. Rothschild *Journal of Animal sc.* – 2000. – № 78. – P. 3–16.

23. Коваленко В. П., Халак В. І., Нежлукченко Т. І., Папакіна Н. С. Біометричний аналіз мінливості ознак сільськогосподарських тварин і птиці. Навчальний посібник з генетики сільськогосподарських тварин. Херсон: Олді, 2010. 160 с.



УДК 636.2.034

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.32>

## ОЦІНКА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КОРІВ ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ ТА ЯКОСТІ ЇХ МОЛОКА

**Шуляр А.Л.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва,

Поліський національний університет

**Шуляр А.Л.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва,

Поліський національний університет

**Ткачук В.П.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва,

Поліський національний університет

ТОВ «Вертокіївка» – приклад рентабельного ведення галузі молочного скотарства. Результатами наших досліджень встановлено належний рівень організації технології виробництва молока, високу молочну продуктивність корів та високу якість їх молока, що може бути використано при організації діяльності молочно-товарних ферм з наявністю корів з високим потенціалом продуктивності, аналогічними умовами утримання, годівлі та експлуатації тварин для успішного і прибуткового ведення галузі молочного скотарства.

Дане підприємство при виробництві продукції використовує сучасні прогресивні технології виробництва молока. Так, утримання корів – безприв'язно-боксове, годівля тварин здійснюється двічі на добу, основними складовими складовими високоякісних раціонів є кукурудзяний силос, житній сінаж (власного виробництва), соєва макуха, соняшниковий шрот (закуповуються) та ін. Видалення гною відбувається по мірі забруднення ним приміщення – кожні дві години із застосуванням дельта-скреперної установки. Технологічний процес доїння корів організовано три рази на добу відбувається у сучасному доїльному залі фірми De Laval, тип доїльної установки «Ялінка». Зберігається надоеміне молоко у танках-охолоджувачах до відправлення на молокопереробне підприємство, яке розташоване у місті Іллінці Вінницької області, це є сучасна компанія з переробки молока – ТОВ «Люстдорф». Для управління процесом виробництва молока у даному господарстві застосовується програмне забезпечення «Юніформ-Агрі».

Для виробництва молока на підприємстві утримують тварин голштинської породи, поголів'я якої становить всього 700 голів, 330 з яких – корови. Надій корів господарства є високим, як і інші показники молочної продуктивності. Так, найвищий надій отримано від корів III і старіше лактації, який становить 11683 кг з жирномолочністю 3,92% і білковомолочністю 3,36%. Тварини цього віку також характеризуються кращими показниками фізіологічної активності під час лактації – вищими середньодовим надоем, надоем на 1 кг живої маси, кількістю молочного жиру і кількістю молочного білку на 1 кг живої маси.

Якість молока корів у даному господарстві – висока, адже вже протягом останніх десяти років тут доять молоко «екстра» татунку, яке за органолептичними, фізико-хімічними показниками, санітарною якістю відповідає вимогам національних та європейських стандартів.

**Ключові слова:** корови, голштинська порода, молочна продуктивність, якість молока.

**Shuliar A.L., Shuliar A.L., Tkachuk V.P. Assessment of milk productivity of cows of Holstein breed and quality of their milk**

«Vertokiyivka» LLC is an example of profitable management of the dairy industry. The results of our research established the appropriate level of organization of milk production technology, high milk productivity of cows and high quality of their milk, which can be used in the organization of dairy farms with the presence of cows with high productivity potential, similar conditions for keeping, feeding and operating animals for successful and profitable management of the dairy industry.

This enterprise uses modern progressive milk production technologies in the production of products. Thus, the cows are kept untethered, the animals are fed twice a day, the main components of the high-quality rations are corn silage, rye hay (own production), soybean cake, sunflower meal (purchased), etc. Manure is removed as the room becomes contaminated with manure – every two hours using a delta scraper. The technological process of milking cows is organized three times a day and takes place in a modern milking hall of the De Laval company. Expressed milk is stored in cooling tanks before being sent to a milk processing enterprise located in the city of Illintsi, Vinnytsia region, this is a modern milk processing company – «Lustdorf» LLC. The «Uniform-Agri» software is used to manage the milk production process at this farm.

For milk production, the enterprise keeps Holstein animals, the population of which is only 700 heads, 330 of which are cows. The yield of the farm's cows is high, as are other indicators of milk productivity. Thus, the highest yield is obtained from cows of III and older lactation, which is 11,683 kg with a fat content of 3,92% and a protein content of 3,36%. Animals of this age are also characterized by better indicators of physiological activity during lactation – higher average milk yield, milk yield per 1 kg of live weight, amount of milk fat and amount of milk protein per 1 kg of live weight.

The quality of the milk of the cows in this farm is high, because for the last ten years they have been milking «extra» milk here, which meets the requirements of national and European standards in terms of organoleptic, physico-chemical indicators, and sanitary quality.

**Key words:** cows, Holstein breed, milk productivity, milk quality.

**Постановка проблеми.** У період повномасштабного вторгнення особливо критичною стала і так досить актуальна останніми десятиліттями проблема продовольчої безпеки. Не менш важливою на цьому фоні є й проблема безпечності харчових продуктів, особливо на шляху до європейських ринків збуту як сировини, так і готової продукції [1, с. 69; 2, с. 39]. Надважливою та критичною галуззю в даному аспекті є галузь молочного скотарства [3, с. 383].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Український аграрний бізнес в чергове довів свою спроможність навіть у мегаскладних умовах гарантувати продовольчу безпеку інших країн, незважаючи на важкі умови виробництва сільськогосподарської продукції [4, с. 339; 5]. В таких умовах галузь молочного скотарства посідає провідну роль в даному аспекті посідає, яка забезпечує відразу дві ключові гілки продовольчої безпеки – це виробництво цінного продукту харчування (молока) та не менш цінної сировини (того ж таки молока) для виробництва низки харчових продуктів, які є незамінними в споживчому кошику пересічної людини [6; 7, с. 25; 8, с. 27]. При цьому особливої ваги набуває питання збільшення обсягів виробництва молока та покращення його якості [3, с. 384; 9, с. 21].

**Постановка завдання.** Враховуючи значення проблеми продовольчої безпеки та якості і безпечності продовольчої сировини і харчових продуктів та вагому роль у цих питаннях галузі молочного скотарства, метою наших досліджень була оцінка молочної продуктивності корів голштинської породи та якості їх молока в умовах ТОВ «Вертокіївка».

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження були проведені в одному з кращих та прогресивних підприємств Житомирської області з розведення молочної худоби – ТОВ «Вертокіївка», яке розташоване в однойменному селищі Вертокіївка Житомирського району Житомирської області. Дане

господарство має два основні напрями діяльності – вирощування молочної худоби й виробництво від неї товарного молока та вирощування зернових культур з наступною їх реалізацією не тільки на внутрішньому, а й міжнародному ринку. ТОВ «Вертокиївка» залучено до швейцарсько-українського проєкту «Створення системи контролю за безпечністю харчових продуктів на основі оцінки ризиків у циклі виробництва та збуту молочних продуктів в Україні» за сприяння швейцарської конфедерації виробників молока та міжнародної компанії «SAFOSO». При виконанні запланованих досліджень було застосовано загальноприйняті методи оцінки технології виробництва молока, дослідженні молочної продуктивності та якості молока. Здійснювалась біометрична обробка даних з використанням методів варіаційної статистики

Для виробництва молока у даному господарстві розводять корів голштинської породи. Всього тут утримується 700 голів великої рогатої худоби, з них корів – 330: 300 – дійні корови, 30 – сухостійні.

Утримання корів у ТОВ «Вертокиївка» – безприв'язне. Годівля тварин здійснюється двічі на добу (о 5 годині ранку та 17 годині вечора) кормами власного виробництва – кукурудзяний силос, житній сінаж та інші й закупленими – соєва макуха, соняшниковий шрот.

Доїння корів відбувається у доїльному залі фірми De Laval «Ялинка» тричі на добу. Надосне молоко до відправки на молокопереробне підприємство зберігається в танках-охолоджувачах, які знаходяться в молочному блоці. Також тут знаходиться «молочне таксі. Одержане молоко ТОВ «Вертокиївка» реалізовує на молокопереробне підприємство – компанія «Люстдорф», яке знаходиться в м. Іллінці Вінницької області.

Видалення гною здійснюється кожні дві години дельта-скреперною установкою. Для ранньої діагностики тільності у ТОВ «Вертокиївка» придбали ультразвуковий пристрій. Для управління молочним стадом у даному господарстві застосовується програмне забезпечення – «Юніформ-Агрі».

Отже, технологія виробництва молока у ТОВ «Вертокиївка» налагоджена на належному рівні із застосуванням прогресивних технологій задля отримання високої продуктивності тварин з урахуванням їх добробуту і благополуччя.

Як зазначалося вище, для виробництва молока у ТОВ «Вертокиївка» утримують корів найпродуктивнішої молочної породи світу – голштинської. Нами досліджено молочну продуктивність корів даного господарства різного віку у лактаціях – таблиця 1.

Так, надій корів-первісток господарства знаходився на рівні 8694 кг молока, корів за II лактацію – 9762 кг. Найвищим надосем характеризувалися повновікові корови за III і старше лактації – 11683 кг.

Вміст жиру в молоці варіював від 3,90% (II лактація) до 3,93% (I лактація), вміст білку – від 3,33% (II лактація) до 3,41% (I лактація).

Кількість молочного жиру та кількість молочного білка, а також сумарні продукція молочного жиру і білка збільшувалась пропорційно віку корів і найбільші значення перерахованих показників були виявлені у повновікових корів III і старше лактації – відповідно 458, 393 і 851 кг.

Щодо коефіцієнтів варіації досліджених ознак, то у молочному стаді ТОВ «Вертокиївка» найбільшою мінливістю відзначався надій корів різного віку, при чому значення коефіцієнтів варіації знаходилися в межах фізіологічної норми, а найбільша різниця за дослідженими показниками виявлена між коровами-первістками та повновіковими коровами III і старше лактації.

Таблиця 1

**Молочна продуктивність корів голштинської породи ТОВ «Вертокиївка»  
та різниця між тваринами залежно від віку**

Показник, одиниця вимірювання	Значення у корів голштинської породи по лактаціях						Різниця за групами корів (d)		
	I		II		III і старше		I-II	II-III і старше	I-III і старше
	М	С, %	М	С, %	М	С, %			
Надій за лактацію, кг	8694	17,6	9762	14,8	11683	18,1	-1068	-1921	-2989
Вміст жиру, %	3,93	8,9	3,90	9,7	3,92	9,2	0,03	0,01	0,01
Вміст білка, %	3,41	9,4	3,33	10,5	3,36	9,9	0,08	-0,03	0,05
Кількість молочного жиру, кг	342	15,4	381	12,2	458	16,7	-39	-77	-116
Кількість молочного білка, кг	296	16,1	325	11,8	393	15,6	-29	-67	-96
Кількість молочного жиру і білка, кг	638	15,7	706	11,9	851	16,1	-68	-145	-212

Також нами досліджено показники фізіологічної активності корів голштинської породи ТОВ «Вертокиївка» – таблиця 2.

Середньодобові надой корів голштинської породи даного господарства коливалися від 28,4 кг у корів-первісток до 37,7 кг у повновікових корів III лактації і старше, найвищі добові надой – відповідно 35,7 та 45,1 кг.

Враховуючи, що жива маса корів-первісток становила у середньому 593 кг, II лактації – 612 кг, III лактації і старше – 628 кг, нами досліджено надій на 1 кг живої маси, кількість молочного жиру і кількість молочного білку на 1 кг живої маси, які становили у первісток відповідно 14,7; 0,58 і 0,50 кг, у корів II лактації – 16,0; 0,62 і 0,53 кг, III лактації і старше – 18,6; 0,73 і 0,64 кг.

Різниця між коровами голштинської породи за показниками їх фізіологічної активності свідчить, що найбільшою виявилася різниця між коровами-первістками і коровами з III і старше лактаціями.

Також нами проведено оцінку якості молока у ТОВ «Вертокиївка». Так, нами проведено органолептичну оцінку молока корів голштинської породи – таблиця 3. Консистенція, запах, смак і колір молока, отриманого в умовах господарства, відповідають нормативним значенням.

Вже протягом останніх десяти років у ТОВ «Вертокиївка» одержують молоко «екстра» гатунку завдяки наполегливій праці робітників та кропіткому догляду за тваринами і чіткому дотриманню технології виробництва і первинної обробки молока – таблиця 4–5.

Таблиця 2

**Показники фізіологічної активності корів голштинської породи під час лактації у ТОВ «Вертокиївка» та різниця між тваринами залежно від віку**

Показник, одиниця вимірювання	Значення у корів голштинської породи по лактаціях			Різниця за групами корів (д)		
	I	II	III і старше	I-II	II-III і старше	I-III і старше
	М	М	М			
Середньодобовий надій, кг	28,4	31,9	37,7	-3,5	-5,8	-9,3
Найвищий добовий надій, кг	35,7	38,6	45,1	-2,9	-6,5	-9,4
Надій на 1 кг живої маси, кг	14,7	16,0	18,6	-1,3	-2,6	-3,9
МЖ на 1 кг живої маси, кг	0,58	0,62	0,73	-0,04	-0,11	-0,15
МБ на 1 кг живої маси, кг	0,50	0,53	0,64	-0,03	-0,11	-0,14

Таблиця 3

**Органолептична оцінка молока корів голштинської породи ТОВ «Вертокиївка»**

Показник	Нормативне значення	Результат оцінки
Консистенція	Однорідна рідина без пластівців та осаду	Відповідає нормативному значенню
Запах і смак	Чистий, притаманний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Відповідає нормативному значенню
Колір	Від білого до світло-кремового	Відповідає нормативному значенню

Таблиця 4

**Відповідність фізико-хімічних показників якості молока корів голштинської породи ТОВ «Вертокиївка» вимогам ДСТУ 3662-18 до молока «екстра» гатунку**

Показник	Нормативне значення	Результат оцінки
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1028	1028
Кислотність, °Т	від 16 до 17	16,5
pH	від 6,6 до 6,7	6,65
Група чистоти, не нижче класу	I	I
Температура молока, не вище ніж, °С	8	6
Точка замерзання, не вище ніж, °С	-0,520	-0,520

Так, при оцінці фізико-хімічних показників якості молока, отриманого в умовах ТОВ «Вертокиївка», встановлено, що всі досліджені показники знаходилися в діапазоні, який притаманний молоку найвищого класу – «екстра» гатунку. Так, наприклад, кислотність для цього класу молока має становити згідно діючого стандарту від 16 до 17<sup>0</sup>T, в дослідженому молоці цей показник становив 16,5<sup>0</sup>T, рН «екстра» молока має бути в межах 6,6–6,7, у дослідженому молоці – 6,65.

Також нами досліджено санітарну якість молока – таблиця 5.

Таблиця 5

**Відповідність вмісту мікроорганізмів та соматичних клітин в молоці корів голштинської породи ТОВ «Вертокиївка» вимогам державних стандартів до молока «екстра» гатунку**

Показник	Нормативне значення	Результат оцінки
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАНМ) за температури 30 <sup>0</sup> C, тис. КУО/см <sup>3</sup>	≤100	Відповідає нормативному значенню
Кількість соматичних клітин, тис./см <sup>3</sup>	≤ 400	Відповідає нормативному значенню

Отримані показники дозволяють молоко, одержане у ТОВ «Вертокиївка», віднести до «екстра» гатунку, оскільки як за вмістом мікроорганізмів, так і за вмістом соматичних клітин воно відповідає вимогам національних стандартів, при чому такі ж вимоги ставляться і до молока в країнах Європейського союзу.

Отже, технологія виробництва молока в даному господарстві налагоджена на високому рівні, що дозволяє отримувати високі показники молочної продуктивності від корів голштинської породи та отримувати молоко високої якості.

**Висновки і пропозиції.** Технологія виробництва молока в даному господарстві налагоджена на високому рівні з використанням сучасних прогресивних технологій: утримання тварин – безприв'язне, годівля дворазова високоякісними кормами власного виробництва та закупленими із застосуванням комп'ютерної програми складання раціонів, доїння здійснюється у доїльному залі «Ялінка», видалення гною – механізоване, здійснюється кожні дві години. Управління молочним стадом здійснюється із використанням системи обліку та управління молочно-товарною фермою «Юніформ-Агрі».

При оцінці молочної продуктивності корів голштинської породи ТОВ «Вертокиївка» встановлено, що рівень продуктивності корів високий. З віком корів їх надої збільшувалися і найбільшого значення виявлені у повновікових корів III і старше лактації.

Молоко, отримане в умовах господарства, високої якості – «екстра гатунку» і реалізовується на переробне підприємство «Люстдорф» Вінницької області.

З метою успішного і прибуткового ведення галузі молочного скотарства використовувати отримані результати досліджень щодо оцінки технології виробництва молока, молочної продуктивності корів, якості їх молока у господарствах з аналогічними умовами утримання, годівлі та експлуатації корів, які мають високий генетичний потенціал продуктивності.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Shuliar A. L., Shuliar A. L., Tkachuk V. P. The current state of Ukrainian agrarian business and its impact on global food safety. *The impact of the war on the development of Ukraine's agricultural sector: materials of International scientific conference*, December 6–7, 2023. Częstochowa, the Republic of Poland. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. P. 66–69.
2. Кучерук Л. В. Світова продовольча безпека: тенденції та виклики. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. 2022. Випуск 16. С. 34–40.
3. Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences : collective monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2021. Vol. 3. 406 p.
4. Продовольча безпека: національний та глобальний рівень / Ткачук В. П., Роївський О. І., Марчук Д. С., Савчук О. А., Дєдх А. В. *Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених та здобувачів*, 16 листопада 2023 р. Житомир, 2023. С. 337–339.
5. Огляд продовольчої безпеки та політики: проєкт з регулярного моніторингу продовольчої безпеки та аграрної політики у военний час в Україні. URL: <https://kse.ua/ua/oglyad-prodovolchoyi-bezpeki-ta-politiki/> (дата звернення: 15.03.2024).
6. Васильченко О. М. Світові тенденції розвитку виробництва молока та трансформація молочних ферм. *Ефективна економіка*. 2017. № 12. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5986> (дата звернення: 15.03.2024).
7. Антощенкова В. В. Сучасний стан молочного скотарства в Україні. *Український журнал прикладної економіки*. 2020. Том 5. № 2. С. 25–32.
8. Семсал А. В. Сучасні тенденції виробництва молока в Україні. *Економічна наука*. 2022. № 7–8. С. 27–32.
9. Гладій М. Р., Просович О. П. Сучасний стан та перспективи розвитку молочної галузі України. *Вісник НУ «Львівська політехніка»*. 2022. Вип. 6, № 2. С. 20–31.

---

# ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

---

## ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 502:504.3.054:504.064

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.33>

---

### ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ФЕНОЛУ В ПОВІТРІ ПІД ЧАС ОПАЛЮВАЛЬНОГО СЕЗОНУ

---

**Крачан Т.М.** – к.х.н., доцент,

завідувач кафедри хімії,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

**Ямборак Р.С.** – к.геогр.н., доцент,

доцент кафедри хімії,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

**Придеткевич Ю.О.** – магістр хімії, асистент кафедри хімії,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

*Проблема збереження якості довкілля є актуальною завжди. Сьогодні особливо гостро постає питання використання твердопаливних джерел енергії, оскільки продукти згоряння деяких видів палива є часто непередбачуваними і за певних обставин надзвичайно шкідливими.*

*Під час переробки енергетичної сировини можуть додаватися різні речовини або проходити процеси, які можуть призводити до утворення шкідливих сполук.*

*Атмосферні забруднення органічними речовинами можуть мати серйозні наслідки для здоров'я людей, тварин і рослин, а також для екосистем в цілому. Вони здатні викликати захворювання дихальних шляхів, серцево-судинні, ракові захворювання, астму та інші серйозні проблеми зі здоров'ям.*

*Для боротьби з атмосферними забрудненнями необхідно приймати різноманітні заходи, такі як впровадження більш чистих технологій у промисловості та транспорті, зменшення споживання вуглеводнів і інших шкідливих речовин, сприяння використанню екологічно чистих джерел енергії та вдосконалення системи контролю за викидами забруднюючих речовин.*

*Феноли можуть бути присутнім у твердому паливі, особливо у вугіллі, деревині та інших біомасивних матеріалах, які можуть використовуватися для опалення та енергетичних цілей. Під час згоряння цих матеріалів фенол може виділятися у вигляді газів, які потім потрапляють у повітря та здатні його забруднювати. Згоряння твердого палива, особливо в умовах недостатньої вентиляції чи неконтрольованого згорання, може призводити до великих викидів фенолів та інших шкідливих речовин у повітря.*

*Тому визначення показників якості повітря під час опалювального сезону і особливо при використанні твердопаливних джерел енергії та пошук методів знешкодження негативного впливу продуктів згоряння на навколишнє середовище є актуальним і важливим.*

*Нами проведено дослідження визначення якості повітря на вміст фенолу. Визначення проводили фотометричним методом. За результатами аналізу виявлено вміст фенолу у всіх зразках повітря, проте їхній вміст не перевищував існуючих норм ГДК.*

**Ключові слова:** повітря, феноли, фотометричний метод аналізу, ГДК – гранично допустима концентрація.

---



**Krachan T.M., Yamborak R.S., Prydetkevych Yu.O. Analysis of the content of phenols in the air during the heating season**

*The problem of preserving environmental quality is always relevant. Today, the issue of using solid fuel energy sources is particularly acute, as the combustion products of some fuels are often unpredictable and, under certain circumstances, extremely harmful.*

*During the processing of energy feedstocks, various substances may be added or processes may be carried out that can lead to the formation of harmful compounds.*

*Atmospheric pollution by organic substances can have serious consequences for human, animal and plant health, as well as for ecosystems in general. They can cause respiratory diseases, cardiovascular diseases, cancer, asthma, and other serious health problems.*

*To control atmospheric pollution, a variety of measures need to be taken, such as introducing cleaner technologies in industry and transportation, reducing the consumption of hydrocarbons and other harmful compounds, promoting the use of clean energy sources, and improving the system of controlling pollutant emissions.*

*Phenols can be present in solid fuels, especially coal, wood, and other biomass materials that can be used for heating and energy purposes. When these materials are burned, phenol can be released as gases, which are then released into the air and can pollute it. The combustion of solid fuels, especially in conditions of insufficient ventilation or uncontrolled combustion, can lead to large emissions of phenols and other harmful substances into the air.*

*Therefore, determining air quality indicators during the heating season, and especially when using solid fuel energy generators, and finding methods to neutralize the negative impact of combustion products on the environment is relevant and important.*

*We performed a study of air quality determination for phenol content. The determination was carried out by the photometric method. The results of the analysis revealed the content of phenol in all air samples, but their content did not exceed the other MPC standards.*

**Key words:** air, phenols, photometric method of analysis, maximum permissible concentration.

**Постановка проблеми.** Визначення вмісту забруднюючих та шкідливих речовин у навколишньому середовищі та способи їхнього знешкодження є вкрай важливим завданням для забезпечення безпеки та захисту здоров'я населення. Сьогодні поряд з енергетичною проблемою нашої країни є проблема екології. І застосування класичних джерел енергії часто дає значний шкідливий вплив на довкілля. Перелік шкідливих речовин, що можуть потрапляти в навколишнє середовище, досить суттєвий і включає не лише важкі метали і мінеральні сполуки а й складні органічні речовини. Деякі з цих речовин можуть мати негативний вплив на здоров'я людини навіть у незначних концентраціях, і тому їх наявність потрібно контролювати і вчасно реагувати на їхній неадекватний вміст.

Забруднення повітря токсичними речовинами може мати серйозні наслідки для біосферних процесів і здоров'я живих організмів. Навіть при низьких концентраціях отруйних речовин, таких як оксиди азоту, сірки, вуглеводні і тяжкі метали, вони можуть негативно впливати на здоров'я людей, тварин і рослин. Забруднене повітря може викликати або погіршувати стан в низці захворювань у людини, включаючи захворювання дихальних шляхів, серцево-судинні захворювання, ракові захворювання та інші. Крім того, воно може спричиняти втрату рекреаційних можливостей, економічні збитки через втрату врожаю та зниження продуктивності тваринного виробництва, а також шкодити екосистемам.

Для захисту біосфери і здоров'я людей необхідно вживати заходів для зменшення викидів токсичних речовин у повітря, включаючи використання більш чистих джерел енергії, вдосконалення технологій очищення викидів у промисловості та транспорті, а також сприяння використанню екологічно чистих транспортних засобів [1].

**Постановка завдання.** Моніторинг показників атмосферного повітря є важливим аспектом наших досліджень. В період опалювального сезону це особливо

актуально, оскільки до звичних характерних компонентів додаються продукти згоряння і перетворень твердого палива. Як правило, ці продукти мають специфічний і не завжди прийнятний запах і спричиняють певний дискомфорт. Крім того, деякі із них можуть завдавати шкоди здоров'ю населення. Тому визначення якості повітря в період опалювального сезону і обґрунтування методів попередження негативного впливу продуктів згоряння на живий організм є цілком важливим.

Оскільки феноли є потенційно шкідливими речовинами, що мають вплив на якість повітря та здоров'я людей, то науковою новизною є дослідження їх вмісту під час опалювального сезону, що в свою чергу може відкрити нові аспекти їх впливу на здоров'я та навколишнє середовище.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** До основних антропогенних джерел забруднення відносять як підприємства паливно-енергетичного комплексу, так транспорт та різні промислові підприємства. Забруднення, спричинене виділенням речовин при згорянні палива, є серйозною проблемою для якості повітря та здоров'я людей. Транспорт та паливно-енергетичний комплекс вносить значний внесок у загальний обсяг антропогенного забруднення атмосфери через викиди різних шкідливих речовин у повітря.

Тверде паливо, таке як вугілля, деревина, торф та інші біомасивні матеріали, можуть виділяти різні шкідливі речовини під час спалювання.

Основними складовими викидів з твердого палива є, зокрема, оксиди сульфуру, що утворюються при згорянні сірки та її сполук, що містяться в твердому паливі. Оксиди нітрогену утворюються при згорянні нітрогену та її сполук і сприяють формуванню смогу та інших проблем пов'язаних з якістю повітря. Згоряння твердого палива також утворює тверді аерозольні частки, які можуть бути вдихані людьми та мати негативний вплив на здоров'я, зокрема на дихальну систему. В процесі згоряння твердого палива також можуть виділятися різні токсичні речовини, такі, як бензапірен та інші канцерогени, що можуть бути шкідливими для здоров'я.

Феноли можуть бути присутніми у твердому паливі, такому як вугілля, деревина, торф та інші органічні матеріали. Вони можуть утворюватися як продукт перетворення органічних речовин під час процесу піролізу (теплового розкладу) або газифікації твердого палива [2].

Згідно з даними [3], під час горіння і термічного розкладу деревини утворюється фенол, чадний газ, формальдегід і низка інших хімічних сполук.

Згідно даних про класифікацію небезпечних хімічних речовин [4], фенол за ступенем токсичності відноситься до сильно токсичних.

За властивостями фенол – легкоплавка тверда речовина, безбарвна, має характерний запах ароматичних речовин. Кристали фенолу досить леткі, на повітрі виявляють гігроскопічність, пари його важчі за повітря, тому він здатен збиратися в низинах [5, 6].

Основним джерелом для добування фенолу слугує кам'яновугільна смола, що містить, окрім фенолу, інші ароматичні вуглеводні та гетероциклічні сполуки (загалом до 400 компонентів) [7].

Багато з цих сполук є отрутами і надзвичайно горючими. Широке застосування фенолу в промисловості, попадання в повітря при недостатній вентиляції приміщень, призводить до промислових отруєнь.

Згідно діючих санітарно-гігієнічних вимог [8], вміст фенолу у воді не повинен перевищувати 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, ГДК в житловій зоні – 0,03 мг/м<sup>3</sup>, а в повітрі робочої зони – 0,3 мг/м<sup>3</sup>. Фенол виявляє властивості протоплазматичної отрути

і є небезпечним для будь-яких тканин в організмі. Оскільки він має анестетичну дію, то при його контакті зі шкірою не відчувається болю, але біль з'являється згодом, супроводжуючись появою опіків. При всмоктуванні крізь шкіру відбувається ураження ЦНС і кровоносних судин. Пари фенолу подразнюють очі та дихальні шляхи. Фенол володіє антисептичними властивостями і використовується у якості дезінфікуючого засобу. Зокрема, 3% розчин фенолу застосовується для дезінфекції лікарських інструментів, білизни та предметів домашнього побуту.

При попаданні всередину організму фенол швидко всмоктується, отруєння ним відбувається бурхливо. Спостерігається печія, біль в шлунку і кишківнику, блювота, діарея, відчувається запах фенолу з рота. Сеча отруєного фенолом має чорно-оливковий колір. Зазначають синюшність шкіряних покривів і слизових оболонок, сплутану свідомість, бурий колір виділень та крові, знижений артеріальний тиск, відбувається руйнування нирок і головного мозку. Смертельна доза фенолу у разі прийому всередину – 8–15 грам. Зберігають його в темряві (на світлі поступово утворюються дифеноли та хінон) [9].

Сполуки фенолу мають важливе значення в різноманітних окисно-відновних реакціях, що відбуваються у навколишньому середовищі. Ці сполуки є одним з найбільш поширених класів метаболітів в природі. Вони утворюються внаслідок біосинтезу у рослинних організмах та потрапляють у воду та повітря в результаті таких природних процесів, як гниття листя або деревини [10].

Згідно даних [11], феноли можуть розглядатись як природні антиоксиданти. Гідроксогрупи фенолу є донорами гідрогену, тобто вони можуть вступати в реакції з активним киснем і активними формами нітрогену, при цьому обриваючи ланцюг утворення радикалів.

Антиоксидантні властивості фенольних сполук також обумовлені їхньою здатністю утворювати хелатні комплекси з іонами металів, що беруть участь в утворенні вільних радикалів. Своєю чергою, феноли можуть виступати в якості прооксидантів, що здатні підсилювати каталітичну активність хелатів металів і їх здатність утворювати вільні радикали [12]. Крім того, фенольні сполуки можуть взаємодіяти з білками, що дозволяє їм пригнічувати низку ферментів, зокрема, ксантинооксидазу, ліпоксигенази і циклооксигенази, що, своєю чергою, беруть участь в генерації вільних радикалів [13].

У навколишньому середовищі фенол швидко руйнується в повітрі унаслідок реакції з гідроксильними радикалами (період напіврозпаду біля 14 годин), але у воді він може зберігатися протягом більш тривалого періоду [14].

Рівень фенолу у повітрі міста може свідчити про різні аспекти якості довкілля та впливу промисловості, транспорту та інших джерел забруднення на здоров'я та комфорт мешканців. Підвищений рівень фенолу може свідчити про наявність промислових підприємств у місті, які використовують цю речовину або її похідні у виробничих процесах. Недостатня обробка викидів з цих установок може призвести до викидів фенолу у повітря.

Фенол може бути продуктом викидів транспорту, автомобільного, громадського та залізничного. Значна їхня кількість у місті може призводити до збільшення рівня фенолу в атмосфері.

Викиди фенолу біля залізничного транспорту можуть відбуватися через різноманітні причини. Одна з найбільш поширених – це використання фенолу як частини палива.

Фенол як складник палива для рухомого складу не є типовою практикою. У складі палива для дизельних двигунів зазвичай використовують нафтопродукти,

такі як дизельне паливо або біопаливо. Фенол може використовуватися у різних хімічних процесах та промислових додатках, але не як головний компонент палива для транспортних засобів, зокрема для потягів.

Рівень шкідливих викидів газів може бути більшим у приміщеннях вокзалів, це пов'язане, з тим що потяги, можуть випускати викиди, включаючи фенол, коли вони працюють в непродуктивному режимі або при розгоні або гальмуванні близько до вокзалу. У приміщенні вокзалу ці викиди можуть накопичуватися через недостатню вентиляцію.

Біля залізничних вокзалів часто розташовані промислові установки або склади, де можуть використовуватися речовини, що містять фенол. Викиди з цих установок можуть потрапляти в приміщення вокзалу через відкриті вікна або двері.

Однак, фенол може потрапляти у довкілля через різні шляхи, включаючи викиди від промислових установок або транспортних засобів, які перевозять хімічні речовини. Це може статися через недбалість у обробці або перевезенні хімічних речовин, а також через аварії та нещасні випадки.

Загалом, високий рівень фенолу у повітрі може свідчити про проблеми з якістю довкілля та потенційні ризики для здоров'я мешканців міста. Важливо вживати заходи для моніторингу та зменшення викидів цієї речовини, щоб забезпечити безпеку та комфорт мешканців [15].

**Результати досліджень.** Нами проведено визначення якості повітря на вміст фенолу. Було відібрано зразки для аналізу в одному з районів міста, де мешканці неодноразово скаржились на присутність сторонніх речовин, які забруднюють повітря настільки, що неможливо тривалий час перебувати в цьому середовищі, особливо у вечірню пору доби.

Для проведення аналізу нами обрано методику, що базується на утворенні забарвлених сполук фенолу, його похідних та гомологів із 4-аміноантипірином у присутності гексаціаноферату (III) калію або амоній персульфату при  $\text{pH} = 10,0 \pm 0,2$ .

Реакція фенолу із 4-аміноантипірином протікає за схемою:



Даним методом можна визначати всі орто- та метазаміщені феноли. Феноли, що мають замісники в пара-положенні до фенольної групи, не вступають в дану реакцію.

Для побудови градувального графіка готують серію стандартних розчинів, що містять відомі концентрації фенолу, додають послідовно 0,05 М розчин натрій тетраборату, 0,5% розчин 4-аміноантипірину; після перемішування додають 1% розчин гексаціаноферату (III) і знову перемішують. Через 30 хв вимірюють оптичну густина відносно дистильованої води при  $\lambda = 508$  нм. За результатами вимірювання оптичної густини будують графік в координатах вміст фенолу в мірній колбі (у мкг) – оптична густина.

Для проведення дослідження попередньо відібрали проби для аналізу. Крізь 7 мл 0,05 М розчин натрій тетраборату пропускали протягом 15 хв повітря зі швидкістю 10 л/хв. До аліквотної частини зразка, що містить фенолят натрію додали розчин 4-аміноантипірину, перемішали додали 1% розчину гексаціаноферату (III) калію. Через 30 хв виміряли оптичну густину відносно розчину холостого досліду при  $\lambda = 508$  нм. Вміст фенолу в зразках знайшли за калібрувальним графіком (табл. 1). Для перерахунку вмісту фенолу у повітрі користувались спеціальними формулами.

Таблиця 1

### Вміст фенолів у досліджуваних зразках повітря

Зразок	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Вміст фенолу, мг/м <sup>3</sup>
1	максимально разова 0,01 середньодобова 0,003	0,0000605
2		0,0001598
3		0,0001100

У результаті проведеного дослідження встановлено, що концентрація фенолу у повітрі досліджуваного району не перевищує ГДК, встановлених для збереження здоров'я мешканців. Рекомендується подальший моніторинг якості повітря у даному районі та розробка заходів для зменшення концентрації фенолу в разі потреби.

#### Висновки:

1. Дослідження підтвердило присутність фенолу у повітрі розглянутого району. Це підтверджує скарги мешканців щодо неприємного запаху та інших негативних впливів на середовище.

2. Вміст фенолу в повітрі не перевищує встановлені ГДК, що свідчить про те, що рівень забруднення не є критичним для здоров'я мешканців.

3. Незважаючи на відносно низький рівень фенолу у повітрі зараз, варто продовжувати моніторинг якості повітря у даному районі. Потенційні джерела забруднення можуть змінюватися з часом, і моніторинг дозволить вчасно виявляти будь-які зміни в рівнях забруднення та вживати відповідних заходів.

4. Навіть при відносно низьких рівнях фенолу, можуть бути розглянуті заходи для зменшення його викидів у повітря, технологічні удосконалення виробництва, впровадження більш ефективних систем очищення викидів або регулювання діяльності підприємств, що є потенційними джерелами забруднення.

5. Враховуючи отримані результати, можна розглянути можливість проведення досліджень на більш широкій території або у різних місцевостях, що в свою чергу може дати більш репрезентативну картину стану повітря як у цьому районі, так і загалом.

6. Порівняльний аналіз з іншими районами може допомогти визначити особливості забруднення повітря у цьому районі та впровадити заходи для його покращення.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 991, № 41, ст.546. URL: [https://rada.info/upload/users\\_files/04415867/aadb55c50bb7df40e783aea09761d053.pdf](https://rada.info/upload/users_files/04415867/aadb55c50bb7df40e783aea09761d053.pdf)

2. Про охорону атмосферного повітря : Закон України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 1992, № 50, ст.678. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2707-12#Text>

3. Чернов С.М., Ковалишин В.В. Ізольюючі апарати. Обслуговування та використання. Львів : Сполом, 2002. 194 с.
  4. Про затвердження Вимог до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин : Наказ Міністерство надзвичайних ситуацій України № 627 від 22.03.2012. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/TM044001>
  5. Щербина О. М. Експериментальні дослідження щодо виявлення і кількісного визначення летких горючих і токсичних речовин в повітрі та біологічних рідинах організму. *Пожежна безпека*. 2018. № 32. С. 74–79.
  6. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. Львів : Центр Європи, 2006. 868 с.
  7. Довідник рятувальника на випадок виникнення надзвичайних ситуацій з небезпечними хімічними речовинами / за заг. ред. Балого В.І. Львів : Сполом, 2012. 712 с.
  8. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць : Наказ МОЗ № 52 від 14.01.2020р. URL: <https://budstandart.ua/normativ-document.html?minregion=8105>
  9. Димань Т.М. Екологія людини : підручник. К. : ВЦ «Академія», 2009. 376 с.
  10. Michalowicz J., Duda W. Phenols – sources and toxicity. *Polish J. of Environ. Stud.* 2007. Vol. 16, N 3. P. 347–362.
  11. Hydroxyl radical and hypochlorous acid scavenging activity of small centaury (*Centaureum erythraea*) infusion. A comparative study with green tea (*Camellia sinensis*) / P. Valentao, E. Fernandes, F. Carvalho [et al.]. *Phytomedicine*. 2003. Vol. 10. P. 517–522.
  12. Croft K.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1998. Vol. 854. P. 435–442.
  13. Parr A.J., Bolwell J.P. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *J. Sci. Food Agric.* 2002. Vol. 80. P. 985–1012.
  14. Bunce N.J., Nakai J.S. Atmospheric chemistry of chlorinated phenols. *J. of the Air and Waste Manag. Ass.* 1989. Vol. 39, N 6. P. 820–823.
  15. Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля : Навч. посібн. Львів : Новий світ-2000, 2011. 589 с.
-

UDC 712.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.34>

## CREATION OF A PROJECT FOR LANDSCAPING AND IMPROVEMENT OF RESTRICTED AREAS IN THE CITY OF KHERSON

**Lavrivs V.Yu.** – Assistant at the Department of Forestry and Landscape Architecture,  
Kherson State Agrarian-Economic University

**Dvorna A.V.** – Assistant at the Department of Forestry and Landscape Architecture,  
Kherson State Agrarian-Economic University

**Kotovska Ju.S.** – Assistant at the Department of Forestry and Landscape Architecture,  
Kherson State Agrarian-Economic University

*The relevance of this topic is in the fact that with the development of cities, more and more residential complexes are being built that are classified as restricted use. The nature of urbanized areas is often described by terms such as “concrete jungle” and as modern civilization evolves, we are beginning to understand and accept this term as a sometimes unfortunate description of living environments. Such dense developments, which lack designated areas for green space and abundant vegetation, often lead to a sense of alienation from nature and emotional discomfort. More plantings and natural spaces can and should be in harmony with urbanized areas. Nowadays, this can be a challenge and require careful planning when creating such complexes. However, the benefits for the quality of life in urban areas are obvious. As a concrete example, let's look at the city of Kherson, which is constantly under constant shelling and will need to be rebuilt in the future. The past entrepreneurial and agricultural success of the region has meant that the urbanization and modernization of Kherson has been constant – leading to economic growth and the city gaining regional importance. Based on the above, urban greening is a critical component of creating a balanced environmental, social and economic environment in cities.*

*The typical image of a “concrete jungle” will never be able to create the daily relaxation that green spaces in urban areas can provide. The abundance of plants in the urban environment helps reduce CO<sub>2</sub> emissions and absorb other harmful substances, and they can also serve as natural protective barriers. Therefore, the article discusses the peculiarities of creating a project for landscaping and landscaping a restricted area on the example of the city of Kherson.*

**Key words:** landscaping, restricted area, landscaping, floral design, residential yards, green spaces.

**Лаврись В.Ю., Дворна А.В., Котовська Ю.С. Розробка проекту озеленення та благоустрою заборонених територій міста Херсон**

*Актуальність даної теми полягає, що з розбудовою міст, все більше будують житлові комплекси, які відносяться до категорій обмеженого користування. Природа урбанізованих територій часто описується термінами, такими як «бетонні джунглі», і по мірі того, як сучасна цивілізація розвивається, ми починаємо розуміти і приймати цей термін як іноді невдалий опис житлових середовищ. Такі щільні забудови, які не мають відведених ділянок для зелених зон та великої кількості рослинності, часто призводять до відчуження від природи і до емоційного дискомфорту. Більша кількість насаджень та природних просторів можуть і повинні бути в гармонії з урбанізованими територіями. В наш час, це може бути викликом і вимагати ретельного планування при створенні таких комплексів. Проте переваги для якості життя в міських районах очевидні. Як конкретний приклад розглянемо м. Херсон, який весь час потерпає від постійних обстрілів, і в подальшому буде потребувати відбудови. Минулий підприємницький та сільськогосподарський успіх області означали, що урбанізація та модернізація міста Херсон були постійними – це призвело до економічного зростання та місто набуло регіонального значення. Виходячи з вище сказаного озеленення міста є критично важливою складовою створення збалансованого екологічного, соціального та економічного середовища в містах. Типовий образ «бетонних джунглів» ніколи не зможе створити цю денний відпочинок, такий*

який можуть забезпечити зелені насадження в міських районах. Велика кількість рослин в міському середовищі сприяє зменшенню викидів CO<sub>2</sub> та поглинанню інших шкідливих речовин, також вони можуть слугувати як природні захисні бар'єри. Тому в статті розглянуто особливості створення проєкту озеленення та благоустрою території обмеженого користування на прикладі міста Херсон.

**Ключові слова:** озеленення, територія обмеженого користування, благоустрій, квіткове оформлення, житлові двори, зелені насадження.

**Problem statement.** Restricted areas are land plots or other territories that are subject to various restrictions under land legislation or other regulatory norms.

These restrictions may vary and are aimed at ensuring the rational, environmentally safe, socially acceptable and efficient use of natural resources and land resources [1].

Landscaping is a set of measures aimed at improving the aesthetic, sanitary and environmental condition of the land surrounding the building. It is aimed at improving the image of the entire site, allowing both the owners and their guests to take a different look at the house and the surrounding area.

One of the key challenges in landscaping restricted areas is the preservation and restoration of natural ecosystems. Due to misuse, development and other anthropogenic impacts, ecosystems can be damaged, leading to loss of biodiversity and reduced environmental stability. The immediate problem of Kherson is flooding and pollution of the territory due to the explosion of the Kakhovka hydroelectric power plant and constant shelling. This affects the local ecosystem and the city's population.

The main goal of the city's improvement should be to create comfortable conditions for everyday life and recreation that would be in maximum harmony with nature, preserve and restore ecosystems and biodiversity inherent in the area. It is also about creating safe and comfortable public spaces, an environment for children and easy access for the entire population, regardless of age.

Therefore, the goal of our work was to create a project for the improvement of a restricted area in the city of Kherson.

**Analysis of recent research and publications.** Issues related to the relevance and implementation of greening and landscaping of restricted areas are reflected in the works of the following prominent figures: Levon F.M., Kuznetsov S.I., Kokhanovskiy V.M., Kucheriavyi V.P., Kucheriavyi V.V., Melnyk A.V., Melnyk T.I. Cherniak V.M., Rubtsov A.F., Havrylenko N.O., Kovalevskiy S.B., Boyko T.O., Dementieva O.I., Boyko P.M. and others.

**Summary of the main research material.** Landscaping of restricted areas is an important task that allows creating natural and aesthetically pleasing areas in limited areas with various restrictions or specific requirements. Such areas may include industrial enterprises, military bases, airports, private restricted areas, places with prohibited access or other restrictions on use [2-3].

Before starting to develop the greening project for the study area, we conducted a detailed analysis of the current state of the territory of the Korabelnyi district of Kherson (Fig. 1), as we understand that after the war ends, the city will be fully rebuilt, so we need to plan the greening of residential complexes in advance [4-5].

Based on our visual inspection, we came to the conclusion that the buildings cannot be restored, and we are considering building a new residential complex on the site of the former dormitory. We also studied its features, geographical location, environmental condition, and resistance to stress. This helped us to choose the appropriate methods and materials for landscaping [2, 4, 6].





Fig. 1. Current state of the study area

Using the method of observation and systematization, we established the condition and range of plants growing in the study area: *Tilia parvifolia*, *Aesculus hippocastanum* L., *Thuja occidentalis* L., *Gleditsia triacanthos* L.; species composition of shrubs: *Syringa vulgaris* L., *Rosa canina* L., *Berberis vulgaris* L.

Thus, based on the observations of the common bitter chestnut plantations using the route reconnaissance method, it can be concluded that they are affected by the moth and require treatment and preventive measures [6-7].

In general, the analysis of the current state of the territory in terms of its landscaping and improvement shows the need for significant expansion and improvement of the existing territory with functional division [8].

We identified functional zones and created a master plan, which depicts an architectural and planning solution with the designation of both existing and projected structures and devices, green spaces, flower beds, and facility boundaries (Fig. 2):



Fig. 2. Master plan

Notes: 1 – sports ground; 2 – rollerdrome area; 3 – children's playground; 4 – pet area; 5 – recreation area.

We divided this area into functional zones:

Zone 1 – Sports simulators – designed for the physical development of the residents of this complex (Fig. 3).



*Fig. 3. Area for sports*

A sports ground is an alternative to fitness studios and other physical activity facilities that is available to everyone. The planning and construction of facilities of this format is carried out in compliance with state-level quality standards. Construction takes place in accordance with the urban planning documentation of a particular area [7, 9].

The sports ground project is considered according to the following parameters:

**Territorial capacity, which determines functionality.** Small-sized plots in the courtyards of residential buildings, for example, are suitable for placing a compact area for children's leisure, while tennis requires a much larger space. Surrounding buildings in the form of proximity to the highway, household or commercial buildings.

**Proximity of communications.** The improvement of sports grounds should not be carried out in the area of power lines, gas supply pipes, water intake wells. The distance to any other aboveground or underground utility facilities is taken into account [9-10, 16].

**Lighting.** The light should be at a height of at least 2.5 meters. Nothing should block its supply.

**Sides of light.** Natural light should come from the north-south direction. This is the most comfortable location, which can allow a maximum deviation of 20 degrees [7, 9, 10, 17].

**Relief.** The territory is leveled, protrusions are smoothed out, and debris is removed.

**Vegetation.** Green spaces are planted around the area. The minimum width of the vegetation zone should be 10 meters. The project for the arrangement of a sports ground includes a list of works to prepare the area for construction, equip it with the necessary

enclosing structures, install the imported equipment, plan the lighting and the location of additional zones [11].

Zone 2 – Rollerdrome zone (Fig. 4) is a specially equipped area with walls of different slopes and different heights, where people ride rollerblades, skateboards, bicycles, and scooters [12].



*Fig. 4. Rollerdrome zone*

This is a specially equipped area designed for people engaged in extreme sports such as skateboarding, aggressive roller skating, extreme cycling, aggressive scooter riding, cycling trials, and many others. Depending on the type, it is either a surface with figures placed on it in a certain order with different faces, slopes, and ramps [12-13].

This area has a obligatory fence (Fig. 5). The fencing is specifically designed to prevent accidents. It prevents unnecessary objects from falling into this area, and all participants of the rollerdrome from flying into the crossing part of the territory [12-13].

Zone 3 – Playground (Fig. 6) – provided a variety of play elements that meet the age needs of children. Swings, slides, labyrinths, sandboxes and other play structures were placed appropriately [10-13].

This type of small architectural forms has special design requirements. Playgrounds should be both functional and aesthetic, and above all, safe (simplicity, hygiene, durability, reliability). Depending on the type of games, they are divided into the following groups: playgrounds for sports and physical exercises (running tracks, jumping tracks, ball fields, etc.); playgrounds for creative games equipped with various kinds of small architectural forms (swings, carousels, slides, etc.); playgrounds for quiet games and individual creativity (equipment for playing chess, clay modeling, drawing, etc.). According to age characteristics, playgrounds are divided into [13, 19, 20]:

- 1) playgrounds for toddlers (equipped with a sandbox and located in a sunny area);
- 2) playgrounds for preschool children (along with sandboxes, swings, vines, play-houses and, if possible, small water features are also placed);



3) playgrounds for primary school age (much larger in area (250-300 m<sup>2</sup>), with a lot of equipment for games).



*Fig. 5. Fencing of the rollerdrome*



*Fig. 6. Zone 3 – playground*

They are mostly rectangular in shape (taking into account the surrounding buildings).

One of the most important is zone 4, for pet walking (Fig. 7). In this area, there are special containers and places where garbage bags are located for owners to collect garbage after their pets. Fire hydrants have been installed [14-15].



Fig. 7. The area for pets

There is one basic requirement for such playgrounds: they must be at least 25 meters from residential buildings and 40 meters from children's and sports facilities. The minimum size for such an enclosure is 80 square meters, but the larger the area, the better.

To create a playground for walking pets, certain requirements must be met, such as:

- Support from the public. It should be noted that in order to build such a playground, public support and the involvement of sponsors are necessary.
- Installation of a metal mesh fence with a gate, as well as bars under the fence to prevent animals from digging in. Sand is chosen as the optimal coating, as it is highly absorbent.
- Waste bins are required.

Other elements such as sheds, barriers, benches, and watering troughs are optional.

The problem of the lack of an environment for a comfortable life with pets is very relevant and applies not only to cities with a population of millions, but also to small towns. In the last two or three years, almost every third application has included a target audience such as dog owners, and a problem arises in the construction of specially equipped dog walking areas.

The next zone No. 5 is a recreation area (Fig. 8). We considered the possibility of creating a zone for parents to relax and wait for their children, and to hold various festive events in the warm season.

After analyzing the parameters of the environment (temperature, humidity, illumination) in which the plants will be placed, the entire range of plants for the compositions was selected taking into account the climate, biological qualities of plants, placement in space and aesthetic properties (height, shape, structure, color) [15, 17, 21-23].

Thus, we recommend the following range of ornamental plants. Woody plants: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Albizia julibrissin* Durazz., *Betula pendula* Roth., *Ligustrum vulgare* L., *Ulmus laevis* Ginkgo biloba L., *Deutzia gracilis* сорти «Strawberry fields» та «Pink Pom Pom», *Picea pungens* Engelm., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Catalpa bignonioides* Walter, *Acer platanoides* L., *Acer rubrum* L. *Thuja occidentalis* L., *Liriodendron tulipifera* L.

From the shrubs: *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) сорти 'Columnaris' та 'Dart's Blue Ribbon', *Spiraea vanhouttei* (Briot) Zabel., *Callicarpa americana* L., (*Paeonia suffruticosa*, (*Buxus sempervirens* L., *Syringa tomentella* L., Бузок *Syringa vulgaris* L., *Forsythia suspensa* L.



Fig. 8. Relaxation area

Herbaceous ornamental plants: *Cortaderia selloana*, *Lavanda angustifolia* L., *Tulipa gesneriana* L. of various varieties and various varieties of *Hosta*, such as *Hosta albomarginata*, *Hosta ventricosa* *Hosta* Blue Mouse Ears.

When arranging the territory, we took into account that the plants should not be harmful to children's health.

**Conclusions.** Based on our research and work, the following assortment of plants was identified in the selected study area, which is located in the Korabelny district of Kherson: *Tilia parvifolia*, *Aesculus hippocastanum* L., *Thuja occidentalis* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Syringa vulgaris* L., *Rosa canina* L., *Berberis vulgaris* L. The main tree species is the common bitter chestnut, all of which were affected by the moth. In general, the analysis of the current state of the territory in terms of its landscaping and improvement shows the need for significant expansion and improvement of the existing territory with functional division.

We have developed a project for landscaping the restricted area. On the master plan, we have identified the following areas: a sports ground, a rollerdrome area, a playground, a pet area, and a visitor recreation area.

After analyzing the parameters of the environment in which the plants will be placed, the entire range of plants for the compositions was selected taking into account the climate, biological qualities of plants, space placement and aesthetic properties, so the recommended range of plants is as follows. So, we recommend the following range of ornamental plants.

Woody plants: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Albizia julibrissin* Durazz., *Betula pendula* Roth., *Ligustrum vulgare* L., *Ulmus laevis* *Ginkgo biloba* L., *Deutzia gracilis* varieties «Strawberry fields» та «Pink Pom Pom», *Picea pungens* Engelm., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Catalpa bignonioides* Walter, *Acer platanoides* L., *Acer rubrum* L. *Thuja occidentalis* L., *Liriodendron tulipifera* L.

From the shrubs: *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) variety 'Columnaris' and 'Dart's Blue Ribbon', *Spiraea vanhouttei* (Briot) Zabel., *Callicarpa americana* L., (*Paeonia suffruticosa*, (*Buxus sempervirens* L., *Syringa tomentella* L., *Syringa vulgaris* L., *Forsythia suspensa* L.

Herbaceous ornamental plants: *Cortaderia selloana*, *Lavanda angustifolia* L., *Tulipa gesneriana* L. of various varieties and various varieties of *Hosta*, such as *Hosta albomarginata*, *Hosta ventricosa* *Hosta* Blue Mouse Ears.

#### REFERENCES:

1. Базалій В., Федорчук М., Мринський І., Онищенко С., Мазурок І., Котовська Ю. Багаторічні декоративні рослини дендрологічного парку Херсонського державного аграрного університету. Херсон: Гринь Д.С. 2012. 416 с.
2. Бойко Т.О., Дементьєва О.І. Деревна рослинність дендропарку Херсонського державного аграрного університету. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(2). С. 120-127. DOI:10.32851/2226-0099.2021.117.38
3. Бойко Т. О. Таксономічна структура і стан вуличних насаджень міста Херсон. Науковий вісник НЛТУ України, 2019, т. 29, № 8, С. 51-55.
4. Бойко Т.О., Бойко П.М. Оцінка інтродукції альбіції ленкоранської (*Albizia julibrissin* Durazz) у місті Херсон. *Traektoriv nauki: International Electronic Scientific Journal. Section «Biology»*. 2017. Т. 3. № 1. Р. 3.1-3.7.
5. Бойко Т.О., Бойко П.М. Аналіз деревних рослин паркових насаджень міста Херсон. *Theoretical foundations of engineering. Tasks and problems: collective monograph*. Boston : Primedia eLaunch. 2021. 12-18.
6. Власенко А.С. Оцінка декоративності дендрозоекзотів ex situ Степу України. Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2016. 7 (332). 27-35.
7. Власенко А. С. Біоморфологічна та екологічна структура екзотичної дендрозоофлори заповідних парків Степу України. *Автохтонні та інтродуковані рослини*. 2014. Вип. 10. 53-60.
8. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина II / Під ред. М. А. Кохно, Н. М. Трофименко, Л. І. Пархоменко [та ін.]. К.: Фітосоціоцентр, 2005. 271-308.
9. Заячук В.Я. Дендрологія: підручник. Вид. 2-ге зі змін. та доповн. Львів: СПОЛОМ, 2014. 676 с. 10. Кабар А.М., Опанасенко В.Ф., Мартинова Н.В. Декоративні представники підродини *Prunoideae* Focke родини *Rosaceae* Juss. в умовах ботанічного саду Дні-пропетровського національного університету імені Олеся Гончара. *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»*, том 14, 2012. – С. 117-120.
10. Калініченко О.А. Декоративна дендрологія: навч. посібник. К.: Вища школа, 2003. 199 с.
11. Кохановський В.М., Барна М.М., Барна Л.С., Мельник Т.І. Методичні аспекти оцінювання декоративності деревних рослин відділу *Pinophyta* за сукупністю морфологічних ознак та ознак життєздатності. 2020. 13. Кохно М.А. Каталог дендрофлори України. К.: Фітосоціоцентр, 2001. 72 с.
12. Кохно М. А., Трофименко Н.М., Пархоменко Л.І. та ін. Дендрофлора України. Дикорослі і культивовані дерева і кущі. Покритонасінні: Довідник. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. Ч. 2. 716 с.
13. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.N. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev. 1999, 346.
14. Мисник Г. Е. До оцінки декоративності дерев та чагарників у фазах їх цвітіння та плодоношення. *Біологія і культура деревних та чагарникових рослин*. : Наук. думка, 1964. С. 100-101.

15. Рудь С., Бойко М. Характеристика дендрарію ботанічного саду Херсонського педагогічного університету. Метода. вип. «Тези». 2001. С. 31-34.
16. Сидоренко І.О. Методика оцінювання декоративності рослин видів роду *Rhododendron* L. Наукові доповіді Національного аграрного університету. 2008. № 3 (11). 1-16.
17. Ходосовцев, О. Є., Мойсієнко, І. І., Бойко, М. Ф. та ін. Старовинні забуті парки Херсонщини. 2019. 300 с.
18. Лаврись В.Ю., Дементьєва О.І. Особливості озеленення прибудинкової території в умовах півдня України *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 335-363 <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.45>
19. Лаврись В.Ю., Дворна А.В. Проект реконструкції та озеленення приватної території в селищі Комишани. *Таврійський науковий вісник* № 128 С 113-117 <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.15>
20. Лаврись В.Ю., Дворна А.В. Впровадження вертикального озеленення у відновлення поствоєнного міста Херсон. *Таврійський науковий вісник*. Вип.133 ст. 353-361 <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.47>
21. Boiko T.O. Assessment of the decorativeness of wood species of the family Rosaceae Juss. green zones of the Kherson region. *Taurida Scientific Herald*. 2024. № 135 (1). 211-217. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.28>

УДК 639.3

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.35>

---

## ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СТАВІВ У КОНТЕКСТІ ВИМОГ ДО ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ КОРОПОВИХ РИБ ЗА ПАСОВИЩНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

---

*Лошкова Ю.М. – к.с.-г.н.,*

*старший викладач кафедри водних біоресурсів та аквакультури,*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет*

*Наведено результати досліджень гідрохімічних показників у ставах Херсонського виробничо-експериментального заводу по розведенню молоді частикових видів риб, де за пасовищною технологією вирощувалися сумісно короп і рослиноїдні риби, для порівняння з вимогами, які висуваються до водного середовища, та отримання загальної оцінки екологічного стану рибничих ставів. Методики досліджень базувалися на проведенні польових, лабораторних, теоретичних та аналітичних дослідженнях. При проведенні досліджень основна увага приділялася таким основним показникам як: температура води, прозорість води, вміст розчиненого у воді кисню, перманганатна окислюваність, рН, вміст мінерального азоту та мінерального фосфору. Результати отриманих показників були проаналізовані щодо вимог, які висуваються до водного середовища при вирощуванні рибної продукції за пасовищною технологією. У результаті проведених досліджень було встановлено, що температура води у ставах протягом сезону коливалася від 21,4 до 32,0 °С, і таким чином знаходилася на рівні близькому до нормативів. Прозорість води змінювалася у досліджених ставах від 0,12 до 1,00 м. Низькі показники були обумовлені накопиченням високої біомаси сестону і спостерігались у ставах в період високих температур. Показники розчиненого у воді кисню коливалися у межах від 4,08 до 6,8 мг/дм<sup>3</sup>, рівень рН становив від*

---



7,21 до 8,88, окислюваність перманганатна коливалася від 10,6 до 28,2 мгО/дм<sup>3</sup>. Значення вмісту загального азоту у ставах господарства коливалися впродовж сезону від 0,25 до 0,70 мг/дм<sup>3</sup>, а загального фосфору – від <0,01 до 0,03 мг/дм<sup>3</sup>. Вміст у воді ставів господарства загального азоту і фосфору свідчать загалом про недостатні їх концентрації та спонукає до підвищення рівня інтенсифікаційних заходів щодо покращення режиму вирощування коропа і рослиноідних риб у ставах за пасовищної технології. Проведені дослідження з вивчення гідрохімічних умов у рибничих ставах господарства свідчать про те, що вода експериментальних ставів протягом усього періоду вирощування риби відповідала рибогосподарським вимогам за основними дослідженими показниками, зокрема специфічними речовинами токсичної дії (величиною водневого показника середовища рН та вмістом розчиненого кисню, азоту, фосфатами, перманганатною окислюваністю), які знаходяться в межах гранично-допустимих концентрацій. Гідрологічний і гідрохімічний стан ставів Херсонського виробничо-експериментального заводу з розведення молоді частикових видів риб дає можливість успішно вирощувати за пасовищною технологією коропа і рослиноідних риб.

**Ключові слова:** кисень, рН, перманганатна окислюваність, мінеральний азот, мінеральний фосфор, короп, рослиноідні риби, пасовищна технологія.

**Loshkova Yu.M. Hydrochemical indicators of ponds in the context of requirements to the aquatic environment when farming carp fish using pasture technology**

The results of research of hydrochemical parameters in the ponds of the Kherson Industrial and Experimental Plant for breeding juveniles of partial species of fish, where carp and herbivorous fish were grown together according to pasture technology, are given for comparison with the demands placed on the aquatic environment and obtaining a general assessment of the ecological state of fish ponds. Research methods were based on conducting field, laboratory, theoretical and analytical studies. When conducting research, the main attention was paid to such basic indicators as: water temperature, water transparency, content of oxygen dissolved in water, permanganate oxidizability, pH, content of mineral nitrogen and mineral phosphorus. The results of the obtained indicators were analyzed in relation to the demands placed on the aquatic environment during the cultivation of fish products using pasture technology. As a result of the conducted research, it was established that the water temperature in the ponds during the season ranged from 21.4 to 32.0 °C, and thus was at a level close to the standards. The transparency of the water in the investigated ponds varied from 0.12 to 1.00 m. Low indicators were due to the accumulation of high seston biomass and were observed in the ponds during the period of high temperatures. Indicators of oxygen dissolved in water ranged from 4.08 to 6.8 mg/dm<sup>3</sup>, pH level from 7.21 to 8.88, permanganate oxidizability ranged from 10.6 to 28.2 mgO/dm<sup>3</sup>. The values of the content of total nitrogen in ponds of the farm fluctuated during the season from 0.25 to 0.70 mg/dm<sup>3</sup>, and of total phosphorus – from <0.01 to 0.03 mg/dm<sup>3</sup>. The content of total nitrogen and phosphorus in the water of farm ponds indicates, in general, that their concentrations are insufficient and prompts an increase in the level of intensification measures to improve the regime of growing carp and herbivorous fish in ponds using pasture technology. The conducted research on the study of hydrochemical conditions in the fish ponds of the farm indicates that the water of the experimental ponds during the entire period of fish cultivation met the fishery requirements according to the main investigated indicators, in particular, specific substances of toxic action (the value of the hydrogen indicator of the pH medium and the content of dissolved oxygen, nitrogen, phosphates, permanganate oxidizability) and are within the limits of permissible concentrations. The hydrological and hydrochemical state of the ponds of the Kherson production-experimental plant for breeding young partial fish species makes it possible to successfully grow carp and herbivorous fish using pasture technology.

**Key words:** oxygen, pH, permanganate oxidation, mineral nitrogen, mineral phosphorus, carp, herbivorous fish, pasture technology.

**Постановка проблеми.** На результати вирощування рибопосадкового матеріалу коропових риб за пасовищною технологією значним чином впливають умови вирощування, зокрема гідрохімічний та гідробіологічний режими водойм. Формування хімічного режиму водойми залежить від кліматичних та ґрунтово-біологічних умов, інтенсивності водопостачання, міри каламутності, інтенсифікаційних заходів та інших чинників. Гідрохімічний режим істотно визначає ефективність

культивування водних організмів. Відхилення показників якості водного середовища за межі гранично допустимої концентрації для риб приводить до небажаних явищ у ставу, а саме: задух, зниження темпу росту риб, збільшення їх захворюваності, зниження природної продуктивності ставів, небажаного інтенсивного розвитку фітопланктону тощо. Організацією контролю за станом води можна запобігти погіршенню гідрохімічного режиму та створити сприятливі умови для вирощування риби, чим суттєво вплинути на рибопродукційні показники [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження, які проводив Желтов Ю.О. у ставах зони Полісся, показали, що величина водневого показника води (рН) складала 7,3–7,5, величина перманганатної окислюваності знаходилась на рівні 11,1–13,7 мгО/дм<sup>3</sup>, CO<sub>2</sub> – 13,3–29,6 мг/дм<sup>3</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – 0,003–0,006 мгN/дм<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> – 0,02–0,03 мгN/дм<sup>3</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 0,12–0,31 мгN/дм<sup>3</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> – 0,08–0,11 мгP/дм<sup>3</sup>, Fe<sup>2+3+</sup> – 0,46–0,54 мгFe/дм<sup>3</sup> [3].

У роботі Гринжевського М.В. та інших науковців, спрямованій на вивчення ефективності полікультури в ставовому рибництві як фактора інтенсифікації рибного господарства були проведені гідрохімічні дослідження води дослідних ставів, які свідчили про те, що вода за хімічними показниками протягом усього періоду вирощування риби відповідала нормативним вимогам, а саме: насиченість води киснем перебувала на рівні 4,6–6,2 мг/л, рН води – 7,0–7,5, окиснення – 10,2–19,9 мг/дм<sup>3</sup>, CO<sub>2</sub> – 9,8–10,3 мг/дм<sup>3</sup> [4].

Дослідження проведені Коваленком В.О. у ставах, розташованих в зоні Північного Степу України, показали, що концентрація кисню у середньому за сезон становить 4,0–4,6 мг/дм<sup>3</sup> і не опускається нижче 2,5 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрації сполук азоту та фосфору коливались у межах 0,30–1,50 мгN/дм<sup>3</sup> та 0,05–0,72 мгP/дм<sup>3</sup> відповідно. Перманганатна окислюваність у ставах коливалась протягом сезону від 5,2 до 28,3 мгО/дм<sup>3</sup>, і значною мірою визначалась рівнем інтенсифікації рибництва та ступенем водообміну. Вода за класифікацією О. А. Алюкіна належала до гідрокарбонатного класу групи натрію. Загальна мінералізація води в середньому за сезон становила до 800 мг/дм<sup>3</sup> з коливаннями від 307 до 1300 мг/дм<sup>3</sup>. Найвищі її показники відмічено в другій половині вегетаційного сезону на фоні підвищеної температури води та істотного (на 50–60%) зниження об'єму води у ставах внаслідок випаровування та фільтрації [5].

Гідрохімічний режим ставів південної степової зони України характеризувався рівнем кисню у воді 2,7–8,6 мг/дм<sup>3</sup>. Водневий показник з підвищенням температури зростав з 7,00 до 9,07. Вміст нітратів знаходився у межах від 0,10 до 5,04 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридів – 44,5 мг/дм<sup>3</sup>, сульфатів – 82,6 мг/дм<sup>3</sup>, гідрокарбонатів – 210 мг/дм<sup>3</sup>. Вміст фосфатів виявився низьким – 0,19–0,40 мг/дм<sup>3</sup>, що свідчить про швидке їх використання фітопланктоном і ще швидше поглинання колоїдами ґрунту. Перманганатна окислюваність протягом сезону збільшувалася від 7,25 до 32,56 мгО/дм<sup>3</sup>. Вміст азоту коливався у межах 2,0–2,2 мг/дм<sup>3</sup>, фосфору – 0,01–0,55 мг/дм<sup>3</sup> [6–8].

**Постановка завдання.** Виходячи з вище викладеного, метою проведеного дослідження було вивчення гідрохімічних показників у ставах Херсонського виробничо-експериментального заводу по розведенню молоді частикових видів риб, де за пасовищною технологією вирощувалися сумісно короп і рослиноїдні риби, для порівняння з вимогами, які висуваються для водного середовища та отримання загальної оцінки екологічного стану рибничих ставів.

**Виклад основного матеріалу.** Спеціальні дослідження були проведені на базі Херсонського виробничо-експериментального заводу по розведенню молоді частикових видів риб у вирощувальних ставах II порядку. Методики досліджень

базувалися на проведенні польових, лабораторних, теоретичних та аналітичних дослідженнях. Польові дослідження передбачали відбір гідрохімічних проб, а також проведення вимірювання фізичних параметрів води, зокрема температури і її прозорості. Вивчення абіотичних параметрів середовища експериментальних ставів проводилося щодавно згідно з загальноприйнятими в рибогосподарських дослідженнях методиками [9–11].

Проведення гідрохімічних досліджень базувалося на вивченні вмісту у воді таких основних показників як: розчинений у воді кисень, рН, перманганатна окислюваність, загальний азот і загальний фосфор. Визначення кількості розчиненого у воді кисню проводилось за методом Вінклера. Показник рН визначали електрометричним методом за допомогою приладів рН-метра-340 та універсального іонометра ЕВ-74 із застосуванням скляного і хлор-срібного електроду, окиснюваність води – перманганатним методом у кислому середовищі за Кубелем, концентрація сполук азоту і фосфору визначалася фотометричним методом [9–11]. За результатами проведених гідрохімічних аналізів якість води у ставах оцінювали за вимогами до водного середовища при вирощуванні коропових риб [1, 2, 12, 13]. Фізико-хімічний режим в експериментальних ставах характеризувався нижче наведеними показниками. Температура води протягом сезону коливалася від 21,4 до 32,0 °С, а середня за сезон складала 26,5–26,7 °С. Нормативні показники температури води для коропових видів риб знаходяться в межах 24,0–29,0 °С, таким чином середні показники у ставах знаходилися на рівні близькому до нормативів.

Показник прозорості води є одним з основних критеріїв, що дозволяють оцінити стан водойми. Прозорість води, як один із показників її фізичних властивостей, змінювалася у досліджених ставах від 0,12 до 1,00 м, а середньосезонні показники були – від 0,22 до 0,33 м. Низька прозорість води була обумовлена накопиченням високої біомаси сестону і спостерігалась у ставах в період високих температур у липні-серпні місяці.

Особливе місце в житті всіх гідробіонтів займає кількість розчиненого у воді кисню. Допустима концентрація розчиненого у воді кисню для коропових риб у водоймах знаходиться на рівні не нижче 4,0 мг/дм<sup>3</sup>. При недостатньому вмісті розчиненого у воді кисню можуть виникати заморні явища. У ставах господарства граничні показники коливання вмісту розчиненого у воді кисню упродовж періоду досліджень становили 4,08–6,80 мг/дм<sup>3</sup>, при середньосезонному значенні 5,06–5,35 мг/дм<sup>3</sup>, що загалом є у межах допустимої концентрації.

Отримані результати проведення гідрохімічних досліджень у ставах господарства наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

**Хімічний склад води у рибничих ставах господарства**

Показник	Отримані значення		Норма [1, 2, 13, 14]	Допустима межа
	Коливання	Середнє за сезон		
Кисень, мг/дм <sup>3</sup>	4,08–6,80	5,06–5,35	більше 6	не менше 4
Активна лужність, рН	7,21–8,88	7,99–8,13	7–8	6–9
Окислюваність, мгО/дм <sup>3</sup>	10,6–28,2	19,1–21,9	До 30	До 40
Азот, мг/дм <sup>3</sup>	0,25–0,70	0,39–0,51	частки мг	до 2,0
Фосфор, мг/дм <sup>3</sup>	<0,01–0,03	0,01	до 1,0	до 3,0

При вирощуванні коропа і рослиноїдних риб у воді з надмірними показниками рН можуть спостерігатися шкідливі явища. За низьких значень рН вугільна кислота ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) у розчині буде дисоціювати до форми вільного двоокису вуглецю ( $\text{CO}_2$ ). При рівні рН нижче 7,0 цей процес буде прискорюватися. У міру того, як у водному середовищі, де вирощується риба, збільшується парціальний тиск двоокису вуглецю, він гальмує виділення вуглекислого газу з тіла риби через її зябра. Коли діоксид вуглецю накопичується у крові, він перешкоджає перенесенню кисню. Враховуючи таке явище, значне підвищення або зниження рівня рН, особливо у разі тривалого впливу, потребують контролю та корегування. Під час проведених досліджень у ставах Херсонського виробничо-експериментального заводу по розведенню молоді частикових видів риб було зафіксовано, що водневий показник у ставах знаходився в межах від 7,21 до 8,88, а середньосезонний становив 7,99–8,13.

Перманганатна окиснюваність води (ПО) показує вміст легко розчинних органічних (гумінові кислоти, продукти життєдіяльності гідробіонтів і, перш за все, риб) та мінеральних речовин (заліза, нітритів і ін.). Нормативні показники ПО для коропа та рослиноїдних риб становлять до  $15 \text{ мгО/дм}^3$  [1, 2, 12, 13]. Перманганатна окиснюваність у ставах коливалася від 10,6 до  $28,2 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ , за середньосезонного значення  $19,1\text{--}21,9 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ . Загалом показники ПО, порівняно з нормативними значеннями, були високими, що свідчить про накопичення у воді продуктів життєдіяльності риб, решток тваринного та рослинного походження, що негативно впливає на кисневий режим, оскільки кисень витрачається на руйнування розчинених у воді органічних речовин, а значить існує загроза задухи. У таких ситуаціях виникає потреба в застосуванні заходів по покращенню якості води, зокрема, у ставах підвищують водообмін, проводять вапнування, аерацію води та ін.

Азот є одним з найважливіших елементів мінерального живлення. Разом з іншими біогенними елементами він робить істотний вплив на розвиток органічного життя водоймищ – їх біопродуктивність. Загальна кількість мінерального азоту у ставах господарства протягом сезону змінювалася від 0,25 до  $0,70 \text{ мг/дм}^3$ , а середньосезонна складала  $0,39\text{--}0,51 \text{ мг/дм}^3$ .

Слід відмітити, що у більшості випадках проведення аналізу азот знаходився на дуже низькому рівні, не досягаючи нормативних значень. Такий результат міг бути отриманий у разі високого його використання у водоймах фітопланктонном. Для підвищення концентрації мінерального азоту рекомендовано збільшити обсяги внесення мінеральних добрив, а саме аміачної селітри.

Сполуки фосфору зустрічаються у всіх живих організмах, регулюючи енергетичні процеси клітинного обміну. Наростання концентрації сполук фосфатів у воді порушує біологічну рівновагу, що приводить у результаті до підвищення продуктивності водойми (до «цвітіння» води). Оптимальне значення фосфору для рибничих ставів становить  $0,5 \text{ мг/л}$ . Загальна кількість мінерального фосфору у ставах господарства упродовж періоду досліджень була у межах від  $<0,01$  до  $0,03 \text{ мг/дм}^3$ , а середньосезонна величина дорівнювала  $0,01 \text{ мг/дм}^3$ .

Таким чином, отримані результати гідрохімічних аналізів на вміст у воді ставів господарства загального азоту і фосфору свідчать загалом про недостатні їх концентрації та спонукає до підвищення рівня інтенсифікаційних заходів щодо покращення режиму вирощування коропа і рослиноїдних риб у ставах за пасовищою технологією.

Таким чином, проведені дослідження з вивчення гідрохімічних умов у рибничих ставках господарства свідчать про те, що вода експериментальних ставів відповідає рибогосподарським вимогам за основними дослідженими показниками, зокрема специфічними речовинами токсичної дії (величиною водневого показника середовища рН та вмістом розчиненого кисню, азоту, фосфатами, пергаментною окислюваністю), які знаходяться в межах гранично-допустимих концентрацій.

**Висновки і пропозиції.** Проведені гідрохімічні дослідження води експериментальних ставів господарства свідчать про те, що вода за дослідженими основними хімічними показниками протягом усього періоду вирощування риби відповідала вимогам до водного середовища при вирощуванні коропа і рослиноїдних риб за пасовищною технологією. Гідрологічний і гідрохімічний стан ставів Херсонського виробничо-експериментального заводу по розведенню молоді частикових видів риб дає можливість успішно вирощувати за пасовищною технологією коропа і рослиноїдних риб.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гринжевський М.В., Андрущенко А.І., Третяк О.М., Грициняк І.І. Основи фермерського рибного господарства. Київ : Світ, 2000. 340 с.
2. Шерман І.М., Рілов В.Г. Технологія виробництва продукції рибництва : підручник. Київ : Вища освіта, 2005. 351 с.
3. Желтов Ю.О., Олексієнко О.О., Грех В.І. Вплив на рибницькі і фізіологічні показники товарного коропа різної густоти посадки при вирощування його в ставках без годівлі з використанням лише природного корму. *Таврійський науковий вісник*. 2011. № 76. С. 220–228.
4. Гринжевський М.В. Янінович Й.Є., Швець Т.М. Полікультура з шістьох видів риб. *Рибогосподарська наука України*. 2009. № 1. С. 38–43.
5. Коваленко В. О. Фактори, що впливають на результати випасного вирощування товарної риби в ставках з обмеженим рівнем водозабезпечення. *Таврійський науковий вісник*. 2003. № 29. С. 103–108.
6. Борткевич Л.В., Орленко А.М., Горшкова Н.О. Зоопланктон ставів ДВЕ-ОРЗ при вирощуванні ремонтну та плідників веслоноса. *Таврійський науковий вісник*. 2005. № 37. С. 204–207.
7. Стеценко В.С. Вплив якості рибопосадкового матеріалу на ефективність виробництва товарної риби. *Таврійський науковий вісник*. 2008. № 59. С. 120–125.
8. Шевченко В. Ю., Пекарський А. В., Лошкова Ю. М. Сучасний стан вирощування рибопосадкового матеріалу корошових риб для вселення у водойми Пониззя Дніпра. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. № 28. С. 143–146.
9. Арсан О.М., Давидов О.А., Дьяченко Т.М. та ін. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / під ред. В.Д. Романенко. – Київ : Логос, 2006. 408 с.
10. Набиванець Б.И., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. Київ : Наукова думка, 2007. 455 с.
11. Крушельницька О.В., Лобойко Ю.В., Пукало П.Я., Кравець С.І. Санітарно-гігієнічні дослідження води, ґрунту та корму для риб : навчально-методичний посібник. Львів, 2020. 44 с.
12. Тимчасові біотехнічні нормативи виробництва посадкового матеріалу рослиноїдних риб та коропа (цьоголітків та двохлапків) на Херсонському виробничо-експериментальному заводі частикових риб та Новокаховському рибничому заводі для зариблення понизь Дніпра та Каховського водосховища.
13. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2011. 164 с.

УДК 669.018:582.991.131:630\*114(477.4)(292.485)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.36>

## ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ВЕГЕТАТИВНОЮ МАСОЮ СОНЯШНИКУ НА СІРИХ ЛІСОВИХ ГРУНТАХ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

**Мазур О.В.** – асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,  
Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування  
Вінницького національного аграрного університету

Високого застосування продуктів переробки насіння соняшнику набувають не тільки олія а й шрот та вегетативна маса цієї культури, зокрема у вигляді трави. Однією з основних олійних культур є соняшник, обсяги вирощування якого з роком в рік зростають. За останні десять років, включно по 2020 рік, загальна площа посіву соняшнику зросла від 453,3 тис.га до 6224,3 тис.га тобто на 37,3%, тоді як обсяги виробництва насіння за даний період на 46,6%.

Відомо, що вирощування соняшнику має певний вплив на ґрунти, зокрема одним із негативних наслідків є їх виснаження та забруднення важкими металами внаслідок мінерального удобрення, що створює певні проблеми щодо якості насіння та вегетативної маси цієї культури.

Основними джерелами надходження важких металів у довкілля є господарська діяльність людини. До таких надходжень належать: високі температурні процеси з промисловими викидами; скидання стічних вод; винесення важких металів із металургійних підприємств водними і повітряними потоками; постійне внесення високих доз органічних і мінеральних добрив, пестицидів, які містять домішки важких металів.

Вивчено інтенсивність накопичення важких металів вегетативною масою (стеблова і листкова маса) соняшнику за вирощування цієї культури на сірих лісових ґрунтах в умовах Лісостепу Правобережного.

Встановлено, що за вмісту в сірих лісових ґрунтах Pb – 1,57 мг/кг, та Cd – 0,09 мг/кг спостерігається перевищення гранично допустимих концентрацій, які складають 0,5 мг/кг і 0,1 мг/кг відповідно у стебловій масі соняшнику.

Виявлено, що вміст та коефіцієнти накопичення і безпеки Pb та Cd у листовій масі були великими порівняно з стебловою масою.

Так, за результатом досліджень встановлено вищий вміст, коефіцієнт накопичення та коефіцієнт безпеки Pb і Cd у листовій масі соняшнику відповідно у 1,12 рази і 2,23 рази, 1,13 рази і 2,29 рази та 1,12 рази і 2,23 рази порівняно з стебловою масою цієї культури.

Результати досліджень з вивчення інтенсивності накопичення важких металів вегетативною масою показали перевищення гранично допустимого вмісту у стебловій масі Pb у 2,5 рази а Cd у 1,3 рази, та листовій масі Pb, Cd, та Cu у 2,8 рази, 2,9 рази і 1,06 рази відповідно. Вміст Zn у стебловій і листовій масі був нижчий за гранично допустимі концентрації у 2,3 рази і 7,4 рази відповідно. Нижчий вміст у 1,41 рази міді за ГДК виявлено у стебловій масі у 1,41 рази.

**Ключові слова:** соняшник, доза мінеральних добрив, ґрунт, важкі метали, сірі лісові ґрунти, забруднення.

**Mazur O.V. The intensity of accumulation of heavy metals by the vegetative mass of sunflower on gray forest soils in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe**

Sunflower seed processing products are widely used not only not only oil but also meal and vegetative mass of this crop, in particular in the form of in the form of grass. One of the main oilseeds is sunflower; the volume of which cultivation is growing year on year. Over the past ten years, including 2020, the total area under sunflower increased from 453,3 thou hectares to 6224,3 thou hectares, i.e. by 37,3%, while the volume of seed production for this period increased by 46,6%.

*It is known that sunflower cultivation has a certain impact on soils, in particular, one of the negative consequences is their depletion and contamination with heavy metals due to mineral fertilisation, which creates certain problems with the quality of seeds and vegetative mass of this crop.*

*The main sources of heavy metals in the environment are human activities. These include: high temperature processes with industrial emissions; wastewater discharges; removal of heavy metals from metallurgical plants by water and air flows; and the constant application of high doses of organic and mineral fertilisers and pesticides containing heavy metal impurities.*

*The intensity of accumulation of heavy metals by vegetative mass was studied. of heavy metals by the vegetative mass (stem and leaf mass) of sunflower during the intensity of heavy metal accumulation by sunflower vegetative mass (stem and leaf mass) during the cultivation of this crop on grey forest soils in the Right-Bank.*

*It was found that the content of Pb in grey Pb – 1,57 mg/kg, and Cd – 0,09 mg/kg in grey forest soils. 0,09 mg/kg, there is an excess of the maximum permissible concentrations, which are 0,5 mg/kg and 0,1 mg/kg, respectively, in the stem mass of sunflower.*

*It was found that the content and coefficients of accumulation and hazard of Pb and Cd in the leaf mass were high compared to the stem mass.*

*Thus, according to the results of the study the higher content, accumulation coefficient and hazard factor of Pb and Cd in sunflower leaf mass by 1,12 times and 2,23 times, 1,13 times and 2,29 times and 1,12 times and 2,23 times compared to the stem mass of this crop.*

*The results of research on the intensity of heavy metal accumulation by vegetative mass showed exceeding the maximum permissible content in the stem mass of Pb by 2,5 times and Cd by 1,3 times, and leaf mass of Pb, Cd, and Cu by 2,8 times, 2,9 times, and 1,06 times times, respectively. The content of Zn in stem and leaf mass was below the maximum permissible concentrations by 2,3 and 7,4 times, respectively. A lower content of 1,41 times lower content of copper than the MPC was found in the stem mass by 1,41 times.*

*Key words: sunflower, dose of mineral fertilisers, soil, heavy metals, grey forest soils, pollution.*

**Постановка проблеми.** Техногенна діяльність населення призвела до зростаючого рівня забруднення навколишнього середовища різними токсикантами серед яких важкі метали займають провідне місце. За результатами досліджень провідних наукових установ в Україні біля 20% ґрунтів сільськогосподарського призначення забруднені важкими металами [1, с. 11; 5, с. 67]. Серед основних джерел надходження важких металів у навколишнє середовище необхідно виділити промисловість, інтенсифікацію галузі рослинництва та автотранспорт, відходи урбанізованих територій та інші. Останнім часом в зв'язку з проведенням воєнних дій в Україні кількість ґрунтів забруднених важкими металами суттєво підвищується внаслідок розриву вибухових речовин [1, с. 12; 11, с. 219].

Потрапляючи в ґрунт важкі метали які перебувають у розчиненому стані включаються в колообіг переміщуються в рослини та їх продукцію суттєво знижуючи їх якість та безпеку. Використання рослинної сировини як продуктів переробки насіння (шрот) так і їх вегетативної маси у живленні тварин викликає накопичення цих токсикантів у продукцію тваринництва використання якої в харчуванні населення може викликати цілу низку захворювань.

На сьогоднішній час чітко встановлений взаємозв'язок між рівнем захворювання населення та інтенсивністю забруднення харчової сировини токсикантами в тім числі і важкими металами [2, с. 163; 6, с. 195].

За таких умов є важливим контроль за міграцією важких металів в системі ґрунт-рослини та їх продукція для прогнозованого надходження цих токсикантів в системі ґрунт-продукція рослин-продукція тварин-продукція харчування-організм людини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні декілька десятиріч на теренах Вінниччини широкого вирощування набуває соняшник. Практика

показує, що площі під посіви соняшнику з року в рік зростають із-за широкого попиту на одержану із цієї культури сировини.

Основною цінністю соняшнику є насіння яке є сировиною для виробництва олії а також одержання внаслідок її виробництва шроту.

Вирощування соняшнику в Україні приваблює виробників високою рентабельністю його виробництва яка за період 1990–2018 роки коливалася від 18.4% до 236.5% [3; 12, с. 43].

В соняшниковому насінні міститься до 50% олії, яка містить до 27% вуглеводів, до 2% фітину та до 2% хлорогенової кислоти. Окрім цього в соняшниковій олії виявлені дубильні речовини, органічні кислоти, фтор, йод, кальцій, магній, залізо та вітаміни групи А, D і Е. В соняшниковій олії виявлена найвища кількість вітаміну Е, зокрема встановлено, що в олії міститься в 12 разів більше вітаміну Е порівняно з оливковою олією. Тобто соняшникова олія має високі харчові якості. Окрім цього соняшникова олія характеризується певними лікувальними властивостями. Зокрема її широко використовують при лікуванні хронічних захворювань внутрішніх органів [4, с. 25; 13, с. 67].

Окрім олії високу цінність для тваринництва представляють відходи переробки насіння – макуха. Встановлено, що до складу макухи входять до 42% перетравленого протеїну, до 22% безазотистих екстративних речовин, до 7% жиру, до 14% клітковини та до 6.8% золи.

Вегетативна маса соняшнику використовується в тваринництві зокрема у годівлі великої рогатої худоби та овець [3].

В кошиках соняшнику виявлено до 9.9% протеїну, до 6.9% жиру, до 54.7% безазотистих екстративних речовин та до 17.7% клітковини.

Використовують соняшник у вигляді вегетативної маси і як зелені корми, дана культура може сформувати з одного гектару до 600 центнерів зеленої маси. Силос, виготовлений з вегетативної маси соняшнику, містить із розрахунку на 1 кг до 15 грам протеїну, до 0.4 грам кальцію, до 0.28 грам фосфору та до 25.8 мг каротину.

**Результати досліджень.** Інтенсифікація землеробства серед низки позитивних результатів викликала ряд негативних наслідків зокрема посилила техногенний вплив на ґрунти та якість виробленої продукції рослинництва. За таких умов постає питання у проведенні моніторингу транслокації токсикантів в системі ґрунт – рослина для прогнозованого їх надходження в рослинницьку продукцію.

Аналіз інтенсивності забруднення сірого лісового ґрунту важкими металами (Рис. 1) показав, що перевищень гранично допустимих концентрацій по Pb, Cd, Zn та Cu не виявлено.

Зокрема вміст Pb, Cd, Zn та Cu у ґрунті був нижчим за гранично допустимі рівні у 3.8 рази, 7,7 рази, 6,8 рази та 4,1 рази відповідно.

Результати досліджень з вивчення інтенсивності накопичення важких металів вегетативною масою (Рис. 2) показали перевищення гранично допустимого вмісту у стебловій масі Pb у 2,5 рази а Cd у 1,3 рази, та листовій масі Pb, Cd, та Cu у 2,8 рази, 2,9 рази і 1,06 рази відповідно. Вміст Zn у стебловій і листовій масі був нижчий за гранично допустимі концентрації у 2,3 рази і 7,4 ризи відповідно. Нижчий вміст у 1,41 рази міді за ГДК виявлено у стебловій масі у 1,41 рази.

Виявлено, що у листовій масі вміст Pb, Cd, та Cu був вищим у 1,12 рази, 2,23 рази та 1,5 рази відповідно, порівняно з стебловою масою. Вміст Zn навпаки був нижчим у листовій масі у 3,2 рази порівняно зі стебловою масою.



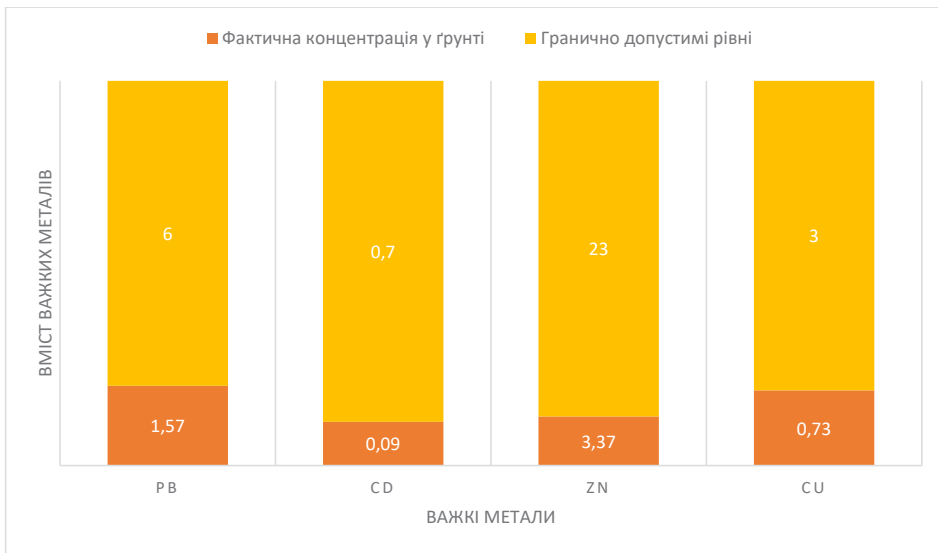


Рис. 1. Інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами, мг/кг

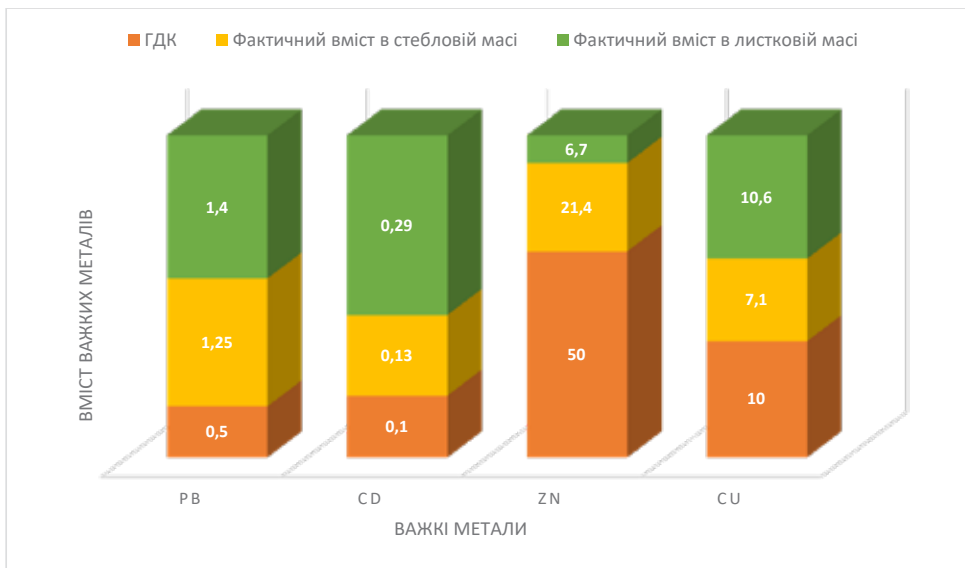


Рис. 2. Інтенсивність забруднення вегетативної маси соняшнику важкими металами

В результаті проведених досліджень встановлено, що коефіцієнт накопичення у стебловій масі складав свинцю 0,8, Cd – 1,4, Zn – 6,3, Cu – 9,7, тоді як у листковій масі вміст цих важких металів був у межах 0,9, 3,2, 1,9 та 14,5 відповідно. коефіцієнт накопичення Pb, Cd, та Cu у листковій масі був вищим у 1,13 рази, 2,29 рази та 1,5 рази відповідно порівняно з стебловою масою. Коефіцієнт накопичення Zn у листковій масі виявився нижчим у 3,3 рази порівняно з стебловою масою.

Таблиця 1

**Коефіцієнт накопичення важких металів  
вегетативною масою соняшнику, мг/кг**

Важкі метали	Стеблова маса			Листкова маса		
	Фактична концентрація в ґрунті	Фактична концентрація у стебловій масі	Коефіцієнт накопичення	Фактична концентрація в ґрунті	Фактична концентрація у листовій масі	Коефіцієнт накопичення
Pb	1,57	1,25	0,80	1,57	1,4	0,9
Cd	0,09	0,13	1,4	0,09	0,29	3,2
Zn	3,37	21,4	6,3	3,37	6,7	1,9
Cu	0,73	7,1	9,7	0,73	10,6	14,5

Таблиця 2

**Коефіцієнт небезпеки важких металів у вегетативній масі соняшнику**

Важкі метали	Стеблова маса			Листкова маса		
	ГДК	Фактична концентрація у стебловій масі	Коефіцієнт небезпеки	ГДК	Фактична концентрація у листовій масі	Коефіцієнт небезпеки
Pb	0,5	1,25	2,5	0,5	1,4	2,8
Cd	0,1	0,13	1,4	0,1	0,29	2,9
Zn	50	21,4	0,4	50	6,7	0,13
Cu	10	7,1	0,71	10	10,6	1,06

Аналіз результатів досліджень табл. 2 показав, що коефіцієнт небезпеки Pb, Cd та Cu перевищував граничну межу яка складає 1,0.

Зокрема коефіцієнт небезпеки у стебловій масі був вищим за граничну межу по Pb 2,5 рази, Cd – 1,3 рази та Cu у 7,1 рази тоді як у листовій масі у 2,8 рази, 2,9 рази та 1,06 рази відповідно. коефіцієнт небезпеки Cu був нижчим у 2,5 рази у стебловій масі та 7,7 рази у листовій масі порівняно з граничним показником 1,0.

Встановлено, що у листовій масі коефіцієнт небезпеки Pb, Cd та Cu був вищим у 1,12 рази, 2,23 рази та 1,5 рази порівняно з стебловою масою.

**Висновки.** За вирощування соняшнику на сірих лісових ґрунтах з вмістом Pb – 1,57 мг/кг і Cd – 0,09 мг/кг спостерігається високий коефіцієнт їх накопичення та перевищення гранично допустимої концентрації цих токсикантів у стебловій масі у 2,5 рази і 1,3 рази та у листовій масі у 2,8 рази і 2,9 рази відповідно. В листовій масі соняшнику виявлено вищий вміст Pb у 1,12 рази, Cd у 2,23 рази та Cu у 1,5 рази а Zn нижче у 3,2 рази порівняно з стебловою масою.

Враховуючи високий рівень винесення Pb та Cd з вегетативною масою бажано цю сировину після обмолоту насіння видалити з поля з подальшим її захороненням, що дасть можливість знизити рівень рухомих форм цих токсикантів у ґрунтах сільськогосподарського призначення.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Бахчиванжи Л.А., Дяченко Л.Е., Почоліна С.В. Сучасний стан та перспективи виробництва соняшника в Україні. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2013. № 4 (51). С. 9–14.

2. Ведмедева К. В. Особливий соняшник. *Агроном*. 2016. № 1 (51). С. 162–166.
3. Косенко Р.О. Соняшник. Історія виникнення та введення в культуру. *Історія науки і біографістика*. 2015. № 4. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB\\_Title\\_2015\\_4\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2015_4_11)
4. Тоцький В. М., Лень О. І. Ріст, розвиток та урожайність гібридів соняшнику залежно від системи удобрення. *Збалансований розвиток агроecosистем України: сучасний погляд та інновації*: матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. 21 листопада 2019 р. Полтава: ПДАА, 2019. С. 23–25.
5. Циганський В. І. Оптимізація системи удобрення соняшнику на основі використання сучасних мікробіологічних добрив. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця. ВНАУ. 2020. № 19. С. 65-75.
6. Жеребна Л.О. Вплив важких металів, що містяться в мінеральних добривах, на якість рослинницької продукції. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2001. Вип. 61. С. 193–197.
7. Бреславець А.І. Техногенно забруднені ґрунти та шляхи їх поліпшення. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: збірник наукових праць*. 2009. № 31. С. 189–202.
8. Гудзь В.П., Шувар І.А., Юник А.В., Рихлівський І.П. Адаптивні системи землеробства: підручник / за ред. Гудзя В.П. Київ: «Центр учбової літератури», 2014. 336 с.
9. Гуцол Г.В., Мазур О.В. Вирощування олійних культур та інтенсивність накопичення важких металів у ґрунтах за їх мінерального удобрення в умовах Вінниччини. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 217–226.
10. Hutsol H., Mazur O. Інтенсивність накопичення важких металів насінням та шротом соняшнику. *Вісник Львівського національного університету природокористування «Агрономія»*. 2023. № 27. С. 41-45. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2023.27>
11. Гуцол Г.В., Мазур О.В. Ріст та розвиток соняшнику залежно від удобрення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 1 (32). С. 62-75. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-1-6>

УДК 712.42:635.923

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.37>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТАКСОНОМІЧНИХ, МОРФОЛОГІЧНИХ ТА БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИДІВ АЛЬПІЙСЬКОЇ ФЛОРИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОЄКТНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ВЛАШТУВАННЯ КАМ'ЯНИСТИХ САДІВ

**Монарх В.В.** – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Вінницький національний аграрний університет

**Оплаканська А.Б.** – асистент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

За результатами досліджень для влаштування кам'янистої гірки було підібрано 20 видів рослин. З них – 85% видів є інтродукованими, а 15% – дикоростучими рослинами Поділля. Охарактеризовано, що природним ареалом походження досліджуваних рослин є: Китай, Японія, Корея, Азія, Сибір, Далекий Схід, Україна, Балкани. Переважна частина інтродуцентів походить із Північної Америки, Європи та Кавказу. Визначено, що всі підібрані інтродуценти добре ростуть та розвиваються в умовах Поділля. Доведено, що кам'яниста гірка буде мати привабливий декоративний вигляд у будь-який сезон, якщо правильно розташувати на ній рослини. Підібраний асортимент рослин забезпечує цвітіння кам'янистої гірки, починаючи з третьої декади лютого і завершуючи в останню декаду жовтня. Кам'янисті сади є одними з найбільш трудомістких але в той же час найпопулярніших видів та елементів оформлення ділянки. Запропоновано два ландшафтні проєкти по влаштуванню кам'янистих садів з використанням рекомендованого асортименту інтродукованих та дикоростучих рослин. Для проєкту альпінарію пропонуємо використати: кизильник горизонтальний (*Cotoneaster horizontalis*), очиток звичайний (*Hylotelephium telephium* syn. *Sedum telephium*), костриця сиза (*Festuca glauca*), сосна Веймутова (*Pinus strobus*), драцена (*Dracaena*), сосна гірська (*Pinus mugo*), ялина колюча (*Picea pungens*), ялівець звичайний, туя Смарагд (*Thuja occidentalis Smaragd*), спірея японська (*Spiraea japonica*), лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill). Облямівкою даної композиції стануть камені в поєднанні з вуличними світильниками. Для проєкту рокарію рекомендовано використати такий асортимент рослин: міскантус китайський (*Miscanthus sinensis* Strictus), тюльпани гібридні (*Tulipa* × *hibrida hort.*), форзиція (*Forsythia*), нарцис вузьколистий (*Narcissus angustifolius* subsp. *Radiiflorus*), гортензія широколиста (*Endless Summer*), хоста хвиляста (*Hosta Undulata*), крокуси весняні (*Crocus*), іриси сибірські. Догляд за кам'янистим садом з однієї сторони дуже простий і передбачає регулярне видалення зів'ялого суцвіття, рихлення ґрунту навколо рослин і в той же час важливим є контроль за відсутністю на рослинах хвороб та шкідників. Важливим є регулярне видалення бур'янів. Ця міра дозволить убезпечити рослини кам'янистого саду від небажаного сусідства з бур'янами. Переважна більшість видів рослин кам'янистого саду є невибагливими та невимогливими до підживлення.

**Ключові слова:** сад, квітник, інтродуцент, флора, цвітіння, альпінарії, рокарій.

**Monarkh V.V., Oplakanska A.B. Study of taxonomic, morphological, biological and ecological features of alpine flora species to create design proposals for rocky gardens**

The creation of an alpine slide is now very popular and profitable. It is not surprising, because it successfully decorates any plot, or even can become the center of the entire composition. Most slides are created for decorative purposes, so it is very important for the composition to look naturally, and harmoniously fit into the surrounding landscape. It is necessary to take into account a number of requirements, such as illumination of the territory, relief, exposure of slopes, as well as the nature of the environment. It has been characterized that the natural range of origin of the studied plants is: China, Japan, Korea, Asia, Siberia, the Far East, Ukraine, the Balkans, etc. The bulk of the introducents come from North America, Europe and the Caucasus.

*It is determined that all selected introducents grow well and develop in conditions of Podillya. The assortment of plants provides the flowering of a rocky slide, starting from the third decade of February and completing in the last decade of October.*

*According to the results of the research, 20 species of plants were selected for the rocky hill. Of these, 85% are introduced species and 15% are wild plants of Podillia. It was characterized that the natural habitat of the studied plants is: China, Japan, Korea, Asia, Siberia, the Far East, Ukraine, and the Balkans. The vast majority of introductions come from North America, Europe, and the Caucasus.*

*It is determined that all the selected introductions grow and develop well in the conditions of Podillia. It is proved that the rocky hill will have an attractive decorative appearance in any season if the plants are properly arranged on it. The selected assortment of plants ensures the flowering of the rocky hill, starting in the third decade of February and ending in the last decade of October.*

*Rocky gardens are one of the most labor-intensive but at the same time the most popular types and elements of site design. We offer two landscape projects for rock gardens using the recommended range of introduced and wild plants. Caring for a rocky garden is very simple and involves regular removal of wilted inflorescences, loosening the soil around the plants, and at the same time, it is important to control the absence of diseases and pests on the plants. Regular weed removal is also important. This measure will protect rock garden plants from unwanted proximity to weeds. The vast majority of rock garden plant species are unpretentious and undemanding to fertilization.*

**Key words:** garden, flower garden, introducer, flora, flowering, rockery, rockery.

**Постановка проблеми.** В сьгоднішніх умовах розвитку садово-паркового господарства надзвичайно популярним та прибутковим так і залишається облаштування на приватних та громадських ділянках рокаріїв або альпінаріїв, які у загальному називають кам'янистими садами. Ці сучасні композиції вдало прикрасять будь-який ландшафт, або можуть стати центром усієї пейзажної картини загалом. Значну частину кам'янистих садів влаштовують у декоративних цілях. При цьому важливо, щоб ландшафтна композиція мала природній вигляд і гармонійно вписувалась у навколишнє природне середовище [1, с. 164].

При створенні таких ландшафтних композицій варто враховувати ряд вимог серед яких: характер навколишнього середовища, рельєф, освітленість території та експозицію схилів. На думку багатьох ландшафтних дизайнерів саме кам'янисті сади є і можуть стати найпривабливішими об'єктами садів. Правильне та гармонічне поєднання каміння, ретельний підбір квіткових угруповань і декоративно-листяних рослин гарантовано будь-яке місце саду перетворять на красивий куточок природи [2, с. 32].

**Аналіз останніх публікацій.** Як стверджують автори спеціалізованої літератури альпінаріями варто називати невеликі кам'янисті квітники з використанням альпійських рослин. Тобто, лише той кам'янистий сад, де ростуть виключно альпійські і субальпійські рослини може називатися альпінарієм [3, с. 455; 4, с. 43; 5].

Сад у якому поєднуються квіткові композиції і каміння називається рокарієм. Розміри такого саду, зазвичай невеликі. А ще, рокарій має важливу відмінну рису, щоб не плутати з альпінаріями, – це розміщення на рівнині і використання будь-якого асортименту рослини [6, с. 74; 7, с. 75].

Кам'янисті сади є одними з найбільш трудомістких але в той же час найпопулярніших видів та елементів оформлення ділянки. Для початку перед влаштуванням їх необхідно детально спланувати і вдало підібрати місце для розміщення на ділянці. Детально продумуючи всі нюанси, варто пам'ятати про потреби рослин при створенні спеціальних місць для садіння. Окрім того, каміння, що використовують для будівництва альпінаріїв чи рокаріїв повинно бути однорідними за структурою і кольором. Не радять використовувати дві і більше порід одразу, оскільки тоді ландшафтна композиція буде виглядати занадто штучно [8, с. 142; 9, с. 185].

**Методика досліджень.** При влаштуванні кам'янистих садів використовували методику польових досліджень. Польовими роботами було передбачено підбір та розмітку місця влаштування кам'янистого саду, будівництво альпійської гірки, роботи з посадки та догляду за рослинами.

Стаціонарне вивчення питань будівництва та підбору асортименту рослин для влаштування кам'янистих садів проводили за допомогою літературних джерел. У результаті роботи було вивчено принципи влаштування кам'янистих садів, історичні аспекти створення та особливості видів альпійських рослин. На основі результатів одержаних при проведенні польових дослідів та спостережень проводилась камеральна обробка даних.

**Результати досліджень.** Аналізуючи асортимент рослин для кам'янистих садів було обрано 20 рекомендованих видів, які відзначаються високими декоративними показниками та біолого-екологічними особливостями. Встановлено, що 15% серед рекомендованого асортименту становлять інтродуценти, які добре ростуть та розвиваються в умовах Поділля. Решту – 85% становлять дикоростучі види (рис. 1).



Рис. 1. Розподіл рослин при влаштуванні кам'янистої гірки

Джерело: сформовано за результатами власних досліджень

Для кам'янистих садів пропонується використовувати інтродуковані трав'янисті рослини (табл. 1) серед яких Гейхера волосиста (*Heuchera villosa*), Костриця сиза (*Festuca glauca*), Очиток білий (*Sedum album*), Флокс шилоподібний (*Phlox subulata*), Крокус весняний (*Crocus vernus*) та багато інших рослин із позначенням їх природнього ареалу поширення (таблиця 1).

Варто відмітити, що для кам'янистих садів також рекомендовано обирати інтродуковані дерев'янисті рослини, як наприклад кизильник горизонтальний (*Cotoneaster Horizontalis*) та дикоростучі види рослин, для прикладу підсніжник білосніжний (*Galanthus nivalis*) ареалом розширення якого є Правобережний Лісостеп, Передкарпаття, Карпати (табл. 2).

Нижче пропонуються ландшафтні проекти (рис. 2, рис. 3) по влаштуванню кам'янистих садів з використанням запропонованого асортименту інтродукованих та дикоростучих рослин. Для першого проекту кам'янистого саду пропонуємо використати наступні види рослин: кизильник горизонтальний, очиток звичайний, костриця сиза, сосна Веймутова, драцена, сосна гірська, ялина колюча, ялівець звичайний, туя Смарагд, спірея японська, лаванда вузьколиста. Облямівкою даної композиції стануть камені в поєднанні з вуличними світильниками.

Таблиця 1

**Рекомендований асортимент інтродукованих трав'янистих рослин  
для кам'янистих садів**

№ п/п	Українська та латинська назва рослини	Ареал поширення у природі
1	Гейхера волосиста <i>Heuchera villosa</i>	США
2	Герань Великокореневищна <i>Geranium macrorrhizum</i>	Південна Європа
3	Костриця сиза <i>Festuca glauca</i>	Центральна Європа, Кавказ, Україна
4	Манжетка м'яка <i>Alchemilla mollis</i>	Західна Азія, Східна Європа
5	Очиток білий <i>Sedum album</i>	Західна Європа, Кавказ, Мала Азія
6	Очиток гібридний <i>Sedum hybridum</i>	Середня Азія
7	Роговик Біберштейна <i>Cerastium biebersteinii</i>	Крим, Україна
8	Флокс шилоподібний <i>Phlox subulata</i>	Північна Америка
9	Бархатці розлогі <i>Tagetes erecta</i>	Америка
10	Ешшольція Каліфорнійська <i>Eschscholzia californica</i>	Північна Америка
11	Лантана шиповата 'Fabiola' <i>Lantana camara</i> 'Fabiola'	Центральна та Південна Америка
12	Чорнушка посівна <i>Nigella sativa</i>	Південна Європа і Північна Америка
13	Крокус весняний <i>Crocus vernus</i>	Мала Азія, Кавказ, Балкани
14	Нарцис вузьколистий <i>Narcissus angustifolius</i>	Українські Карпати
15	Тюльпан карликовий <i>Tulipa humilis</i>	Кавказ, Південно-Західна Азія

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Таблиця 2

**Рекомендований асортимент рослин для кам'янистих садів**

№ п/п	Інтродуковані чи дикоростучі види рослин	Українська та латинська назва рослини	Ареал поширення у природі
1	Інтродуковані дерев'яні рослини	Кизильник Горизонтальний ( <i>Cotoneaster Horizontalis</i> )	Китай
2		Спірея японська 'ЛітлПрінцес' ( <i>Spiraea japonica</i> 'LittlePrincess')	Японія, Китай, Корея
3	Дикоростучі рослини	Перстач білий ( <i>Potentilla alba</i> )	Лісостеп та Полісся України
4		Очиток звичайний ( <i>Sedum telephium</i> )	Лісостеп, Полісся, Степ України
5		Підсніжник білосніжний ( <i>Galanthus nivalis</i> )	Правобережний Лісостеп, Передкарпаття, Карпати

Джерело: сформовано на основі власних досліджень



*Рис. 2. Проект альпінарію*

1 – Кизильник горизонтальний; 2 – Очиток звичайний; 3 – Костриця сиза; 4 – Сосна Веймутова; 5 – Драцена; 6 – Сосна гірська; 7 – Ялина колюча; 8 – Ялівець звичайний; 9 – Туя Смарагд; 10 – Спірея японська; 11 – Лаванда вузьколиста

Ще один проєкт кам'янистого саду називається рокарій. Як вже зазначали раніше у статті рокарії різняться за формою і розміром каменів та асортиментом рослин, що використовують для озеленення (рис. 3).



*Рис. 3. Проект рокарію*

1 – Міскантус китайський; 2 – Тюльпани гібридні; 3 – Форзиція; 4 – Нарцис вузьколистий; 5 – Гортензія широколиста; 6 – Хоста хвиляста; 7 – Крокуси весняні; 8 – Іриси сибірські



Догляд за кам'янистим садом з однієї сторони дуже простий і передбачає регулярне видалення зів'ялого суцвіття, рихлення ґрунту навколо рослин і в той же час важливим є контроль за відсутністю на рослинах хвороб та шкідників.

Важливим є регулярне видалення бур'янів. Ця міра дозволить забезпечити рослини кам'янистого саду від небажаного сусідства з бур'янами. Переважна більшість видів рослин кам'янистого саду є невибагливими та невимогливими до підживлення, тому незначна доза компосту піде рослинам на користь. Рослини кам'янистого саду в зимовий період треба берегти від вимерзання та висушування, замульчовуючи ґрунт навколо рослин до настання стійких холодів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Кам'яністі сади, кам'яністі гірки, кам'яністі рабатки та рокарії є особливими видами квітників і оригінальними прийомами садово-паркового дизайну. Кам'яністі сади – це складні рослинні комплекси, що складаються з деревних, квіткових рослин, моху, трав, лишайників. Вони дозволяють імітувати гірський ландшафт та виглядати як природний вихід на поверхню гірських порід. Рокарії та альпінарії варто розташовувати далі від об'єктів правильної, регулярної геометричної форми. Для прикладу рівні клумби, грядки квітника, прямі садові доріжки, водойми геометрично правильної форми не підходять для композиції у поєднанні з кам'янистими садами. Проте, якщо в сад з каменів включити природнього стилю водойму обрамлену камінням, то це буде виглядати досить привабливо і гармоніювати із загальною ідеєю ландшафту. Адже мистецтво створення кам'янистих садів полягає саме у формуванні живописного, єдиного і гармонійного комплексу живої (рослини) і неживої (камені, уламки скель, плити, вода) природи.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Крижанівська Н.Я. Основи ландшафтного дизайну. Київ: Ліра К, 2015. 218 с.
2. Кохно М.А., Кузнецов С.І. Методичні рекомендації щодо добору дерев та кущів для інтродукції в Україні. К., 2005. 48 с.
3. Кучерявий В. П. Ландшафтна архітектура : підручник. Львів : Новий Світ-2000, 2017. 521 с.
4. Монарх В.В., Костенюк В.В., Королишина А.В. Перспективність створення об'єктів декоративного значення на базі ботанічного саду «Поділля» *Науковий вісник НЛТУ*, 2019. № 9. С. 42-45.
5. Кам'яністі сади: альпінарії, рокарії, альпійська гірка. *Розділи озеленення*: веб-сайт. URL: [https://greenway.in.ua/services-Камуянисті\\_sadi\\_alpinarii\\_rokarii\\_alpijska\\_girka-36-ua](https://greenway.in.ua/services-Камуянисті_sadi_alpinarii_rokarii_alpijska_girka-36-ua) (дата звернення 10.04.2024).
6. Прокопчук В.М., Монарх В.В. Таксономічна та біолого-екологічна оцінка видів альпійських рослин на кам'янистій гірці Вінницького національного аграрного університету. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2019. № 2. т. 29, С. 73-76.
7. Матусяк М.В. Оцінка зимостійкості видів роду *Magnolia L.* в умовах біотаціонару Вінницького національного аграрного університету. *Вісник ЖНАЕУ. Наукові горизонти*. 2020. № 03 (88). С. 74-80.
8. Mazur, V.A., Pansyryeva, H.V., Mazur, K.V., Monarkh, V.V. Ecological and biological evaluation of varietal resources *Paeonia L.* In Ukraine. *Acta Biologica Sibirica*, 2019. 5 (1), 141-146.
9. Рекреаційне садово-паркове господарство / Дідур І.М., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Циганська О.І. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ. 2020. 321 с.

УДК 504.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.38>

## СУЧАСНИЙ СТАН ПРИРОДО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Нагаєва С.П.** – к.геогр.н.,

доцент кафедри екології та охорони довкілля,  
Одеський державний екологічний університет

**Чайковський Д.В.** – магістр I курсу природоохоронного факультету,

Одеський державний екологічний університет

Черкаська область розташована в центральній лісостеповій частині України, в середній течії річок Дніпра та Південного Бугу. Географічний центр України, що розташований на північній околиці села Мар'янівка Звенигородського (Шполянського) району між містом Шпола і селом Матусів Черкаської області.

Для збереження та відтворення типових та унікальних природних комплексів, біотичного і ландшафтного різноманіття, формування національної екомережі в Черкаській області актуальним є дослідження та оцінка її природно-заповідного фонду з метою створення нових і розширення меж існуючих природоохоронних територій.

В роботі виконана оцінка стану природно-заповідного фонду за 2021 рік – останній перед війною, щоб у подальшому визначити вплив військової агресії РФ на стан довкілля і відповідно на екосистеми ПЗФ Черкаської області.

До основних антропогенних факторів, що негативно впливають на стан ПЗФ регіону відносяться: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел, забруднення річкових вод, побутові та промислові відходи.

Станом на 31.12.2021 природно-заповідний фонд області нараховував 571 територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальною площею 76091,787 га (фактична площа становить 64890,8277 га), з них: 22 – загальнодержавного та 549 – місцевого значення. Показник заповідності становив 3,1%.

До природно-заповідного фонду області входять об'єкти наступних категорій: Канівський природний заповідник, національні природні парки «Білоозерський» та «Нижньосулзьський», дендрологічний парк «Софіївка», Черкаський зоологічний парк, регіональний ландшафтний парк «Трахтемирів», 244 заказників, 203 пам'яток природи, 66 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, 52 заповідні урочища.

В роботі розраховано індекс інсуляризованості (розчленованості) (I). Встановлено, що ступінь розчленованості (інсуляризованості) природно-заповідних територій (I) дорівнює 0.38. Таким чином, стійкі природні об'єкти і комплекси Черкаської області відіграють значну роль в загальній площі природно-заповідних територій. Доля дрібних ділянок, що не мають екологічної стабільності і відіграють малу роль у збереженні генофонду – незначна.

За показником заповідності та наявністю історико-культурних об'єктів, пам'яток архітектури на території адміністративних районів Черкаської області виділено 5 груп: найбільший відсоток заповідності мають Канівський, Золотоніський та Чорнобаївський райони (12,5%, 11,3%, 5,2% відповідно), а найменший – Кам'янський, Уманський та Шполянський райони (0,1%, 0,1% та 0,3% відповідно). Найбільша кількість пам'яток архітектури в Корсунь-Шевченківському та Кам'янському районах. Внаслідок військової агресії з 2022 року постраждало біорізноманіття Черкаської області: руйнування інфраструктури (пошкоджені або зруйновані дороги, мости, будівлі та споруди на території природоохоронних територій); знищені або пошкоджені рослини та тварини, які є рідкісними або зникаючими видами; вибухи та пожежи привели до забруднення повітря, води та ґрунту. Найбільш постраждали: Канівський національний природний парк, Національний природний парк «Гористе Поділля», Канівські гори.

Для відновлення біорізноманіття Черкаської області необхідно проведення постійного моніторингу за станом екосистем об'єктів природно-заповідного фонду та відповідне фінансування.

**Ключові слова:** природно-заповідний фонд, екосистема, антропогенний вплив, показник заповідності, індекс інсуляризованості.

**Nahaieva S.P., Chaikovskiy D.V. The current state of the nature-reserve fund Cherkask region**

Cherkasy region is located in the central forest-steppe part of Ukraine, in the middle reaches of the Dnipro and Southern Bug rivers. The geographical center of Ukraine, located on the northern outskirts of the village of Maryanivka, Zvenigorod (Shpolyansk) district, between the city of Shpola and the village of Matusiv, Cherkasy region.

For the preservation and reproduction of typical and unique natural complexes, biotic and landscape diversity, the formation of a national eco-network in the Cherkasy region, research and assessment of its nature reserve fund with the aim of creating new and expanding the boundaries of existing nature conservation areas is relevant.

The work assesses the state of the nature reserve fund for 2021 – the last year before the war, in order to further determine the impact of the Russian military aggression on the state of the environment and, accordingly, on the ecosystems of the PZF of the Cherkasy region.

The main anthropogenic factors that negatively affect the state of the PZF of the region include: emissions of pollutants into the atmospheric air from stationary and mobile sources, pollution of river waters, household and industrial waste.

As of December 31, 2021, the nature reserve fund of the region counted 571 territories and objects of the nature reserve fund with a total area of 76,091.787 hectares (the actual area is 64,890.8277 hectares), of which: 22 are of national importance and 549 are of local importance. The conservation rate was 3.1%.

The natural reserve fund of the region includes objects of the following categories: Kaniv nature reserve, national nature parks «Bilozersky» and «Nizhnyosulsky», dendrological park «Sopiiivka», Cherkasy zoological park, regional landscape park «Trachtemiriv», 244 reserves, 203 monuments yatkok of nature, 66 parks-monuments of horticultural art, 52 protected tracts.

In the work, the index of insularity (dismemberment) (I) was calculated. It was established that the degree of fragmentation (insularity) of nature-reserved territories (I) is equal to 0.38. Thus, sustainable natural objects and complexes of the Cherkasy region play a significant role in the total area of nature-protected territories. The fate of small areas that do not have ecological stability and play a small role in preserving the gene pool is insignificant.

According to the indicator of preservation and the presence of historical and cultural objects, architectural monuments on the territory of the administrative districts of Cherkasy region, 5 groups are distinguished: Kanivskiy, Zolotoniskiy and Chornobayivskiy districts have the highest percentage of preservation (12.5%, 11.3%, 5.2%, respectively), and the smallest – Kamiansky, Umansky and Shpolyansky districts (0.1%, 0.1% and 0.3%, respectively). The largest number of architectural monuments is in the Korsun-Shevchenkivskiy and Kamiansky districts.

As a result of military aggression from 2022, the biodiversity of the Cherkasy region suffered: destruction of infrastructure (damaged or destroyed roads, bridges, buildings and structures on the territory of nature conservation areas); destroyed or damaged plants and animals that are rare or endangered species; explosions and fires led to air, water and soil pollution. The most affected: Kaniv National Nature Park, Horiste Podillya National Nature Park, Kaniv Mountains.

In order to restore the biodiversity of the Cherkasy region, it is necessary to carry out constant monitoring of the state of the ecosystems of the objects of the nature reserve fund and appropriate funding.

**Key words:** nature reserve fund, ecosystem, anthropogenic impact, reserve index, insularity index.

Черкаська область як регіон Середнього Придніпров'я розташована в центральній частині України у межах південно-західної частини Східно-європейської рівнини – в басейнах річок Дніпра та Південного Бугу. Область лежить у лісостеповій зоні, досягаючи на півдні степової зони. Більша частина території – 4/5 знаходиться на правобережжі в межах Придніпровської височини і решта – 1/5 – на лівобережжі, на Придніпровській низовині.

Для збереження та відтворення типових та унікальних природних комплексів, біотичного і ландшафтного різноманіття, формування національної екомережі в Черкаській області актуальним є дослідження та оцінка її природно-заповідного фонду з метою створення нових і розширенню меж існуючих природоохоронних територій.

В роботі виконана оцінка стану природно-заповідного фонду (ПЗФ) за 2021 рік – останній перед війною, щоб у подальшому визначити вплив військової агресії РФ на стан довкілля і відповідно на природоохоронні екосистеми Черкаської області.

До основних антропогенних факторів, що негативно впливають на стан ПЗФ регіону відносяться: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел, забруднення річкових вод, побутові та промислові відходи.

За даними Головного управління статистики у Черкаській області в 2021 році [1] викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря складала – 47,651 тис. т: від стаціонарних джерел становили – 67% та від пересувних джерел – 33%.

Найбільше забруднення атмосферного повітря спостерігалось у Черкаському районі – 32,727 тис. т. У Золотоніському – 6,278 тис. т, Уманському – 5,294 тис. т, Звенигородському – 3,352 тис. т.

Черкаська область багата на рекреаційні водні ресурси, по її території протікає 1110 річок, найбільша з них р. Дніпро (в межах області – 150 км), 7 середніх річок: Рось, Тясмин, Гнилий Тікич, Гірський Тікич, Супій, Ятрань, Велика Вись, малі річки, струмки, ставки.

У 2021 році в поверхневій водні об'єкти області скинуто 81,6 млн м<sup>3</sup> зворотних (стічних) вод, що на 6,4 млн м<sup>3</sup> (8,5%) більше в порівнянні з 2020 роком (75,2 млн м<sup>3</sup>) [1].

За статистичними даними у 2021 р. обсяг утворення відходів I класу небезпеки склав 0,193 тис. т; II класу небезпеки – 0,292 тис. т; III класу небезпеки – 0,762 тис. т; IV класу небезпеки – 1212,092 тис. т [1].

Основними утворювачами відходів у 2021 році були підприємства сільського господарства та пов'язаних з ним послуг, відходи яких становили 83,0% від загальних обсягів утворених відходів в області. Із загального обсягу утворених відходів найбільшу кількість склали тваринні екскременти та послід пташиний, що становить 992,292 тис. т (81,8%).

Станом на 31.12.2021 природно-заповідний фонд області нараховував 571 територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальною площею 76091,787 га (фактична площа становить 64890,8277 га), з них: 22 – загальнодержавного та 549 – місцевого значення [1]. Показник заповідності становив 3,1%.

До природно-заповідного фонду області входять об'єкти наступних категорій: Канівський природний заповідник (8657,2 га), частково національні природні парки «Білоозерський» (3356,22 га) та «Нижньосузьський» (7871,0083 га), дендрологічний парк «Софіївка» (179,18 га), Черкаський зоологічний парк (4,37 га), регіональний ландшафтний парк «Трахтемирів» (5562,5 га), 244 заказників (43407,299 га), 203 пам'яток природи (1891,2376), 66 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва (1430,8021 га), 52 заповідні урочища (3731,97 га).

В роботі розраховано індекс інсуляризованості (розчленованості) (I), запропонований Ю.М. Грищенко [2] за формулою :

$$I = (S_1/S + N_1/N)/2, \quad (1)$$

де  $S_1$  – площа відносно нестійких природно-заповідних територій (з площею менше 50 га);

$S$  – загальна площа природно-заповідного фонду певної території;

$N_1$  – кількість нестійких природно-заповідних територій;

$N$  – загальна кількість природно-заповідних об'єктів в даному регіоні.

В результаті виконаних досліджень встановлено, що ступінь розчленованості (інсуляризованості) природно-заповідних територій (I)дорівнює 0.38. Таким чином, стійкі природні об'єкти і комплекси Черкаської області відіграють значну роль в загальній площі природно-заповідних територій. Доля дрібних ділянок, що не мають екологічної стабільності і відіграють малу роль у збереженні генофонду – незначна.

За показником заповідності та наявністю історико-культурних об'єктів, пам'яток архітектури на території адміністративних районів Черкаської області О.О. Бейдик запропонував наступні групи [3]:

Таблиця 1

**Групування районів за показником природно-заповідного фонду та наявністю історико-культурних об'єктів, пам'яток архітектури**

групи	ПЗФ,%	кількість
I	15,0–10,0	70–60
II	9,9–6,0	59–50
III	5,9–2,0	49–40
IV	1,9–1,0	39–30
V	менше 0,9	менше 30

В таблиці 2 наведено результати групування районів за показником природно-заповідного фонду та наявністю історико-культурних об'єктів, пам'яток архітектури по адміністративним районам та містам Черкаської області.

Таблиця 2

**Групування районів за показником природно-заповідного фонду та наявністю історико-культурних об'єктів, пам'яток архітектури Черкаської області**

Група (ПЗФ,%)	Адміністративний район	Група, кількість	Адміністративний район
I	Канівський, Золотоніський	I	Канівський, Корсунь-Шевченківський, Чигиринський, Кам'янський, м. Умань, Канів
II	Черкаський, Корсунь-Шевченківський, Чернобаївський; м. Умань	II	Звенигородський, Чернобаївський, Черкаський, Манківський; м. Черкаси
III	м. Золотоноша, Сміла, Черкаси; Жашківський, Смілянський, Манківський	III	Уманський, Золотоніський, Тальнівський, м. Золотоноша, Сміла
IV	Городищенський, Тальнівський, Звенигородський, Чигиринський, Монастирищенський; Канів	IV	Смілянський, Лисянський, городищенський, Монастирищенський, Жашківський
V	м. Ватутіне, Кам'янський, Уманський, Катеринопільський, Шполянський, Христинівський, Лисянський, Драбівський	V	Катеринопільський, Шполянський, Драбівський, Христинівський, м. Ватутіне

Найбільший відсоток заповідності мають Канівський, Золотоніський та Чернобаївський райони (12,5%, 11,3%, 5,2% відповідно), а найменший – Кам'янський, Уманський та Шполянський райони (0,1%, 0,1% та 0,3% відповідно). Найбільша кількість пам'яток архітектури в Корсунь-Шевченківському та Кам'янському районах.

Канівський, Корсунь-Шевченківський, Золотоніський та Чернобаївський райони мають багаті природні ресурси, високі показники заповідності та значну кількість історичних пам'яток культурної спадщини Середнього Придніпров'я. Вони є найбільш сприятливими для розвитку еколого-туристичної діяльності.

Для подальшого збільшення площі територій та об'єктів природно-заповідного фонду області відповідно до ст. 51–53 Закону України «Про природно-заповідний фонд України» планувалось розширення заповідних об'єктів загальнодержавного значення:

- орнітологічного заказника «Липівський» на території Золотоніського району з 4500 га до 4631,70 га (на 131,7 га);
- ландшафтного заказника «Тарасів обрій» на території Канівського району з 405 га до 716 га (на 311 га) (Проект Указу Президента погоджено листом облдержадміністрації від 13. 06. 2014 № 01/01-29/3329);
- комплексної пам'ятки природи «Холодний Яр» на території Чигиринського району з 553 га до 1039 га (на 486 га) (Проект Указу Президента погоджено листом облдержадміністрації від 13. 06. 2014 № 01/01-29/3329).

Внаслідок військової агресії РФ з 2022 року постраждали природноохоронні території Черкаської області:

- Руйнування інфраструктури. Внаслідок обстрілів та бомбардувань були пошкоджені або зруйновані дороги, мости, будівлі та споруди на території природоохоронних територій. Це ускладнило або неможливило доступ до цих територій для проведення заходів з охорони природи.
- Втрата біорізноманіття. Внаслідок бойових дій були знищені або пошкоджені величезна кількість особин різних видів фауни та флори які є рідкісними або зникаючими видами. Це призвело до порушення природних екосистем.
- Забруднення навколишнього середовища. Внаслідок вибухів та пожеж було забруднене повітря, вода та ґрунт. забруднення атмосферного повітря сполуками сірки, азоту, незгорілими вуглеводнями, накопиченими у біомасі важкими металами тощо, а також викиди великих обсягів двоокису вуглецю (CO<sub>2</sub>).

Це негативно вплинуло на стан навколишнього середовища та здоров'я людей. Найбільші збитки отримали такі об'єкти природно-заповідного фонду Черкаської області:

- Канівський національний природний парк. На території парку було пошкоджено або зруйновано 120 км доріг, 2 мости, 25 будівель та споруд. Також було знищено або пошкоджено понад 1000 гектарів лісів та степів.
- Національний природний парк «Гористе Поділля». На території парку було пошкоджено або зруйновано 50 км доріг, 1 міст, 10 будівель та споруд. Також було знищено або пошкоджено понад 500 гектарів лісів та степів.
- Канівські гори. На території гір було пошкоджено або зруйновано 30 км доріг, 1 міст, 5 будівель та споруд. Також було знищено або пошкоджено понад 200 гектарів лісів та степів.

Для розрахунку шкоди заподіяної природно-заповідним територіям Черкаської області внаслідок військової агресії РФ та відновлення біорізноманіття необхідно проведення постійного моніторингу за станом екосистем об'єктів природно-заповідного фонду та відповідне фінансування.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2021 році. Державне управління екології та природних ресурсів в Черкаській області. Черкаси, 2022. 233 с.
2. Грищенко Ю. М. Основи заповідної справи: навчальний посібник. Рівне : РДТУ, 2001. 241 с.
3. Бейдик О. О. Рекреаційно-туристичні ресурси України: Методологія та методика аналізу, термінологія, районування: монографія. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2001. 395 с.

УДК 633.9:820.952

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.39>**ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ**

**Недільська У.І.** – к.с.-г.н., доцент,  
завідувач кафедри екології і загальнобіологічних дисциплін,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

*У роботі встановлено закономірності умов росту, розвитку та формування площі листової поверхні рослин картоплі за рахунок застосування біостимуляторів в умовах Лісостепу західного на Поділлі. Картопля це одна з найпоширеніших культур у світі, і вона має оригінальні еколого-біологічні особливості, вона може рости в різних кліматичних умовах. Наявність достатньої кількості вологи у ґрунті на період садіння виступає основним агроекологічним аспектом. Така особливість культури обумовлена підвищеною потребою до вологи.*

*Розвиток картоплі залежить від тривалості дня і ночі. Це може впливати на формування площі листової поверхні, що і потребує застосування біостимуляторів у вирощуванні картоплі. Вони є засобом, що активує фізіологічні процеси у рослині, збільшуючи її стійкість до стресових умов, підвищуючи урожайність та якість продукції. У статті проаналізовано різноманітні біостимулятори, а також їхні впливи на фізіологічні процеси у картоплі та формування площі листової поверхні. Досліджено оптимальні методи застосування біостимуляторів під час росту і розвитку картоплі. Висвітлено результати наукових досліджень та практичний досвід з використання біостимуляторів у картоплярстві.*

*Встановлено, що наростання листової поверхні у період цвітіння картоплі в обсязі 26,7 тис. м<sup>2</sup>/га відбулось в результаті застосування Вуксал МакроМікс. Інтенсивність наростання листової маси впливала на проходження процесу фотосинтезу. В сорті Околиця спостерігалось збільшення формування листової площі у розмірі 34,1 тис. м<sup>2</sup>/га, що свідчить про сортові особливості культури. Тоді як на контролі у сорту Щедрик всього – 20,0 тис. м<sup>2</sup>/га. Ці еколого-біологічні аспекти сприяли картоплі рости і розвиватися, а також визначають її важливість як харчової культури в світі. Висновки статті можуть бути корисними для сільськогосподарських підприємств та фермерів, що займаються вирощуванням картоплі, які шукають ефективніші методи підвищення врожайності та якості продукції.*

**Ключові слова:** картопля, ріст, розвиток, біостимулятори, площа листків.

**Nediliska U.I. Ecological and biological aspects of potato growing**

*The work established the regularities of the conditions of growth, development and formation of the leaf surface area of potato plants due to the use of biostimulants in the conditions of the Western Forest Steppe in Podilsk. Potato is one of the most common crops in the world, and it has interesting original ecological and biological features, it can grow in different climatic conditions. The presence of a sufficient amount of moisture in the soil during the planting period is the main agroecological aspect. This feature of the culture is due to the increased need for moisture.*

*The development of potatoes depends on the length of day and night. This can affect the formation of the leaf surface area, which requires the use of biostimulants in potato cultivation. They are a means that activates physiological processes in the plant, increasing its resistance to stressful conditions, increasing yield and product quality. The article analyzes various biostimulants, as well as their effects on physiological processes in potatoes and the formation of the leaf surface area. Optimal methods of using biostimulants during the growth and development of potatoes have been studied. The results of scientific research and practical experience with the use of biostimulants in potato growing are highlighted.*

*It was established that the growth of the leaf surface during the flowering period of potatoes in the amount of 26,7 thousand m<sup>2</sup>/ha occurred as a result of the use of Vuksal MacroMix. The intensity of the growth of the leaf mass affected the process of photosynthesis. In the Okolitsia variety, an increase in the formation of leaf area was observed in the amount of 34,1 thousand m<sup>2</sup>/ha, which indicates the varietal characteristics of the culture. Whereas in the control in the Okolitsia variety, only – 20,0 thousand m<sup>2</sup>/ha. These ecological and biological aspects helped the potato to grow and develop, and also determine its importance as a food crop in the world. The conclusions of the article may be useful for agricultural enterprises and potato farmers who are looking for more effective methods of increasing yield and product quality.*

**Key words:** potato, growth, development, biostimulants, leaf area.

**Постановка проблеми.** На сьогодні картопля є основною продовольчою, кормовою і технічною культурою. В перспективі виробництво картоплі слід проводити на базі інноваційного розвитку галузі, не тільки шляхом прямого збільшення капіталовкладень на одиницю посівної площі, а й із застосуванням науково обґрунтованих систем сівозмін з урахуванням регіональних особливостей, добрив, гербіцидів, вчасної сортозаміни та сортооновлення [1].

За наявності в Україні достатньої кількості високопродуктивних, адаптованих до певних ґрунтово-кліматичних умов конкурентоспроможних сортів, та швидкого впровадження розроблених наукою і підтриманих практикою заходів з насінництва й технології вирощування, є реальні можливості підвищення урожайності. Високий рівень адаптивності вітчизняних сортів, що поєднують високу продуктивність зі стійкістю проти біотичних та абіотичних чинників середовища, забезпечує ведення рентабельного картоплярства в напрямі його біологізації й екологізації [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Процес росту і розвитку картоплі та формування врожаю це реалізація спадкової інформації у взаємодії з постійно мінливими факторами навколишнього середовища за рахунок якого розвивається рослинний організм. Відмінності картоплі щодо продуктивності визначаються особливостями бульбоутворення, розмірами та тривалістю активності асиміляційної поверхні листків, продуктивності фотосинтезу, скоростиглістю, швидкістю росту та розвитку вегетативної маси рослин [3; 4; 5].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** В наш час широко використовують біостимулятори росту. Вони сприятливо впливають на навколишнє середовище та якість продукції, значно зменшують використання пестицидів, зменшується фітотоксична дія протруйників, поліпшуються фізико-хімічні й біологічні властивості ґрунту. При застосуванні регуляторів росту потрібно враховувати вплив на навколишнє середовище [6].



Порівняно з іншими культурами картопля більш вимоглива до наявності поживних речовин, у зв'язку з чим вона потребує застосування значної кількості добрив. Вирішенням цього питання є використання нових сучасних органо-мінеральних добрив, які містять не тільки основні елементи живлення, а й цілий арсенал мікроелементів (мідь, молібден, марганець, цинк, бор, селен, кремній та ін.). Застосування їх найбільш ефективно в оптимальних умовах для процесів, які вони регулюють [7].

**Постановка завдання.** Мета досліджень полягала у вивченні формування фотосинтетичного апарату рослин картоплі за сортами залежно від застосування біостимуляторів під час росту і розвитку рослин. Для досягнення поставленої мети слід дослідити вплив Вуксал Аміоплант – 0,5 л/га, Вуксал Біо Віта – 1 л/га, Вуксал МакроМікс – 3 л/га в технології вирощування на площу листової поверхні у насадженнях сортів Щедрик і Околиця.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Будь-який технологічний прийом повинен бути направлений перш за все на покращення умов фотосинтезу, який і визначає урожай картоплі. Його показниками є розмір асиміляційної поверхні листків, вмісту в них фотоактивних пігментів, особливо хлорофілу і фотосинтетичний потенціал рослин.

Продуктивність картоплі значною мірою залежить від проходження фотосинтезу рослин. До фотосинтезу здатні тільки зелені частини рослини. Найголовніша з них – листок. Завдяки росту і розвитку рослини картоплі розвиваються формуючи при цьому певну кількість листків, тим самим забезпечувати значну фотосинтетичну поверхню. Ця поверхня значно більша, ніж та площа ґрунту, що займають рослини. Оптимізація листової поверхні для будь-якого посіву є важливим способом керування врожаєм. Листок є плоским органом, добре пристосований до вловлювання сонячного світла. Основну функцію зі здійснення фотосинтезу виконують стовпчастий і губчастий мезофіл.

В процесі фотосинтезу створюється близько 95% загальної біомаси рослин. Тому зміни сухої маси можуть досить об'єктивно відображати їх асиміляційну діяльність. Саме цей показник лежить в основі визначення чистої продуктивності фотосинтезу.

Фотосинтез і його продуктивність залежать від розміру і активної діяльності листового апарату. На думку А.М. і Д.М. Гродзінських середній розмір листової поверхні одного куща картоплі складає 50–60 дм<sup>2</sup>, а площа листя на 1м<sup>2</sup> ґрунту сягає 2,5–3,0 м<sup>2</sup>. Проте ці показники залежать від багатьох факторів і можуть коливатись у досить широкому діапазоні.

Дослідження показують, що площа листової поверхні картоплі збільшувалася залежно від застосування біостимуляторів Вуксал.

На основі аналізу результатів досліджень даного показника, що представлені у таблиці, можна зробити наступний аналіз за фазами розвитку рослин, а також за двома досліджуваними сортами. Згідно схеми досліду показники листової поверхні змінювалися, а в окремих випадках значно збільшувалися. Із фізіологічного розвитку картоплі найменшими показниками відзначені у фазі сходів. Згодом листовою поверхню картоплі набирала інших більших значень і найвищими результатами характеризуються рослини у фазі цвітіння, а пізніше до усихання вегетативної маси також зменшуються. Відповідно до застосування біостимуляторів листовою поверхню збільшувалася, що можна оцінити із представлених результатів досліджень.

Таблиця 1

**Розвиток листової поверхні від застосування біостимуляторів, тис. м<sup>2</sup>/га  
(середнє 2020–2022 рр.)**

Варіанти дослідів	Площа листків, тис. м <sup>2</sup> /га			
	сходи (ВВСН-10)	бутонізація (ВВСН-51-59)	цвітіння (ВВСН-60-69)	«зелена ягода» (ВВСН-70-79)
Щедрик				
Без застосування (контроль)	6,5	13,6	20,0	20,5
Вуксал Аміноплант – 0,5 л/га	7,6	15,7	23,7	21,2
Вуксал Біо Віта – 1 л/га	8,8	18,1	25,7	23,0
Вуксал МакроМікс – 3 л/га	10,1	19,9	26,7	27,1
Околиця				
Без застосування (контроль)	8,7	15,2	25,0	18,2
Вуксал Аміноплант- 0,5 л/га	9,8	17,9	29,1	22,5
Вуксал Біо Віта – 1 л/га	11,0	20,4	30,7	24,9
Вуксал МакроМікс – 3 л/га	11,4	22,8	34,1	27,7

У сорту Щедрик на контролі, тобто без застосування біостимуляторів площа листової поверхні становила 6,5 тис. м<sup>2</sup>/га, а при використанні Вуксал Аміноплант збільшилася на 1,1 тис. м<sup>2</sup>/га, що в цілому складала 7,6 тис. м<sup>2</sup>/га. Дещо по-іншому даний показник можна охарактеризувати на варіанті застосування Вуксал Біо Віта – 1 л/га, що становив більше як від контролю на 2,3 тис. м<sup>2</sup>/га, а в цілому становить 8,8 тис. м<sup>2</sup>/га, так і від попередньо проаналізованого варіанту на 1,2 тис. м<sup>2</sup>/га більше. Найвищим результатом оцінюваного показника проаналізовано на варіанті застосування Вуксал МакроМікс – 3 л/га, що складає 10,1 тис. м<sup>2</sup>/га, що від контролю більше на 3,6 тис. м<sup>2</sup>/га, а також більше і від попередніх проаналізованих показників.

У фазі бутонізації площа листової поверхні дещо збільшилася, що можна відмітити на варіанті контролі становила 13,6 тис. м<sup>2</sup>/га. Далше при використанні Вуксал показників аналогічно попередньому змінювався, але набував іншого аналізу. При застосуванні Вуксал Аміноплант – 1 л/га він складав 15,7 тис. м<sup>2</sup>/га, також дещо збільшився на варіанті використання Вуксал Біо Віта, що становить 18,1 тис. м<sup>2</sup>/га більше від контролю на 4,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Максимальним значенням листової поверхні картоплі відзначений варіант застосування біостимулятора Вуксал МакроМікс – 3 л/га, що складає 19,9 тис. м<sup>2</sup>/га, де більше від контролю на 6,3 тис. м<sup>2</sup>/га.

Під час цвітіння картоплі листова поверхня була найвищою, але змінною за варіантами. На контролі вона складала всього 20,0 тис. м<sup>2</sup>/га. Згодом при застосуванні мікродобрива Вуксал у різних схемах його використання призвело до збільшення самого показника, а саме при застосуванні Вуксал Аміноплант 0,5 л/га листова поверхня становила 23,7 тис. м<sup>2</sup>/га, дещо збільшена була на варіанті при застосуванні біостимулятора Вуксал Біо Віта 1 л/га у фазі бутонізації – 25,7 тис. м<sup>2</sup>/га. Найвищою площею листової поверхні відмічений варіант застосування як біостимулятор Вуксал МакроМікс, а саме 26,7 тис. м<sup>2</sup>/га, де на 6,7 тис. м<sup>2</sup>/га більше від контролю.

На кінцевих етапах розвитку картоплі, а саме під час дозрівання рослин площа листової поверхні у проаналізованого сорту Щедрик на варіанті без використання біостимулятора становила 20,5 тис. м<sup>2</sup>/га. На інших варіантах вона дещо збільшувалася, що свідчать представлені результати досліджень на варіанті при застосуванні біостимуляторами Вуксал Аміноплант складала 21,2 тис. м<sup>2</sup>/га, Вуксал Біо Віта – 23,0 тис. м<sup>2</sup>/га і при застосуванні Вуксал МакроМікс – 27,1 тис. м<sup>2</sup>/га. На даному варіанті площа листової поверхні виявилася найбільшою навіть при порівнянні із даним показником у фазі цвітіння.

За характеристикою сорту картоплі Околиця і листової поверхні порівняно із сортом Щедрик можна проаналізувати дещо вищі показники, навіть на варіанті контролю. Саме таку тенденцію можна пояснити завдяки сортовому потенціалу даного сорту і самого габітуса куща. Площа листової поверхні рослин картоплі у фазі сходів без застосування біостимулятора Вуксал складала 8,7 тис. м<sup>2</sup>/га. Далше при застосуванні біостимуляторів Вуксал вона збільшувалася на всіх варіантах, а саме при використанні Вуксал Аміноплант становила листова поверхня 9,8 тис. м<sup>2</sup>/га, на варіанті застосування Вуксал Біо Віта – 1 л/га складала 11,0 тис. м<sup>2</sup>/га і найвищим показником відзначений варіант застосування Вуксал МакроМікс – 3 л/га, що становив 11,4, що свідчить більше від контролю на 2,7 тис. м<sup>2</sup>/га.

Листова поверхня у фазі бутонізації характеризується більшими показниками порівняно як у фазі сходів. На варіанті без застосування біостимулятора листкова поверхня становила 15,2 тис. м<sup>2</sup>/га. На варіанті застосування Вуксал Аміноплант – 0,5 л/га листова поверхня складала 17,9 тис. м<sup>2</sup>/га, а на варіанті застосування Вуксал Біо – 1 л/га листова поверхня картоплі становила 20,4 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 5,2 тис. м<sup>2</sup>/га більше від контролю. За підживлення Вуксал МакроМікс – 3 л/га листова поверхня рослин картоплі складала 22,8 тис. м<sup>2</sup>/га, що при аналізі всіх варіантів виявилася найбільшою, а від контролю на 7,6 тис. м<sup>2</sup>/га вище.

Проаналізований показник за фазами оцінювання листової поверхні у фазі цвітіння виявився найвищим у порівнянні з іншими фазами, саме це свідчить про найбільше накопичення продуктивності рослин. Листова поверхня на контролі без застосування біостимуляторів складала 25,0 тис. м<sup>2</sup>/га. На варіанті застосування біостимулятора Вуксал Аміноплант 0,5 л/га листова поверхня підрахована 29,1 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 4,1 тис. м<sup>2</sup>/га більше від контролю. Згодом спостерігалось збільшення показника, що відмічено на застосуванні біостимулятора Вуксал Біо- 1 л/га – 30,7 тис. м<sup>2</sup>/га. Найвищим значенням листової поверхні (34,1 тис. м<sup>2</sup>/га) характеризуються рослини при вивченні варіанту застосування Вуксал МакроМікс – 3 л/га.

В період «зеленої ягоди» рослин площа листової поверхні дещо зменшилася порівняно із аналізуванням даного показника у фазі цвітіння, що свідчить про накопичення урожаю бульб картоплі. Листкова поверхня на контролі становила 18,2 тис. м<sup>2</sup>/га. Згодом при застосуванні біостимуляторів значення листової поверхні збільшуються, а саме при застосуванні Вуксал Аміноплант 0,5 л/га – 22,5 тис. м<sup>2</sup>/га, при застосуванні Вуксал Біо – 1 л/га значення показника становило 24,9 тис. м<sup>2</sup>/га. Максимальна листова поверхня у даній фазі спостерігалась при застосуванні біостимулятора Вуксал МакроМікс – 3 л/га, що в цілому складала 27,7 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 9,5 тис. м<sup>2</sup>/га більше від контролю.

**Висновки і пропозиції.** Для умов Лісостепу західного найбільша листова поверхня рослин картоплі залежно від застосування біостимуляторів у позакореневих підживленнях спостерігалась на варіанті обробки Вуксал МакроМікс – 3 л/га. При цьому сорт Околиця в порівнянні із сортом Щедрик характеризується вищим показником листової поверхні завдяки своїм сортовим особливостям.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Агроекологічні основи вирощування картоплі / В.М. Положенець та ін. Київ : Свет. 2008. 196 с.
2. Бондарчук А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні : монографія. Біла Церква, 2010. 400 с.
3. Теслюк П.С. Цікаве картоплярство: наукові статті. Луцьк : Надстир'я, 2009. 292 с.
4. Недільська У.І. Потенціал ранніх сортів картоплі за продуктивністю та її складовими. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2014. № 22. С. 35–38.
5. Недільська У.І. Фотосинтетична продуктивність рослин картоплі залежно від сорту. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2015. № 23. С. 143–149.
6. Ткачук О.О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014 № 3 (114). С. 41–44.
7. Ворона Л. І., Ткачук В. П. Технологія вирощування картоплі на основі засобів біологізації в умовах Полісся. *Посібник українського хлібороба : науково-виробничий щорічник*. Харків : ТОВ «АКАДЕМПРЕС». 2010. 296 с.

УДК 631.41.634.17.54

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.40>**ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЗЕРНІ КУКУРУДЗИ  
ПРИ УМОВІ ВИРОЩУВАННЯ НА ПОЛІССІ УКРАЇНИ****Пацева І.Г.** – д.т.н.,*професор кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»***Герасимчук Л.О.** – к.с.-г.н.,*доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»***Можарівська І.А.** – к.с.-г.н.,*доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

На протязі останніх років забруднення навколишнього природного середовища важкими металами стало одним з пріоритетних загроз для всього живого, включаючи людину, а технічний та економічний прогрес все частіше спричиняють порушення екосистем.

Промисловість активно розвивається, розгалужуються транспортні мережі, розбудовуються житлові комплекси та збільшується кількість транспортних засобів на дорогах, відповідно збільшується кількість автотранспортних комплексів – це все суттєво збільшує ризик зростання вмісту важких металів в системах навколишнього середовища.

Наукові дослідження свідчать, що важкі метали мають здатність накопичуватись на всіх рівнях так званої екологічної піраміди, що поглиблює проблему із забрудненням. Вплив важких металів може мати віддалений ефект: канцерогенний, мутагенний, а також має токсичний вплив на шлунково-кишковий тракт, серцево-судинну та ендокринну систему, репродуктивну систему, підвищує ризик безпліддя як у жінок, так і у чоловіків. Накопичення важких металів в організмі людини, з часом викликає послаблення імунної системи,

та викликає загострення хронічних хвороб. Кожен із важких металів має свої певні особливості, що впливають на організм. Наприклад, отруєння ртуттю викликає ураження в основному нервової системи, нірок, а отруєння кадмієм вражає легені, слизову оболонку носа, шлунково-кишкового тракту.

Проте відмовитись від використання важких металів на даний час практично не можливо, саме тому їх продовжують активно використовувати в більшості сферах промисловості, при цьому займаючи місце глобального забруднювача планети.

Результати лабораторних досліджень свідчать, що найвища концентрація Pb у зерні кукурудзи спостерігались у сортах ДН Славиця (св DN Slavitsa) та сорт Монканто (св Moncanto). Даний показник знаходиться у межах 2,02–3,42 та 1,69–3,12 мг/кг, відповідно. Концентрація Pb у всіх зразках зерна кукурудзи не перевищує показник ГДК -5,0 мг/кг.

Дослідження свідчать про різницю вмісту свинцю за варіантами удобрення. Найвища концентрація токсиканта була відмічена на варіанті з нормою внесення добрив  $N_{90}P_{90}K_{120}$  для сортів Монканто (св Moncanto) та ДН Славиця (св DN Slavitsa). Щодо сорту Адевей (св Adeway), то концентрація Pb не перевищує показник ГДК. Результати лабораторних досліджень свідчать, що на варіантах з внесенням мінеральних добрив свинець у зерні кукурудзи, порівняно з контролем, на 32–49 % вища для сортів Адевей (св Adeway) та ДН Славиця (св DN Slavitsa), та не перевищує ГДК.

**Ключові слова:** система удобрення, свинець, кадмій, мідь, цинк, марганець, екологічна безпека, мінеральні добрива, продуктивність, врожайність, екологія.

#### ***Patseva I.H., Herasymchuk L.O., Mozharivska I.A. Content of heavy metals in maize grain under conditions of cultivation in Polissya of Ukraine***

*In recent years, environmental pollution by heavy metals has become one of the top threats to all living things, including humans, and technological and economic progress is increasingly causing ecosystem disruption.*

*Industry is actively developing, transport networks are expanding, residential complexes are being built, and the number of vehicles on the road is increasing, with a corresponding increase in the number of petrol stations – all of which significantly increases the risk of increasing the content of heavy metals in environmental systems.*

*Scientific studies show that heavy metals have the ability to accumulate at all levels of the so-called ecological pyramid, which exacerbates the problem of pollution. Exposure to heavy metals can have long-term effects: carcinogenic, mutagenic, and toxic to the gastrointestinal tract, cardiovascular and endocrine systems, and reproductive system, and increases the risk of infertility in both women and men. The accumulation of heavy metals in the human body eventually weakens the immune system and causes exacerbation of chronic diseases. Each of the heavy metals has its own specific effects on the body. For example, mercury poisoning causes damage mainly to the nervous system and kidneys, while cadmium poisoning affects the lungs, nasal mucosa, and gastrointestinal tract.*

*However, it is currently virtually impossible to abandon the use of heavy metals, which is why they continue to be actively used in most industries, while being a global pollutant.*

*The results of laboratory studies show that the highest concentration of Pb in maize grain was observed in the varieties DN Slavitsa and Moncanto. This indicator is in the range of 2.02–3.42 and 1.69–3.12 mg/kg, respectively. The concentration of Pb in all samples of maize grain does not exceed the Maximum permissible concentration (TLV- Threshold Limit Value) of 5.0 mg/kg.*

*The research shows a difference in lead content by fertiliser variant. The highest concentration of the toxicant was observed in the variant with the fertiliser rate of  $N_{90}P_{90}K_{120}$  for the varieties Moncanto and DN Slavitsa. As for the variety Adeway, the concentration of Pb does not exceed the TLV. The results of laboratory studies show that in the variants with the introduction of mineral fertilisers, lead in maize grain, compared to the control, is 32–49% higher for the varieties Adeway and DN Slavitsa, and does not exceed the TLV.*

**Key words:** *fertiliser system, lead, cadmium, copper, zinc, manganese, environmental safety, mineral fertilisers, productivity, yield, ecology.*

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Елементи що мають відносну атомну масу від 56 і більше, густину понад 5 г/см<sup>3</sup>, високу токсичність та здатність до біоаккумуляції відносяться до важких металів. Група важких металів

складає понад 40 елементів, надзвичайно небезпечними вважають Pb, Zn, Cu, Mn, Ni, Hg, Cd та Cr. Мікроелементи Zn, Fe, Mn, Mo, Cu та Co також відносять до важких металів за критерієм «відносна атомна маса» [1, с. 117–120; 2, с. 352]. Проте токсична дія цих мікроелементів проявляється лише при перевищенні концентрації у ґрунті та рослинах.

Доведено, що найбільш вразливими до дії важких металів є ріст та розвиток рослин. Матеріалом для проведення дослідження було обрано 3 сорти кукурудзи: сорт Адевей (*cv Adeway*), сорт Монканто (*cv Moncanto*), сорт ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*), оскільки вони відносяться до головних сільськогосподарських культур України [3, с. 27]. Кукурудза відноситься до культур з найбільшим виносом і коефіцієнтом засвоєння мікро- та макро-елементів із ґрунту. Її вважають «індикатором» для визначення вмісту мікроелементів у ґрунті. За недостатньої кількості мікроелементів може призупинитись розвиток рослин [4, с. 123].

Втручання та вплив людства на біосферу досить часто викликає незворотні зміни в ній, призводить до порушення рівноваги потоків речовин та енергії в екосистемах, котрі формуються поступово протягом дуже тривалого періоду [5, с. 57–62].

Внаслідок сільськогосподарської діяльності людей вміст важких металів у ґрунті значно зростає. При високому накопиченні важких металів у ґрунті, рослина поглинає їх набагато більше ніж потребує, що призводить до токсичності для них [6, с. 120–128]. Багаторічні дослідження свідчать, що найбільший вплив важкі метали мають на асиміляційні органи рослин, тобто для листків та молодих пагонів (у листках відбувається інтенсивний газообмін). Найважливішу роль у захисті рослини при надлишку важких металів у ґрунті, виконує коренева система [7, с. 262–266; 8, с. 86–93].

**Методика досліджень.** Дослідження проводились у виробничому досліді у ТОВ «Кароля» Житомирської області, Бердичівського району 2020–2022 рр. Площа облікової ділянки – 200 м<sup>2</sup> (8 м x 25 м). Розташування ділянок – систематичне, в один ярус, повторення експерименту – шестиразове [9, с. 441; 10, с. 91–94].

Вміст в орному шарі: лужногідролізованого азоту – 6,45 мг/100 г, обмінного калію – 6,02 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 17,21 мг/100 г ґрунту, рН – 6,73. Досліджувались три сорти кукурудзи: сорт Адевей, сорт Монканто, сорт ДН Славиця.

Варіанти дослідів: без добрив (контроль), N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>. Мінеральні добрива: калій магnezія – 40,2 %, аміачна селітра – 34,4 %, суперфосфат простий гранульований – 18,4 %.

Вміст важких металів у зерні кукурудзи визначали атомно-абсорбційним методом на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С115-1М згідно ГОСТу 30178-96 [12, с. 173; 13, с. 18].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Результати лабораторних досліджень зерна кукурудзи сорт Адевей (*cv Adeway*), сорт Монканто (*cv Moncanto*), сорт ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) свідчать, що досліджуванні зразки мають незначне перевищення ГДК по вмісту важких металів (табл. 1).

Результати лабораторних досліджень свідчать, що найвища концентрація Pb у зерні кукурудзи спостерігались у сортах ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) та сорт Монканто (*cv Moncanto*). Даний показник знаходиться у межах 2,02–3,42 та 1,69–3,12 мг/кг, відповідно. Концентрація Pb у всіх зразках зерна кукурудзи не перевищує показник ГДК -5,0 мг/кг.

Таблиця 1

## Концентрація важких металів у зерні амаранту

Сорт	Варіант удобрення	Концентрація важких металів, мг/кг			
		Pb	Cd	Cu	Zn
сорт Адевей ( <i>cv Adeway</i> )	контроль	1,79	0,031	6,231	45,34
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	2,35	0,034	7,153	54,25
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	2,54	0,032	7,241	65,34
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	2,98	0,037	7,245	65,89
сорт Монканто ( <i>cv Moncanto</i> )	контроль	1,69	0,034	8,231	44,87
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	2,76	0,045	8,349	45,67
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	2,83	0,047	10,287	46,98
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	3,12	0,047	11,102	48,87
сорт ДН Славиця ( <i>cv DN Slavitsa</i> )	контроль	2,02	0,031	9,352	52,68
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	2,21	0,035	11,561	54,87
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	3,21	0,035	12,236	55,73
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	3,42	0,036	13,278	56,43
ГДК, мг/кг		5,0	0,3	10,0	50,0

Дослідження свідчать про різницю вмісту свинцю за варіантами удобрення. Найвища концентрація токсиканта була відмічена на варіанті з нормою внесення добрив N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> для сортів Монканто (*cv Moncanto*) та ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*). Щодо сорту Адевей (*cv Adeway*), то концентрація Pb не перевищує показник ГДК. Результати лабораторних досліджень свідчать, що на варіантах з внесенням мінеральних добрив свинець у зерні кукурудзи, порівняно з контролем, на 32–49 % вища для сортів Адевей (*cv Adeway*) та ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*), та не перевищує ГДК.

Вміст Zn у зерні кукурудзи варіював від 44,87 мг/кг до 65,89 мг/кг, а найменший вміст цинку спостерігали у зерні кукурудзи сорту Монканто (*cv Moncanto*) (44,87–48,87 мг/кг), тоді як у сорті Адевей (*cv Adeway*) маємо перевищення ГДК – 65,89 мг/кг. При вирощуванні кукурудзи на варіантах з внесенням мінеральних добрив вміст Zn був на 35–51 % вищим відносно контролю.

Що стосується такого важкого металу як Cu, то його концентрація в зерні кукурудзи, при вирощуванні на Поліссі України, мав невисоке перевищення ГДК і становив 6,231–13,278 мг/кг, відповідно.

Найбільша концентрація Cd була у зерні кукурудзи сорту Монканто (*cv Moncanto*) (0,034–0,047 мг/кг), що не перевищувало ГДК. Найнижчі показники кадмію спостерігались у зерні сорту Адевей (*cv Adeway*) та сорту ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*), (0,031–0,037 мг/кг та 0,031–0,036 мг/кг), відповідно.

Перевищення концентрації міді був у зерні кукурудзи сортів Монканто (*cv Moncanto*) та ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*), він варіював в межах 8,231–11,102 мг/кг та 9,352–13,278 мг/кг, відповідно. Найнижчий вміст міді спостерігався у сорту Адевей (*cv Adeway*) – від 6,231 мг/кг до 7,245 мг/кг, що значно нижчий за показник ГДК.

Результати лабораторних досліджень вказують, що при вирощуванні різних сортів кукурудзи на дослідних ділянках із внесенням добрив є помітне перевищення

концентрації важких металів у зерні рослин, відносно ГДК. Так, вміст міді перевищував на 10,5 %, а вміст цинку – на 36,23 % для сорту ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) відповідно. Концентрація Zn в сортах Адевей (*cv Adeway*) та Монканто (*cv Moncanto*) не перевищувала показник ГДК на жодній дослідній ділянці.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Дня наукового дослідження вмісту важких металів у зерні кукурудзи було обрано чотири важких метали: Pb, Cd, Cu та Zn. Результати досліджень концентрації важких металів свідчать, що вони мають перевищення показників ГДК, тому є потенційно небезпечними для здоров'я людини, тварини та навколишнього середовища.

Дослідження свідчать про різницю вмісту свинцю за варіантами удобрення. Найвища концентрація токсиканта була відмічена на варіанті з нормою внесення добрив  $N_{90}P_{90}K_{120}$  для сортів Монканто (*cv Moncanto*) та ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*). Щодо сорту Адевей (*cv Adeway*), то концентрація Pb не перевищує показник ГДК. При вирощуванні кукурудзи на варіантах з внесенням мінеральних добрив вміст Zn був на 35–51 % вищим відносно контролю. Що стосується такого важкого металу як Cu, то його концентрація в зерні кукурудзи, при вирощуванні на Поліссі України, мав невисоке перевищення ГДК і становив 6,231–13,278 мг/кг, відповідно.

Перевищення концентрації міді був у зерні кукурудзи сортів Монканто (*cv Moncanto*) та ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*), він варіював в межах 8,231–11,102 мг/кг та 9,352–13,278 мг/кг, відповідно. Найнижчий вміст міді спостерігався у сорту Адевей (*cv Adeway*) – від 6,231 мг/кг до 7,245 мг/кг, що значно нижчий за показник ГДК.

Важкі метали мають здатність накопичуватись у клітинах рослин, тому перед вирощуванням сільськогосподарських рослин, потрібно вносити спеціальні засоби, що очищають ґрунт від важких металів, та не допускають їх накопичення у рослинах. Саме тому, проведення лабораторних досліджень на вміст важких металів та розробка агротехнічних заходів щодо очищення ґрунту є дуже важливими.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стюрко М.О. Особливості формування схожості насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН*. 2012. № 3. 117–120 с.
2. Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Атаназевич В.І. Сушіння зерна : підручник. Київ : Либідь, 1997. 352 с.
3. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою : методичні рекомендації / підгот. Е.М. Лебідь, В.С. Циков, Ю.М. Пашенко та ін. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
4. Бенцаровський Д. М., Дацько Л. В. Зміна родючості ґрунтів України під впливом сільськогосподарського використання. *Охорона родючості ґрунтів*. 2004. Вип. 1. 123 с.
5. Гарбар Л. А., Юник А. В., Горбатюк Е. М. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності ріпаку ярого. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів природокористування України. Сер.: Агрономія*. 2012, Вип. 176. 57–62 с.
6. Волошин І.М., Мезенцева І.В. Вміст свинцю в ґрунтах і рослинах та його вплив на поширення нозокласів. *Вісник Львівського університету. Серія: Географічна*. Львів, 2009. № 37. 120–128 с.
7. Валерко Р.А. Особливості біотестування антропогенно забруднених ґрунтів з метою їх екоотоксичної оцінки. *Вісник Харківського національного аграрного*



університету імені В. Докучаєва. Серія «Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». Харків, 2013. № 2. 262–266 с.

8. Поліщук О.В. Методи лабораторних і польових досліджень флуоресценції хлорофілу. *Український ботанічний журнал*. 2017. Т. 74. № 1. 86–93 с.

9. Капрельянци Л. Функціональні продукти і нутрицевтики – сучасні підходи харчової науки. *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. 2016. Вип. 73. 441 с.

10. Коцур Н.І. Екологічні ризики і здоров'я людини: сучасні проблеми та шляхи розв'язання. *Молодий вчений*. 2016. № 9.1 (36.1). 91–94 с.

11. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні: монографія. Київ : «Аграр Медіа Груп», 2011. 398 с.

12. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Держстандарт України, 2003. 173 с. (Інформація та документація).

13. ДСТУ 7670: 2014. Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних речовин. [Чинний від 2015-07-01]. Київ, 2014. 18 с. (Інформація та документація).

14. Романчук Л.Д., Кравчук Т.В. Вміст важких металів у зерні амаранту при вирощуванні в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. Херсонський державний аграрно-економічний університет*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 134. 348–352 с.

15. Вишнівський П.С., Кравчук Т.В. Вміст важких металів у фітомасі амаранту при вирощуванні в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. Херсонський державний аграрно-економічний університет*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 128. 52–57.

16. Пацева І. Г., Кагукіна А.М. Адаптація до зміни клімату міста Житомир. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. Вип. 3 С. 66–72.

17. Пацева І. Г., Кагукіна А.М. Луцьова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 6(51). С. 156–159.

UDC 330.15:504.06

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.41>

---

## ESTIMATION OF RESOURCE-ECOLOGICAL SAFETY IN THE REGION: METHODOICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS

---

**Pysarenko P.V.** – Doctor (Candidate) of Agricultural Sciences, Professor,  
Head of the Department of Ecology, Balanced Nature Use and Environmental Protection,  
Poltava State Agrarian University

**Samoilik M.S.** – Doctor (Candidate) of Economic Sciences,  
Professor at the Department of Ecology, Balanced Nature Use  
and Environmental Protection,  
Poltava State Agrarian University

**Dychenko O.Yu.** – Candidate of Agricultural Sciences (Ph. D.),  
Associate Professor at the Department of Ecology, Balanced Nature Use  
and Environmental Protection,  
Poltava State Agrarian University

**Lastovka V.P.** – Postgraduate Student at the Department of Ecology,  
Balanced Nature Use and Environmental Protection,  
Poltava State Agrarian University

**Husynskyi D.V.** – Postgraduate Student at the Department of Ecology,  
Balanced Nature Use and Environmental Protection,  
Poltava State Agrarian University

**Shpirna V.H.** – Postgraduate Student at the Department of Ecology,  
Balanced Nature Use and Environmental Protection,  
Poltava State Agrarian University

*Resource-ecological security of the region is the state of the regional natural-social-economic system, which ensures the prevention of deterioration of the quality of ecosystems and human health while improving the socio-economic state of this system (minimum entropy), taking into account the impact of destabilizing resource and environmental threats, external and internal environments, through the mechanism of increasing the efficiency of using the natural and economic potential of the territory, focused on resource conservation and resource substitution, including on the basis of the capitalization of production and consumption waste as secondary resources, as well as minimizing the negative impact of waste on the quality of primary resources.*

*The problem of ensuring resource and environmental security, increasing the efficiency of using the natural and economic potential of the territory is one of the priorities for each region of Ukraine.*

*Therefore, the scientific article developed and scientifically substantiated a theoretical and methodological approach to assessing the level of resource and environmental security of regions in the system of sustainable development, which consists in the calculation of a three-component indicator that takes into account the level of environmental security of the region's economy, the level of environmental risk to the health of the population based on a priori selection of a model that reflects various interdependencies in the system of "human-environment" relations and the level of resource conservation and resource restoration in the region. The theoretical and methodological basis of the study was the results of fundamental and applied research in the field of economic theory and regionalism, ecological economics, the concept of sustainable development, scientific developments of domestic and foreign scientists on the management of the resource potential of the region.*

*The conceptual principles of ensuring the resource and environmental security of the region are substantiated, including hazard identification, a theoretical and methodological approach to*

---

*the selection of strategies for ensuring a sufficient level of resource and environmental security, based on the definition of resource and ecological security zones, and the implementation of which will allow: to improve the resource security and competitiveness of the region, get additional income from secondary resources, preserve primary resources and improve their quality, return contaminated land in the economic circulation of the region (reflects the economic and resource aspect); reduce the risk to public health from the negative impact of waste, improve the socio-psychological climate in the region (reflects the social aspect); ensure preservation and restoration of the region's environment, the natural state of ecosystems and minimum entropy (reflects the ecological aspect).*

**Key words:** resource-ecological safety, region, secondary resources, solid wastes.

**Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Ластовка В.П., Гусинський Д.В., Шпірна В.Г. Оцінка рівня ресурсно-екологічної безпеки регіону: методичні та методологічні аспекти**

*Ресурсно-екологічної безпека регіону – стан регіональної природно-соціально-економічної системи, що забезпечує запобігання погіршення якості екосистем та здоров'я людини при покращенні соціально-економічного стану даної системи (мінімум ентропії), з урахуванням впливу дестабілізуючих ресурсних та екологічних загроз зовнішнього та внутрішнього середовища, через механізм підвищення ефективності використання природно-економічного потенціалу території, орієнтованого на ресурсозбереження та ресурсозаміщення, у тому числі на основі капіталізації відходів виробництва і споживання як вторинних ресурсів, а також мінімізації негативного впливу відходів на якість первинних ресурсів.*

*Проблема забезпечення ресурсно-екологічної безпеки, підвищення ефективності використання природно-економічного потенціалу території є однією з пріоритетних для кожного регіону України.*

*Тому, в науковій статті розроблено та науково обґрунтовано теоретико-методологічний підхід щодо оцінки рівня ресурсно-екологічної безпеки регіонів у системі сталого розвитку, який полягає в розрахунку трикомпонентного показника, що враховує рівень екологічної безпеки економіки регіону, рівень екологічного ризику здоров'ю населення на основі апріорного вибору моделі, що відображає різні взаємозалежності в системі відносин «людина-середовище», та рівень ресурсозбереження і ресурсовідновлення у регіоні. Теоретичною та методологічною основою дослідження стали результати фундаментальних і прикладних досліджень у галузі економічної теорії та регіоналістики, екологічної економіки, положення концепції сталого розвитку, наукові розробки вітчизняних і зарубіжних учених із питань управління ресурсним потенціалом регіону.*

*Обґрунтовано концептуальні засади забезпечення ресурсно-екологічної безпеки регіону, що включають ідентифікацію небезпеки, теоретико-методичний підхід до вибору стратегій забезпечення достатнього рівня ресурсно-екологічної безпеки, що ґрунтується на визначенні зон ресурсно-екологічної безпеки, та реалізація яких дозволить: покращити ресурсозабезпеченість та конкурентоспроможність регіону, отримати додатковий дохід від вторресурсів, зберегти первинні ресурси та покращити їх якість, повернути забруднені землі у господарський обіг регіону (відображає економічний та ресурсний аспект); зменшити ризик здоров'ю населення від негативного впливу відходів, покращити соціально-психологічний клімат у регіоні (відображає соціальний аспект); забезпечити збереження і відновлення навколишнього середовища регіону, природного стану екосистем та мінімуму ентропії (відображає екологічний аспект).*

**Ключові слова:** ресурсно-екологічна безпека, регіон, вторинні ресурси, тверді відходи.

**Statement of the problem.** The problem of achievement of balanced development in the region extends the sphere of influence of man on an environment and intensifies the use of natural raw material base. That unavoidable takes away the problem of the rational use of secondary resources on the first plan. The basic sources of secondary resources are wastes of productive and consumer activity of men. A problem of the rational use of secondary resources is one of priority for every region of Ukraine [1]. In such aspect of efficiency use of territory naturally-economic potential, including on the basis of capitalization of wastes of production and consumption, becomes one of regional development foreground jobs.

**The analysis of recent studies and publications discussing the problem.** Considerable payment in development of theoretical and methodological principles of the balanced socio-economic development of regions was done by B. Burkinskiy, V. Voloshin. Z. Gerasimchuk, B. Danilishin, S. Doroguncov, D. Medous, V. Onischinko. V. Tregobchuc and other specialists. Fundamental research of cooperation of society and nature the devoted labours of V. Vernadskiy, O. Klimenko, L. Kupines, L. Melnik, S. Podolinskiy, M. Rudenko, D. Forrester and other scientists. In the same time question in relation to forming of the new complex going near providing of resource-ecological safety in the regions remain for the scientific search.

**Task statement:** to work out and scientifically ground theoretical and methodological approach in relation to the estimation of resource-ecological safety in the regions, on the basis of that to form conceptual principles of providing of resource-ecological safety in the regions of Ukraine, oriented to the increase of efficiency of the territory naturally-economic potential use on the basis of solid wastes capitalization and minimization of their negative influence.

**Results of investigation.** Resource-ecological safety in the region is the state of the regional naturally-socially-economic system that provides prevention of worsening of ecosystems quality and health of man at the improvement of the socio-economic state of this system (minimum entropies), taking into account influence of destabilizing resource and ecological threats of external and internal environments, through the mechanism of efficiency increase of the the territory naturally-economic potential use, oriented to maintenance of resources, including on the basis of capitalization of wastes of production and consumption as secondary resource, and also minimization negative influence waste on quality primary resource.

Going out the theory of safety of ecosystems and taking into account influence on them of socio-economic factors [2] author is work out theory-methodological approach in relation to the estimation of resource-ecological safety in the regions, that consists in the calculation of three-component index that takes into account ecological safety of region economy ( $P$ ), level of ecological risk ( $M$ ) and level of resources proceeding in the region ( $W$ ):

$$K = f(P, M, W)$$

$$P, M, W \rightarrow 1, \text{ if } P, S, W \geq P_{\text{доцм}}, S_{\text{доцм}}, W_{\text{доцм}};$$

$$P, M, W \rightarrow 0, \text{ if } P, S, W < P_{\text{доцм}}, S_{\text{доцм}}, W_{\text{доцм}}.$$

where  $P_{\text{доцм}}, M_{\text{доцм}}, W_{\text{доцм}}$  – sufficient value of indexes  $P, M, W$ .

Constituents of three-component index in relation to resource-ecological strength of region security it is suggested to determine so:

1. Index of ecological safety of region economy settles accounts as a total economic loss for contamination of environment from the technogenic loading in a region on authorial methodology [3], the results of calculation of that allowed to define near-term strategy to direction of improvement of the system ecologically safe development in Ukraine regions (table 1).

2. The estimation of risk to the health of population it maybe to carry out by means of authorial model that represents different to interdependence in the system of relations “man-environment”:

$$\begin{cases} M = 6,43 + 32,41\tilde{W} - 0,173D + 0,604P \\ P = 41,29 + 14,43\tilde{A} + 15,49\tilde{G} - 1,28C \\ C = 39,65 + 1,735M \end{cases} .$$

Table 1

**Grouping of Ukraine regions to direction of improvement of the system ecologically safe development of regions of Ukraine \***

<i>Type</i>		<i>Regions</i>	<i>Near-term strategy</i>
<i>Type A</i>	$A_1$	Ivano-Frankivsk, Kyiv, Vinnytsya to the area	Effective strategy of guard of atmospheric air
	$A_2$	Crimea, Lviv, Mykolaiv, Odesa, Kherson, Tcherkasy to the area, Kyiv and Sevastopol	Effective strategy of guard of water resources
	$A_3$	Zhytomyr, Poltava, Рівеньська, Sumy, Volyn to the area	Effective strategy of guard of soils
	$A_1A_2$	Dnepropetrovsk, Donetsk, Zaporizhzhya, Luhansk of area	Effective strategy of guard of atmosphere and water resources
	$A_2A_3$	Chernihiv area	Effective strategy of guard of water resources and soils
	$A_1A_2A_3$	Kharkiv area	Effective strategy of guard of atmospheric air, water resources and soils
<i>Type B</i>		Zakarpattia, Ternopil, Khmelnytsk, Chernivtsi, Kirovohrad to the area	Effective strategy of improvement of the system of health protection

\* – it is made authors.

This equalization the index of morbidity of population ( $M$ ), as a basic indicator of ecological risk, is examined as a function from social-ecological-economic factors that have direct influence on a health of population: influence of contamination of the ground cover ( $\bar{W}$ ) (,s sources of food products, degree of satisfaction of requirements in services of health protection ( $D$ ) and level of ecological danger of regional economy ( $P$ ). The level of ecological danger of regional economy ( $P$ ) is conditioned by social-ecological factors, namely by side effects from the production of contamination of atmosphere ( $A$ ) and hydrosphere ( $G$ ), (y the level of “social trouble” in the region ( $C$ ), determining from one side potential possibilities on the improvement of environment, and from other side it is observed to circulating connection: level of morbidity ( $M$ ) in much why determines the level of “social trouble” in a region, so as higher morbidity provokes the greater amount of the lost working days and worsening of material terms. On the basis of economic-mathematical model (2) conducted estimation of ecological risk in the regions of Ukraine. The worst indexes of ecological risk are in those areas, where many industrial enterprises and minerals (Donetsk, Dnepropetrovsk, Zaporizhzhya and Ivano-Frankivsk areas) (figure 1).

3. Index of level of proceeding in resources in the region includes next constituents: power-hungryness of solid wastes handling sphere in the region [4]; economic efficiency of the use of secondary resources in a region [5]; economic efficiency of the use of biopower potential in a region [6]; an estimation of risk of health of population from the existent system of solid wastes handling [7].

Eight values of three-component index of estimation of resource-ecological strength of region  $K$  security are possible in theory, that answer 4 zones of resource-ecological safety of region, presented on figure 2.

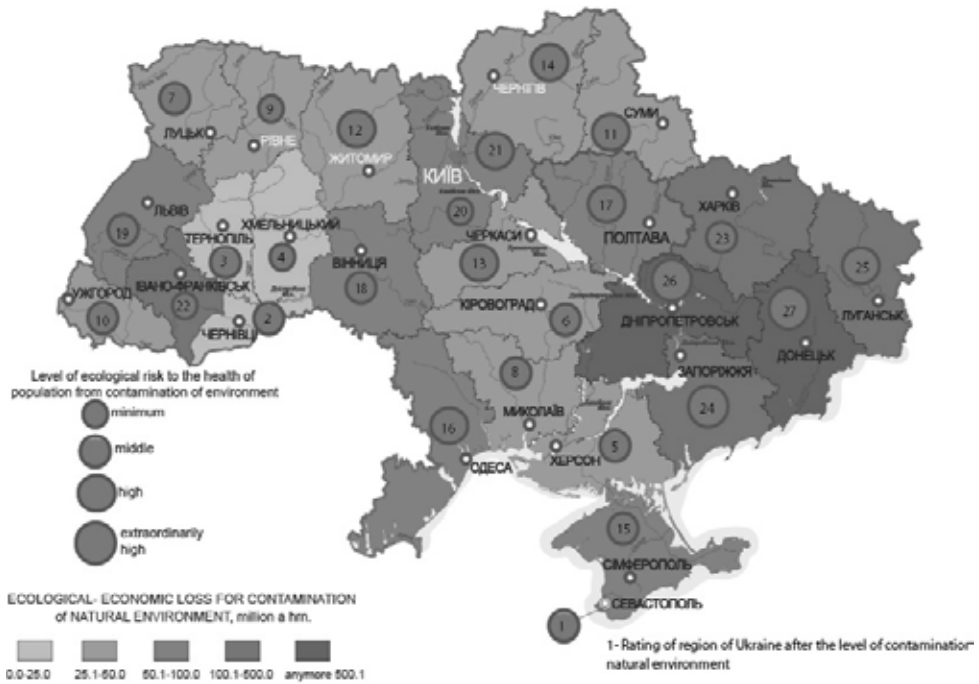


Fig. 1. Estimation of ecological risk after to the regions of Ukraine, generalized data for 2005–2022 (it is made author)

		Level of ecological danger of economy of region				
		sufficient		insufficient		
Level of maintenance and proceeding in resources		Risk to the health of population				
		sufficient	insufficient	sufficient	insufficient	
sufficient	sufficient	(1;1;1)	(1;1;0)	(1;0;1)	(1;0;0)	Zone of absolute resource-ecological safety of region
	insufficient	(0;1;1)	(0;1;0)	(0;0;1)	(0;0;0)	Zone of acceptable resource-ecological safety of region
insufficient	sufficient					Zone of shaky resource-ecological safety to the region
	insufficient					Zone of impermissible resource-ecological safety of region

Fig. 2. Zones of resource-ecological safety of region (it is made authors)

The brought research over the higher brought indexes over allowed to define the zones of resource-ecological safety of Ukraine regions. For each of the distinguished zones of resource-ecological safety optimal strategies offer providing of resource-ecological safety of region, descriptions of that are given figure 3.

Coming from resulted, the complex going is formed near providing of resource-ecological safety of region that must include next constituents authentication of danger and determination of zones of resource-ecological safety; scientifically-methodical principles of choice of events of providing of sufficient economic strength security are on the basis of optimization economic models; adjustment and concordance of decisions are on the basis of integral model of development of the economical-ecological systems of the use of naturally-economic potential of region (figure 4).



Fig. 3. Grouping of Ukraine regions after resource-ecological strength, the generalized is given for 2005–2022 (it is made authors)

**Conclusions and proposals.** In the article theory-methodological approach is worked out in relation to the estimation of resource-ecological safety in the regions, that consists in the calculation of three-component index that takes into account ecological strength of regional economy, level of ecological risk on the basis of a priori choice of model of relations “man-environment”, and level resources proceeding in the region. The results of research allowed to form conceptual principles of providing of resource-ecological safety in the regions of Ukraine, that must include next constituents authentication of danger and determination of zones of resource-ecological safety; scientifically-methodical principles of choice of events of providing of sufficient economic strength security are on the basis of optimization economic models; adjustment and concordance of decisions are on the basis of integral model of development of the economical-ecological systems of the use of naturally-economic potential of region.

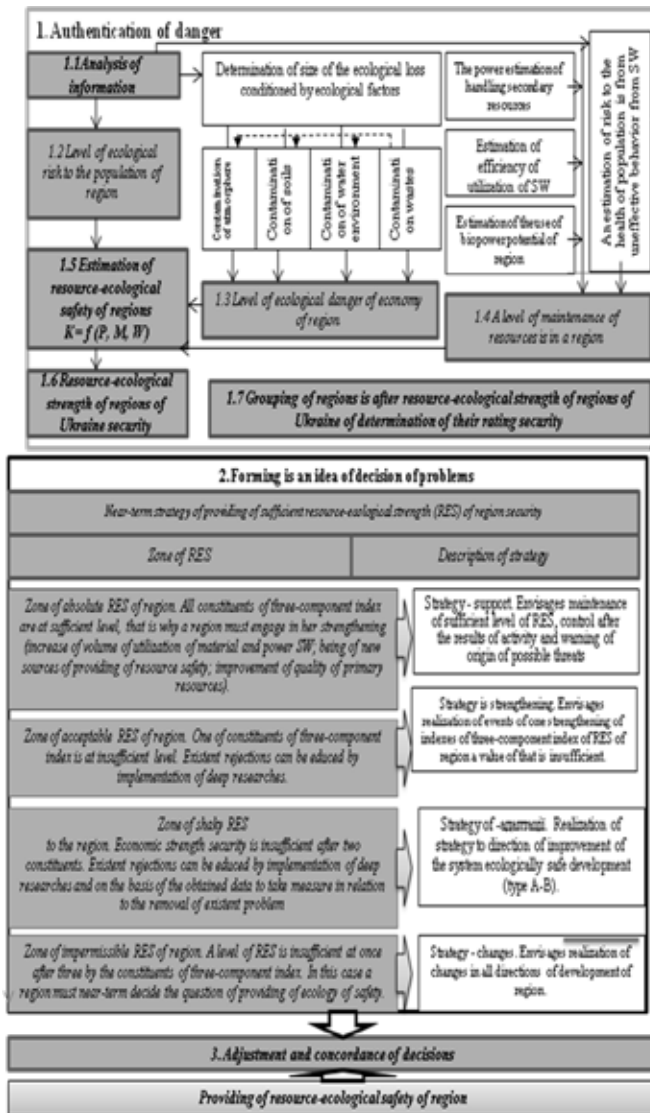


Fig. 4. Methodological principles of providing of resource-ecological safety (RES) in the region (it is made authors)

#### REFERENCES:

1. Онищенко В.О. Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області. Полтава: Полтавський літератор, 2019, 164 с.
2. Самойлік М.С. Екологічне обґрунтування соціально-економічного розвитку сільських територій за рахунок утворення екопоселень. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2013. № 4. С. 10–16.



3. Писаренко В.М., Писаренко П.В. Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи: навч. посіб. Полтава: Камелот, 2000. 188 с.
  4. Писаренко П.В., Самойлік М.С. Теоретико-методологічні засади управління сферою поводження з твердими відходами на регіональному рівні: монографія. Полтава: ПолтНТУ, 2021. 524 с.
  5. Onyschenko V.O. Strategic management directions of solid domestic waste sphere in the Poltava region. *Економіка і регіон*. 2013. № 3. С. 3–8.
  6. Самойлік М.С. Еколого-економічна оцінка забруднення навколишнього середовища в системі екологічно безпечного розвитку регіонів України: монографія. Полтава: ПолтНТУ, 2020. 269 с.
  7. Писаренко В.М., Піщаленко М.А., Поспелова Г.Д., Інтегрований захист рослин: навч. посіб. Полтава, 2020. 247 с.
  8. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Серета М.С., Погосян А.А. Медико-біологічна та токсикологічна оцінка використання біопрепаратів у землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2021. № 1. С. 187–196.
  9. Бойко М., Домарацький Є. Стимулятор із приставкою «еко». *The Ukrainian Farmer*. 2020. № 3. С. 28–36.
  10. Vasyliuk O., Shyriaieva D., Kolomytsev G., Spinova J. Steppe protected areas on the territory of Ukraine in the context of the armed conflict in the Donbas region and Russian annexation of the Crimean Peninsula. *Grassland research and conservation (Bulletin of the Eurasian Dry Grassland Group)*. 2017. № 1 (33). P. 15–23.
  11. Li X., Rui J., & Mao Y. Dynamics of the bacterial community structure in the rhizosphere of a maize cultivar. *Soil Biology and Biochemistry*. 2014. № 68. P. 392–401.
  12. Dermont G., Bergeron M., Mercier G., Richer-Lafleche M. Metal-contaminated soils: remediation practices and treatment technologies. *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management*. 2008. Vol. 12, № 3. P. 188–209.
  13. Кисіль В.І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. Харків: 13 типографія, 2005. 167 с.
  14. Beck-Broichsitter S., Fleige H., Horn R. Compost quality and its function as a soil conditioner of recultivation layers a critical review. *International Agrophysics*. 2018. 32(1). P. 11–18.
-

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Бабенко А.І.....	68	Новостройний О.О.....	134
Бордун О.М.....	256	Окселенко О.М. ....	60
Бордун Р.М.....	181	Оплаканська А.Б. ....	300
Верхолук С.Д.....	10	Павлов О.С.....	68
Гаврюшенко О.О.....	215	Паламарчук В.Д.....	76
Герасимчук Л.О.....	316	Панкова С.О.....	86
Горщар В.І.....	181	Пацева І.Г.....	316
Готвянська А.С.....	181	Пащенко Н.О.....	196
Грановська Л.М.....	3	Піддубна А.М.....	98
Гуленко О.І.....	215	Полторецький С.П.....	240
Гутий Б.В.....	256	Придеткевич Ю.О.....	272
Данілова Т.М.....	256	Пую В.Л.....	240
Деревенець-Шевченко К.А.....	215	Резніченко В.П.....	231
Довбиш Л.Л.....	55	Рожко І.І.....	134
Дудка Т.В.....	68	Свистунова І.В.....	240
Дудченко В.В.....	18	Сем'яшкіна А.О.....	256
Журавель С.В.....	161	Сеник І.І.....	240
Забродіна І.В.....	151	Сиплива Н.О.....	134
Захлебаєв М.В.....	240	Сметанська І.М.....	240
Корнічева Г.І.....	231	Станкевич С.В.....	151
Кот Ю.....	55	Степанов С.С.....	169
Кравчук Т.В.....	55	Стеценко І.І.....	18
Крачан Т.М.....	272	Столяр С.Г.....	161
Кричковський В.Ю.....	76	Танчик С.П.....	68
Кулик М.І.....	134	Тищенко А.В.....	169
Лиховид П.В.....	3	Ткаченко Т.Ю.....	248
Лошкова Ю.М.....	288	Ткачук В.П.....	265
Любенко О.І.....	223	Трембіцька О.І.....	161
Лядська І.В.....	196	Триус В.О.....	181
Мазур В.А.....	10	Урсал В.В.....	189
Мазур О.В.....	294	Халак В.І.....	256
Марковська О.Є.....	18	Хмельова О.В.....	256
Марценюк Я.Ю.....	26	Ходос Т.А.....	189
Матвієнко В.М.....	151	Циліорик О.І.....	196
Минкіна Г.О.....	49	Цицюра Я.Г.....	204
Минкін М.В.....	49	Чайковський Д.В.....	306
Можарівська І.А.....	55, 316	Четверик О.О.....	240
Монарх В.В.....	300	Чмарак Р.....	55
Нагаєва С.П.....	306	Шевченко О.М.....	215
Назаренко М.М.....	60	Шевченко С.М.....	215
Недільська У.І.....	311	Шувар А.М.....	240
Неїлик М.М.....	76	Шуляр А.Л.....	265

Ямборак Р.С. ....	272	Мынkin M.V. ....	35
Dvorna A. V. ....	279	Poberezhskyi O.R. ....	104
Dychenko O. Yu. ....	322	Podriezov I.O. ....	124
Husynskyi D.V. ....	322	Pysarenko P.V. ....	322
Ivaniv M.O. ....	113	Samoilik M.S. ....	322
Kotovska Ju.S. ....	279	Shpirna V.H. ....	322
Lastovka V.P. ....	322	Sokolovska I.M. ....	142
Lavrys V.Yu. ....	279	Sydiakina O.V. ....	113, 124
Mashchenko Yu.V. ....	142	Zharko D.A. ....	142
Mynkina H.O. ....	41		

## ЗМІСТ

<b>ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО</b> .....	3
<b>Лиховид П.В., Грановська Л.М.</b> Класифікація зрошуваних і незрошуваних посівів пшениці озимої, кукурудзи, сої та соняшнику на основі даних аерокосмічного моніторингу.....	3
<b>Мазур В.А., Верхолюк С.Д.</b> Вплив інокуляції насіння на процеси тривалості міжфазних періодів та виживання рослин сої.....	10
<b>Марковська О.Є., Дудченко В.В., Стеценко І.І.</b> Ефективність заходів контролю бур'янів у післяжнивних посівах проса звичайного.....	18
<b>Марценюк Я.Ю.</b> Ефективність дії рістрегулюючих препаратів на процеси формування продуктивності картоплі в умовах Південного Полісся України .....	26
<b>Mynkin M.V.</b> Influence of the elements of sunflower cultivation technology on yield in post-harvest crops under irrigation in the South of Ukraine.....	35
<b>Mynkina H.O.</b> Modern measures of controlling root and sprout weeds in grape agrophytocoenoses.....	41
<b>Минкіна Г.О., Минкін М.В.</b> Вплив площі та фону живлення на урожайність соломи льону олійного за зрошення в умовах Півдня України .....	49
<b>Можарівська І.А., Довбиш Л.Л., Кравчук Т.В., Кот Ю., Чмарак Р.</b> Ефективність удобрення при вирощуванні кукурудзи на зерно.....	55
<b>Окселенко О.М., Назаренко М.М.</b> Вплив супермутагену з низькою ушкоджувальною здатністю на показники життєдіяльності рослин пшениці озимої.....	60
<b>Павлов О.С., Танчик С.П., Бабенко А.І., Дудка Т.В.</b> Біологічна ефективність гербіцидів на картоплі в Лівобережному Лісостепу України .....	68
<b>Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю., Неїлик М.М.</b> Вплив регулятора росту рослин регоплант на продуктивність гібридів кукурудзи .....	76
<b>Панкова С.О.</b> Біоекологічні основи інтродукції та вирощування видів роду кипарис ( <i>Cupressus</i> L.).....	86
<b>Піддубна А.М.</b> Вплив мінерального удобрення ґрунтів на накопичення важких металів та мікроелементів озимим часником .....	98
<b>Poberezhskiy O.R.</b> Effect of biological protection of peppermint on productivity and yield of essential oils.....	104
<b>Sydiakina O.V., Ivaniv M.O.</b> Millet: modern trends and production prospects .....	113
<b>Sydiakina O.V., Podriezov I.O.</b> Sunflower: current state, problems and prospects for production .....	124
<b>Сиплива Н.О., Кулик М.І., Рожко І.І., Новостройний О.О.</b> Вивчення впливу сортових властивостей на продуктивність та якість баклажана .....	134
<b>Sokolovska I.M., Mashchenko Yu.V., Zharko D.A.</b> Productivity of soybean depending on the predecessor and fertilization system in the conditions of the Steppe of Ukraine .....	142
<b>Станкевич С.В., Матвієнко В.М., Забродіна І.В.</b> Асортимент засобів захисту кукурудзи від шкідливих організмів в Україні у 2017–2018 рр.....	151
<b>Столяр С.Г., Журавель С.В., Трембіцька О.І.</b> Вплив сегетальної рослинності на продуктивність сорго зернового в Поліссі України .....	161

<b>Тищенко А.В., Степанов С.С.</b> Екологічна стійкість середньоранніх гібридів соняшника до абіотичних чинників в умовах Півдня України.....	169
<b>Триус В.О., Готвянська А.С., Горшар В.І., Бордун Р.М.</b> Ефективність застосування мікробних препаратів та фізіологічно-активних речовин на показники продуктивності сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України.....	181
<b>Урсал В.В., Ходос Т.А.</b> Економічна, біоенергетична та екологічна доцільність вирощування гірчиці сизої на насіння в умовах Південного Степу України.....	189
<b>Цилюрик О.І., Лядська І.В., Пащенко Н.О.</b> Реалізація продуктивності нових сортів полуниці в зоні Степу України.....	196
<b>Цицюра Я.Г.</b> Особливості формування показника співвідношення C/N у надземній біомасі редьки олійної як критерій її багатопільового використання.....	204
<b>Шевченко С.М., Деревенець-Шевченко К.А., Гаврюшенко О.О., Шевченко О.М., Гуленко О.І.</b> Вплив основного обробітку ґрунту на його агрофізичні властивості та економічні показники вирощування кукурудзи на зерно.....	215
<b>ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....</b>	223
<b>Любенко О.І.</b> Вплив йодо-, селеновмісних препаратів та вітаміну Е на відтворні якості батьківського стада японських перепелів.....	223
<b>Резніченко В.П., Корнічева Г.І.</b> Кормова безпека: контроль якості та стандарти в кормовиробництві.....	231
<b>Свистунова І.В., Захлебаєв М.В., Полторецький С.П., Сеник І.І., Шувар А.М., Пую В.Л., Четверик О.О., Сметанська І.М.</b> Кормова продуктивність буркуну білого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.....	240
<b>Ткаченко Т.Ю.</b> Вміст сечовини у м'язовій тканині свиней як критерій оцінки якості продукції.....	248
<b>Халак В.І., Гутий Б.В., Данілова Т.М., Бордун О.М., Семяшкіна А.О., Хмельова О.В.</b> Ознаки індивідуального розвитку та їх зв'язок з відгодівельними і м'ясними якістьями у молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину (MC4R).....	256
<b>Шуляр А.Л., Шуляр А.Л., Ткачук В.П.</b> Оцінка молочної продуктивності корів голштинської породи та якості їх молока.....	265
<b>ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА.....</b>	272
<b>Крчан Т.М., Ямборак Р.С., Придеткевич Ю.О.</b> Визначення вмісту фенолу в повітрі під час опалювального сезону.....	272
<b>Lavrys V.Yu., Dvorna A.V., Kotovska Ju.S.</b> Creation of a project for landscaping and improvement of restricted areas in the city of Kherson.....	279
<b>Лошкова Ю.М.</b> Гідрохімічні показники ставів у контексті вимог до водного середовища при вирощуванні корошових риб за пасовищною технологією.....	288
<b>Мазур О.В.</b> Інтенсивність накопичення важких металів вегетативною масою соняшнику на сірих лісових ґрунтах в умовах Лісостепу Правобережного.....	294
<b>Монарх В.В., Оплаканська А.Б.</b> Дослідження таксономічних, морфологічних та біолого-екологічних особливостей видів альпійської флори для створення проектних пропозицій влаштування кам'янистих садів.....	300

<b>Нагаєва С.П., Чайковський Д.В.</b> Сучасний стан природо-заповідного фонду Черкаської області.....	306
<b>Недільська У.І.</b> Еколого-біологічні аспекти вирощування картоплі .....	311
<b>Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Можарівська І.А.</b> Вміст важких металів у зерні кукурудзи при умові вирощування на Поліссі України.....	316
<b>Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Yu., Lastovka V.P., Husynskiy D.V., Shpirna V.H.</b> Estimation of resource-ecological safety in the region: methodical and methodological aspects .....	322

---

## CONTENTS

<b>AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING</b> .....	3
<b>Lykhovyd P.V., Hranovska L.M.</b> Classification of the irrigated and non-irrigated crops of winter wheat, corn, soybeans and sunflower by the means of aerospace monitoring .....	3
<b>Mazur V.A., Verkholiuk S.D.</b> The effect of seed inoculation on the duration of interphase periods and the survival of soybean plants .....	10
<b>Markovska O.Ye., Dudchenko V.V., Stetsenko I.I.</b> Efficiency of weed control measures in post-emergence common millet.....	18
<b>Martseniuk Ya.Yu.</b> Effectiveness of the effect of growth-regulating agents on the processes of potato productivity formation in the conditions of the Southern Polissya of Ukraine .....	26
<b>Mynkin M.V.</b> Influence of the elements of sunflower cultivation technology on yield in post-harvest crops under irrigation in the South of Ukraine.....	35
<b>Mynkina H.O.</b> Modern measures of controlling root and sprout weeds in grape agrophytocenoses.....	41
<b>Mynkina G.O., Mynkin M.V.</b> The effect of area and nutrition background on the yield of linseed straw under irrigation in the conditions of Southern Ukraine .....	49
<b>Mozharivska I.A., Dovbysh L.L., Kravchuk T.V., Kot Yu., Chmarak R.</b> Fertilizer efficiency in growing maize for grain .....	55
<b>Okselenko O.M., Nazarenko M.M.</b> The influence of a supermutagen with low damage ability on vitality indicators of winter wheat plants .....	60
<b>Pavlov O.S., Tanchyk S.P., Babenko A.I., Dudka T.V.</b> Biological effectiveness of herbicides on potatoes in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine .....	68
<b>Palamarchuk V.D., Krychkovsky V.Yu., Neylyk M.M.</b> Influence of plant growth regulator Regoplant on the productivity of maize hybrids .....	76
<b>Pankova S.O.</b> Bioecological basics of introduction and cultivation species of the genus cypress ( <i>Cupressus L.</i> ) .....	86
<b>Piddubna A.M.</b> The influence of mineral soil fertilizer on the accumulation of heavy metals and micro element by winter garlic .....	98
<b>Poberezhskiy O.R.</b> Effect of biological protection of peppermint on productivity and yield of essential oils.....	104
<b>Sydiakina O.V., Ivaniv M.O.</b> Millet: modern trends and production prospects .....	113
<b>Sydiakina O.V., Podriezov I.O.</b> Sunflower: current state, problems and prospects for production .....	124
<b>Splyva N.A., Kulyk M.I., Rozhko I.I., Novostroinyi A.A.</b> Study of the influence of varietal properties on eggplant productivity and quality .....	134
<b>Sokolovska I.M., Mashchenko Yu.V., Zharko D.A.</b> Productivity of soybean depending on the predecessor and fertilization system in the conditions of the Steppe of Ukraine .....	142
<b>Stankevych S.V., Matviienko V.M., Zabrodina I.V.</b> Assortment of protection tools of corn against harmful organisms in Ukraine in 2017–2018.....	151
<b>Stoliar S.H., Zhuravel S.V., Trembitska O.I.</b> The influence of segetal vegetation on the productivity of grain sorghum in the Polissia of Ukraine .....	161

<b>Tyshchenko A.V., Stepanov S.S.</b> Ecological resistance of mid-early sunflower hybrids to abiotic factors in the conditions of Southern Ukraine .....	169
<b>Trius V.O., Hotvianska A.S., Horshchar V.I., Bordun R.M.</b> Effectiveness of application of microbial preparations and physiologically active substances on soybean productivity indicators in the conditions of the Northeastern Forest Steppe of Ukraine.....	181
<b>Ursal V.V., Khodos T.A.</b> Economic, bioenergetic and environmental feasibility of cultivation of gray mustard for seeds in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....	189
<b>Tsyliuryk O.I., Liadska I.V., Paschenko N.O.</b> Realization of the productivity of new varieties of strawberry in the Steppe zone of Ukraine.....	196
<b>Tsytsiura Y.G.</b> Peculiarities of formation of C/N ratio in aboveground biomass of oilseed radish as a criterion for its multipurpose use.....	204
<b>Shevchenko S.M., Derevenets-Shevchenko K.A., Havriushenko O.O., Shevchenko O.M., Hulenko O.I.</b> The influence of the main tillage of the soil on its agrophysical properties and economic indicators of the growing of corn for grain .....	215
<b>ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS .....</b>	<b>223</b>
<b>Liubenko O.I.</b> The influence of iodine-, selenium-containing drugs and vitamin E on the reproductive quality of the parent flock of Japanese quail.....	223
<b>Reznichenko V.P., Kornicheva H.I.</b> Feed safety: quality control and standards in feed production .....	231
<b>Syvstunova I.V., Zakhliebaiev M.V., Poltoretskyi S.P., Senyk I.I., Shuvar A.M., Puiu V.L., Chetveryk O.O., Smetanska I.M.</b> Fodder productivity of <i>Melilotus albus</i> depending on the technological methods of cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine .....	240
<b>Tkachenko T.Yu.</b> Urea content in pig muscle tissue as a quality assessment criterion products .....	248
<b>Khalak V.I., Gutiy B.V., Danilova T.M., Bordun O.M., Semyashkina A.O., Khmeliova O.V.</b> Signs of individual development and their relationship with fattening and meat qualities in young pigs of different genotypes by the melanocortin receptor gene (MC4R).....	256
<b>Shuliar A.L., Shuliar A.L., Tkachuk V.P.</b> Assessment of milk productivity of cows of Holstein breed and quality of their milk.....	265
<b>ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE .....</b>	<b>272</b>
<b>Krachan T.M., Yamborak R.S., Prydetkevych Yu.O.</b> Analysis of the content of phenols in the air during the heating season.....	272
<b>Lavrys V.Yu., Dvorna A.V., Kotovska Ju.S.</b> Creation of a project for landscaping and improvement of restricted areas in the city of Kherson .....	279
<b>Loshkova Yu.M.</b> Hydrochemical indicators of ponds in the context of requirements to the aquatic environment when farming carp fish using pasture technology.....	288
<b>Mazur O.V.</b> The intensity of accumulation of heavy metals by the vegetative mass of sunflower on gray forest soils in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe .....	294



<b>Monarkh V.V., Oplakanska A.B.</b> Study of taxonomic, morphological, biological and ecological features of alpine flora species to create design proposals for rocky gardens .....	300
<b>Nahaieva S.P., Chaikovskiy D.V.</b> The current state of the nature-reserve fund Cherkask region .....	306
<b>Nedilska U.I.</b> Ecological and biological aspects of potato growing .....	311
<b>Patseva I.H., Herasymchuk L.O., Mozharivska I.A.</b> Content of heavy metals in maize grain under conditions of cultivation in Polissya of Ukraine.....	316
<b>Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Yu., Lastovka V.P., Husynskiy D.V., Shpirna V.H.</b> Estimation of resource-ecological safety in the region: methodical and methodological aspects .....	322

---

## НОТАТКИ



## НОТАТКИ



# **Таврійський науковий вісник**

**Випуск 136**

**Частина 2**

**Сільськогосподарські науки**

Підписано до друку 31.05.2024 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. 27,63. Зам. № 0624/453

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
65101, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1  
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08  
E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.