

ISSN 0135-2369

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

ЗРОШУВАНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

Міжвідомчий тематичний
науковий збірник

Випуск 77



Видавничий дім
«Гельветика»
2022

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

№ 23209-13049 ПР від 11.12.2017 р.

Збірник включено до переліку наукових фахових видань України категорії «Б» у галузі «Сільськогосподарські науки» (101 – Екологія, 201 – Агрономія, 202 – Захист і карантин рослин) відповідно до Наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1)

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту зрошуваного землеробства НААН (Протокол № 4 від 06.05.2022 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Вожегова Р.А.

(головний редактор)

Лавриненко Ю.О.

(перший заступник головного редактора)

Малярчук М.П.

(заступник головного редактора)

Біднина І.О.

(відповідальний секретар)

Шкода О.А.

Хандакар Р. (США)

Петшак С. (Польща)

Базалій В.В.

Денчич С. (Сербія)

Гашимов А.Д. (Азербайджан)

Коковіхін С.В.

Грановська Л.М.

Марковська О.Є.

Влашук А.М.

Заєць С.О.

Марченко Т.Ю.

Біляєва І.М.

Димов О.М.

Балашова Г.С.

Писаренко П.В.

Пілярська О.О.

EDITORIAL BOARD

R. Vozhegova

(editor-in-chief)

Yu. Lavrynenko

(first deputy editor-in-chief)

M. Maliarchuk

(deputy editor-in-chief)

I. Bidnyna

(executive secretary)

O. Shkoda

R. Khandakar (USA)

S. Petshak (Poland)

V. Bazalii

S. Denchych (Serbia)

A. Hašhymov (Azerbaijan)

S. Kokovikhin

L. Hranovskaya

O. Markovska

A. Vlashchuk

S. Zaiets

T. Marchenko

I. Biliaieva

A. Dymov

G. Balashova

P. Pisarenko

O. Piliarska

Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2022. – Вип. 77. – 126 с.

У збірнику подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань зрошуваного землеробства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунтотворних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнології, економіці виробництва.

Міжвідомчий тематичний науковий збірник розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

Адреса редакційної колегії:

73483, м. Херсон, сел. Наддніпрянське,
Інститут зрошуваного землеробства НААН
Тел. (0552) 36-11-96, факс: (0552) 36-24-40
e-mail: info@izpr.ks.ua
www.izpr.ks.ua

ЗМІСТ

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО.....	5
Баган А.В., Шакалій С.М., Юрченко С.О., Іващенко В.М., Бараболя О.В., Покотило А.В. Формування біометричних показників та рівня урожайності гібридів кукурудзи за групами стиглості.....	5
Барат Ю.М., Наталевич В.В. Продуктивність винограду залежно від внесення мікробіологічних добрив.....	9
Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Міщенко С.В. Маса 1000 зерен та урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву та обробітку біопрепаратами	13
Вожегова Р.А., Лиховид П.В., Біляєва І.М., Бойченко Х.І. Рівень інформаційного забезпечення ефіроолійного та лікарського рослинництва в Україні.....	19
Глупак З.І., Бутенко А.О., Шкурат С.В. Продуктивність сої залежно від інокуляції та біологічних регуляторів росту в умовах північно-східної частини Лісостепу України.....	23
Димов О.М., Голобородько С.П. Вологозабезпечення Степової зони України та раціональне використання зрошуваних земель в умовах регіональної зміни клімату.....	27
Жуйков О.Г., Лаврись В.Ю. Кількісно-якісні показники функціонування асиміляційного апарату соняшника декоративного за різних норм висіву насіння в умовах південного степу України.....	32
Жуйков О.Г., Ходос Т.А. Фітосанітарний стан агроценозу гірчиці сарептської за різних рівнів біологізації технології вирощування культури в умовах південного степу.....	36
Заєць С.О., Рудік О.Л., Онуфран Л.І. Оптимізація строків сівби ячменю озимого в зоні зрошення півдня України в аспекті поточних кліматичних змін.....	40
Кирилюк В.П., Кричківський В.М. Сучасні адаптивні системи основного обробітку ґрунту під ячмінь ярий.....	45
Коваль Г.В., Єщенко В.О. Рівень поширеності основних хвороб за різної інтенсивності зяблевого основного обробітку ґрунту.....	48
Ковальов М.М. Ефективність вирощування руколи в умовах гідропонних плівкових теплиць.....	53
Малярчук М.П., Казновський О.В. Вплив різних способів основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники та врожайність насіння сої.....	58
Марченко К.Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів.....	62
Молдован Ж.А., Молдован В.Г. Вплив мінерального живлення на формування площі листової поверхні рослинами кукурудзи в умовах Лісостепу Західного.....	68
Морозов О.В., Морозов В.В., Козленко Є.В. Модель формування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи в 2021 році.....	73
Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Урожайність зеленої і сухої маси гібридів кукурудзи та вихід біогазу залежно від застосування макро- і мікродобрив.....	79
Швець О.М. Стале майбутнє в наступному десятилітті, що засноване на ґрунтознавстві.....	86
СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО.....	94
Косенко Н.П., Бондаренко К.О. Продуктивність і якість нових гібридів спаржі лікарської за краплинної зрошення на Півдні України.....	94
Холод С.М., Іллічов Ю.Г., Кір'ян В.М., Музафарова В.А. Характеристика сортів ячменю ярого за продуктивністю в зоні Південного Лісостепу України.....	99
АНОТАЦІЯ.....	107
SUMMARY.....	115

CONTENTS

AMELIORATION, FARMING, CROP PRODUCTION.....	5
Bahan A.V., Shakaliy S.M., Yurchenko S.O., Ivashchenko V.M., Barabolia O.V., Pokotylo A.V.	
Formation of biometric indicators and yield level of corn hybrids by maturity groups.....	5
Barat Yu.M., Natalevych V.V. Productivity of grapes depending on the application of microbiological fertilizers	9
Vozhegova R.A., Lavrynenko Yu.O., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Mishchenko S.V.	
Weight of 1000 grains and yield of maize hybrids depending on the density of sowing and treatment with biological products.....	13
Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V., Biliaieva I.M., Boitseniuk K.I. The level of information support for aromatic and medicinal plant growing in Ukraine.....	19
Hlupak Z.I., Butenko A.A., Shkurat S.V. Soybean productivity depending on inoculation and biological growth regulators in the conditions of the north-eastern part of the Forest Steppe of Ukraine.....	23
Dymov O.M., Holoborodko S.P. Water supply of the Steppe Zone of Ukraine and rational use of irrigated land in the conditions of regional climate change.....	27
Zhuikov O.G., Lavrys V.Yu. Quantitative and qualitative indicators of functioning of the assimilation apparatus of ornamental sunflower at different sowing rates in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....	32
Zhuikov O.G., Hodos T.A. Phytosanitary state of Sarepta mustard agrocenosis at different levels of biologization of technology for growing crops in the southern steppe.....	36
Zaiets S.O., Rudik O.L., Onufra L.I. Optimization of sowing dates of winter barley in the irrigation zone of the Southern Steppe of Ukraine in the aspect of current climate change.....	40
Kyryliuk V.P., Krychivskiy V.M. Modern adaptive systems of the main main tillage for spring barley.....	45
Koval G.V., Yeshenko V.E. The prevalence of the main diseases of crops of 5-field crop rotation at different intensities of the main tillage.....	48
Kovalov M.M. The efficiency of growing arugula in hydroponic film greenhouses.....	53
Maliarchuk M.P., Kaznovskiy O.V. Influence of different methods of basic tillage on agrophysical indicators and soybean seed yield.....	58
Marchenko K.Yu. Chlorophyll content and net productivity of photosynthesis of naked oats under the action of biological preparations.....	62
Moldovan Zh.A., Moldovan V.G. Influence of Mineral Nutrition on the formation of the leaf surface area by corn plants in the conditions of the Western Forest-Steppe.....	68
Morozov O.V., Morozov V.V., Kozlenko Ye.V. Model of formation of water quality of Ingulets irrigation system in 2021.....	73
Pavlichenko K.V., Grabovskiy M.B. Yields of green and dry mass of maize hybrids and biogas output depending of the use of macro and microfertilizers.....	79
Shvets O.M. Sustainable future in the next decade, based on soil science.....	86
BREEDING, SEED FARMING.....	94
Kosenko N.P., Bondarenko K.O. The productivity and quality of new hybrids of asparagus under drip irrigation on south of Ukraine.....	94
Kholod S.M., Illichov Yu.G., Kirian V.M., Muzafarova V.A. Characteristics of spring barley cultivar for productivity of the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine.....	99
SUMMARY.....	115

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 633.15: 631.52: 631.559

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.1>

ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА РІВНЯ УРОЖАЙНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ГРУПАМИ СТИГЛОСТІ

БАГАН А.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-8851-5081>

Полтавський державний аграрний університет

ШАКАЛІЙ С.М. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-4568-1386>

Полтавський державний аграрний університет

ЮРЧЕНКО С.О. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-5812-3877>

Полтавський державний аграрний університет

ІВАЩЕНКО В.М. – студент II курсу магістратури

факультету агротехнологій та екології

<https://orcid.org/0000-0002-7231-4194>

Полтавський державний аграрний університет

БАРАБОЛЯ О.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-4123-9547>

ПОКОТИЛО А.В. – студент II курсу магістратури

факультету агротехнологій та екології

<https://orcid.org/0000-0002-7994-9109>

Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Натепер виробництво зерна кукурудзи реалізується завдяки використанню інтенсивних технологій вирощування та сучасних вітчизняних гібридів кукурудзи різних груп стиглості, районованих для конкретного регіону. Актуальним є вивчення нових перспективних гібридів кукурудзи для визначення їх адаптації до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Залежно від біологічних особливостей доцільним є вивчення гібридів кукурудзи за групами стиглості, оскільки вони суттєво відрізняються за строками дозрівання, рівнем потенційної урожайності, вологістю зерна та ін. [1].

Тому вивчення продуктивного потенціалу гібридів кукурудзи за групами стиглості дасть змогу розширити сортимент вирощування гібридів такої культури по всій території України залежно від ґрунтово-кліматичних умов, а також вирішити одне із головних завдань агропромислового комплексу.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Гібриди кукурудзи різних груп стиглості відрізняються за морфологічними та біологічними властивостями. Так, отримання потенційної врожайності окремого генотипу можливе за сприятливих умов для росту і розвитку рослин, у тому числі і високої сортової агротехніки та природних умов [2–4].

На сьогодні нові гібриди кукурудзи вітчизняної селекції мають високі адаптивні властивості. За показником урожайності вони перебувають на рівні закордонних гібридів та характеризуються гене-

тично зумовленою адаптацією до ґрунтово-кліматичних умов певного регіону України [5–8].

У період постійних змін клімату спостерігається підвищення середньодобової температури повітря, зменшується кількість атмосферних опадів, а це, своєю чергою, призводить до зниження запасів вологи у ґрунті. Відчутною стає різниця між денною і нічною температурами повітря. Влітку часто відбувається різке коливання температури протягом доби. Це призводить відповідно до зниження інтенсивності росту і розвитку рослин удень і вночі, що викликає значну втрату вологи [2; 9].

Показники висоти рослини і висоти прикріплення верхнього качана залежать від біологічних особливостей гібридів кукурудзи та умов вирощування. Так, нестача вологи і надто високі температури сприяють зниженню таких показників. Низька висота прикріплення качана, своєю чергою, призводить до значних втрат зерна під час збирання врожаю, але і високе прикріплення качана на рослині також є небажаним явищем. Тому морфологія рослин кукурудзи може впливати на рівень продуктивності, а також потребує використання деяких елементів технології вирощування [10–12].

Натепер вітчизняними селекціонерами створено низку гібридів кукурудзи, що відрізняються між собою морфологічними ознаками, біологічними особливостями, показниками урожайності і якості зерна, мають високий рівень адаптивного потенціалу до несприятливих умов середовища [13].

Тому вивчення сучасних гібридів кукурудзи вітчизняної селекції з метою встановлення рівня прояву їх продуктивності у певних ґрунтово-кліматичних умовах залежно від тривалості вегетаційного періоду залишається актуальним.

Мета. Метою досліджень було вивчення прояву біометричних показників рослини та рівня урожайності гібридів кукурудзи залежно від тривалості вегетаційного періоду.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в умовах Полтавської області протягом 2019–2020 років. Об'єктом досліджень були дев'ять гібридів кукурудзи компанії «Маїс» різних груп стиглості – ДМС 1915, ДМС Лорд, Мрія МС (ранньостиглі); ДМС Тренд, ДМС Стікер, ДМС Прайм (середньоранні); Візир, ДМС Сектор, ДМС 3015 (середньостиглі). Облікова площа ділянки становила 50 м². Повторність – чотириразова. Попередник – пшениця озима.

Варіанти досліду вивчали за такими показниками, як: вегетаційний період (діб), висота рослини (см), висота прикріплення верхнього качана (см), кількість розвинених качанів на рослині (шт.), урожайність (т/га). Розраховували індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини [10].

Польові і лабораторні дослідження проводили згідно із загальноприйнятими методиками, статистичну обробку даних визначали методом кореляційного аналізу за Б.А. Доспеховим [14].

Результати досліджень. За середніми даними 2019–2020 років досліджень було встановлено тривалість вегетаційного періоду досліджуваних гібридів кукурудзи.

Ранньостиглі гібриди ДМС 1915, ДМС Лорд, Мрія МС (ФАО 190) мали вегетаційний період 96–100 діб. У середньоранніх гібридів ДМС Тренд (ФАО 290), ДМС Стікер (ФАО 250), ДМС Прайм (ФАО 250) період вегетації становив 109–111 діб. Середньостиглі гібриди кукурудзи Візир (ФАО 350), ДМС Сектор (ФАО 330), ДМС 3015 (ФАО 300) мали вегетаційний період 113–122 доби (табл. 1).

Важливими біометричними показниками рослин кукурудзи є висота рослини, висота прикріплення верхнього качана та кількість качанів на рослині.

За середніми даними показник висоти рослин у гібридів кукурудзи відповідно становив:

ранньостиглі гібриди – 189,5–251,4 см, середньоранні гібриди – 231,0–268,2 см, середньостиглі гібриди – 242,5–279,6 см. Найменшу висоту рослин мав гібрид ДМС Лорд (189,5 см), а найбільшу – гібриди ДМС Сектор і ДМС 3015 (279,6 і 275,0 см відповідно).

Показник висоти прикріплення верхнього качана мав сильний взаємозв'язок із показником висоти рослини ($r=0,76$) і варіював у таких межах: ранньостиглі гібриди – 75,4–96,0 см, середньоранні гібриди – 76,2–96,0 см, середньостиглі гібриди – 91,5–122,6 см. Ранньостиглі і середньоранні групи стиглості гібридів кукурудзи за таким показником суттєво не відрізнялися, середньостиглі гібриди мали значно вищу висоту прикріплення качана. Найменше значення такого показника відзначено у гібридів ДМС Лорд і ДМС Стікер (75,4 і 76,2 см), а найбільше – у гібриду найбільш високорослого ДМС Сектор (122,6 см) (табл. 2).

Крім того, було встановлено індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини, який суттєво не відрізнявся і відповідно становив 0,31–0,44. Такий показник мав середньої сили взаємозв'язок із вегетаційним періодом ($r=0,45$).

Показник кількості розвинених качанів на рослині за середніми даними відповідно дорівнював: ранньостиглі гібриди – 1,6–1,9 шт., середньоранні гібриди – 1,4–1,5 шт., середньостиглі гібриди – 1,4–1,6. Ранньостигла група гібридів кукурудзи характеризувалася найбільшою кількістю качанів на рослині – гібрид Мрія МС (1,9 шт.). Найменшу кількість качанів на рослині відзначено у гібридів ДМС Тренд і Візир (1,4 шт.).

Важливим показником для виробництва є урожайність, яка корелювала із висотою прикріплення качана ($r=0,66$). За середніми даними досліджуваний показник за групами стиглості у гібридів кукурудзи варіював таким чином: ранньостиглі гібриди – 7,18–7,90 т/га, середньоранні гібриди – 7,52–8,16 т/га, середньостиглі гібриди – 8,33–8,95 т/га (рис. 1).

Встановлено, що зі збільшенням тривалості вегетаційного періоду збільшується рівень урожайності ($r=0,89$). Так, найбільшу урожайність відзначено у середньостиглого гібриду Візир (ФАО 350) – 8,95 т/га, а найменшу – у ранньостиглого гібриду ДМС Лорд (ФАО 190), яка становила 7,18 т/га.

Таблиця 1 – Тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи за групами стиглості, середнє за 2019–2020 рр.

Група стиглості	Гібрид	ФАО	Вегетаційний період, діб
Ранньостигла	ДМС 1915	190	96
	ДМС Лорд	190	98
	Мрія МС	190	100
Середньорання	ДМС Тренд	290	111
	ДМС Стікер	250	109
	ДМС Прайм	250	110
Середньостигла	Візир	350	122
	ДМС Сектор	330	115
	ДМС 3015	300	113

Таблиця 2 – Біометричні показники рослин кукурудзи, середнє за 2019–2020 рр.

Гібрид	Висота рослини, см	Висота прикріплення верхнього качана, см	Індекс	Кількість качанів на рослині, шт.
Ранньостигла група				
ДМС 1915	251,4	95,0	0,38	1,8
ДМС Лорд	189,5	75,4	0,40	1,6
Мрія МС	246,8	96,0	0,39	1,9
Середньорання група				
ДМС Тренд	268,2	92,5	0,34	1,4
ДМС Стікер	245,4	76,2	0,31	1,5
ДМС Прайм	231,0	96,0	0,42	1,5
Середньостигла група				
Візір	242,5	91,5	0,38	1,4
ДМС Сектор	279,6	122,6	0,44	1,5
ДМС 3015	275,0	111,2	0,40	1,6

Висновки.

1. Встановлено, що збільшення тривалості вегетаційного періоду впливає на показники висоти рослини і висоти прикріплення верхнього розвиненого качана. Найбільш високорослими відзначено гібриди середньостиглої групи ДМС Сектор (279,6 см) і ДМС 3015 (275,0 см). Найбільша висота прикріплення качана також спостерігалася у гібриду ДМС Сектор (122,6 см).

2. Індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини залежав від тривалості вегетаційного періоду і мав середній рівень кореляції ($r=0,45$).

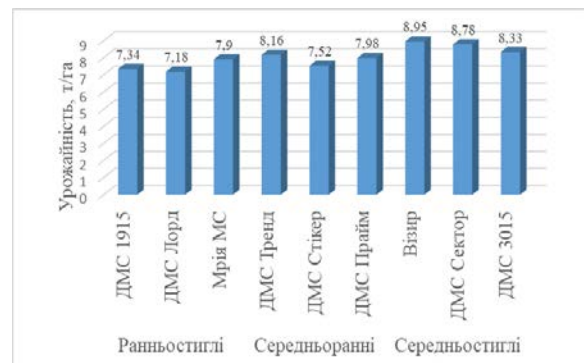
3. Ранньостигла група гібридів кукурудзи характеризувалася високою кількістю розвинених качанів на рослині (1,6–1,9 шт.).

4. Встановлено, що найбільшу врожайність кукурудзи мали гібриди середньостиглої групи. За таким показником виділено гібрид кукурудзи Візір (ФАО 350) – 8,95 т/га.

5. Перспективною подальших досліджень є вивчення прояву та мінливості елементів продуктивності у досліджуваних гібридів за групами стиглості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Влашук А.М., Конащук О.П., Желтова А.Г., Колпакова О.С. Формування врожаю нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології в умовах Степової зони України на зрошенні. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. № 65. С. 86–88.
- Дробіт О.С. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від агротехнічних заходів в умовах зрошення Південного Степу України : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук : 06.01.09. «Рослинництво». Херсон, 2018. 204 с.
- Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Найдюнов В.Г. Селекційно-технологічні аспекти підвищення стійкості виробництва кукурудзи в умовах Південного Степу. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2006. Вип. № 28. С. 136–143.
- Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180–430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на Півдні

**Рис. 1. Урожайність гібридів кукурудзи за групами стиглості, середнє 2019–2020 рр.**

України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. № 65. С. 64–68.

5. Влашук А.М., Лавриненко Ю.О., Конащук О.П. Вплив строків сівби на продуктивність та збиральну вологість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. № 75. С. 60–69.

6. Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Глушко Т.В. Створення нових гібридів кукурудзи для умов зрошуваного землеробства. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. № 62. С. 79–81.

7. Баган А.В. Формування продуктивності та якості зерна гібридів кукурудзи залежно від попередника. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2015. № 4. С. 32–35.

8. Баган А.В., Шокало Н.С. Мінливість біометричних показників кукурудзи. *Збірник наукових праць науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу ПДАА за підсумками науково-дослідної роботи в 2019 році*. Полтава : РВВ ПДАА, 2020. С. 215–217.

9. Зубець М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ : Аграрна наука, 2010. 986 с.

10. Іванів М.О., Репілевський Д.Е. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів поливу. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. № 118. С. 94–104.

11. Гурьев Б.П. Проблема адаптивного потенциала раннеспелых гибридов кукурузы. *Урожай и адаптивный потенциал энтомологической системы поля* : сборник научных трудов. Киев : УААН, 1991. С. 79–84.

12. Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. Кукурудза – селекція та вирощування гібридів : монографія. Вінниця, 2009. 199 с.

13. Гож О.А., Марченко Т.Ю., Глушко Т.В. Інтенсивні гібриди кукурудзи для умов зрошуваного землеробства. *Історія освіти, науки і техніки в Україні* : IX всеукраїнська конференція : тези доповідей. Київ, 2014. С. 267–268.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351с.

REFERENCES:

1. Vlashchuk, A.M., Konashchuk, O.P., Zheltova, A.H., Kolkakova, O.S. (2016). Formuvannia vrozhaiu novykh hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti zalezno vid elementiv tekhnologii v umovakh Stepovoi zony Ukrainy na zroshenni [Formation of a crop of new hybrids of corn of different groups of maturity depending on elements of technology in the conditions of a Steppe zone of Ukraine on irrigation]. *Zroshuvane zemlerobstvo. Irrigated agriculture*. 65, 86–88 [in Ukrainian].

2. Drobit, O.S. (2018). Formuvannia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh zroshennia pivdennoho Stepu Ukrainy: dysertatsiia na здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук: 06.01.09. "Roslynnytstvo" [Formation of productivity of hybrids of corn depending on agrotechnical measures in the conditions of irrigation of the Southern Steppe of Ukraine: the dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of agricultural sciences: 06.01.09. Crop production]. Kherson, 204 [in Ukrainian].

3. Lavrynenko, Yu.O., Kokovikhin, S.V., Naidonov, V.H. (2006). Seleksiino-tekhnolohichni aspekty pidvyshchennia stiiikosti vyrobnytstva kukurudzy v umovakh Pivdennoho Stepu. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN* [Selection and technological aspects of increasing the stability of corn production in the Southern Steppe. Bulletin of the Institute of Grain Management of UAAS]. 28, 136–143 [in Ukrainian].

4. Lavrynenko, Yu.O., Hozh, O.A. (2016). Rist i rozvytok roslyn hibrydiv kukurudzy FAO 180–430 za vplyvu rehulatoriv rostu i mikrodobryv v umovakh zroshennia na Pivdni Ukrainy [Growth and development of plants of maize hybrids FAO 180–430 under the influence of growth regulators and microfertilizers under irrigation in the South of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo. Irrigated agriculture*. 65, 64–68 [in Ukrainian].

5. Vlashchuk, A.M., Lavrynenko, Yu.O., Konashchuk, O.P. (2011). Vplyv strokiv sivy na produktyvnist ta zbyralsnu volohist zerna hibrydiv kukurudzy riznykh hrup

styhlosti [Influence of sowing dates on productivity and harvesting grain moisture of maize hybrids of different maturity groups]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Taurian Scientific Bulletin*. 75, 60–69 [in Ukrainian].

6. Lavrynenko, Yu.O., Marchenko, T.Yu., Hlushko, T.V. (2010). Stvorennia novykh hibrydiv kukurudzy dlia umov zroshuvanooho zemlerobstva [Creation of new hybrids of corn for irrigated agriculture]. *Zroshuvane zemlerobstvo. Irrigated agriculture*. 62, 79–81 [in Ukrainian].

7. Bahan, A.V. (2015). Formuvannia produktyvnosti ta yakosti zerna hibrydiv kukurudzy zalezno vid poperednyka [Formation of productivity and grain quality of maize hybrids depending on the predecessor]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. Poltava Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. Poltava, 4, 32–35 [in Ukrainian].

8. Bahan, A.V., Shokalo, N.S. (2020). Minlyvist biometrychnykh pokaznykiv kukurudzy. *Zbirnyk naukovykh prats naukovo-praktychnoi konferentsii profesorokovykladatskoho skladu PDAA za pidsumkamy naukovodoslidnoi roboty v 2019 rotsi* [Variability of biometric indicators of corn. Collection of scientific works of the scientific-practical conference of the teaching staff of PDAA based on the results of research work in 2019]. Poltava: RVV PDAA, 215–217 [in Ukrainian].

9. Zubets, M.V. (2010). Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy [Scientific bases of agro-industrial production in the Steppe Zone of Ukraine]. *Ahrarna nauka. Agrarna nauka*, 986 [in Ukrainian].

10. Ivaniv, M.O., Repilevskiy, D.E. (2021). Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO zalezno vid sposobiv polyvu [Biometric parameters of maize hybrids of different FAO groups depending on irrigation methods]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Taurian Scientific Bulletin*. 118, 94–104 [in Ukrainian].

11. Hurev, B.P. (1991). Problema adaptivnogo potentsiala rannespelykh gibrydiv kukuruzyi. *Urozhay i adaptivnyi potentsial entomologicheskoy sistemy polya: sbornik nauchnykh trudov* [The problem of adaptive potential of early-maturing maize hybrids. Yield and adaptive potential of the field entomological system: collection of scientific papers]. UAAN, 79–84 [in Russian].

12. Palamarchuk, V.D., Mazur, V.A., Zozuliak, O.L. (2009). Kukurudza – seleksiia ta vyroshchuvannia hibrydiv: monohrafiya [Corn – selection and cultivation of hybrids: monograph]. Vinnytsia, 199 [in Ukrainian].

13. Hozh, O.A., Marchenko, T.Yu., Hlushko, T.V. (2014). Intensyvni hibrydy kukurudzy dlia umov zroshuvanooho zemlerobstva. *Istoriia osvity, nauky i tekhniki v Ukraini: IX vseukrainsjka konferenciya: tezy dopovidej* [Intensive hybrids of corn for irrigated agriculture. History of education, science and technology in Ukraine: IX all-Ukraine conference]. Kyiv, 267–268 [in Ukrainian].

14. Dospekhov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moskva: Agropromizdat, 351 [in Russian].

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИНОГРАДУ
ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ДОБРІВ****БАРАТ Ю.М.** – кандидат сільськогосподарських наук<https://orcid.org/0000-0001-8076-936X>

Полтавський державний аграрний університет

НАТАЛЕВИЧ В.В. – студент II курсу магістратури агротехнологій та екології<https://orcid.org/0000-0001-8886-7386>

Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. В інтенсивному виноградарстві широко використовуються мінеральні добрива, що забезпечують високі врожаї з дещо нижчою якістю винограду. Ґрунт підтримується у рихлому стані – під час вегетації кілька разів проходить неглибокий обробіток, завдяки чому видаляються всі види бур'янів [1–3].

У фазі інтенсивного росту виноградної лози бур'яни є конкурентоспроможними щодо води та мінеральних речовин. Деякі з них можуть бути потенційними «господарями» вірусів. Бобові культури сіють у простір між рядами у винограднику, деякі з них менш агресивні порівняно з іншими видами, наприклад з групи злакових трав. Перевагою є їх здатність фіксувати атмосферний азот [4–6].

Аналіз основних досліджень і публікацій. У разі затримки внесення мінеральних добрив вегетація виноградної лози подовжується, тим самим накопичуючи запаси поживних речовин в однорічних пагонах та багаторічній деревині. Та, навпаки, вирощуючи виноград, використовуючи сидерати, виноградна лоза використовує оптимальну кількість азоту для свого росту та розвитку. Також зменшується ерозія і зберігається структура ґрунту [7–9].

Разом із зеленою масою епіфітних рослинних мікроорганізмів бактерії та дріжджі потрапляють у ґрунт, а шляхом оранки у зернобобових культурах збільшується кількість симбіотичних закріплювачів азоту, вуглецю та загальна біомаса [9; 10].

Біодобрива – мікробіологічні добрива, які містять високоефективні штами бактерій, грибів та водоростей, забезпечують рослини біогенними елементами: азотом, фосфором та калієм. У такому разі не відбувається забруднення ґрунту, води та атмосфери.

Azotobacter chroococcum присутній у ризосфері численних рослин, а в деяких видах рослин та генотипах він наближається до асоціативних фіксаторів азоту. *Bacillus megaterium* var. *phosphaticus* бере участь у процесі амоніфікації, тобто під дією позаклітинних протеолітичних та нуклеолітичних ферментів розчиняє нуклеопротейди. Таким чином, фосфор перетворюється на неорганічну форму, доступну для рослини. Потреба винограду в калії велика. У ґрунті міститься силікатна бактерія *Bacillus circulans*, яка розчиняє алюмосилікати, з яких виділяється калій [11–15].

Мета. Мета – визначити вплив сумішей мікробіологічних добрив з висіяними міжряддями зерно-

бобовими та травами на врожайність та якість винограду сорту Ріслінг.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводилися у фермерському господарстві Вільгінген Бергві (Швейцарія). Об'єктом досліджень був виноград сорту Ріслінг.

Ґрунт за механічним вмістом складається з глини та піщаної глини, хорошої якості дренажу, добре нагрівається і має помірну вологість без тривалого утримання води. Ґрунт має глинистий склад на глибині до 1 м. Процес ослаблення гумусу виражений під час вирощування сільськогосподарських культур.

Хімічна реакція ґрунту – від слабокислої до нейтральної. Вміст загального азоту невеликий і він присутній лише в орному шарі 0,1–0,15%. Поставання легкодоступного калію коливається в межах 12,3–15 мг/100 г на добу, при цьому глибина інтервалу варіювання розширюється, що відповідає середній доступності. Вміст легкодоступного фосфору низький – 0,4–3,6 мг/100 г на добу, шаром до 40 см. У дослідженні було використано мікробіологічне добриво – біологічний препарат, що приготований із змішаних популяцій *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans*. Штами мікроорганізмів, використані для цього дослідження, походять з колекції мікроорганізмів наукової лабораторії.

Експеримент був розроблений за блоковою системою: контроль (без внесення біодобрив) – варіант 1, використання штаму *Azotobacter chroococcum* – варіант 2, суміш популяцій *Azotobacter chroococcum* та *Bacillus megaterium* – варіант 3, суміш популяцій *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* – варіант 4. Простір всередині ряду утримували під чистим паром, а у міжряддях щороку (березень–квітень) сіяли суміш гороху та ячменю, і заробляли у ґрунт у фазі цвітіння бобових. Виноград збирали у фазі повного дозрівання, визначали кількість грон і масу винограду з лози, врожайність, вміст цукру та загальні кислоти за період 2019–2020 рр.

Результати досліджень. Температурні умови та розподіл опадів істотно відрізнялися у досліджуваній період порівняно із середньорічними показниками. Середньорічна температура повітря становила у 2020 р. 10,9°C порівняно з 2019 р. – 13,6°C. У досліджуваній період 2020 р. серпень був найтеплішим місяцем (24,5°C), а найвища температура була зареєстрована в липні – 40,5°C.

Різниця між внесеними мікробіологічними добривами була досить значною (рис. 1). Показник кількості грон на одному виноградному кущі коливався в межах від 23,0 до 20,6 шт. В усіх випадках було отримано вище значення, ніж у контролі. Найбільш ефективним стало внесення біологічного препарату *Azotobacter chroococcum* – 23,0 шт.

Маса однієї грони винограду була в межах від 104,5 г до 126,0 г за контролю 103,0 г (рис. 2). Найбільшого значення отримано від внесення *Azotobacter chroococcum* (126,0 г).

Дещо менший результат маємо у разі внесення комплексу біодобрив *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* (107,0 г). Варіант *Azotobacter chroococcum* + *Bacillus megaterium* не суттєво перевищував контрольний варіант (104,5 г).

Дослідженнями встановлено, що маса ягід винограду з одного куща збільшується за внесення мікробіологічних добрив (рис. 3). Так, за внесення *Azotobacter chroococcum* маса ягід збільшилася на 0,87 кг порівняно з варіантом без внесення добрив та було отримано 3,93 кг. За внесення

Azotobacter chroococcum + *Bacillus megaterium* маса також збільшилася на 0,43 кг, а дещо менше значення такого показника отримано у разі внесення *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* (3,15 кг).

Внесення біодобрив вплинуло на формування врожайності ягід винограду (рис. 4). Найбільшу врожайність отримано за внесення *Azotobacter chroococcum* (8,77 т/га). Поєднання *Azotobacter chroococcum* та *Bacillus megaterium* зменшило врожайність порівняно з внесенням лише *Azotobacter chroococcum* на 1,02 т/га, а використання суміші *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* призвело до зменшення врожайності на 1,77 т/га.

В усіх варіантах завдяки внесенню мікробіологічних добрив вміст цукру у суслі збільшувався порівняно з варіантом без внесення (табл. 1). Так, найбільше значення отримано з варіанту внесення поєднання всіх трьох біопрепаратів – 21,3%. За внесення *Azotobacter chroococcum* + *Bacillus megaterium* отримано 20,1% вмісту цукру у суслі, а у разі внесення *Azotobacter chroococcum* відсотковий вміст був 19,9%.

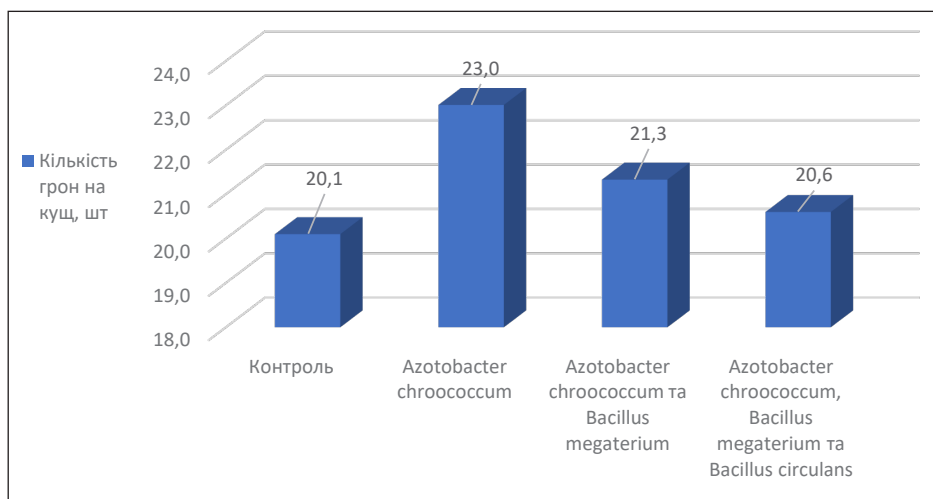


Рис 1. Кількість грон на кущ, шт. (середнє за 2019–2020 рр.)

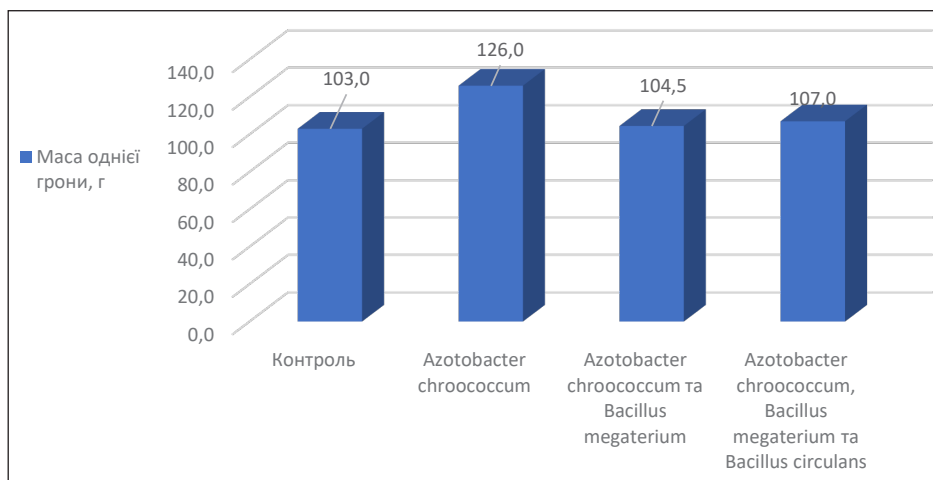


Рис. 2. Маса однієї грони, г (середнє за 2019–2020 рр.)

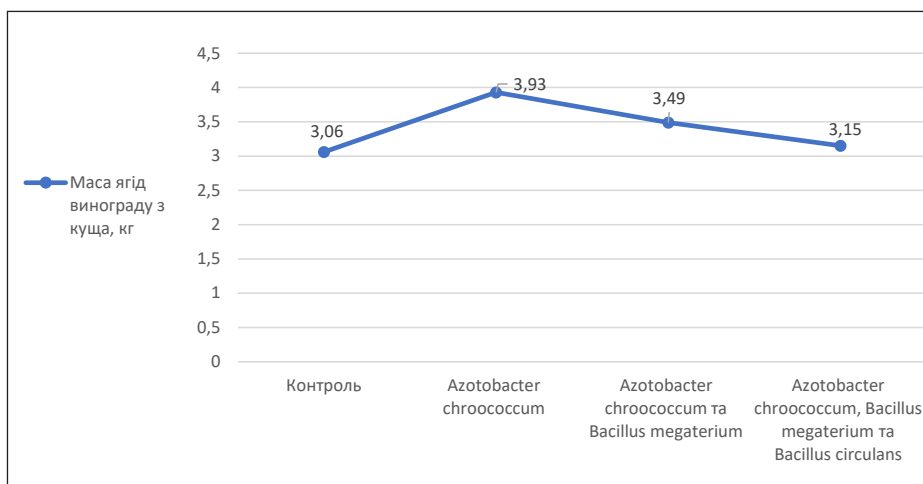


Рис. 3. Маса ягід винограду з куща, кг (середнє за 2019–2020 рр.)

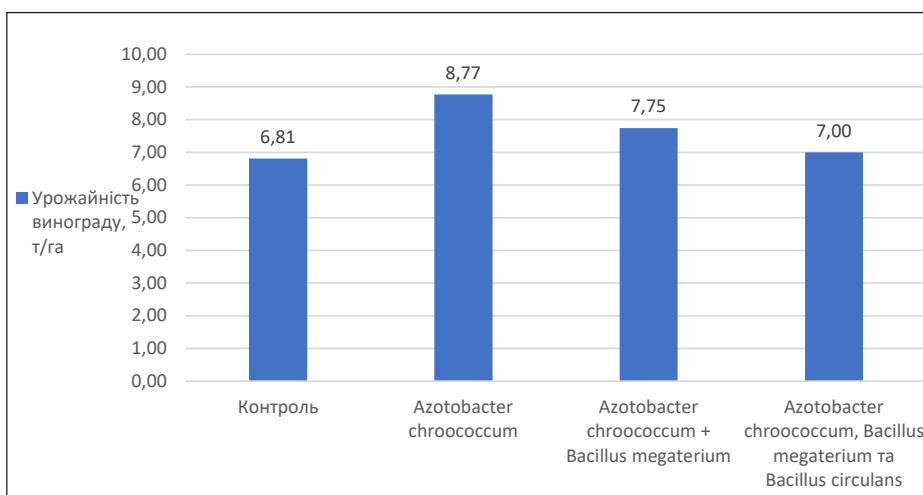


Рис. 4. Урожайність винограду, т/га (середнє за 2019–2020 рр.)

Таблиця 1 – Вміст цукру та кислоти у суслі, г/л (середнє за 2019–2020 рр.)

Варіант	Вміст цукру у суслі, %	Загальний вміст кислоти у суслі, г/л
Контроль	19,5	5,8
Azotobacter chroococcum	19,9	6,1
Azotobacter chroococcum + Bacillus megaterium	20,1	5,7
Azotobacter chroococcum, Bacillus megaterium та Bacillus circulans	21,3	5,4

Загальний вміст кислоти у суслі під дією мікробіодобрив збільшувався пропорційно до зменшення вмісту цукру. Найменше значення такого показника було за внесення *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* – 5,4 г/л.

Висновки. Отже, за внесення мікробіологічного добрива *Azotobacter chroococcum* отримано найбільшу врожайність винограду – 8,77 т/га. Поєднання *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* збільшує вміст цукру у суслі та зменшує загальний вміст кислоти.

Щодо перспективи таких досліджень, то велике значення впливу на такий дослід мають ґрунтово-кліматичні умови, тому такий дослід доцільно було б про-

вести в умовах центрального Лісостепу України.

Також важливий аспект – це активність та дія таких біопрепаратів на різні сорти винограду, який вирощується в Україні, отже, цей напрям є перспективою для подальшого вивчення і дослідження впливу мікробіологічних добрив на інші сорти винограду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Голінка П.І. Лекції з виноградарства : навчальний посібник. Ч. 1. Біологія, екологія. М-во освіти і науки України, Ужгор. нац. ун-т. Ужгород, 2003. 79 с.
- Аксентюк І.А. Эффективность микроэлементов на виноградниках. *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1985. № 3, С. 30–32.

3. Малтабар Л.М., Козаченко Д.М. Виноградный питомник: теория и практика. Краснодар, 2009. 290 с.

4. Мишуренко А.Г., Красюк М.М. Виноградный питомник. Москва : Агропромиздат, 1987. 267 с.

5. Перстнёв Н.Д. Виноградарство. Кишинев, 2001. 603 с.

6. Таран Н.Ю., Светлова Н.Б., Оканенко О.А. Регуляторы роста в формировании адаптивных реакций растений к засухе. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 4. С. 29–32.

7. Шерер В.А., Зеленианская Н.Н. Особенности виноградногo растения и методы оценки показателей органов и тканей. Одесса : ННЦ «ИВиВ им. В.Е. Тайрова», 2011. 114 с.

8. Русько Е.А. Влияние внекорневой и корневой подкормки винограда на его рост и урожайность. *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1979. № 1. С. 30–32.

9. Бейбулатов М.Р., Буйвал Р.А., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А. Элементы применения удобрения нового поколения в виноградарстве. *Бюллетень Центра научного обеспечения агропромышленного производства Автономной Республики Крым*. 2006. № 6. С. 2–3.

10. Сапожников А.М., Савін М.О., Возняк Г.О. Сучасні напрями використання зрізаної виноградної лози. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. збірник. Одеса, 2013. Вип. 50. С. 258–262.

11. Власов В.В., Ляшенко Г.В., Власова О.Ю., Шапошнікова О.Ф. Агроекологічне обґрунтування кадастру виноградників України. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 2. С. 60–62.

12. Власов В.В. Екологічні основи формування виноградних ландшафтів. Арциз : ФОП Петров О.С., 2013. 240 с.

13. Инструкция по проектированию садов, виноградников и питомников. Москва : Агропромиздат, 1986. 57 с.

14. Серпуховитина К.А., Худавердов Э.Н., Красильников А.А., Кудряшова В.В., Панежа Ю.В. Новые удобрения для повышения продуктивности виноградников. *Виноделие и виноградарство*. 2006. № 2. С. 38–39.

15. Астарханова Т.С., Астарханов И.Р., Загирова Р.Ш. Применение регуляторов роста, микроудобрений и фунгицидов на виноградниках. *Виноделие и виноградарство*. 2007. № 2. С. 33–35.

REFERENCES:

1. Golinka, P.I. (2003). *Leksii z vynohradarstva: navchalnyi posibnyk*. Ch. 1. Biologhiia, ekolohiia [Lectures on viticulture: manual. Part 1. Biology, ecology]. M-vo osvity i nauky Ukrainy, Uzhhor. nats. un-t. Uzhhorod, 79 s. [in Ukrainian].

2. Aksentyuk, I.A. (1985). *Effektivnost mikroelementov na vinogradnikah* [The effectiveness of trace elements in vineyards]. Horticulture, viticulture and winemaking in Moldov. Sadovodstvo, vynohradarstvo y vynodelye Moldavyi. 3, 30–32 [in Russian].

3. Maltabar, L.M., Kozachenko, D.M. (2009). *Vinogradnyi pitomnik: teoriya y praktika* [Grape nursery: theory and practice]. Krasnodar, 290 [in Russian].

4. Mishurenko, A.G., Krasnyuk, M.M. (1987). *Vinogradnyi pitomnik* [Grape nursery]. Moskva: Ahropromyzzdat, 267 [in Russian].

5. Perstnev, N.D. (2001). *Vynohradarstvo* [Viticulture], Kyshynev. Chisinau, 603 [in Russian].

6. Taran, N.Yu., Svetlova, N.B., Okanencko, O.A. (2004). *Regulyatori rosta v formirovanii adaptivnykh reaktsiy rasteniy k zasuhe* [Growth regulators in the formation of adaptive reactions of plants to drought], Visnyk ahrarnoi nauky. Bulletin of Agricultural Science. 4, 29–32 [in Russian].

7. Scherer, V.A., Zelenyanskaya, N.N. (2011). *Osobennosti vinogradnogo rasteniya i metody otsenki pokazateley organov i tkaney* [Features of a grape plant and methods of an estimation of indicators of bodies and fabrics]. Odessa: NNTs "YVyV im. V.E. Tayrova". Odessa: NSC "IVIv named after V.E. Tairov", 114 [in Russian].

8. Rusko, E.A. (1979). *Vliyanie vnekornevoy i kornevoy podkormki vinograda na ego rost i urozhaynost* [Influence of foliar and root fertilization of grapes on its growth and yield]. Sadovodstvo, vynohradarstvo y vynodelye Moldavyi. Horticulture, viticulture and winemaking in Moldova. 1, 30–32 [in Russian].

9. Beibulatov, M.R., Bujval, R.A., Tikhomirova, N.A., Urdenko, N.A. (2006). *Elementy primeneniya udobreniya novogo pokoleniya v vinogradarstve* [Elements of application of new generation fertilizer in viticulture]. Biulleten Tsentra nauchnoho obespecheniya ahropromyshlennoho proyzvodstva Avtonomnoi Respublyky Krim. Bulletin of the Center for Scientific Support of Agro-Industrial Production of the Autonomous Republic of Crimea. 6, 2–3 [in Russian].

10. Sapozhnikov, A.M., Savin, M.O., Wozniak, G.O. (2013). *Suchasni napriamky vikoristannya zrizanoyi vynohradnoyi lozi* [Modern uses of cut vines]. Vynohradarstvo i vynorobstvo: mizhv. tem. nauk. zbiryk. Odesa. Viticulture and winemaking: inter. topics. Science zb. Odessa. 50, 258–262 [in Ukrainian].

11. Vlasov, V.V., Lyashenko, G.V., Vlasova, O.Y., Shaposhnikova, O.F. (2012). *Ahroekologichne obgruntuvannya kadastru vynohradnykiv Ukrayini* [Agroecological substantiation of the cadastre of vineyards of Ukraine]. Visnyk ahrarnoi nauky. Bulletin of Agricultural Science, 2, 60–62 [in Ukrainian].

12. Vlasov, V.V. (2013). *Ekologichni osnovi formuvannya vinogradnih landshaftiv* [Ecological bases of formation of grape landscapes]. Artsyz: FOP Petrov O.S. Artsyz: FOP Petrov O.S., 240 [in Ukrainian].

13. *Instruktsiya po proektirovaniyu sadov, vinogradnikov i pitomnikov* [Instructions for designing gardens, vineyards and nurseries] (1986). Moskva: Ahropromyzzdat, 57 [in Russian].

14. Serpukhovitina, K.A., Khudaverdov, E.N., Krasilnikov, A.A., Kudryashova, V.V., Panezha, Yu.V. (2006). *Novyye udobreniya dlya povysheniya produktivnosti vinogradnikov* [New fertilizers to increase the productivity of vineyards]. Vynodelye y vynohradarstvo. Winemaking and viticulture. 2, 38–39 [in Russian].

15. Astarkhanova, T.S., Astarkhanov, I.R., Zagirova, R.Sh. (2007). *Primenenie regulyatorov rosta, mikroudobreniy i fungitsidov na vinogradnikah* [Application of growth regulators, microfertilizers and fungicides in vineyards]. Vinodelie i vinogradarstvo. Winemaking and viticulture. 2, 33–35 [in Russian].

МАСА 1000 ЗЕРЕН ТА УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ ПОСІВУ ТА ОБРОБІТКУ БІОПРЕПАРАТАМИ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0001-9442-8793>

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0001-6994-3443>

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0002-6149-3393>

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

МІЩЕНКО С.В. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-1979-4002>

Інститут луб'яних культур Національної академії аграрних наук

Постановка проблеми. Вдосконалення зональної технології вирощування гібридів кукурудзи, що враховує конкретні ґрунтово-екологічні умови Степу, із застосуванням новітніх селекційних досягнень та інноваційних біологічно активних препаратів дасть можливість підвищити урожайність кукурудзи, покращити забезпеченість галузей аграрного виробництва і народного господарства цінною сировиною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У комплексі агротехнічних заходів у вирощуванні кукурудзи, від яких залежить урожай та його якість, важливе місце посідає густина посіву. Вагомий урожай можна отримати за рахунок високої індивідуальної продуктивності та гранично допустимої щільності стеблостою в конкретній агроекологічній зоні вирощування [1; 2].

Оптимальна густина рослин є важливим фактором для одержання високих урожаїв кукурудзи [3; 4]. Є різноманітність реакцій генотипів кукурудзи на загущення і можливість відбору форм, що не знижують урожайність зі збільшенням щільності посіву до певної межі, тому дослідні установи випробовували окремі лінії і гібриди за різної густоти [5].

Одним з елементів технологій, які ґрунтуються на використанні екологічно безпечних засобів підвищення врожайності сільськогосподарських культур, що набувають усе більшого значення, є біопрепарати [6; 7].

Біопрепарати екологічно безпечні і стимулюють проростання насіння, сприяють інтенсифікації фізіологічних і біохімічних процесів в органах рослин, активізують їх ріст і розвиток, прискорюють про-

цеси цвітіння й достигання, захищають рослини від захворювань та шкідників [8–12].

Вирощування кукурудзи з максимальними розмірами та вагою зернівки є одним з головних завдань поряд із підвищенням урожайності. Саме тому маса 1000 зерен є найважливішим показником повноцінності зернівок і найстабільнішим елементом структури врожаю [13].

У групі показників, що характеризують якість насіння, особливе місце посідає його крупність. Вона має велике значення в процесах післязбирання обробки і зберігання насіннєвого матеріалу та підготовки його до сівби. Проте вплив крупності на якість оцінюється досить суперечливо, незважаючи на численні дослідження, проведені в цьому напрямі. Загалом результати всіх досліджень можна згрупувати на такі основні: збільшення крупності призводить до поліпшення посівних і врожайних властивостей насіння [14; 15]; є певна градація крупності, в межах якої покращуються посівні і врожайні властивості [16; 17]; крупність не має вирішального впливу на якість насіння, особливо на його врожайність [18].

Мета статті – дослідити вплив густоти рослин та обробітку біологічно активними препаратами на формування маси 1000 зерен та врожайності зерна у сучасних гібридів кукурудзи в умовах зрошення.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися протягом 2019–2021 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, що розташоване в зоні Інгuleцького зрошуваного масиву.

Трифакторний дослід закладали методом розщеплених рендомізованих блоків. Дослідження проводили в чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок становила 50,0 м², облікова – 30,0 м².

Фактор А – різні за групами стиглості вітчизняні гібриди кукурудзи: Степовий (ФАО 190), Каховський (ФАО 380), Чонгар (ФАО 420), Арабат (ФАО 430). Фактор В – густина рослин 70, 80, 90 тис. рослин/га. Фактор С – обробка рослин гібридів кукурудзи інноваційними вітчизняними біопрепаратами Флуоресцин БТ, Трихопсин БТ, Біоспектр БТ.

Флуоресцин БТ – мікробіологічний препарат фунгіцидної та рістстимулювальної дії. Містить ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³, а також біологічно-активні речовини (БАР): феназин-карбонові кислоти, сидеорофори, цитокиніни.

Трихопсин БТ – мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної та рістстимулювальної дії. Діючою основою препарату є мицелій, спори гриба із роду *Trichoderma* та ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^{10}$ КУО/см³, а також біологічно активні речовини, що продукують штамми-продуценти.

Біоспектр БТ – мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної дії. Містить ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³, біологічно активні речовини (БАР): кислоти із роду феназин-карбонових, комплекс активних пігментів, які є діючими факторами в препараті.

Біопрепаратами обробляли насіння перед сівбою та рослини в процесі вегетації згідно з рекомендаціями Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН (м. Одеса) [19].

Агротехніка вирощування та методика досліджень загальноприйнята для умов зрошення, крім

факторів, що вивчалися. Застосовували краплинне зрошення з рівнем передполивної вологості ґрунту 80% НВ у шарі ґрунту 0–50 см.

Результати досліджень. Досліджено мінливість ознаки «маса 1000 зерен» у гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах зрошення. Проведені в 2019–2021 рр. спостереження показали, що маса 1000 зерен залежить від групи ФАО та обробки біопрепаратами.

Серед гібридів найбільша маса 1000 зерен спостерігалась у середньопізніх гібридів: у гібриду Чонгар (у середньому – 320,9 г), у гібриду Арабат – 324,0 г (табл. 1).

Найменшу масу у середньому показав гібрид Степовий – 236,5 г.

Група ФАО гібриду мала найбільший істотний вплив на масу 1000 зерен кукурудзи. Так, у середньому за роками на контрольному варіанті найбільшу масу показав середньопізній гібрид Арабат – 318,4 г. Обробка препаратами Трихопсин БТ, Флуоресцин БТ сприяла підвищенню маси 1000 зерен на 7,3 та 6,2 г відповідно. Максимальна маса 1000 зерен у гібриду Арабат спостерігалось за обробки препаратом Біоспектр БТ, маса 1000 зерен збільшилась на 8,9 г та становила 327,3 г.

Препарат Біоспектр БТ дозволив підвищити прояв ознаки порівняно з контролем у гібриду Арабат на 2,8%, препарат Трихопсин БТ – на 2,3%, препарат Флуоресцин БТ збільшив масу 1000 зерен на 1,9%.

У досліді всі гібриди максимальну масу 1000 зерен показали за обробки препаратом Біоспектр БТ – 289,5 г. Збільшення маси 1000 зерен від обробки препаратом Біоспектр БТ порівняно з контролем у середньому по досліді – 2,9%. Препарат Трихопсин БТ збільшив масу 1000 зерен на

Таблиця 1 – Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробітку біопрепаратами, г (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид (фактор А)	Обробка біопрепаратами (фактор С)	Середнє	За фактором	
			А	В
Степовий (ФАО 190)	Контроль, без обробки	234,2	236,5	281,3
	Біоспектр БТ	240,5		289,5
	Трихопсин БТ	236,1		285,6
	Флуоресцин БТ	235,2		284,4
Каховський (ФАО 290)	Контроль, без обробки	256,1	259,3	
	Біоспектр БТ	263,8		
	Трихопсин БТ	259,2		
	Флуоресцин БТ	257,8		
Чонгар (ФАО 420)	Контроль, без обробки	316,4	320,9	
	Біоспектр БТ	326,3		
	Трихопсин БТ	321,2		
	Флуоресцин БТ	319,8		
Арабат (ФАО 430)	Контроль, без обробки	318,4	324,0	
	Біоспектр БТ	327,3		
	Трихопсин БТ	325,7		
	Флуоресцин БТ	324,6		
НІР ₀₅ , т/га		А =	2,41	
		В =	3,01	

Таблиця 2 – Урожайність зерна кукурудзи залежно від густоти посіву й обробітку біопрепаратами, т/га (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота тис. рослин/га (фактор В)	Обробіток біопрепаратами (фактор С)				У середньому за фактором	
		Без обробітку	Біоспектр БТ	Трихоп-син БТ	Флуорес-цин БТ	А	В
Степовий (ФАО 190)	70	8,95	9,78	9,69	9,66	9,62	9,52
	80	8,99	9,90	9,76	9,72		9,59
	90	9,09	10,09	10,03	9,78		9,75
Середнє		9,01	9,92	9,83	9,72		
Каховський (ФАО 290)	70	10,72	11,72	11,61	11,57	11,80	11,41
	80	11,99	13,20	13,02	12,96		12,79
	90	10,45	11,60	11,53	11,24		11,21
Середнє		11,05	12,17	12,05	11,92		
Чонгар (ФАО 420)	70	15,33	16,77	16,73	16,39	15,09	16,31
	80	15,17	16,26	16,16	15,94		15,88
	90	12,65	13,30	13,26	13,12		13,08
Середнє		14,38	15,44	15,38	15,15		
Арабат (ФАО 430)	70	15,41	16,83	16,75	16,63	15,20	16,41
	80	15,25	16,52	16,18	16,00		15,99
	90	12,64	13,71	13,28	13,16		13,20
Середнє		14,43	15,69	15,41	15,26		
Оцінка істотності середніх (головних) ефектів							
H _P 05, т/га		A=0,34; B=0,22; C=0,28					

4,3 г, або 1,5%, препарат Флуоресцин БТ збільшив масу 1000 зерен у середньому по досліді на 3,1 г, або 1,0%.

Максимальному прояву ознаки «маса 1000 зерен» сприяв препарат Біоспектр БТ. Позитивна дія препарату на підвищення маси 1000 зерен забезпечувалась наявністю в діючій речовині рістстимулюючих компонентів та біологічних препаратів, що знешкоджують грибні захворювання та ураженості шкідниками.

Встановлено, що найвища врожайність зерна формувалась у середньопізнього гібриду Арабат на рівні 12,64–16,83 т/га, що пов'язано зі збільшеною тривалістю періоду вегетації та оптимізованою технологією за умов зрошення (табл. 2).

На рівень урожайності зерна гібриду Арабат, порівняно з контрольним варіантом, істотно вплинули всі застосовувані біопрепарати – приріст урожайності зерна у гібриду Арабат спостерігався на рівні 0,83–1,26 т/га, або 5,7–8,7%.

Найбільш ефективним серед препаратів був препарат Біоспектр БТ. Так, у середньопізнього гібриду Арабат (ФАО 430) у середньому за використання цього препарату – 15,69 т/га (приріст урожайності 1,26 т/га, або 8,7%), у гібриду Чонгар (ФАО 420) у середньому – 15,44 т/га (приріст урожайності 1,06 т/га, або 7,3%). Гібрид середньостиглої групи – Каховський показав дещо нижчу урожайність у середньому за обробки препаратом Біоспектр БТ – 12,17 т/га (приріст урожайності 1,12 т/га, або 9,9%). Ранньостиглий гібрид Степовий показав урожайність за використання препарату Біоспектр БТ – 9,92 т/га (приріст урожайності 0,91 т/га, або 10,1%). Приріст урожайності від біопрепаратів Трихопсин БТ, Флуоресцин БТ був нижчим.

У комплексі агротехнічних заходів вирощування кукурудзи, від яких залежить урожай, важливе місце посідає щільність посіву. Великий урожай зерна гібридів можливо отримати за рахунок високої індивідуальної продуктивності та гранично допустимої щільності стеблостою в конкретних умовах вирощування.

У середньому за роками найбільша урожайність зерна була у середньопізнього гібриду Арабат за густоти 70 тис. рослин/га – 16,41 т/га. За густоти 80 тис. рослин/га врожайність становила 15,99 т/га, у разі загущення посівів до 90 тис. рослин/га спостерігалось різке зниження урожайності до 13,20 т/га.

Середньопізній гібрид Чонгар також максимальну врожайність показав за густоти 70 тис. рослин/га – 16,31 т/га. За густоти 90 тис. рослин/га у середньому спостерігалась мінімальна урожайність – 13,08 т/га.

Середньостиглий гібрид Каховський у середньому максимальну врожайність показав за густоти рослин 80 тис. рослин/га – 12,79 т/га, зменшення густоти рослин до 70 тис. рослин/га привело до падіння урожайності до 11,41 т/га, збільшення густоти до 90 тис. рослин/га також викликало різке падіння урожайності до 11,21 т/га.

Ранньостиглий гібрид Степовий максимальну врожайність показав за густоти – 90 тис. рослин/га – 9,75 т/га, зменшення густоти до 80 і 70 тис. рослин/га призвело до зменшення урожайності зерна до 9,59 та 9,52 т/га відповідно.

У дослідженнях для з'ясування, як пов'язана маса 1000 зерен гібридів кукурудзи з урожайністю зерна, було розраховано тісноту кореляційного зв'язку. Встановлено наявність прямолінійного кореляційного зв'язку ($r=0,986$) між урожайністю зерна гібридів кукурудзи та масою 1000 зерен (рис. 1).

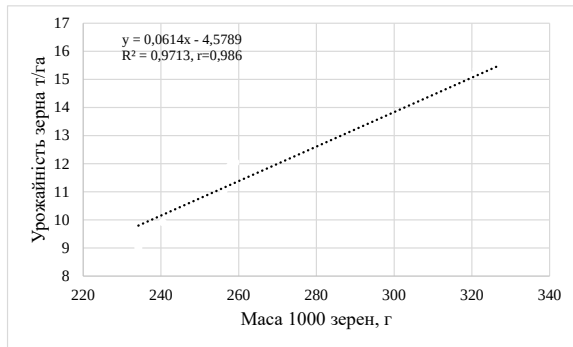


Рис. 1 Кореляційно-регресійна модель залежності урожайності зерна і маси 1000 зерен гібридів кукурудзи (середнє за 2019–2021 рр.)

Доведено, що збільшення маси 1000 зерен, яке зумовлене як групою ФАО, так і застосуванням біологічно активних препаратів Біоспектр БТ, Трихосин БТ, Флуоресцин БТ, позитивно впливає на врожайність зерна гібридів кукурудзи.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що густота рослин має тісний зв'язок з урожайністю. Кожній групі стиглості властива оптимальна щільність посіву для отримання найвищого врожаю зерна за рахунок дотримання оптимальної площі живлення однієї рослини. Найбільш продуктивні середньопізні гібриди негативно реагують на загущеність посівів.

Висновки. Встановлено, що обробіток біопрепаратами забезпечив прибавку маси 1000 зерен. Гібриди кукурудзи (у середньому) максимальну масу 1000 зерен показали за обробки препаратом Біоспектр БТ – 289,5 г. Збільшення маси 1000 зерен від обробки препаратом Біоспектр БТ порівняно з контролем у середньому по досліді – 2,9%. Препарат Трихосин БТ збільшив масу 1000 зерен на 4,3 г, або 1,5%, препарат Флуоресцин БТ збільшив масу 1000 зерен у середньому по досліді на 3,1 г, або 1,0%. Маса 1000 зерен збільшилась за рахунок зменшення пошкоджень грибними захворюваннями та шкідниками та рістстимулюючої дії препаратів.

Підвищення маси 1000 зерен сприяло і підвищенню врожайності зерна у всіх гібридів, що підтверджує коефіцієнт кореляції маси 1000 зерен та врожайності зерна гібридів кукурудзи ($r=0,986$).

Отримана максимальна врожайність зерна ранньостиглого гібриду Степовий (ФАО 190) за густоти 90 тис. рослин/га та обробки препаратом Біоспектр БТ – 10,09 т/га. Середньостиглий гібрид Каховський (ФАО 350) максимальну врожайність показав за густоти 80 тис. рослин/га та обробки препаратом Біоспектр БТ – 13,20 т/га. Середньопізній гібрид Чонгар (ФАО 420) максимальну врожайність зерна показав за густоти 70 тис. рослин/га та обробки препаратом Біоспектр БТ – 16,77 т/га. Середньопізній гібрид Арабат (ФАО 430) максимальну врожайність зерна показав за густоти 70 тис. рослин/га та обробки препаратом Біоспектр БТ – 16,83 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Григор'єва О.М., Григор'єва Т.М. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин

і технологічних моделей в умовах Північного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного ун-ту*. 2006. Вип. 63. С. 31–35.

2. 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. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.22>.

3. Методичні вказівки щодо виробництва гібридного і сортового насіння кукурудзи в Черкаській області / упорядн. І.П. Чучмій. Черкаси, 1996. 40 с.

4. Marchenko T., Vozhegova R., Lavrynenko Y., Zabara P. Biometric Indicators of lines-parents of maize hybrids of different FAO groups depending on biological treatment on irrigation. *Plant Breeding and Seed Production*. 2021. No. 119. P. 135–146.

5. Mandić V., Bijelić V., Krmjaja Z. The effect of crop density on maize grain yield. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2016. No. 32(1). P. 83–90. DOI: 10.2298/BAH1601083M.

6. Kolisnyk O.M. The resistance of corn self-pollinated lines and hybrids to major diseases and pests in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2. С. 53–60. DOI: 10.31210/visnyk2019.02.06.

7. Savchuk M.V., Lisovy M.M., Taran O.P. Influence of pre-sowing treatment with nanocomposites on the photosynthetic apparatus of maize hybrid. *Bulletin of Agrarian science*. 2018. No. 5. P. 32–35. DOI: 10.31073/agrovisnyk201805-05.

8. Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Формування біометричних показників та накопичення сировини надземної маси гібридами кукурудзи під впливом макро- і мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 98–111. URL: doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14.

9. Токмакова Л.М., Шевченко Л.А. Вплив Поліміксобактерину на продуктивність кукурудзи за різного способу застосування. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 1. С. 81–84. URL: doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163266.

10. Мальцева Н.М., Гаєвський А.П., Дерев'яно К.Ю. Вплив біологічно активних речовин та їх композицій на вміст фотосинтетичних пігментів у листках озимої пшениці в умовах дефіциту фосфору. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2011. Т. 43. № 5. С. 403–411.

11. Заболотний О.І. Вплив гербіциду Тітус 25 і регулятора росту Зеастимулін на вміст хлорофілів у листках рослин кукурудзи. *Будецисте дослідження – 2012*: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (Софія, 17–25 лютого 2012 р.). Софія, 2012. С. 18–22.

12. Лавриненко Ю.О., Гож О.А., Марченко Т.Ю., Сова Р.С., Глушко Т.В., Михаленко І.В., Шепель А.В. Продуктивність нових гібридів кукурудзи ФАО 310–430 за впливу регуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення на Півдні України. *Зрошуване землеробства*. 2016. № 66. С. 27–32.

13. Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О. Прояв і мінілізів маси 1000 зерен у ліній-батьківських компо-

ментів та гібридів кукурудзи за використання різних генетичних плазм в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2020. № 73. С. 179–184. URL: <http://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.35>.

14. Кирпа М.Я., Скотар С.О. Крупність насіння кукурудзи та її агрономічне значення. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 96. С. 35–39.

15. Паламарчук В.Д. Характеристика гібридов кукурузи по масі 1000 зерен і продуктивності в залежності від елементів технології. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 38–42. DOI: 10.31395/2310-0478-2018-1-38-42.

16. Вихватнюк С.І., Годованюк М.Є., Гаврилюк В.М. Насіння кукурудзи. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 9. С. 15–16.

17. Vozhehova Raisa, Marchenko Tetyana, Piliarska Olena, Lavrynenko Yurii, Halchenko Nataliya, Lykhovyd Pavlo. Grain corn product yield and gross value depending on the hybrids and application of biopreparations in the irrigated conditions. *Scientific Papers. Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2021. Vol. 21, Iss. 4. С. 611–619.

18. Авраменко С., Цехмейструк М., Глибокий О. Біологічна урожайність просапних культур. *Agroexpert : практичний посібник аграрія*. 2011. № 7(36). С. 22–24.

19. Рекомендації Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН. URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk> (дата звернення: 20.02.2022).

REFERENCES:

1. Hryhoryeva, O.M., & Hryhoryeva, T.M. (2006). Urozhaynist zerna hibrydiv kukurudzy zalezno vid hustoty roslin i tekhnolohichnykh modeley v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrayiny [Grain yield of maize hybrids depending on plant density and technological models in the Northern Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho ahrarynoho un-tu – Collection of scientific works of Uman State Agrarian University*, 63, 31–35 [in Ukrainian].

2. Marchenko, T.Yu., Lavrynenko, Yu.O., Kyrpa, M.Ya., & Stasiv, O.F. (2021). Efektyvnist zastosuvannya biopreparativ pid chas vyroshchuvannya liniy-batkovskykh komponentiv hibrydiv kukurudzy za riznoyi hustoty roslin v umovakh kraplynnoho zroshennya [The effectiveness of biological products in the cultivation of parental components of maize hybrids at different plant densities under drip irrigation]. *Ahrarni innovatsiyi – Agrarian innovations*, 5, 135–142. Retrieved from: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.22> [in Ukrainian].

3. Chuchmiy, I.P. (1996). *Metodychni vказivky po vyrobnytstvu hibrydnoho i sortovoho nasinnya kukurudzy v Cherkaskiy oblasti [Guidelines for the production of hybrid and varietal maize seeds in the Cherkasy region]*. Cherkasy, 40 [in Ukrainian].

4. Marchenko, T., Vozhehova, R., Lavrynenko, Y., & Zabara, P. (2021). Biometric Indicators of lines–parents of maize hybrids of different FAO groups depending on biological treatment on irrigation. *Plant Breeding and Seed Production*, 119, 135–146 [in English].

5. Mandić, V., Bijelić, V., & Krnjaja, Z. (2016). The effect of crop density on maize grain yield. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 32(1), 83–90 DOI: 10.2298/BAH1601083M [in English].

6. Kolisnyk, O.M. (2019). The resistance of corn self-pollinated lines and hybrids to major diseases and pests in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarynoyi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 53–60. DOI: 10.31210/visnyk2019.02.06 [in English].

7. Savchuk, M.V., Lisovy, M.M., & Taran, O.P. (2018). Influence of pre-sowing treatment with nanocomposites on the photosynthetic apparatus of maize hybrid. *Bulletin of Agrarian Science*, 5, 32–35. DOI: 10.31073/agroviznyk201805-05 [in English].

8. Pavlichenko, K.V., & Hrabovskyy, M.B. (2022). Formuvannya biometrychnykh pokaznykiv ta nakopychennya syroyi nadzemnoyi masy hibrydamy kukurudzy pid vplyvom makro- i mikrodobryv [Formation of biometric indicators and accumulation of raw aboveground mass by maize hybrids under the influence of macro- and microfertilizers]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 123, 98–111. Retrieved from: doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14 [in Ukrainian].

9. Tokmakova, L.M., & Shevchenko, L.A. (2019). Vplyv Polimiksobakteriyu na produktyvnist kukurudzy za riznoho sposobu zastosuvannya [The effect of Polymyxobacterin on the productivity of corn under different methods of application]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 1, 81–84. Retrieved from: doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163266 [in Ukrainian].

10. Maltseva, N.M., Hayevskyy, A.P., & Derevyanko, K.Yu. (2011). Vplyv biolohichno aktyvnykh rehovyn ta yikh kompozytsiy na vmist fotosyntetychnykh pihmentiv u lystkakh ozymoyi pshenytsi v umovakh defitsytu fosforu [Influence of biologically active substances and their compositions on the content of photosynthetic pigments in the leaves of winter wheat in conditions of phosphorus deficiency]. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy – Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 43, 5, 403–411 [in Ukrainian].

11. Zabolotnyy, O.I. (2012). Vplyv herbitsydu Titus 25 i rehulyatora rostu Zeastymulin na vmist khlorofilu v lystkakh roslin kukurudzy [Influence of herbicide Titus 25 and growth regulator Zeastimulin on the content of chlorophyll in the leaves of corn plants]. *Будеущие исследования – 2012: материалы VIII Mizhnarodnoyi naukovy-praktychnoyi konferentsiyi* (Sofiya, 17–25 lyutoho 2012) – *Будеущие исследования – 2012: materials of the VIII International scientific-practical conference* (Sofia, February 17–25, 2012). Sofia, 18–22 [in Ukrainian].

12. Lavrynenko, Yu.O., Hozh, O.A., Marchenko, T.Yu., Sova, R.S., Hlushko, T.V., Mykhalenko, I.V., & Shepel, A.V. (2016). Produktyvnist novykh hibrydiv kukurudzy FAO 310–430 za vplyvu rehulyatoriv rostu ta mikrodobryv v umovakh zroshennya na Pivdni Ukrayiny [Productivity of new FAO 310–430 maize hybrids under the influence of growth regulators and microfertilizers under irrigation conditions in the South of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstva – Irrigation of agriculture*, 66, 27–32 [in Ukrainian].

13. Marchenko, T.Yu., & Lavrynenko, Yu.O. (2020). Proyav i minlyvist masy 1000 zeren u liniy-batkovskykh komponentiv ta hibrydiv kukurudzy za vykorystannya riznykh henetychnykh plazm v umovakh zroshennya [Manifestation and variability of the mass of 1000 grains in the lines of parental components and hybrids of corn using different genetic plasmas under irrigation]. *Zroshu-*

vane zemlerobstvo – *Irrigation agriculture*, 73, 179–184. Retrieved from: <http://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.35> [in Ukrainian].

14. Kyrpa, M.Ya., & Skotar S.O. (2008). Krupnist nasinnya kukurudzy ta yiyi ahronomichne znachennya [Size of corn seeds and its agronomic significance]. *Celektsiya i nasinnytstvo – Breeding and seed production*, 96, 35–39 [in Ukrainian].

15. Palamarchuk, V.D. (2018). Kharakteristika gibridov kukuruzy po mase 1000 zeren i produktivnosti v zavisimosti ot yelementov tekhnologii [Characteristics of corn hybrids by weight of 1000 grains and productivity depending on the elements of technology]. *Visnyk Uman'skoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 38–42. DOI: 10.31395/2310-0478-2018-1-38-42 [in Russian].

16. Vykhatnyuk, C.I., Hodovanyuk, M.Ye., & Havrylyuk, B.M. (2012). Nasinnya kukurudzy [Corn seeds].

Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection, 9, 15–16 [in Ukrainian].

17. Vozhehova, Raisa, Marchenko, Tetyana, Piliarska, Olena, Lavrynenko, Yurii, Halchenko, Nataliya, & Lykhovyd, Pavlo. (2021). Grain corn product yield and gross value depending on the hybrids and application of biopreparations in the irrigated conditions. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. Vol. 21, Iss. 4. P. 611–619 [in English].

18. Avramenko, C., Tsekhmeystruk, M., & Hlubokyy, O. (2011). Biologichna urozhaynist prosapnykh kultur [Biological yield of row crops]. *Agroexpert*, 7(36), 22–24 [in Ukrainian].

19. Rekomendatsiyi Inzhenerno-tekhnologichnoho instytutu "Biotekhnika" NAAN. 2022 [Recommendations of the Engineering and Technological Institute "Biotechnology" NAAS]. Retrieved from: <https://biotekhnika.od.ua/uk> [in Ukrainian].

РІВЕНЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФІРООЛІЙНОГО ТА ЛІКАРСЬКОГО РОСЛИННИЦТВА В УКРАЇНІ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України

<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

ЛИХОВИД П.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-0314-7644>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

БІЛЯЄВА І.М. – доктор сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-0688-4209>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

БОЙЦЕНЮК Х.І. – аспірант

<https://orcid.org/0000-0002-6572-7003>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Лікарське та ефіроолійне рослинництво є перспективними, але, на жаль, не досить розвиненими галузями сільського господарства в Україні. Попит на сировину значно перевищує пропозицію на внутрішньому ринку, тому більшість фармацевтичних підприємств вимушені імпортувати її з-за кордону, з таких країн, як Китай, Польща, інші країни Азії [1]. Закордонна сировина не завжди відповідає вимогам якості, збільшує собівартість виробництва лікарських та косметичних засобів [2]. До речі, за окремими підрахунками, в Україні понад 45% лікарських засобів вироблено саме з використанням рослинної сировини [3]. Отже, наявність на внутрішньому ринку якісного вітчизняного рослинного матеріалу є необхідною передумовою комплексного розвитку не лише аграрного сектору, але й фармацевтичної промисловості та сприятиме поліпшенню якості медичного обслуговування та зменшенню вартості лікування, оскільки вітчизняний препарат, весь цикл виробництва якого сконцентрований в Україні, завжди коштуватиме дешевше за препарат, вироблений за кордоном або з імпортованої сировини, при цьому його якість не буде нижчою, оскільки в Україні ґрунтово-кліматичні умови та поточний розвиток аграрного виробництва дозволяють вирощувати лікарські та ефіроолійні культури за найбільш сучасними агротехнологіями. Крім того, вирощування лікарських рослин зазвичай не потребує масивного застосування засобів хімізації, високих доз добрив, інтенсивного обробітку ґрунту, а отже, слугує опосередкованим важелем зменшення екологічного навантаження на агроєкосистеми. До того ж більшість лікарських культур є гарними санітарними рослинами, які здатні поліпшувати мікрофлору ґрунтів, стримувати поширення шкідників і збудників хвороб, а деякі додатково є гарними медоносами, що у сукупності має тільки підвищувати їх привабливість для агровиробника.

Розвиток лікарського та ефіроолійного рослинництва сприятиме збагаченню та збереженню біорізноманіття [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика розвитку вітчизняного сектору вирощування лікарських та ефіроолійних культур протягом останнього десятиліття порушувалася низкою науковців. Так, було надано обґрунтування потреби у зміцненні такого сектору аграрного виробництва з огляду на його важливу роль у забезпеченні сталого еколого-економічного розвитку держави, збереження біорозмаїття та родючості ґрунтів [4]. Тенденція останніх років до зниження обсягів виробництва лікарської сировини в Україні негативно позначилася на вартості лікарських засобів на рослинній основі та якості продуктів харчування, які виготовляються із застосуванням ефірних олій. Так, станом на 2017 рік загальна оцінювана площа під лікарськими культурами в Україні сягала лише 4,1 тис. га, під ефіроолійними – 9,1 тис. га відповідно, причому 70% площ – це коріандр. Найбільший дефіцит станом на 2018 рік відзначався у сировині лаванди, м'яти, меліси, фіалки. Зацікавленість агровиробників у вирощуванні лікарських рослин залишається низькою з декількох причин. По-перше, нестабільність українського ринку не дає гарантій достатнього рівня окупності витрат на виробництво. По-друге, обмеженість асортименту якісного сертифікованого посівного матеріалу на ринку України змушує купувати насіннєвий матеріал невідомого походження або імпортувати насіння малими партіями з-за кордону, що ускладнює процес виробництва та збільшує матеріальні витрати. По-третє, фермери недостатньо обізнані щодо технологічних особливостей вирощування лікарських та ефіроолійних культур, більшість із яких за рідкісним виключенням досі залишаються *terra incognita* як для науки, так і для практики [5]. Ускладнює

ситуацію ще й дефіцит на ринку України необхідної техніки для вирощування, збирання, післязбиральної обробки зібраної лікарської сировини. Крім того, малі фермерські господарства втрачають захищеність у культивуванні лікарських рослин ще й через тривалий період окупності капіталовкладень, який становить 2–3 роки і більше. Тож, незважаючи на високу економічну привабливість галузі, з одного боку, з іншого – постає низка техніко-економічних питань, які стримують бажання українських аграріїв пов'язувати свою працю з ефіроолійними та лікарськими культурами [6].

Мета. Нашим завданням є вивчення поточного рівня інформаційного забезпечення технологій вирощування основних лікарських та ефіроолійних культур, районованих для зони Степу України, задля визначення найбільших прогалин і формування програми подальших наукових досліджень для розробки науково обґрунтованих агротехнологій.

Матеріали та методика досліджень. Вивченню підлягали всі лікарські та ефіроолійні культури, які занесені до Державного реєстру станом на 20 вересня 2021 року, районовані для зони Степу України та закритого ґрунту. Інформаційну забезпеченість визначали за наявністю сформованих науково-методичних та практичних обґрунтованих рекомендацій щодо головних пунктів агротехнології, а саме: основний обробіток ґрунту, удобрення, строки, способи та норми сівби/садіння, догляд, система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб, зрошення, збирання врожаю. Градація інформаційного забезпечення визначалася такими категоріями, як: достатнє (є низка наукових досліджень з обґрунтування раціональних агротехнічних прийомів), недостатнє (є обмежена кількість досліджень), відсутнє (дуже низька кількість або повна відсутність науково-технічної інформації).

Результати досліджень. За результатами попереднього аналізу було виділено 16 лікарських і 3 ефіроолійні культури, занесені до Державного реєстру сортів та районовані для зони Степу або закритого ґрунту [7]. Ретельний аналіз інформаційного забезпечення їх агротехнологій дозволив виявити цілу низку прогалин, які потребують якомога повного та раннього вирішення задля забезпечення успішного розвитку лікарського та ефіроолійного рослинництва на Півдні України.

Беладона звичайна (*Atropa belladonna* L.). Основний обробіток ґрунту – недостатнє. Удобрення – недостатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – недостатнє. Догляд – недостатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – відсутнє. Збирання врожаю – недостатнє.

Ехінацея пурпурова (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). Основний обробіток ґрунту – достатнє. Удобрення – недостатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – недостатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – недостатнє. Зрошення – недостатнє. Збирання врожаю – достатнє.

Розторопша плямиста (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.). Основний обробіток ґрунту – достатнє.

Удобрення – достатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – достатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – достатнє. Зрошення – достатнє. Збирання врожаю – достатнє.

Стевія (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Основний обробіток ґрунту – недостатнє. Удобрення – достатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – достатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – недостатнє. Зрошення – недостатнє. Збирання врожаю – недостатнє.

Череда трироздільна (*Bidens tripartita* L.). Основний обробіток ґрунту – відсутнє. Удобрення – відсутнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – відсутнє. Догляд – відсутнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – відсутнє. Збирання врожаю – відсутнє.

Астрагал шерстистоквітковий (*Astragalus dasyanthus* Pall.). Основний обробіток ґрунту – відсутнє. Удобрення – відсутнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – відсутнє. Догляд – відсутнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – відсутнє. Збирання врожаю – відсутнє.

Шавлія кільчаста (*Salvia verticillata* L.). Основний обробіток ґрунту – достатнє. Удобрення – достатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – недостатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – недостатнє. Збирання врожаю – недостатнє.

Шавлія відхилена (*Salvia patens* Cav.). Основний обробіток ґрунту – достатнє. Удобрення – достатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – недостатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – недостатнє. Збирання врожаю – недостатнє.

Козлятник східний (*Galega officinalis* L.). Основний обробіток ґрунту – відсутнє. Удобрення – відсутнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – відсутнє. Догляд – відсутнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – відсутнє. Збирання врожаю – відсутнє.

Амарант, або щириця (*Amaranthus* L.). Основний обробіток ґрунту – недостатнє. Удобрення – достатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – достатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – недостатнє. Зрошення – відсутнє. Збирання врожаю – достатнє.

Монарда двійчаста (*Monarda didyma* L.). Основний обробіток ґрунту – відсутнє. Удобрення – достатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – достатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – недостатнє. Зрошення – недостатнє. Збирання врожаю – недостатнє.

Гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis* L.). Основний обробіток ґрунту – достатнє. Удобрення – достатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – достатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – недостатнє. Зрошення – достатнє. Збирання врожаю – достатнє.

Марена красильна (*Rubia tinctorum* L.). Основний обробіток ґрунту – відсутнє. Удобрення – від-

сутнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – відсутнє. Догляд – відсутнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – відсутнє. Збирання врожаю – відсутнє.

Материнка звичайна (*Origanum vulgare* L.). Основний обробіток ґрунту – відсутнє. Удобрєння – відсутнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – відсутнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – достатнє. Збирання врожаю – недостатнє.

Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.). Основний обробіток ґрунту – недостатнє. Удобрєння – недостатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – недостатнє. Догляд – недостатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – недостатнє. Зрошення – недостатнє. Збирання врожаю – недостатнє.

Перець однорічний гіркий (*Capsicum annuum* L.). Основний обробіток ґрунту – відсутнє. Удобрєння – відсутнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – відсутнє. Догляд – відсутнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – відсутнє. Збирання врожаю – відсутнє.

Коріандр (*Coriandrum sativum* L.). Основний обробіток ґрунту – достатнє. Удобрєння – достатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – достатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – достатнє. Зрошення – відсутнє. Збирання врожаю – достатнє.

М'ята перцева (*Mentha piperita*). Основний обробіток ґрунту – недостатнє. Удобрєння – недостатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – недостатнє. Догляд – недостатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – недостатнє. Збирання врожаю – недостатнє.

Фенхель (*Foeniculum vulgare* Mill.). Основний обробіток ґрунту – достатнє. Удобрєння – достатнє. Строки, способи та норми сівби/садіння – достатнє. Догляд – достатнє. Система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб – відсутнє. Зрошення – відсутнє. Збирання врожаю – достатнє.

Таким чином, серед 19 рослин 9 мають вкрай недостатнє інформаційне забезпечення агротехнологій, і лише 4 є досить добре вивченими для формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо зональних технологій вирощування.

Висновки. Таким чином, за результатами аналітичного дослідження встановлено, що найнижчу інформаційну забезпеченість, а отже, найбільшу потребу у ретельному вивченні технологій вирощування, мають такі лікарські та ефіроолійні культури, як беладона звичайна, череда трироздільна, астрагал шерстистоквітковий, козлятник східний, марена красильна, материнка звичайна, лаванда вузьколиста, перець однорічний гіркий, м'ята перцева. Причому одна з цих культур – лаванда вузьколиста – є чи не найперспективнішою культурою для Півдня України, беручи до уваги її агробіологічні вимоги та високий попит на ринку. Найкраще інформаційне забезпечення агротехнологій мають такі культури, як розторопша плямиста, гісоп лікарський, коріандр і фенхель звичайний, які вже на цьому етапі мають досить потужний теоретико-практичний

інформаційний базис для масового впровадження у виробництво в господарствах Півдня України. Помітно, що більшість лікарських та ефіроолійних культур наразі вивчена не досить у технологічному плані, отже, саме цей фактор може стати вирішальним у подальшому розвитку галузі в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Хміль звичайний (*Humulus lupulus* L.) від клітини до рослини / М.Д. Мельничук та ін. Київ : НУБіП України, 2014. 172 с.
2. Никитюк Ю.А., Сологуб Ю.О. Концептуальні засади розвитку сучасного ринку лікарської рослинної сировини в Україні. *Економічна наука*. 2016. № 11. С. 54–57.
3. Обзор рынка лекарственного растительного сырья Украины 2014: аналитический сборник. Маркетинговая компания Синергия, 2015. 37 с.
4. Мірзоева Т.В., Гераймович В.Л. Методологічні засади розвитку лікарського рослинництва в контексті концепції сталого розвитку та регенеративного землеробства. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2020. Вип. 30. С. 28–32.
5. Мірзоева Т.В. Аналіз сучасного стану виробництва лікарських рослин в Україні. *Приазовський економічний вісник*. 2018. Вип. 6. № 11. С. 62–67.
6. Мостовенко Н.В., Федорчук М.І. Перспективи вирощування лікарських рослин. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 17–19 жовтня 2018 р., м. Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 2018. С. 91–93.
7. Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Лиховид П.В. Сучасний стан, перспективи та напрями розвитку виробництва лікарських рослин в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 118. С. 57–66.

REFERENCES:

1. Melnychuk, M.D. (2014). Khmil zvychainiy (*Humulus lupulus* L.) vid klityny do roslyny [Hop plant (*Humulus lupulus* L.) from cell to plant]. Kyiv: NULES of Ukraine [in Ukrainian].
2. Nykytiuk, Yu.A., & Sologub, Yu.O. (2016). Kontseptualni zasady rozvytku rynku likarskoj syrovyny v Ukraini [Concepts of the development of the medicinal plants market in Ukraine]. *Economic Science*, 11, 54–57 [in Ukrainian].
3. Marketing company Synergia. (2015). Obzor rynku lekarstvennogo rastitel'nogo syrja Ukrainy 2014: analiticheskij sbornik [Review of the market of medicinal plant raw materials in Ukraine 2014: analytical collection]. [in Ukrainian].
4. Mirzoyeva, T.V., & Heraimovych, V.L. (2020). Metodolohichni zasady rozvytku likarskoho roslynnytstva v konteksti kontseptsii staloho rozvytku ta reheneratyvnoho zemlerobstva [Methodological bases of medicinal plants production in the context of sustainable development and regenerative agriculture]. *Scientific Herald of Kherson State University. Series Economic Sciences*, 30, 28–32 [in Ukrainian].
5. Mirzoyeva, T.V. (2018). Analiz suchasnoho stanu vyrobnytstva likarskykh roslin v Ukraini [Analy-

sis of current state of medicinal plants production in Ukraine]. *Pryazov Economic Herald*, 6(11), 62–67 [in Ukrainian].

6. Mostovenko, N.V., & Fedorchuk, M.I. (2018). Perspektyvy vyroshchuvannia likarskykh roslyn [The prospects of medicinal plants cultivation]. *Development of Agrarian Sector and Introduction of Scientific Research in Production: Proceedings of International Scientific and Practi-*

cal Conference, October 17–19, 2018, Mykolaiv, 91–93 [in Ukrainian].

7. Vozhehova, R.A., Biliaieva, I.M., & Lykhovyd, P.V. (2021). Suchasnyi stan, perspektyvy ta napriamy rozvytku vyrobnytstva likarskykh roslyn v Ukraini [Current state, prospects and directions of the development of medicinal plant growing in Ukraine]. *Tavrian Scientific Herald*, 118, 57–66 [in Ukrainian].

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА БІОЛОГІЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ГЛУПАК З.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-5330-1905>

Сумський національний аграрний університет

БУТЕНКО А.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-5431-3481>

Сумський національний аграрний університет

ШКУРАТ С.В. – здобувач вищої освіти

факультету агротехнологій та природокористування

<https://orcid.org/>

Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Соя належить до найбільш цінних білково-олійних культур світового землеробства. Завдяки її унікальному хімічному складу вона має широкий спектр використання, тому посівні площі під нею в Україні збільшуються. Вагомим резервом збільшення виробництва сої є використання регуляторів росту рослин, які поряд з екологічною безпечністю є найбільш економічними і не потребують великих додаткових матеріальних ресурсів. Тим паче, що останнім часом у світі спостерігається тенденція до екологічно чистого або біологічного ведення землеробства.

Як бобова культура соя має дуже цінну здатність – у симбіозі з азотфіксуючими бактеріями утворювати кореневі бульбочки і накопичувати біологічний азот. Завдяки азотфіксації соя значною мірою забезпечує свою потребу в азоті, покращує азотний баланс ґрунту, поліпшує екологію, і є одним з кращих попередників у сівозміні. Тому у сучасних технологіях вирощування сої велике значення має правильний підбір мікробних препаратів (інокулянтів) та використання біологічних регуляторів росту рослин, які здатні активізувати дію інокулянтів і підвищити захисні та адаптогенні властивості рослинного організму.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку А.О. Бабица та ін. [1], застосування регуляторів росту рослин сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур та їх стійкості проти несприятливих факторів навколишнього середовища, критичних перепадів температур, дефіциту вологи, а також сприяє покращенню якості продукції, відіграючи при цьому не менш важливу роль, ніж використання мінеральних добрив або засобів захисту рослин. За С.П. Пономаренко [2], застосування регуляторів росту дає результати, яких не можна досягти шляхом використання інших елементів технології.

Інокуляція насіння суттєво активізує діяльність азотфіксуючого потенціалу рослин сої, підвищує показники морфологічної структури та насінневу продуктивність порівняно з даними дослідів без використання азотфіксуючих бульбочкових бактерій [3]. Регулятори росту рослин покращують фізико-хімічні

властивості ґрунту і через них створюють більш сприятливі умови для росту і розвитку рослин [4].

Під дією регуляторів росту рослин урожайність зерна зернобобових культур може збільшуватись до 36%, а приріст вегетативної маси рослин порівняно з контролем перевищувати 30%. Поряд зі зростанням рівня врожаю у всіх випадках відзначається прискорення настання фази цвітіння рослин та дозрівання. Тому вони є одним із важливих засобів підвищення урожаю, поліпшення якості і зберігання насіння [5]. Але відхилення від вимог щодо їх застосування призводить до різкого зниження ефективності, що відбивається на рівні врожайності [6; 7].

Є й протилежні думки щодо використання регуляторів росту. Деякі вчені вважають, що використання регуляторів росту для оброблення насіння є неефективним, тому що до 90% препарату залишається в ґрунті з оболонкою насіння [8]. Тому виникає необхідність проводити в цьому напрямі більш детальні дослідження.

Мета наших досліджень – оптимізувати обробку насіння ризолойном та біологічними регуляторами росту рослин, виявити їх вплив на продуктивність сої в умовах північно-східної частини Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Наукові дослідження проводилися протягом 2019–2021 рр. на базі навчально-наукового виробничого комплексу Сумського НАУ, який розташований у зоні північно-східного Лісостепу України. Досліди були закладені на чорноземі потужному важко-суглинковому середньо-гумусному, який характеризується такими показниками, як: вміст гумусу в орному шарі (за І.В. Тюриним) – 4,0%, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5), вміст легкогидралізованого азоту (за І.В. Тюриним) – 9,0 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф. Чиріковим) – відповідно 14 мг і 6,7 мг на 100 ґрунту. Описані ґрунти займають значну частину ґрунтового покриву зони північно-східної частини Лісостепу України. Це дає можливість вважати, що польові дослідження проводилися в типових для зони ґрунтових умовах.

Об'єкт досліджень – процеси формування урожайності сої залежно від біологічного препарату.

Предмет дослідження – варіанти біологічної обробки насіння. Для досліджень використовували ультраранньостиглий сорт сої Танаїс, оригінатор – ТОВ «Насіння Приватна компанія», в реєстрі з 2011 року.

Схема досліду:

1. Контроль – обробка насіння водою (2%).
2. Ризолайн – для інокуляції (3 л/1 т насіння).
3. Гумісол – 10 л/т.
4. Регоплант – 250 мл/т.
5. Емістим С – 10 мл/т.
6. Ризолайн + Гумісол (10 л/т).
7. Ризолайн + Регоплант 250 мл/т, (250 мл/т).
8. Ризолайн + Емістим С (10 мл/т).

Площа посівної ділянки становила 30,0 м², облікової – 25,0 м². Повторення – триразове. Варіанти в повтореннях закладалися систематичним методом, повторення розміщалися в одну смугу. Оброблення насіння ризолайном та регуляторами росту проводили в день сівби.

Попередник – пшениця озима. Підготовка ґрунту полягала у луценні стерні та зяблевій оранці. Перед сівбою – проведення культивуації з боронуванням. Сівбу проводили у строк, коли ґрунт на глибині 10 см прогрівся до 10°C, звичайним рядковим способом з міжряддям 15 см на глибину 4–5 см. Догляд за посівами полягав у проведенні досходового та двох післясходових боронувань.

Планування, проведення польових дослідів, спостереження та обліки здійснювали за Б.О. Доспеховим [9]. Для обробки отриманих даних використовували методи математичної статистики. Статистична обробка врожайних даних проводилась методом дисперсійного аналізу з використанням пакета прикладних програм Statistica for Windows, Microsoft Excel. Супутні спостереження, обліки та аналізи проводили за «Методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [10; 11].

Результати досліджень. Проведені нами дослідження виявили позитивний вплив інокуляції та біологічних регуляторів росту на ріст та розвиток рослин сої. Так, передпосівна обробка насіння інокулянтом ризолайн сприяла підвищенню висоти рослин на 2,2–2,6 см порівняно з контролем в усі роки проведення досліджень. Найвищі рослини були за сумісного застосування ризолайну та емістиму С, висота становила у фазу наливу насіння у середньому за роки дослідження 77,3 см.

Для одержання максимального урожаю сої вирішальне значення має оптимальний розмір листової поверхні. Соя формує рослини у фазу кінець цвітіння–утворення бобів. Так, у середньому за роки проведення досліджень інокуляція насіння ризолайном сприяла збільшенню площі листової поверхні рослин сої на 1,1–1,4 тис. м²/га порівняно з контролем. Обробка насіння гумісолом – на 1,5–2,1 тис. м²/га порівняно з контролем. Найвища площа листової поверхні формувалася на варіанті обробки насіння ризолайном у поєднанні з емістимом С – 46,1–67,4 тис. м²/га.

Слід зазначити, що показник площі листової поверхні більшою мірою залежав від погодно-кліматичних умов років проведення досліджень, аніж від факторів, які досліджувалися. Так, найнижчим цей

показник був у найменш сприятливому 2021 році на всіх варіантах досліду, а найвищим – у 2019 році.

За індивідуальною продуктивністю рослин сої можна розрахувати біологічну урожайність посівів, що є важливим елементом програмування урожаю сільськогосподарських культур [12]. У наших дослідженнях індивідуальна продуктивність рослин сої визначалася висотою прикріплення нижнього боба, кількістю бобів на рослині, кількістю насінин на рослині та масою 1000 насінин.

Проведеними нами дослідженнями виявлено позитивний вплив інокуляції та біологічних регуляторів росту на висоту прикріплення нижнього бобу, яка є важливою господарською ознакою, від якої залежить величина втрат у разі механізованого збирання врожаю. Так, у середньому за три роки рослини, насіння яких було інокульоване ризолайном, формували висоту прикріплення нижнього боба на 0,6 см вище від контролю (табл. 1). Сумісне застосування інокулянту з гумісолом сприяло закладанню нижнього бобу на висоті 10,1 см, що вище на 1,8 см порівняно з варіантом контролю. Найвища висота прикріплення нижнього боба була сформована на варіанті передпосівної обробки насіння ризолайном у поєднанні з емістимом С – 10,4 см, що є на 2,1 см вище від контролю.

У середньому за три роки проведення досліджень максимальну кількість бобів (15,5 шт.), насінин (28,8 шт.) та масу насіння з однієї рослини (4,78 г) було сформовано рослинами на варіантах, де насіння перед сівбою було оброблено ризолайном у поєднанні з емістимом С, що порівняно з контролем вище на 3,8 і 9,0 шт. та 1,67 г відповідно.

Таблиця 1 – Індивідуальна продуктивність сої залежно від інокуляції та біологічних регуляторів росту (середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант	Висота прикріплення нижнього боба, см	Кількість бобів на одній рослині, шт.	Кількість насінин на одній рослині, шт.	Маса насіння з одної рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	8,3	11,7	19,8	3,11	160
Ризолайн	8,9	12,5	21,4	3,41	161
Гумісол	9,1	12,9	22,3	3,59	162
Регоплант	8,6	12,8	22,0	3,56	162
Емістим С	9,5	13,1	23,6	3,81	163
Ризолайн + Гумісол	10,1	14,3	26,7	4,41	165
Ризолайн + Регоплант	9,9	14,1	25,2	4,14	165
Ризолайн + Емістим С	10,4	15,5	28,8	4,78	167
HIP ₀₅ =	0,53	0,74	0,74	0,51	1,02

Показник маси 1000 штук насінин був менш варіабельним і коливався від 160 г на варіанті контролю до 167 г на варіанті обробки насіння перед сівбою ризолайном у поєднанні з емістимом С.

Інтегральним показником, який визначає доцільність застосування будь-якого агротехнічного прийому, є врожайність. Вона є наслідком різнобічного впливу факторів на хід продукування рослин, зокрема гідротермічних умов, строку і способу сівби, добрив, регуляторів росту, пестицидів та інших елементів технології вирощування культури [13]. Одним із головних показників ефективності дії інокуляції та регуляторів росту є їх вплив на формування урожайності та якості зерна сої.

У результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив інокуляції та біологічних регуляторів росту на урожайність сої (табл. 2).

Таблиця 2 – Урожайність насіння сої залежно від інокуляції та біологічних регуляторів росту, т/га

Варіант	Рік			Середнє
	2019	2020	2021	
Контроль	1,57	1,49	1,44	1,50
Ризолайн	1,72	1,53	1,49	1,58
Гумісол	1,74	1,52	1,49	1,58
Регоплант	1,73	1,51	1,47	1,57
Емістим С	1,73	1,52	1,49	1,59
Ризолайн + Гумісол	1,94	1,77	1,68	1,79
Ризолайн + Регоплант	1,90	1,74	1,63	1,75
Ризолайн + Емістим С	1,93	1,78	1,70	1,80
HIP ₀₅ =	0,24	0,57	0,51	0,16

Так, у середньому за три роки інокуляція насіння ризолайном сприяла підвищенню врожайності на 0,08 т/га порівняно з контролем. Передпосівна обробка насіння гумісолом мала аналогічний ефект і урожайність при цьому становила 1,58 т/га. На варіанті сумісного застосування інокулянту ризолайн у поєднанні з регулятором росту гумісол одержано врожайність 1,79 т/га. Найвищу врожайність у середньому за три роки проведення досліджень одержано на варіанті обробки насіння ризолайном у поєднанні з емістимом С – 1,80 т/га, що на 0,3 т/га вище від варіанту контролю.

Дослідженнями також встановлено значне коливання урожайності сої в роки проведення досліджень. Так, найнижчу врожайність отримано у найменш сприятливому 2021 році, де урожайність коливалася від 1,44 до 1,7 т/га залежно від варіанту передпосівної обробки насіння. Найнижчу прибавку врожайності в цьому році отримано на варіанті обробки насіння регоплантом – 0,03 т/га. Обробка насіння сої перед сівбою ризолайном, гумісолом та емістимом С сприяла збільшенню урожайності на 0,05 т/га. На кращому варіанті з використанням ризолайну в поєднанні з емістимом С урожайність становила 1,70 т/га, що на 0,26 т/га більше, ніж на контролі.

У 2019 році погодні умови були найбільш сприятливими для вирощування сої, що дозволило сформувати врожайність на рівні 1,57–1,93 т/га залежно

від варіанту дослідів. Прибавка урожайності сої на варіантах з використанням інокулянту ризолайн – 0,15 т/га, з використанням регопланту та емістиму С – 0,16 т/га, гумісолу – 0,17 т/га. За сумісного використання ризолайну та біологічних регуляторів росту урожайність збільшилася на 0,33–0,37 т/га порівняно з контролем.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив інокуляції та біологічних регуляторів росту на ріст, розвиток та продуктивність сої. Так, у середньому за три роки інокуляція насіння сої сприяла тому, що рослини були вищими на 2,4 см, формували вищу площу листової поверхні на 1,25 тис. м²/га, висоту прикріплення нижнього боба вище на 0,6 см порівняно з контролем. Найвищими ці показники були на варіанті з обробкою насіння ризолайном у поєднанні з біологічним регулятором росту емістим С.

У середньому за роки проведення досліджень найвищі показники індивідуальної продуктивності рослин (кількість бобів на одній рослині – 15,5 шт., кількість насінин на одній рослині – 28,8 шт., маса насіння з 1 рослини – 4,78 г та маса 1000 штук насінин – 167 г) отримано на варіанті сумісного застосування інокулянту ризолайн у поєднанні з біологічним регулятором росту емістим С. Прибавка урожайності при цьому становила 0,3 т/га порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А.О., Венедіктов О.М. Моделі технології вирощування сої як економічна ефективність та конкурентоспроможність. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 56. С. 22–29.
2. Пономаренко С.П. Створення та впровадження нових регуляторів росту в агропромисловому комплексі України. *Збірник наукових праць Уманської державної аграрної академії*. 2001. Вип. 51. С. 15–19.
3. Нагорний В.І., Романько Ю.О. Особливості застосування бактеріальних та мінеральних добрив у посівах сої. *Вісник Сумського НАУ*. 2007. Вип. 14–15. С. 61–67.
4. Макрушин М., Черемха Б., Гудков В. Регулятори росту – ефективний фактор підвищення продуктивності посівів. *Пропозиція*. 2001. № 5. С. 60.
5. Пономаренко С.П., Іутинська Г.О. Регулятори росту – екологічні аспекти застосування. *Захист рослин*. 1999. № 12. С. 15–18.
6. Анішин Л.А., Жилкін В.О., Пономаренко С.П. Рекомендації з впровадження регуляторів росту рослин у сільськогосподарське виробництво. 2000. 32 с.
7. Subba Rao N.S. Biofertilise agriculture. JRN Publishing co. N. Dehli. 1986. 160 P.
8. Волкогон В.В. Ефективність нового біологічного препарату ризогуміну для сої. *Селекція і насінництво* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків. 2005. Вип. 90. С. 254–260.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1985. 415 с.
10. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. *Державна служба з охорони прав на сорти рослин*. 2003. № 2 (3). 2014 с.

11. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в агрономії та сільськогосподарській біології. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.

12. Петриченко В.Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ. 2000. Вип. 3–4. С. 19–24.

13. Огурцов Є.М., Міхеєв В.Г. Дешевий і екологічно чистий спосіб збільшення врожайності сої. *Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво»*. 2006. Вип 4. С. 67–70.

REFERENCES:

1. Babych, A.O., Venediktov, O.M. (2006). Modeli tekhnolohii vyroshchuvannia soi yak ekonomichna efektyvnist ta konkurentospromozhnist [Models of soybean growing technology as economic efficiency and competitiveness]. *Kormy i kormovyrobnyctvo*, 56, 22–29 [in Ukrainian].

2. Ponomarenko, S.P. (2001). Stvorennia ta vprovadzhennia novykh rehulatoriv rostu v ahropromyslovomu kompleksi Ukrainy [Creation and implementation of new growth regulators in the agro-industrial complex of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoj derzhavnoi ahramoi akademii*, 51, 15–19 [in Ukrainian].

3. Nahornyj, V.I., Romanko, Yu.O. (2007). Osoblyvosti zastosuvannia bakterialnykh ta mineralnykh dobryv u posivakh soi [Features of application of bacterial and mineral fertilizers in soybean crops]. *Visnyk Sumskoho NAU*, 14–15, 61–67 [in Ukrainian].

4. Makrushyn, M., Cheremkha, B., Hudkov, V. (2001). Rehulatory rostu – efektyvnyi faktor pidvyshchennia produktyvnosti posiviv [Growth regulators are an effective factor in increasing crop productivity]. *Propozytsiia*, 5, 60 [in Ukrainian].

5. Ponomarenko, S.P., Iutynska, H.O. (1999). Rehulatory rostu – ekolohichni aspekty zastosuvannia [Growth regulators – environmental aspects of application]. *Zakhyst roslyn*, 12, 15–18 [in Ukrainian].

6. Anishyn, L.A., Zhytkin, V.O., Ponomarenko, S.P. (2000). Rekomendatsii z vprovadzhennia rehulatoriv rostu roslyn u silskohospodarske vyrobnytstvo [Recommendations for the introduction of plant growth regulators in agricultural production], 32 [in Ukrainian].

7. Subba Rao N.S. (1986). Biofertilise agriculture. JRN Publishing co. N. Dehli. 160 P [in English].

8. Volkohon, V.V. (2005). Efektyvnist novoho biolohichnoho preparatu ryzohuminu dlia soi [Efficacy of a new biological preparation of rhizohumin for soybeans]. *Selektsiia i nasinnytstvo: Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*. Kharkiv, 90, 254–260 [in Ukrainian].

9. Dospehov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyita [The methodology of field experiment]. Moskva: Kolos [in Russian].

10. Metodyka provedennia ekspertyzy ta derzhavnoho vyprovuvannia sortiv roslyn zernovykh, krupyanykh ta zernobobovykh kul'tur. (2003). [Methods of examination and state testing of varieties of plants of cereals, cereals and legumes]. *Derzhavna sluzhba z okhorony prav na sorty roslyn*. Kyiv [in Ukrainian].

11. Tsarenko, O.M., Zlobin, Yu.A., Sklyar, V.H., Panchenko, S.M. (2000). Kompyuterni metody v ahronomiyi ta silskohospodarskoyi biolohiyi [Computer methods in agronomy and agriculture biology]. Sumy: Universytetska knyha [in Ukrainian].

12. Petrychenko, V.F., Ivaniuk, S.V. (2000). Vplyv sortovykh i hidrotermichnykh resursiv na formuvannia produktyvnosti soi v umovakh Lisostepu [Influence of varietal and hydrothermal resources on the formation of soybean productivity in the Forest-Steppe conditions]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN*. Kyiv, 3–4, 19–24 [in Ukrainian].

13. Ohurtsov, Ye. M., Mikhieiev, V. H. (2006). Deshevyi i ekolohichno chystyi sposib zbilshennia vrozhaivosti soi [Cheap and environmentally friendly way to increase soybean yields]. *Visnyk KhNAU. Seriia "Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, ovochivnytstvo"*, 4, 67–70 [in Ukrainian].

ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ

ДИМОВ О.М. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-7839-0956>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

ГОЛОБОРОДЬКО С.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-6968-985X>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Згідно з прогнозами ФАО ООН, подальша зміна клімату буде істотно впливати на підвищення середньодобової температури повітря й, відповідно, на погіршення водного режиму ґрунтів. Внаслідок цього роль природного вологозабезпечення та зрошення у продовольчій безпеці населення України, як і більшості країн світу, в умовах регіональної зміни клімату значно зростатиме. За рівнем використання наявних потужностей інженерної інфраструктури зрошення Степової зони України стан меліоративного землеробства нині оцінюється як кризовий з подальшою загрозою його погіршення.

Обсяги надходжень від сплати за послуги зі зрошення та водорегулювання у сучасних умовах господарювання недостатні для проведення належної експлуатації міжгосподарської мережі зрошувальних систем. Через дефіцит коштів держава не в змозі забезпечувати достатній рівень його фінансування. Як наслідок, відбувається прогресуюче погіршення технічного стану міжгосподарської мережі та створюється реальна загроза в майбутньому її повної руйнації. Єдиний вихід – ставка на створення потужного водогосподарсько-меліоративного комплексу [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значна кількість усіх загальнодержавних меліоративних фондів в Україні, тобто магістральних та міжгосподарських каналів, трубопроводів, насосних станцій, гідротехнічних споруд, що перебувають у справному стані, можуть подавати воду для поливу сільськогосподарських культур на площі понад 1768,4 тис. га. Проте через застарілі їх технічні можливості вони дозволяють поливати лише 43,0% від наявних зрошуваних земель, тобто 760,4 тис. га. Фактично ж нині протягом останніх років поливається у середньому близько 604,2 тис. га. Останнє пов'язане з незадовільним технічним станом зрошувальних систем, через що не використовується за призначенням понад 779,5 тис. га зрошуваних земель, відповідно, через відсутність високопродуктивних дощувальних машин – 531,9; наявність деградованих земель, що підлягають списанню, – 320,6; незадовільний технічний стан насосних станцій – 116,8 і незадовільний гідромеліоративний стан земель – 5,7 тис. га [2].

Різноманітні аспекти використання зрошуваних земель відображені у наукових працях С.А. Балюка, Р.А. Вожегової, Л.М. Грановської, О.І. Жовтоног, Г.Є. Жуйкова, П.І. Коваленка, С.В. Коковихіна, С.Д. Лисогорова, М.П. Малярчука, В.А. Писаренка, П.В. Писаренка, М.І. Ромащенко, В.С. Снігового, О.О. Собка, В.О. Ушкаренка, М.А. Хвесика, А.П. Шатковського та інших дослідників. Проте, незважаючи на цінність проведених досліджень, залишається широке коло проблем, які потребують більш глибокого вивчення та визначення інноваційних підходів до розвитку зрошення в Україні.

Мета статті – обґрунтувати стан організаційного забезпечення зрошуваних земель в умовах регіональної зміни клімату і визначити агротехнічні заходи, що сприяють ефективному використанню поливної води під час вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях південної частини зони Степу, а на неполивних землях – зростанню запасів продуктивної вологи в ґрунтах, а також вологи, що накопичується у разі випадіння атмосферних опадів у осінньо-зимовий та весняно-літній періоди.

Матеріали та методика досліджень. Методологічною основою дослідження є сукупність загальнонаукових методів: аналізу, синтезу, графічного методу у поєднанні з науковими розробками вітчизняних учених щодо структури посівних площ сільськогосподарських культур, що склалися в південній частині зони Степу протягом останніх тридцяти років, за регіональної зміни клімату, пошуку шляхів ефективного використання зрошуваних земель та узагальнення результатів дослідження.

Результати дослідження. Згідно зі структурою посівних площ, яка склалася після реформування агропромислового комплексу в підзоні Південного Степу й динаміки виробництва сільськогосподарської продукції протягом останніх тридцяти років, можна відзначити, що основним напрямом господарської діяльності новостворених підприємств стало вирощування зернових і технічних культур, які користуються попитом на світовому ринку. Посівні площі кормових культур в Україні, порівняно з 1990 роком, істотно зменшилися. Якщо загальна площа кормових культур у 1990 році в усіх

категоріях господарств становила 11998,8 тис. га, то в 2020 році посівна площа їх зменшилася до 1638,5 тис. га, тобто скоротилася на 10360,5 тис. га, або на 86,3%. При цьому якщо площа багаторічних трав у 1990 році в Україні досягала 3986,6 тис. га, то в 2020 році вона не перевищувала 869,3 тис. га, у тому числі в зоні Степу – лише 119,2 тис. га (рис. 1).

У зв'язку з виведенням зі структури посівних площ багаторічних бобових трав і насамперед люцерни загальна площа еродованих земель і схильних до ерозії сільськогосподарських угідь у зоні Степу останніми роками значно зросла.

Згідно з дослідженнями С.А. Балюка [3], у разі загальної площі орних земель у Степовій зоні України, що дорівнює 15528,7 тис. га, ерозійні процеси відбуваються на 8362,0 тис. га, або 53,8% до загальної площі ріллі. При цьому найбільші площі еродованих орних земель виявлено в Луганській області – 97,5%; Донецькій – 65,2; Миколаївській – 53,9; Одеській – 52,3; Кіровоградській – 50,3%, а найменші в Запорізькій – 33,6%; Херсонській – 38,6 та Дніпропетровській області – 43,0%, що пов'язано з рівнинним рельєфом сільськогосподарських угідь указаних областей.

Як наслідок, збільшилася посушливість клімату й почастішала повторюваність посух. Якщо протя-

гом XI–XIV століть посухи виникали лише 8 разів, відповідно у XVII–XVIII – 17, у XIX – 20, то в XX столітті їх кількість зросла до 30 [4].

Загалом водні ресурси України характеризуються як вкрай недостатні, оскільки дефіцит вологозабезпечення у сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки (2012, 2014, 2018, 2020) у зоні Степу досягає 783,9–811,5 мм проти 487,4 мм у середньому за 65 років (1945–2010 рр.) спостережень метеорологічної станції м. Херсон (рис. 2).

Як свідчить багатовіковий досвід використання орних земель у різних країнах світу, за погодних умов, що склалися протягом останніх років у підзоні Південного Степу, отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур досягається лише в умовах зрошуваного землеробства [5]. За даними Інституту водних проблем і меліорації НААН, у високорозвинутих країнах світу нараховується понад 270,5 млн га зрошуваних і 164,0 млн га осушених земель [6]. Натепер найбільших успіхів досягають ті країни, у яких своєчасно було реалізовано широкомасштабні національні програми зі створення та ефективного використання зрошуваних земель.

Згідно з дослідженнями Гідрометцентру України, з останніх 25 років майже половина були

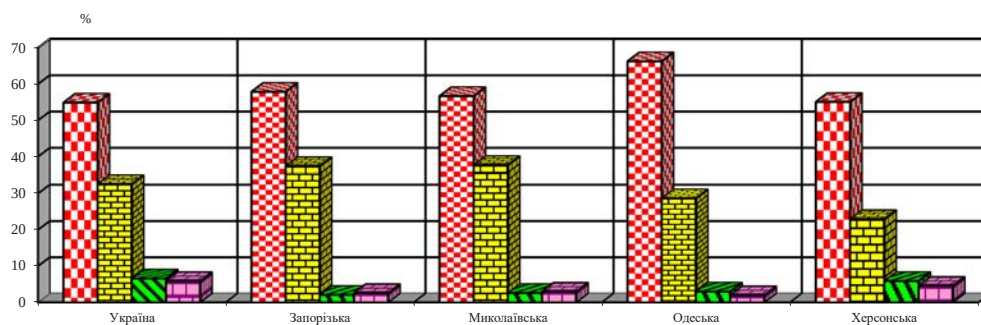


Рис. 1. Структура посівних площ сільськогосподарських культур в Україні та областях Південного Степу в 2020 р. (за даними Державної служби статистики України)

■ Зернові; ■ Технічні; ■ Картопля та овоче-баштанні; ■ Кормові.

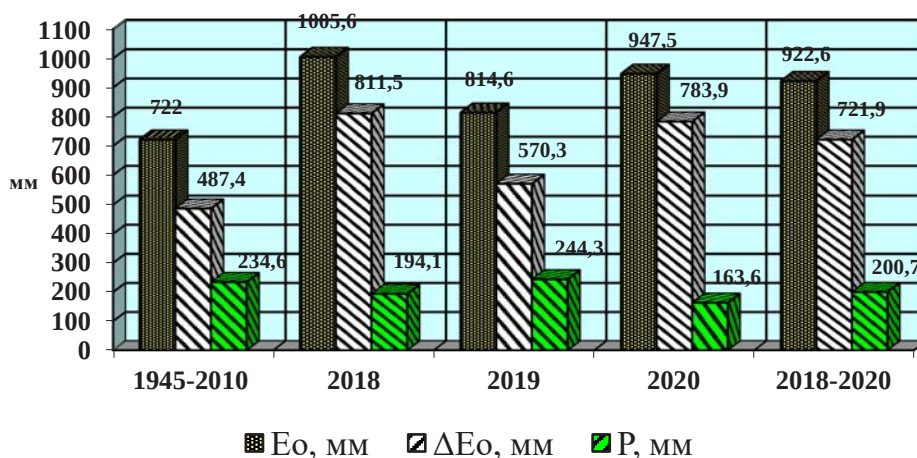


Рис. 2. Випаровуваність (E_o), дефіцит вологозабезпечення (ΔE_o) та кількість опадів (P) протягом вегетаційного періоду (квітень–вересень) у підзоні Південного Степу (за даними метеорологічної станції м. Херсон)

посушливими, 2 – надмірно вологими, тобто кожні 2 з 3 років були несприятливими для вирощування сільськогосподарських культур. Взагалі протягом ХХ століття у південних областях зафіксовано 43 посушливих роки, з них надзвичайно сухих і неврожайних – 14 років. Тому зрошувані землі в підзоні Південного Степу України у сучасних умовах господарювання є основним гарантом забезпечення продовольчої безпеки країни. Загальна площа зрошуваних земель в Україні після введення в експлуатацію сучасних зрошувальних систем, за статистичними даними 1990 року, становила 2287,4 тис. га, з них у зоні Степу – 2042,7 тис. га, сумарною вартістю основних фондів близько 20 млрд грн, у Лісостепу зрошувалося 244,4 тис. га і в зоні Полісся – 9,5 тис. га [7].

Частка зрошуваних земель щодо сільгоспугідь та орних земель становила відповідно 12,2% та 14,9%. Співвідношення площ зрошуваних земель до орних в областях Степової зони України наприкінці 90-х років було: в АР Крим – 30,1% (363,9 тис. га), Херсонській області – 25,1 (444,6), Запорізькій – 14,2 (269,0), Дніпропетровській – 10,4 (219,6), Одеській – 10,5 (218,6), Миколаївській – 10,8 (184,1), Донецькій – 11,5 (191,4 тис. га) і Луганській – 6,8% (94,4 тис. га). Зрошувані землі займали лише 7,0% до загальної площі ріллі, проте за високоєфективного використання на них вироблялося до 20,0% продукції галузі рослинництва, в тому числі: зерна – 12,5%; овочів – 60,0; кормів – 28,0 і рису – 100,0%. Так, на поливних землях Херсонської області вироблялося приблизно 46,0% усієї валової продукції рослинництва, відповідно, в Запорізькій – 30,0, Одеській – 29,0 і у Миколаївській області – 28,0%.

Разом із тим у сучасних умовах господарювання, за даними Державного агентства водних ресурсів, з наявних 2287,4 тис. га внутрішньогосподарських зрошувальних систем поливи проводяться лише на площі 604,2 тис. га, або на 26,4% до загальної їх площі.

За роки проведення нами досліджень лише вологі (5%) за забезпеченістю опадами роки були сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур без зрошення, оскільки протягом вегетаційного періоду (квітень–вересень) випало до 361,0–426,6 мм атмосферних опадів, а дефіцит вологозабезпеченості не перевищував 148,0–439,1 мм.

У середньовологі (25%) та середні (50%) за забезпеченістю опадами роки протягом вегетаційного періоду випало до 178,9–299,1 мм, а дефіцит вологозабезпеченості зростав до 345,4–524,0 мм. Середньосухі (75%) та сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки були вкрай несприятливими для росту й розвитку сільськогосподарських культур, оскільки за квітень–вересень у середньосухі роки випало до 154,2–226,8 мм, а у сухі – лише 143,5–215,2 мм атмосферних опадів.

Аналіз динаміки температури повітря протягом вегетаційного періоду (квітень–вересень) сільськогосподарських культур у підзоні Південного Степу, проведений за 1945–2020 рр., свідчить, що підвищення середньомісячної температури повітря почало відбуватися з 1989–2010 рр. Якщо середньомісячна температура повітря протягом вегета-

ційного періоду 1945–1966 рр. і 1967–1988 рр. становила 17,4–18,0°C, то за період 1989–2020 рр. вона підвищилася до 18,3–19,9°C, тобто на 0,9–1,9°C.

Незважаючи на істотний вплив регіональної зміни клімату на формування врожаю сільськогосподарських культур, використання зрошуваних земель насамперед у Степовій зоні України протягом останніх років проводиться вкрай незадовільно. Загальна кількість води в Україні, яка використовувалася на зрошення як протягом 2000–2020 рр., так і нині, порівняно з 1990 роком, за даними Державного агентства водних ресурсів, зменшилася на 5770–6320 млн м³, або на 83,6–84,0% [9].

Протягом останніх 30 років в Україні відбувалося істотне зменшення використання водних ресурсів на зрошення, через що значення зрошуваного землеробства в продовольчому й ресурсному забезпеченні країни, порівняно з неполивними землями, було мінімальним. Причин не досить ефективного використання зрошуваних земель існує декілька, проте основна з них, на наш погляд, полягає в ліквідації великотоварних сільськогосподарських підприємств, а також розпаюванні земельних ресурсів та створенні дрібнотоварних фермерських господарств.

Як наслідок, через недостатнє фінансування, відсутність високопродуктивних дощувальних машин, високу вартість електроенергії, добрив і хімічних меліорантів значна частина зрошуваних земель натеper ефективно використовуватися не може. Ліквідація великотоварних сільськогосподарських підприємств та розпаювання зрошуваних земель в усіх областях Степової зони України призвели до порушення цілісності меліоративних систем та безповоротної втрати значної їх площі. Незважаючи на значне зростання дефіциту вологозабезпечення, в більшості областей підзони Південного Степу протягом 2001–2015 років практично було демонтовано наявні системи зрошення.

Поряд з розпаюванням земельних ресурсів та ліквідацією великотоварних підприємств однією з причин вкрай неефективного використання зрошуваних земель є незадовільний технічний стан внутрішньогосподарських меліоративних мереж та недостатня забезпеченість сучасними дощувальними машинами, а з тих, що залишилися, – понад 80% уже відпрацювали свій нормативний термін.

Вкрай негативно вплинула також і безоплатна передача у 2003 році внутрішньогосподарських систем у комунальну власність та на баланс окремих фермерських і колективних господарств за одночасної державної власності на міжгосподарську мережу. Більшість органів місцевого самоврядування (ОМС), отримавши внутрішньогосподарські меліоративні фонди, не мали коштів на їх утримання, оскільки у місцевих бюджетах вони не передбачалися. Через це ОМС почали використовувати вказані фонди як джерело поповнення своїх бюджетів за рахунок реалізації металевих труб. Найбільші складнощі з проведенням поливів виникли на внутрішньогосподарській мережі каналів та гідротехнічних спорудах, які було передано на баланс новостворених господарств.

У процесі розпаювання орних земель та капіталізації аграрного сектору у сільськогосподарському виробництві Степової зони України відбулася суттєва зміна категорій землекористувачів. Протягом 2010–2020 рр. серед них домінували (до 95%) фермерські господарства та різні дрібні формування власників невеликих земельних паїв, внаслідок чого значно збільшилася кількість водокористувачів. Останнє призвело до розриву технологічної цілісності зрошувальних систем, що потребує термінової ліквідації неефективного управління водними і земельними ресурсами, що склалося протягом останніх років у зрошуваному землеробстві.

З метою подальшого удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур на базі Інституту зрошуваного землеробства НААН з 2020 року розпочато дослідження із встановлення ефективності підґрунтового краплинного зрошення. Визначено також основні напрями досліджень наукових установ-співвиконавців ПНД НААН 5 «Зрошуване землеробство», у тому числі розроблення технологій вирощування сільськогосподарських культур на системах мікрозрошення.

Згідно з комплексною програмою розвитку водного господарства Херсонської області, до 2020 року планувалося відновити ефективне використання зрошуваних земель, загальна площа яких досягала 460,0 тис. га, тобто стільки, скільки їх існувало до кризового періоду. Лише останніми роками площа фактично политих земель в області збільшилася на 5,0 тис. га, а також збільшилися площі краплинного зрошення на 3,5 тис. га і відповідно у 2020–2021 рр. фактично поливалось близько 300,0 тис. га. Загалом площа краплинного зрошення в області досягає 31,3 тис. га, або 48,2% до загальної площі в Україні, яка становить близько 65,0 тис. га. Розширення площ краплинного зрошення проводиться в основному у разі вирощування овочевих культур, а також садів і виноградників. Згідно із загальнодержавною програмою, в межах Херсонської області планується також виконати роботи з капітального ремонту Північно-Кримського каналу й Каховського магістрального каналу, а також провести заміну морально і фізично застарілих трубопроводів і насосних станцій, що дозволить розширити площі, підпорядковані Басейновому управлінню водними ресурсами нижнього Дніпра.

У Миколаївській області загальна довжина зрошувальної мережі досягає 530,5 км, із них закритого типу – 182,5 км. Державна меліоративна система області складається з двадцяти трьох зрошувальних систем, в яких використовується 108 насосних станцій. Згідно з інвентаризацією протягом останніх років було виявлено, що з раніше наявних 184,1 тис. га зрошуваних земель натеper у сільськогосподарському виробництві не використовується 157,0 тис. га. Останніми роками на площі 95,0 тис. га внутрішньогосподарська система зовсім відсутня, оскільки вона була демонтована, що становить 50% до загальної площі зрошуваних земель. Площа фактично поливних земель в області не перевищує 30–60 тис. га, а самі зрошувані землі на сучасному етапі більше не відіграють роль страхо-

вого фонду в продовольчому та ресурсному забезпеченні як Миколаївської області, так і країни загалом. Внаслідок повного припинення застосування на зрошуваних землях хімічних меліорантів та скорочення у структурі посівних площ багаторічних бобових трав, передусім люцерни й буркуну як біологічних фітомеліорантів, площа вторинно осолонцюваних зрошуваних земель за вмістом токсичних солей у метровому шарі ґрунту зросла до 10–20% до загальної площі зрошення.

Зрошувальні системи Олександрівської й Бузької сільських рад було передано в комунальну власність, а ті, що залишилися, були незаконно демонтовані. Як наслідок, у Миколаївській області від більшості раніше наявних високоефективних зрошувальних систем залишилися лише глибокі траншеї. При цьому найбільше об'єктів інженерної інфраструктури внутрішніх господарських систем демонтовано в Баштанському районі – 22,0 тис. га, або 72,0% до наявних площ, у Вознесенському – 11675,0, Березнегуватському районі – 10900,0 га, або 70% до наявних площ району. Незважаючи на великомасштабне розграбування зрошувальних мереж, більшість загальнодержавних меліоративних фондів Миколаївської області (магістральні та міжгосподарські канали, трубопроводи, насосні станції та гідротехнічні споруди), які утримуються управліннями водного господарства за рахунок коштів державного бюджету, на сучасному етапі ще збережені й здатні подавати воду для поливу сільськогосподарських культур. Миколаївський облводгосп через регіональні управління водного господарства щорічно виконує значні обсяги робіт з утримання їх експлуатаційної надійності. Згідно з проектним використанням зрошувані землі області повинні обслуговувати 1955 дощувальних машин, проте натеper серед наявних їх залишилося лише 316 одиниць, причому значна частина з них уже відпрацювала свій нормативний термін. Ситуація ускладнюється нині ще й з причини згорання вітчизняного виробництва дощувальних машин.

В Одеській області, згідно з даними Державного агентства водних ресурсів України, нараховувалося 231,3 тис. га меліорованих земель, із них 218,6 тис. га – зрошуваних, 97,0% із яких – державна мережа. На зрошувальній мережі розміщено 8684 гідротехнічних споруд, у тому числі 3119 державних. Довжина зрошувальної мережі досягала 5370 км, із них великі магістральні канали та трубопроводи, які перебувають на балансі обласного управління водного господарства, – 998,1 км. Воду на систему подавали 242 державні насосні станції. Балансова вартість меліоративних систем становила 1482,6 млн грн.

Проте і в Одеській області, внаслідок демонтажу магістральних трубопроводів, зрошувані землі протягом останніх років використовувались лише в дев'яти районах, із них шість – у Придунайському регіоні на площі 68,1 тис. га, або 3,3% до загальної площі орних земель області.

З метою демонтажу металевих труб в Ізмайльському районі Одеської області протягом останніх років, згідно з публікаціями засобів масової інфор-

мації регіону, практично повністю ліквідовано зрошувальні системи на полях Суворівської, Першотравневої, Лощинівської, Каланчацької і Каменської сільських рад. За свідченням багатьох фахівців єдиним виходом із кризового становища, що склалося в Придніпровському регіоні, є повернення зрошувальних систем, які ще залишилися, під юрисдикцію Державного агентства водних ресурсів України.

Вивчення впливу глобальної й регіональної зміни клімату на продуктивність трансформованих агроландшафтів у підзоні Південного Степу свідчить про істотне зростання випаровуваності й дефіциту вологозабезпечення, що є головною причиною зниження урожаїв сільськогосподарських культур. В таких умовах одним з основних напрямів розвитку водного господарства країни є зрошення, яке забезпечує сталі й високі врожаї сільськогосподарської продукції не залежно від посушливості року.

Висновки. Ефективне використання зрошуваних земель належить до пріоритетних напрямів розвитку аграрного сектору України, особливо з огляду на глобальні й регіональні зміни клімату, що відбуваються останніми роками у всіх природно-кліматичних зонах України. Відродження зрошення в Україні на загальній площі понад 2,0 млн га доцільно здійснювати на основі реконструкції та модернізації наявних меліоративних систем, розвиток яких повинен бути адаптованим до мінливості природних та антропогенних факторів. На державному рівні необхідно законодавчо упорядити виробничі відносини між землевласниками та землекористувачами задля ефективної співпраці з державними басейновими управліннями водними ресурсами з тим, щоб не допустити в майбутньому подальшого подрібнення та демонтажу відновлених зрошувальних систем. Відновлення та розширення площ зрошення сприятиме істотному зниженню дефіциту вологозабезпечення й підвищенню урожаїв сільськогосподарських культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Водні ресурси України. Головні ріки Південного Степу. URL: <http://ukrref.com.ua/?id=NTQwOQ%3D%3D>.html.

2. Сидоренко В. Зрошення в Україні. *Агробізнес Сьогодні*. 2019. № 7. С. 71–77.

3. Балюк С.А. Національна доповідь «Про стан родючості ґрунтів України». *Посібник українського хлібороба*. Київ, 2011. С. 41–69.

4. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. Москва–Ленинград : ОГИЗ. Сельхозгиз, 1936. 117 с.

5. Балюк С.А., Ромащенко М.І. Проблеми зрошення в Україні в контексті зарубіжного досвіду. *Вісник ХДАУ*. 2000. № 1. С. 27–35.

6. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. Київ : Видавництво «Світ», 2000. 114 с.

7. Ромащенко М., Гринь Ю., Сайдак Р. Витрати за використання води для зрошення. *Агро Перспектива*. 2013. № 8 (159). С. 82–84.

REFERENCES:

1. Vodni resursy Ukrainy. Holovni riky Pivdennoho Stepu [Water resources of Ukraine. Main rivers of the Southern Steppe]. (n.d.). Retrieved from: <http://ukrref.com.ua/?id=NTQwOQ%3D%3D>.html [in Ukrainian].

2. Sydorenko, V. (2019). Zroshennia v Ukraini [Irrigation in Ukraine]. *Ahrobiznes siohodni – Agribusiness Today*, 7, 71–77 [in Ukrainian].

3. Baliuk, S.A. (2011). Natsionalna dopovid "Pro stan rodichosti gruntiv Ukrainy" [National report "On the state of soil fertility in Ukraine"]. *Posibnyk ukrainsskoho khliboroba – Manual of the Ukrainian farmer*, 41–69 [in Ukrainian].

4. Dokuchaiev, V.V. (1936). *Nashy stepi prezhdie i teper [Our steppes before and now]*. Moskva–Leningrad: OGIz. Selkhozgiz [in Russian].

5. Baliuk, S.A., & Romashchenko, M.I. (2000). Problemy zroshennia v Ukraini v konteksti zarubizhnoho dosvidu [Problems of irrigation in Ukraine in the context of foreign experience]. *Visnyk KhDAU – Bulletin of KhDAU*, 1, 27–35 [in Ukrainian].

6. Romashchenko, M.S., & Baliuk, S.A. (2000). *Zroshennia zemel v Ukraini. Stan ta shliakhy polipshennia [Irrigation of land in Ukraine. Condition and ways to improve]*. Kyiv: Vydavnytstvo "Svit" [in Ukrainian].

7. Romashchenko, M., Hryn, Yu., & Saidak, R. (2013). Vytraty za vykorystannia vody dlia zroshennia [Costs of using water for irrigation]. *Ahro Perspektiva – Agro Perspektiva*, 8 (159), 82–84 [in Ukrainian].

КІЛЬКІСНО-ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОГО АПАРАТУ СОНЯШНИКА ДЕКОРАТИВНОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ЖУЙКОВ О.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0002-5762-7934>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

ЛАВРИСЬ В.Ю. – аспірантка кафедри лісового

та садово-паркового господарства

<https://orcid.org/0000-0002-5687-3412>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Культура багатоквіткового (декоративного) соняшника як джерела отримання лікарської фітосировини на сьогодні набуває все більшої популярності у всіх агроекологічних зонах України [1]. Цей факт можна пояснити результатами останніх досліджень фармакологічних властивостей культури, згідно з якими вони істотно покращують стан організму людини, котра хворіє на цілий спектр серйозних захворювань, а з огляду на можливість застосування лікарської сировини (сухих пелюсток чоловічих квіток) у протоколі лікування захворювання на COVID-19 та пов'язаних із ним ускладнень наукова проблема розробки зональної технології вирощування культури набуває надзвичайної актуальності [2]. У цьому сенсі агроекологічні умови зони Південного Степу з його істотними значеннями суми активних температур за вегетаційний період, запасами елементів мінерального живлення в ґрунті, кількістю продуктивних опадів та фітосанітарним станом агроценозів вважаються нами як цілком сприятливі для отримання економічно доцільних урожаїв фітосировини, а їх загальний екологічний стан формує підґрунтя для отримання лікарської продукції з органічним статусом, що переводить процес її вирощування на абсолютно інший економічний рівень [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій дає можливість пересвідчитися, що водночас зі стрімкою популяризацією культури соняшника багатоквіткового у сучасній науковій періодиці майже повністю відсутні відомості щодо теоретичних та прикладних аспектів його вирощування [3; 4]. Ті окремі намагання поодиноких суб'єктів господарської діяльності, що намагаються отримувати товарну фітосировину культури, у своїй більшості ґрунтуються на емпіричних принципах, тобто фермери застосовують окремі технологічні прийоми або навіть цілі технологічні блоки методом аналогії, використовуючи просту кальку із вже існуючих зональних технологій вирощування соняшника олійного, без урахування екологічних і біологічних особливостей цієї нової для вітчизняних сівозмін культури [2; 3]. Відтак тематика та проблематика наукового дослідження були сформовані, передусім, із урахуванням все більш зростаючої популярності культури соняшника декоративного на фоні майже повної невивченості окремих технологічних прийомів його вирощування

так відсутності відпрацьованих зональних технологій отримання його фітосировини [4].

Метою даного наукового дослідження є екологічно-господарське випробування сучасного сортименту соняшника декоративного на фоні різних норм висіву насіння. Стосовно складових показників ефективності функціонування асиміляційного апарату культури, то до вивчення нами були взяті такі чинники: площа листової пластинки, її товщина, інтенсивність зеленого забарвлення, пігментно-ферментний склад, загальна площа листового апарату та її динаміка впродовж вегетації, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу культури.

Матеріали та методика досліджень. Задля реалізації окресленої мети наукового дослідження нами було закладено двохфакторний польовий дослід, де в якості фактору А виступав гібрид культури (Teddy F1, Double Sunking F1, Santa Fe F1), а фактору В – норма висіву насіння культури (50, 60 та 70 тис. шт. схожих насінин на 1 га). Повторність в досліді чотирикратна, загальна площа дослідної ділянки – 0,75 га, загальна площа ділянки першого порядку – 280 м², облікова – 250 м². Ділянки в досліді розміщувалися методом розщеплених ділянок з частковою рандомізацією. Показник площі листової поверхні визначався методом висічок за А.А. Ничипорович, архітектоніка листової пластинки вивчалися методом експрес-сканування, товщина листової пластинки – вимірюванням електронним штангельциркулем, вміст зеленого пігменту і його фракційний склад – фотометричним колориметруванням спиртової витяжки за М.І. Булатовим, вміст і фракційний склад ферментів – фотометричним колориметруванням ацетонової витяжки в присутності перекису водню з подальшою фотосепарацією.

Результати досліджень. Як свідчать результати наших досліджень, і фактор А (гібрид), і фактор В (норма висіву насіння) істотно впливали на основні показники формування асиміляційного апарату культури. Слід відмітити, що йдеться не лише про кількісні зміни у формуванні та функціонуванні фотосинтетичної поверхні посіву соняшника, а й докорінні якісні зміни у листовій пластинці, що також знайшло підтвердження при аналізі результатів наших досліджень із цієї проблематики (табл. 1).

Таблиця 1 – Архітектура та пігментно-ферментний склад губчастої паренхіми листка у фазу цвітіння гібридів соняшника декоративного

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (фактор В)	Середнє значення показника							
		Площа листової пластинки, см ²	Товщина листової пластинки, мм	Інтенсивність забарвлення, %	Вміст хлорофілу, мг/г	Хлорофіл «А», %	Хлорофіл «В», %	Пероксидаза, ум. од./г	Каталаза, ум. од./г
Teddy F1	50	72,1	0,58	74	8,11	70,1	29,9	694	1752
	60	72,7	0,61	75	9,02	73,3	26,7	690	1789
	70	74,0	0,52	70	6,22	71,8	28,2	665	1584
Double Sunking F1	50	72,0	0,58	67	8,28	75,8	24,2	661	1646
	60	75,2	0,63	69	9,31	78,4	21,6	682	1695
	70	63,7	0,45	61	6,06	72,6	27,4	649	1578
Santa Fe F1	50	71,2	0,61	76	8,87	72,0	28,0	690	1672
	60	71,0	0,57	66	8,82	73,9	26,1	674	1677
	70	70,1	0,55	66	8,37	60,2	39,8	639	1515

За показником середньої площі окремої листової пластинки, у досліді нами відмічена тенденція, згідно з якою цей показник збільшувався зі збільшенням норми висіву насіння з 50 до 60 тис. шт./га, а в подальшому зі збільшенням норми висіву до 70 тис. шт./га починав зменшуватися. Середній показник за варіантом гібриду Teddy F1 склав 72,6 см², Double Sunking F1 – 70,3 см², Santa Fe F1 – відповідно 70,8 см².

Абсолютно аналогічний характер мала і залежність від факторів, що досліджувалися, показника товщини листової пластинки гібридів соняшника: мінімальним він був за варіантом гібриду Teddy F1 – 0,58 мм, за варіантом гібриду Double Sunking F1 зменшився до 0,55 мм, а мінімального значення набув у варіанті гібриду Santa Fe F1 – 0,52 мм в середньому за фактором В.

Схожою була, за нашими даними, і залежність інтенсивності зеленого забарвлення листової пластинки гібридів соняшника: якщо цей показник не мав істотної залежності від фактору А, то збільшення норми висіву зумовлювало зменшення інтенсивності зеленого кольору листка при її порівнянні з еталонним зразком. Якщо прийняти інтенсивність забарвлення еталону за 100%, то колір листової пластинки варіанту гібриду Teddy F1 була на рівні 73%, гібриду Double Sunking F1 – 69%, Santa Fe F1 – 69% від еталону. Найменшою інтенсивність зеленого забарвлення листків соняшника була за максимальної норми висіву насіння і не перевищувала 62% в середньому за фактором А (табл. 1).

Інтенсивність зеленого забарвлення листової пластинки напряму відображає вміст в ній хлорофільного пігменту, що також знайшло підтвердження результатами наших досліджень. Так, мінімальним (на рівні 6,55 мг/г в середньому за фактором А) він був за варіантом норми висіву 70 тис. шт./га. У середньому за фактором В, лідером за вмістом зеленого пігменту в листках визнано гібрид Teddy F1 – 8,69 мг/г, за варіантом гібриду Santa Fe F1 він склав 7,45 мг/г, Double Sunking F1 – 8,02 мг/г.

За свідченнями ряду науковців, загальний вміст зеленого пігменту не є гарантією високої продуктивності асиміляційних процесів в листовому апараті культури – куди більше значення має фракційний склад хлорофілу, і в першу чергу вміст в ньому найбільш фізіологічно активної фракції (хлорофілу «А»). За нашими даними, генетичні особливості гібриду та густота рослин мали дієвий вплив на перерозподіл фракцій хлорофілу «А» і «В»: за всіма варіантами гібридів збільшення норми висіву зумовлювало зменшення долі фракції «А» в загальному пігментному складі. При цьому максимальна кількість фракції «А» в середньому за фактором В спостерігалася нами в гібриді Teddy F1 (77,4%), Double Sunking F1 – 73,6%, Santa Fe F1 – 71,0%.

У сучасній науковій періодиці є поодинокі свідчення стосовно залежності антистресових можливостей рослинного організму стосовно толерантності високим температурам повітря та недостатньої вологозабезпеченості від вмісту в губчастій паренхімі ферментів, що відповідають за інтенсивність дихання, газообміну, проникність міжклітинних мембран, водоутримуючу здатність міжклітинних об'ємів, антиоксидантні властивості, посухо- та жаростійкість. Окремі автори наголошують на інгібіторному характері впливу діючих речовин синтетичних пестицидів та їх метаболітів на цей процес і пояснюють ним відомий багатьом ефект «пестицидного стресу». Як свідчать дані, наведені в табл. 1, вміст у тканинах листків соняшника декоративного пероксидази максимальних значень набув за варіантом гібриду Teddy F1 і склав у середньому за фактором В, 690 ум. од./г, Double Sunking F1 – 664 ум. од./г, Santa Fe F1 – 668 ум. од./г відповідно. Абсолютно аналогічна тенденція була відмічена нами і в дослідженні вмісту іншого ферменту – каталази, котрий становив, відповідно, 1708, 1640 і 1621 ум. од./г сирої речовини в середньому за фактором В.

Як відомо, чи не найпринциповішим критерієм прогнозування та оцінки потенційної продуктивності

будь-якої культури є ефективність функціонування її асиміляційного апарату [5]. Аналіз публікацій Базалія В.В., Добровольського А.В., Домарацького О.О., Козлової О.П. та інших науковців дає право стверджувати, що майже будь-який технологічний елемент, що спрямований на біологізацію процесу вирощування соняшника, має позитивний вплив на збільшення площі асиміляційної діяльності культури та зумовлює істотне підвищення показників ефективності її функціонування [6]. Не суперечать ним і результати наших досліджень, відображені у табл. 2.

Суттєве збільшення площі асиміляційного апарату однієї окремої рослини зумовило зростання зазначеного показника в перерахунку на 1 га посівної площі, і в середньому за роки проведення досліджень його динаміка виглядала таким чином (табл. 2). Починаючи з фази «3 пари справжніх листків», площа асиміляційної поверхні посіву культури зростала, і своїх максимальних значень цей показник набув у фазу «цвітіння», що відмічалось нами за всіма варіантами гібридів культури. У подальшому даний показник нами не досліджувався, адже саме

у фазу повного цвітіння культури проводилося збирання врожаю фітосировини (чоловічі квітки). У середньому за фактором В максимальна площа асиміляційного апарату культури була сформована за варіантом гібриду Teddy F1 і у фазу цвітіння склала 30,7 тис. м²/га, за варіантом гібриду Double Sunking F1 – відповідно, 29,5 тис. м²/га, гібриду Santa Fe F1 – 26,1 тис. м²/га. За всіма варіантами гібридів культури відмічена залежність, згідно з якою показник площі листової поверхні зі збільшенням норми висіву з 50 до 60 тис. шт./га зростав, а з подальшим збільшенням норми висіву до 70 тис. шт./га, навпаки, починав істотно скорочуватися. Це, у свою чергу, позначилося і на підсумковому показникові, що характеризує умови та продуктивність процесу фотосинтетичної діяльності рослин за варіантами дослідів чистої продуктивності фотосинтезу (табл. 3).

Максимальних значень показник чистої продуктивності фотосинтезу досяг за варіантом гібриду Teddy F1 і в середньому за фактором В склав 1,99 г/м²/добу, гібриду Double Sunking F1 – відповідно 1,93 г/м²/добу, а гібриду Santa Fe F1 – 1,84 г/м²/добу.

Таблиця 2 – Динаміка формування площі листової поверхні гібридів соняшника декоративного залежно від норми висіву насіння, тис. м²/га

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (фактор В)	Фаза розвитку культури		
		«3 пари справжніх листків»	«утворення кошика»	«цвітіння»
Teddy F1	50	2,1	22,4	32,2
	60	2,7	25,1	36,2
	70	2,0	19,7	23,8
Double Sunking F1	50	2,0	22,9	32,7
	60	2,6	24,1	35,2
	70	1,9	17,4	20,5
Santa Fe F1	50	1,8	20,2	29,0
	60	2,1	23,3	27,9
	70	2,0	18,2	21,4
HIP ₀₅ , тис. м ² /га	для середніх (головних) ефектів	А-1,04; В-1,41		
	для часткових відмінностей	А-1,22; В-1,19		

Таблиця 3 – Залежність основних показників фотосинтетичної діяльності гібридів соняшника декоративного від норми висіву насіння

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (фактор В)	Фотосинтетичний потенціал, тис. м ² /га х діб	Приріст сухої біомаси за період, кг/га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² /добу
Teddy F1	50	1382	2270	1,87
	60	1576	2712	2,20
	70	1499	2420	1,90
Double Sunking F1	50	1474	2419	1,97
	60	1533	2653	2,09
	70	1182	1832	1,78
Santa Fe F1	50	1411	2021	1,77
	60	1476	2389	2,01
	70	1204	1850	1,73
HIP ₀₅	для середніх (головних) ефектів	А-100,6; В-117,8	А-122,0; В-104,4	А-0,05; В-0,07
	для часткових відмінностей	А-66,1; В-89,5	А-118,1; В-96,2	А-0,17; В-0,22

Висновки. Збільшення норми висіву культури з 50 до 60 тис. шт./га зумовлює незначне покращення окремих показників ефективності функціонування асиміляційного апарату гібридів соняшника декоративного, подальше збільшення норми висіву до 70 тис. шт./га призводить до істотного погіршення всіх без виключення показників (площа і товщина листкової пластинки, вміст зеленого пігменту та його фракційний склад, вміст найбільш важливих ферментів, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу культури). З-поміж гібридів культури, що досліджувалися, лідером за наведеними вище показниками визначений гібрид Teddy F1, що істотно перевищував відповідні показники за варіантами гібридів Double Sunking F1 та Santa Fe F1.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Жовтобрюх Н.В. Залежність тривалості цвітіння декоративного соняшника, вирощеного в горщиках в закритому ґрунті від діаметра суцвіття. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2004. Вип. 12. С. 88–99.
2. Мельник А.В. Визначення оптимального об'єму живлення і складу ґрунтосумішей при вирощуванні горщикової культури декоративного соняшника. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. 2005. № 61, Ч. 1. С. 559–563.
3. Методика проведення експертизи сортів соняшнику декоративного (*Helianthus annuus* L. ssp. *ornamentalis*) на відмінність, однорідність і стабільність. URL: <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5b9240b9a2095.pdf> (дата звернення: 21.03.2022).
4. Першин А.Ф., Першина И.М. Генетический потенциал декоративного подсолнечника. *Материалы III-й международной конференции «Цветоводство сегодня и завтра: ассортимент, технологии, маркетинг»*, 17 июля, 1998 г. Москва, Главный бот. сад РАН. Москва, 1998. С. 210–213.
5. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Добровольський А.В. Агротехнічний спосіб пролонгації фотосинтетичної діяльності рослин соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2016. № 4(92). С. 77–84.
6. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Козлова О.П. Вплив стимуляторів росту та біофунгіцидів на архі-

тектоніку різних морфобіотипів соняшника. *Науково-виробничий журнал: Техніка і технологія АПК*. Київ, 2019. № 2(111). С. 24–28.

REFERENCES:

1. Zhovtobryukh N.V., Melnyk A.V. (2004), *Zalezhnist' tryvalosti tsvitinnya dekoratyvnoho sonyashnyka, vyroshchenoho v horshchychkakh v zakrytomu grunty vid diametra sutsvittya* [Dependence of flowering duration of ornamental sunflower grown in pots in closed soil on the diameter of the inflorescence], *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu* [in Ukrainian].
2. Melnyk A.V. (2005), *Vyznachennya optimal'noho ob'yemu zhyvlennya i skladu gruntosumishey pry vyroshchuvanni horshchikovoyi kul'tury dekoratyvnoho sonyashnyka* [Determination of the optimal volume of nutrition and composition of soil mixtures in the cultivation of pot culture of ornamental sunflower], *Zbirnyk naukovykh prats' Umans'koho derzhavnogo ahrarnoho universytetu* [in Ukrainian].
3. *Metodyka provedennya ekspertyzy sortiv sonyashnyku dekoratyvnoho (Helianthus annuus L. ssp. ornamentalis) na vidminnist', odnoridnist' i stabil'nist'* [Methods of examination of ornamental sunflower varieties (*Helianthus annuus* L. ssp. *Ornamentalis*) for difference, homogeneity and stability], <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5b9240b9a2095.pdf> [in Ukrainian].
4. Pershin A.F., Pershina I.M. (1998), *Geneticheskyy potentsial dekorativnogo podsolnechnika* [Genetic potential of ornamental sunflower], *Materialy III-y mezhdunarodnoy konferentsii «Tsvetovodstvo segodnya i zavtra: assortiment, tekhnologii, marketing»* [in Russian]
5. Bazaliy V.V., Domarats'kyy YE.O., Dobrovols'kyy A.V. (2016), *Ahrotekhnichnyy sposib prolonhatsiyi fotosyntetichnoyi diyal'nosti roslyn sonyashnyku* [Agrotechnical method of prolongation of photosynthetic activity of sunflower plants], *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomor'ya* [in Ukrainian].
6. Bazaliy V.V., Domarats'kyy YE.O., Kozlova O.P. (2019), *Vplyv stymulyatoriv rostu ta biofunhitsydiv na arkhitektoniku riznykh morfobiotypiv sonyashnyka* [Influence of growth stimulants and biofungicides on the architecture of different sunflower morphobiotypes], *Naukovo-vyrobnychy zhurnal: Tekhnika i tekhnolohiya APK*. №2(111). [in Ukrainian].

ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН АГРОЦЕНОЗУ ГІРЧИЦІ САРЕПТСЬКОЇ ЗА РІЗНИХ РІВНІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

ЖУЙКОВ О.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-5762-7934>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

ХОДОС Т.А. – аспірантка кафедри ботаніки та захисту рослин

<https://orcid.org/0000-0002-7744-1424>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. У ставленні абсолютної більшості сільгосптоваровиробників до культури гірчиці сарептської присутній певний стереотип, згідно з яким вона є мало конкурентною по відношенню до широкого спектру шкочинних організмів, відтак майже відсутня реальна можливість її вирощування за принципами біологізації (відмови від певної кількості пестицидів), не кажучи вже про веденні виробництва на органічних засадах [1]. Треба зазначити, що зазначена «фобія» бере свій початок ще з радянських часів, коли проблема хімічного захисту гірчиці сарептської була поза сферою наукового інтересу як дослідників, так і виробників, і система захисту культури реалізовувалася, у кращому випадку, методом аналогії з озимим чи ярим ріпаком, до того ж на той час спеціалізованих препаратів для використання в посіві гірчиці не існувало [2]. На даний час до арсеналу фермерів прийшли сучасні препарати, здатні контролювати майже весь спектр шкідливої флори та ентомофауни в агроценозі гірчиці, котрі являють собою як синтетичні хімічні сполуки, так і речовини, отримані природним шляхом і здатні істотно зменшити пестицидний пресинг на навколишнє середовище [3]. Не треба скидати з терезів і той факт, що за останні 10-15 років стався і суттєвий «прорив» у вітчизняній селекційній справі – у виробництво надійшли сучасні сортотипи, котрі характеризуються високим рівнем генетично зумовленої толерантності до несприятливих біотичних чинників довкілля [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на наведене вище, стан справ із системою захисту гірчиці сарептської в більшості суб'єктів аграрного виробництва залишає бажати кращого, адже відносно незначна розповсюдженість культури зумовлює фрагментарну і несистематичну зацікавленість цією проблемою як із боку наукової спільноти, так і з боку виробників [5]. Найбільш прогресивні фермери діють на власний страх і ризик, застосовуючи в посіві культури ті препарати, що зареєстровані на споріднених культурах (в першу чергу, озимому ріпаку), отримуючи дослідним шляхом індивідуальні номенклатури, строки, способи та норми застосування препаратів [5]. Решта ж виробників (і таких більшість) переважно взагалі мінімізують застосування засобів захисту на гірчиці сарептській, що не найкращим чином відбивається на кількісно-якісних показниках урожаю і в черговий

раз спрацьовує не на користь популяризації культури серед вітчизняних фермерів [6]. Проблема ж мінімізації застосування за вирощування культури синтетичних пестицидів, що останнім часом набуває все більшої популярності у сучасному землеробстві, наразі взагалі є «білою плямою» – у сучасній науковій літературі зустрічаються відверто поодинокі згадки щодо позитивного досвіду заміни окремих елементів системи хімічного захисту від бур'янів, хвороб і шкідників на органічні препарати [7]. Сучасний тренд – вирощування культури за органічною технологією – на превеликий жаль, знаходиться сьогодні абсолютно поза сфери інтересів як вітчизняної наукової спільноти, так і українських сільгосптоваровиробників, хоча динаміка ринкової вартості на органічну гірничу сировину на сучасному міжнародному ринку б'є всі рекорди і за правильного підходу вирощування органічного насіння гірчиці може бути дуже суттєвим важелем впливу на формування економіки як окремого господарства, так і галузі в цілому [7].

Мета. Мета наукового дослідження полягала у визначенні характеру впливу на формування параметрів фітосанітарного стану посіву гірчиці сарептської (розповсюдженість та рівень шкочинності в агроценозі основних шкідників, збудників хвороб та бур'янів) норм висіву насіння на фоні різних ступенів біологізації технології вирощування культури.

Матеріали та методика досліджень. Комплекс спостережень і лабораторних досліджень, спрямованих на реалізацію поставленої мети, здійснювався за допомогою закладання польового двофакторного дослідження, в якому фактор А (технологія вирощування гірчиці сарептської) був представлений варіантами традиційної зональної технології вирощування; біологізованою технологією (відмова від мінеральних добрив і заміна їх на органічні препарати) та органічною (повна заміна як мінеральних добрив, так і синтетичних ЗЗР на органічні препарати). Фактор В представляв градацію норми висіву культури від 2,0 до 3,0 млн. шт. схожих насінин на 1 га з інтервалом 0,5 млн. У досліді висівався сорт гірчиці сарептської ярого сортотипу Пріма селекції ІОК НААН. Повторність дослідження чотириохватна, загальна площа дослідної ділянки – 0,9 га, загальна площа ділянки першого порядку – 250 м², облікова – 200 м². Ділянки в досліді розміщувалися методом розщеплених ділянок з частковою рендо-

мізацією. До і після виконання прийомів з догляду за рослинами, а також у період збирання врожаю визначалася засміченість посівів бур'янами кількісно-ваговим методом (по діагоналі ділянок в десятиразовій повторності) з диференціацією за групами та видами бур'янів. Для цього використовувалася рамка площею 1 м². Облік чисельності капустияних блішок проводився шляхом підрахунку імаго на 1 м² або за допомогою підрахунку пошкоджених рослин (на ранніх етапах розвитку культури). Спостереження робили до, після та через 5, 10 і 20 діб після застосування інсектициду в денні сонячні години (між 11⁰⁰ та 13⁰⁰ годинами). У другому випадку (на період початку сходів) облік проводився за допомогою мірних рамок площею 0,25 м² в 16 точках на ділянці. Чисельність ріпакового квіткоїду та інших шкідників генеративних органів культур досліджувалася у чотири терміни: позеленіння пагонів, початок цвітіння, масове цвітіння – утворення стручків, початок достигання насіння, а також до та після застосування інсектициду на 20 рослинах з ділянки у шаховому порядку. Динаміка чисельності капустияних попелиць встановлювалася шляхом підрахунку відсотку заселених рослин візуально за специфічним антоціановим забарвленням китиць в 20 точках ділянки у шаховому порядку. Видовий склад фітопатогенів встановлювався візуально за атласом, їх розповсюдження – за відсотком пошкоджених рослин та відсотком пошкодженої площі асиміляційного апарату у 10 точках на ділянці.

Результати досліджень. Незважаючи на значні розбіжності в питанні стратегії системи інтегрованого захисту культури від комплексу шкочинних організмів, всі без винятку науковці сходяться в думці щодо пріоритетності в зазначеному питанні спрямування зусиль та виробничих резервів в першу чергу на захист сходів гірчиці від капустияних блішок, адже нехтування зазначеним агротехнічним заходом може призвести до 100% загибелі виробничих масивів культури. Другим вкрай небезпечним шкочинним об'єктом, що може завдати істотної шкоди рослинам культури вже на фінальних етапах органогенезу, є ріпаковий квіткоїд, імаго якого пошкоджують квітки і

зав'язь. Із цих міркувань облік фітофагів за варіантами дослідів був проведений нами саме за цими шкочинними об'єктами (табл. 1).

Результати обліку капустияних блішок у посіві гірчиці сарептської дають можливість зробити висновки, що як заселеність цим видом, так і кількість пошкоджених рослин культури більшою мірою залежали від технології вирощування культури, аніж від норми висіву насіння. Проте нами відмічена тенденція, згідно з якою як кількість, так і шкочинність імаго шкідника дещо знижувалися зі збільшенням густоти стояння рослин. Також найбільш істотний вплив на цей показник мала саме технологія вирощування культури. Так, за традиційної зональної технології вирощування, в середньому за фактором В заселеність посіву капустияними блішками склала 4,5 шт./м², за біологізованої – 4,4 шт./м², а за органічної – 4,8 шт./м². Схожий характер залежності був відмічений нами і за показником ураженості сходів культури цим шкідником: за варіантом традиційної технології він склав 7,2%, за біологізованої та органічної – відповідно 7,3%. Даний факт ми пояснюємо тим, що синтетичні хімічні пестициди мають більш виражений репелентний ефект, зумовлюючи меншу заселеність рослин шкідником, хоча захисний (токсичний) ефект за всіма варіантами фактору А був однаковим, що підтверджується показником пошкодженості рослин. Абсолютно ідентичним був і характер залежності від факторів, що вивчалися, розповсюдженості і шкочинності ріпакового квіткоїду: в середньому за фактором норми висіву заселеність ним рослин культури за традиційної технології вирощування склала 6,7 шт./м², за біологізованої – 5,0 шт./м², а за органічної – 4,8 шт./м² відповідно. Кількість пошкоджених рослин, за результатами наших досліджень, склала відповідно 9,0%, 8,1% та 6,9%.

Облік бур'янів в агроценозі гірчиці сарептської, навпаки, продемонстрував істотний характер залежності забур'яненості посіву від густоти стояння рослин, хоча залежність цього показника і від технології вирощування культури залишалася істотною (табл. 2).

Таблиця 1 – Облік капустияних блішок (а) і ріпакового квіткоїду (б) в посіві гірчиці сарептської залежно від норми висіву та рівня біологізації технології вирощування (2020–2021 рр.)

Технологія вирощування (фактор А)	Норма висіву, млн. шт./га (фактор В)	Заселеність посіву імаго шкідника, шт./м ²		Пошкоджених рослин, %	
		а	б	а	б
Традиційна (інтенсивна)	2,0	4,4	8,7	7,4	10,2
	2,5	4,5	6,1	7,0	8,7
	3,0	4,5	5,2	7,1	8,0
Біологізована	2,0	4,2	5,2	7,5	8,8
	2,5	4,4	5,5	7,4	8,5
	3,0	4,5	4,4	7,1	7,1
Органічна	2,0	4,8	5,5	7,5	7,9
	2,5	4,7	5,1	7,2	6,6
	3,0	5,0	4,0	7,3	6,2
НІР ₀₅	для середніх (головних) ефектів	А-0,10; В-0,14		А-0,16; В-0,14	
	для часткових відмінностей	А-0,15; В-0,28		А-0,22; В-0,27	

Таблиця 2 – Облік бур'янів в посіві гірчиці сарептської в залежності від норми висіву та рівня біологізації технології вирощування (2020–2021 рр.)

Технологія вирощування (фактор А)	Норма висіву, млн. шт./га (фактор В)	Кількість бур'янів	
		шт./м ²	г/м ² (повітряно-сухої маси)
Традиційна (інтенсивна)	2,0	8,2	22,7
	2,5	6,1	18,7
	3,0	4,4	13,1
Біологізована	2,0	9,0	26,6
	2,5	6,6	20,4
	3,0	5,0	14,7
Органічна	2,0	7,1	19,9
	2,5	5,0	14,4
	3,0	4,2	12,0
НІР ₀₅	для середніх (головних) ефектів	А-1,72; В-2,21	А-2,16; В-3,04
	для часткових відмінностей	А-2,06; В-2,34	А-2,73; В-2,69

За всіма варіантами технології вирощування збільшення норми висіву зумовлювало істотне зменшення показника забур'яненості як у кількісному, так і у ваговому вираженні: за традиційної технології вирощування зростання норми висіву з 2,0 до 3,0 млн. шт./га сприяло зменшенню чисельності бур'янів на 46,4%, а у ваговому вираженні – на 42,3%; за біологізованої – відповідно, на 44,4 та 44,7%; органічної – на 40,9 та 39,7%. У середньому за фактором В кількість бур'янів на одиниці посівної площі за традиційної технології вирощування склала 6,2 шт./м², біологізованої – 6,7 шт./м², а органічної – 5,4 шт./м², що у перерахунку на повітряно-суху біомасу становило 18,2 г/м², 20,6 г/м² і 15,4 г/м².

З-поміж олійних культур родини *Капустяні* гірчиця традиційно вважається такою, що найменше вражається грибовими та бактеріальними хворобами, проте в окремі роки зі сприятливими для епіфітотійного розвитку захворювань погодними умовами нами відмічалися локальні (вогнищеві) спорадичні ураження рослин культури збудниками альтернаріозу, справжньої та несправжньої борошнистої роси [6; 7]. Із цих міркувань нами було досліджене ураження рослин культури в досліді збудниками зазначених грибових захворювань. За результатами наших досліджень, даний показник не мав істотної залежності від норми висіву культури, а повною мірою зумовлювався саме технологією вирощування гірчиці сарептської (рівнем її біологізації) (рис. 1).



Рис. 1. Ураження рослин у популяції гірчиці сарептської збудниками патогенів залежно від рівня біологізації технології вирощування, % (середнє за 2020–2021 рр.)

Аналіз наведених вище даних дозволяє зробити висновок, що найбільш ефективною відносно

захисту рослин культури від збудників грибових захворювань є органічна технологія вирощування, котра переважала традиційну зональну та біологізовану технологію вирощування в середньому на 33,8 відсоткові пункти. Повна відмова від застосування синтетичних засобів хімічного захисту рослин за органічної технології вирощування гірчиці сарептської зумовила істотне зростання показника відвідуваності квітучих рослин культури комахами-запилювачами, в першу чергу – культурною медоносною бджолою, що є базисним аспектом формування насінневої продуктивності факультативного самозапилювача (рис. 2).



Рис. 2. Відвідуваність гірчиці сарептської у фазу цвітіння медоносними бджолами залежно від технології вирощування, особин/рослину

Як видно з даних, наведених вище, культурні медоносні бджоли значно охоче відвідували квітучі рослини гірчиці сарептської, що вирощувалася за органічною технологією, що пояснюється нами істотним репелентним ефектом від застосування синтетичних засобів захисту рослин (насамперед, інсектицидів) на фінальних етапах онтогенезу культури за традиційною та біологізованою технологією її вирощування.

Висновки.

1. Показник заселеності та пошкодженості сходів гірчиці сарептської капустяними блішками не залежав від технології вирощування культури та норми висіву насіння і становив у середньому 4,4 шт./м² і 7,1% відповідно. Водночас характер ураженості рослин іншим шкідником – ріпаковим квіткоїдом, був насамперед зумовлений фактором А (технологія вирощування) і неістотно фактором В (норма висіву насіння).

2. Найменша шкодочинність цього шкідника генеративних органів відмічена за варіантом біологізованої та органічної технології вирощування. За всіма варіантами фактору А нами відмічена залежність, згідно з якою показник заселеності і пошкодженості рослин зменшувався зі зростанням норми висіву культури. Істотно впливала норма висіву культури на забур'яненість посіву: зі зростанням норми висіву кількість і маса бур'янів на одиниці посівної площі істотно зменшувалися. Найбільш ефективним визнано органічну технологію вирощування культури, за якої заселення агроценозу бур'янами було мінімальним.

3. Традиційна та біологізована технології вирощування гірчиці істотно поступалися органічній за показником ураженості рослин збудниками найбільш шкодочинних патогенів (альтернаріоз, переноспороз та борошниста роса).

4. Повна відмова від застосування синтетичних засобів хімічного захисту рослин за органічної технології вирощування гірчиці сарептської зумовила істотне зростання показника відвідуваності квітучих рослин культури комахами-запилювачами (в середньому, на 4 особини на 1 рослину).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Женченко К. Гірчиця сарептська має лідирувати в п'ятипільних зерно просапних сівозмінках. *Зерно і хліб*. 2013. № 3. С. 53–54.
2. Жернова Н.П. Вплив способів сівби та норм висіву на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана. *Агроном*. 2012. № 1. С. 211–213.
3. Кліщенко С. Гірчиця та технології її вирощування. *Агроexpert*. 2009. № 1(6). С. 14–16.
4. Мазур В.О. Гірчиця. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2009. 88 с.
5. Поляков О. Перспективи вирощування гірчиці. *Пропозиція*. 2009. № 2. С. 54–56.
6. І.М. Кифорук, О.М. Бойчук, В.М. Іванюк, О.М.Стельмах. Рекомендації з вирощування гірчиці в умовах Прикарпаття. *Посібник українського хлібороба*. 2011. № 1. С. 216–222.
7. Рожкован В. Сарептська озима гірчиця—нова перспективна культура. *Пропозиція*. 2006. № 7. С. 58–60.

REFERENCES:

1. Zhenchenko K. (2013), *Hirchysya sarept-s'ka maye lidyruvaty v p'yatypil'nykh zerno prosapnykh sivozminakh* [Sarepta mustard should be in the lead in five-field grain crop rotation], Grain and bread [in Ukrainian].
2. Zhernova N.P. (2012), *Vplyv sposobiv sivy ta norm vysivu na produktyvnist' hirchysyi sarept-s'koyi sortu Svitlana* [Influence of sowing methods and sowing norms on productivity of Sarepta mustard cultivar Svitlana], Agronom [in Ukrainian].
3. Klishchenko S. (2009), *Hirchysya ta tekhnolohiyi yiyi vyroshchuvannya* [Mustard and technologies for its cultivation], Agroexpert [in Ukrainian].
4. Mazur V.O. (2009), *Hirchysya* [Mustard], Symfoniya forte [in Ukrainian].
5. Polyakov O. (2009), *Perspektyvy vyroshchuvannya hirchysyi* [Prospects for growing mustard], Propozytsiya [in Ukrainian].
6. *Rekomendatsiyi z vyroshchuvannya hirchysyi v umovakh Prykarpattya* (2011), I.M.Kyforuk, O.M.Boychuk, V.M.Ivanyuk, O.M.Stel'makh ta in. [Recommendations for growing mustard in the Carpathians], Posibnyk ukrayins'koho khliboroba [in Ukrainian].
7. Rozhkovan V. (2006), *Sarept-s'ka ozyma hirchysya –nova perspektyvna kul'tura* [Sarepta winter mustard - a new promising crop], Propozytsiya [in Ukrainian].

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРОКІВ СІВБИ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В ЗОНІ ЗРОШЕННЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ В АСПЕКТІ ПОТОЧНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

ЗАЄЦЬ С.О. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0001-7853-7922>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

РУДІК О.Л. – доктор сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0003-1384-5523>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

ОНУФРАН Л.І. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-6247-4920>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Упродовж останнього періоду формування структури рослинництва зерно ячменю стало вагомим компонентом зернового балансу, а тому подальше зростання його виробництва є дієвим важелем подальшого успішного розвитку агропромислового комплексу України. За останні десять років його частка в структурі посівних площ коливалася у межах від 5,9 до 9,8%. Натеper, займаючи 32,9–42,8% посівної площі, саме ячмінь озимий формує 56,5–62,1% валових зборів цієї культури [1].

Навіть враховуючи його понижено зимостійкість, ячмінь озимий – це культура високої потенціальної продуктивності та інтенсивного зерновиробництва. Він передбачає значно пізніші терміни сівби, краще за інші ярі види використовує осінньо-зимові запаси вологи, економніше витрачає поживні речовини та вологу на одиницю продукції і формує врожай значно вищий, ніж інші зернові. Усе це, враховуючи попит світового ринку, робить вирощування цієї культури доцільним із господарської точки зору, високо рентабельним та перспективним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ґрунтовними науковими дослідженнями та практичним досвідом доведено, що від стану посівів озимих культур на момент припинення осінньої вегетації великою мірою залежать процеси проходження рослинами зимового циклу та подальший розвиток рослин і кінцевий результат – величина та якість урожаю. Невідповідно до умов середовища сформовані параметри посівів негативно позначаються на протіканні фізіологічних процесів, зумовлюють ризики ослаблення або навіть загибелі рослин [2].

Найбільш небезпечними в зимовий період є різкі коливання температур або значне їх зниження на фоні відсутності снігового покриву. На початку періоду спокою, коли процес загартування ще не завершився критичним, може бути стійке пониження температури до -13 °C морозу. При тривалих відлигах, впродовж 5 діб та більше, морозостійкість озимих культур суттєво знижується, а тому помітне зрідження або навіть загибель може наступити при значно меншому зниженні температури, що є

наслідком відновлення ростових процесів та зниження концентрації клітинного соку за таких обставин. Такі умови стають все більш типовими для Півдня України на фоні глобальних змін клімату [3; 4].

Безумовно, що важливу роль у виживанні озимих культур відіграє відповідність генетично обумовленої спроможності сорту культур протистояти впливу несприятливих чинників за відповідних агро-екологічних систем їх вирощування [5].

Негативний вплив низьких температур, особливо в ранній весняний період, є найбільш поширеною причиною загибелі озимих культур. При цьому деструктивна дія зимових температур не завжди проявляється як загибель або значні пошкодження посівів, проте завжди призводить до значного ураження наземної маси та зниження урожаю зерна [6; 7].

Дослідженнями встановлено, що для формування високого рівня морозостійкості озимі зернові культури повинні пройти належний, за гідротермічним режимом і тривалістю, період яровизації та загартування [8].

Вважається, що найстійкіші до умов перезимівлі рослини, які перебувають на II етапі органогенезу, коли морозо- і зимостійкість рослин є найвищою.

Регіональні кліматичні зміни проявляються у зміщенні термінів та тривалості вегетаційного періоду, зміні окремих сезонних параметрів, що, перш за все, має значні наслідки для рослинництва, впливаючи на циклічність органогенезу культурних рослин [9–11].

Найбільш вагомими є наслідки зміни динаміки температурного режиму, надходження опадів настання ранніх та пізніх заморозків, що позначається на строках сівби озимих культур [12].

Зважаючи, що серед озимих зернових культур ячмінь найбільш чутливий до строків сівби, оскільки має найнижчу зимостійкість, дана проблема набуває виключної актуальності.

Зволікання з посівом призводить до лінійного зниження врожайності на рівні 0,43 т/га за кожні добу [13].

Його посіви можуть бути пошкоджені морозами за температури нарівні вузла кушення нижче -12°C. При цьому ячмінь раніше за інших відновлює

вегетацію, втрачаючи зимостійкість, що посилює ризики загибелі рослин у ранньовесняний період.

Саме в цей час на Півдні України систематично спостерігаються значні коливання температур. Кращу морозостійкість ячмінь має тоді, коли рослини ввійшли в зиму у фазі трьох-чотирьох пагонів або у фазі «шилець», тоді як за наявності одного-двох листочків зимостійкість різко знижується. Тому, якщо з об'єктивних причин немає можливості провести посів у оптимальний термін, краще сіви проводити наприкінці осені, щоб насіння встигло «наклюнутися» і в такому стані зимувало.

Оптимальні строки сіви проявляються в подальшому у формуванні більших значень сухої маси рослин, максимального приросту врожаю та умов дозрівання [14].

Не можна також ігнорувати генетично зумовлені сортові особливості окремих об'єктів селекції. Вибір оптимального строку сіви необхідно передусім розглядати у розрізі відповідності їх біологічним вимогам, оскільки формуються різні абіотичні умови та поєднання температури повітря, суми позитивних температур, тривалості дня, опадів тощо [15; 16].

Метою роботи є встановлення закономірностей зміни оптимальних термінів сіви ячменю озимого в умовах Південного Степу України в аспекті глобальних кліматичних змін.

Для досягнення мети використані результати дослідження, отримані в різний час на полях Інституту зрошуваного землеробства НААН згідно з методикою польових і лабораторних досліджень в умовах зрошення. Технологія вирощування сортів ячменю озимого була рекомендованою для зональних умов. У першому досліді впродовж 1999–2001 року в терміни із 20 вересня по 15 жовтня висівали сорт ячменю озимого Росава. У другому досліді у терміни із 20 вересня по 20 жовтня в 2016–2018 роки висівали сорти класично озимого сорту ячменю Академічний та сорти альтернативного типу Дев'ятий вал та Достойний.

Погодні умови періоду досліджень були характерними для даної зони.

Осінній період вегетації 1998 року за температурним режимом був близький до норми, проте із раннім припиненням вегетації, тоді як 1999 та особливо 2000 рік – прохолодним із тривалим підвищенням температур та продовженням вегетації до початку грудня.

За умовами зволоження більш сприятливим був 2000 рік, коли опади вересня забезпечили формування необхідних для отримання сходів запасів ґрунтової вологи. Решта років за надходженням опадів були близько до середньо-багаторічної норми. За гідротермічними умовами весняно-літній період сприятливим для проходження ростових процесів рослин ячменю був у 2001 році. Ситуацію впродовж 1999 та 2000 років ускладнювала періодична кількоденна посуха.

Осінь 2015 та 2017 років була теплою та затяжною, тоді як 2016 р. – більш холодною та ранньою. Коефіцієнт зволоження за вересень-листопад, відповідно, складав 0,71; 1,29 та 0,7 при нормі значень 0,85. Умови весняно – літнього періоду вегетації 2016 та 2017 років оцінювалися як вологі, а 2018 р. – як сухі.

Результати досліджень. Вчені кліматологи визначають значне прискорення метеорологічних змін за останні 25-30 років. На цій підставі проведено порівняння реакції сортів ячменю озимого на різні строки сіви в проміжку часу 18 років. Зважаючи на наявний у той період рівень розвитку рослинництва, менша врожайність зерна була отримана в першому базовому досліді із використанням сорту ячменю озимого Росава – 4,02–5,34 т/га (табл. 1).

За попередніх кліматичних умов на початку значних кліматичних змін найвищого рівня врожайності було досягнуто за сіви 25 вересня – 5,34 т/га. При цьому в межах календарного терміну 25 вересня – 1 жовтня рівень урожайності залишався однаковим. Відхилення терміну сіви, як у бік більш ранніх, так і більш пізніх, на одну пентаду зумовлювало достовірне зниження врожайності зерна до одного рівня – 4,68–4,90 т/га. Проте подальше відтермінування строку сіви на одну градацію призводило до істотного зниження врожайності відносно попереднього строку. Також спостерігалось сповільнення темпів її зниження в межах терміну сіви культури із 5 жовтня і надалі.

Зважаючи на впровадження у виробництво сортів ячменю альтернативного типу та їх дещо різні потреби і реакції на терміни сіви, сорти типово озимого типу та дворучки доцільно аналізувати окремо.

У другий базисний період, коли відбувався активний прояв кліматичних змін, урожайність типово озимого сорту ячменю Академічний змінювалася залежно від термінів сіви в межах від 6,27 до 6,93 т/га. При цьому найвищий врожай був

Таблиця 1 – Урожайність ячменю озимого за різних строків сіви в зоні Південного Степу України

Строк сіви	Урожайність сортів в роки дослідження, т/га			
	Росава (1999–2001 рр.)	Академічний (2016–2018 рр.)	Дев'ятий вал (2016–2018 рр.)	Достойний (2016–2018 рр.)
20 IX	4,90	6,93	6,95	5,85
25 IX	5,34	-	-	-
1 X	5,24	6,88	6,98	5,90
5 X	4,68	-	-	-
10 X	4,27	6,68	6,83	5,83
15 X	4,02	-	-	-
20 X	-	6,27	6,50	5,41
HIP ₀₅ , т/га	0,38		0,32	

за сівби у перший строк – 20 вересня, із динамікою до стабільного зниження при зміщенні термінів. Однак у межах сівби культури із 20 вересня до 10 жовтня включно коливання врожайності було в межах похибки досліду. За висіву культури 20 жовтня спостерігається різке зниження врожайності зерна до 6,27 т/га.

Таким чином, зміни, зумовлені погодними умовами та зональними кліматичними трансформаціями, спричинили розширення терміну сівби ячменю типово озимого типу, за яких його врожайність варіює несуттєво. Однак сівба культури пізніше 10 жовтня супроводжується різким зниженням врожайності зерна.

Певні особливості мала динаміка врожайності зерна сортів альтернативного типу, якими є Дев'ятий вал та Достойний. У цих сортів строки сівби із 20 вересня до 10 жовтня також не зумовлювали істотне варіювання врожайності. Такі зміни були у більш вузьких межах значень, а стандартне відхилення для зазначених сортів, відповідно, складало 0,08 та 0,04 т/га, проти 0,13 та 0,43 т/га у сортів Академічний та Росава.

Для узгодження даних та їх об'єктивного аналізу були використані методи математичної статистики та моделювання, які дали такі результати (табл. 2).

Представлені типи моделей були вибрані за найвищим значеннями R^2 , що забезпечує їх високу відповідність процесам, які підлягали дослідженню, а математичні моделі із високою точністю відобра-

жають залежність продукційного процесу та демонструють головні тенденції залежності (рис. 1).

Таблиця 2 – Моделі залежностей урожайності зерна сортів ячменю від строків сівби

Сорт	Математична залежність	R^2
Росава	$Y = 0,036x^3 - 0,471x^2 + 1,55x - 3,805$	0,989
Академічний	$Y = -0,021x^2 + 0,062x + 6,88$	0,997
Дев'ятий вал	$Y = -0,021x^2 + 0,096x + 6,87$	0,996
Достойний	$Y = -0,028x^2 + 0,156x + 5,7$	0,979

Примітка: x – строк сівби, кількість пентад днів від 15 вересня.

В умовах 2016–2018 рр. урожайність ячменю сорту дворучки Дев'ятий вал була за абсолютними значеннями дещо вищою, ніж сорту класичного типу Академічний. Проте на статистичному рівні вони були однаковими. Результати програмування свідчать, що сорт Академічний має більш виражену реакцію на значне, більше 10 днів, відтермінування строків сівби порівно із сортом Дев'ятий вал.

За результатами побудованих моделей якщо впродовж вихідного періоду спостережень найвищих значень урожайності типово озимих сортів досягала за сівби культури 3 жовтня, то в завершальний період – 25 вересня. Для сортів дворучок Дев'ятий вал та Достойний, відповідно, 27 та 29 вересня. Таким чином, кліматичні зміни, що відбулися впродовж зазначеного періоду, позитивно вплинули на

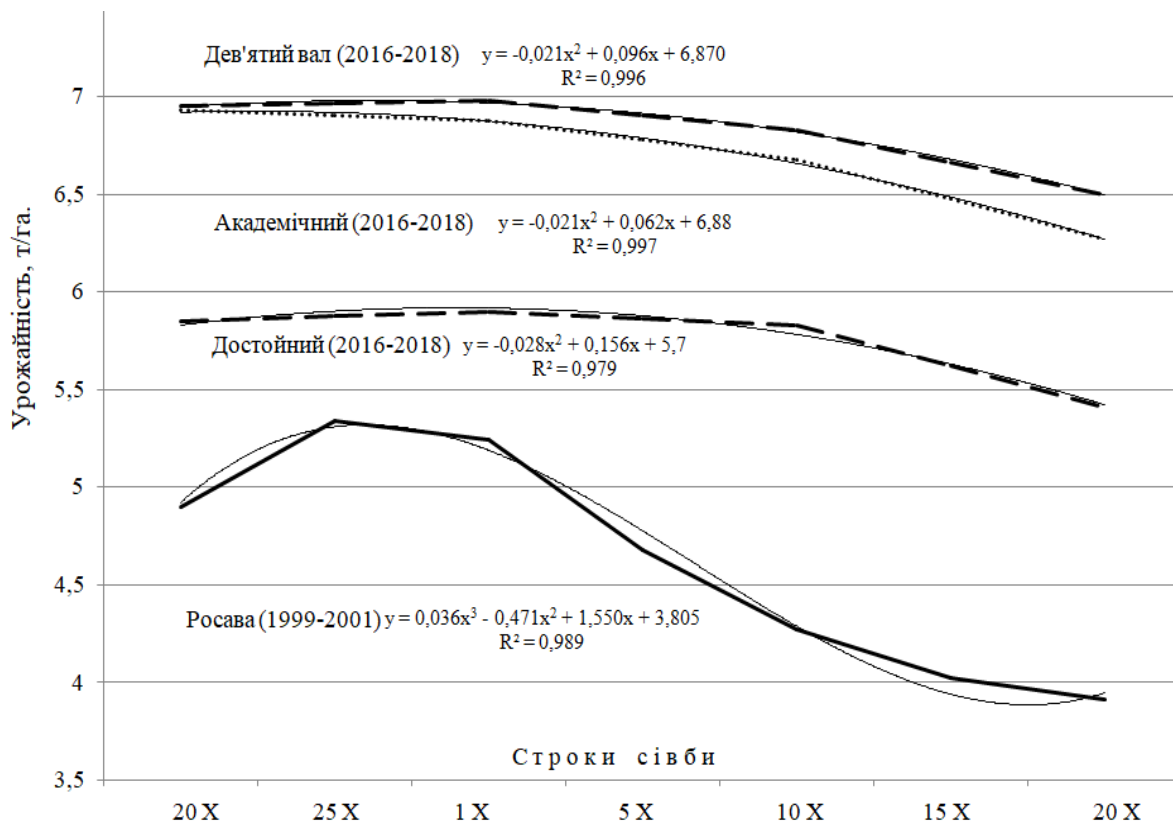


Рис. 1. Реакція сортів ячменю озимого на строки сівби в зрошуваних умовах Півдня України в різні періоди спостережень, т/га

урожайність зерна ячменю озимого, а відповідно, є підстави їх вважати більш сприятливими для осіннього циклу розвитку культури. Такі умови можуть сприяти збільшенню площі вирощування ячменю озимого на зрошенні в мовах Півдня України.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Трансформація погодних умов унаслідок глобальних кліматичних змін сприяють вирощуванню ячменю озимого в умовах зрошення на Півдні України. Строки, в межах яких відбувається несуттєве коливання врожайності зерна культури, розширюються. Здійснений аналіз демонструє зміну реакції типово озимих сортів ячменю на строки сівби впродовж останніх 15-20 років та дещо відмінну динаміку сортів, які належать до альтернативного типу. Це не дозволяє оцінювати терміни сівби як перманентний фактор та свідчить про необхідність подальшого систематичного дослідження реакції ячменю озимого на строки сівби та необхідність урахування їх сортових особливостей для розробки адаптивних технологій. Подальші дослідження також повинні враховувати інші впливові фактори, яким є елементи системи живлення та регуляторів росту рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Рослинництво України. 2020 р. : статистичний збірник. Київ : Державна служба статистики України, 2021. 183 с.
2. Кучеренко О.М., Хоменко Л.О., Ковалишина Г.М., Кочмарський В.С. Вплив зміни клімату на особливості морфологічного аналізу при оцінці стану перезимівлі пшениці м'якої озимої. *Селекція і насінництво*, 2013. Вип. 103. С. 107–114. DOI: 10.30835/2413–7510.2013.54075.
3. Решетченко С.І., Попович Н.В., Шуліка Б.О., Порван А.П., Черкашина Н. І. Оцінка екологічності агрокліматичних ресурсів на території України в умовах змін клімату. URL: journals.urau.ua/tarp/article/download/134890/144029.
4. Коваленко О.А., Коваленко А.М. Строки сівби пшениці озимої у південному Степу в умовах зміни клімату Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти», 10-12 квітня 2019 року. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 365–367.
5. Дубовий В.І. Способи оцінки морозостійкості озимих зернових культур. *Миронівський вісник*, 2016. Вип. 2. С. 69–86.
6. Блищик Д.В., Польовий А.М., Феоктістов П.О. Блок динамічної моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці на півдні України в залежності від строків сівби. *Культура народів Причорномор'я*, 2014. № 273. С. 83–88.
7. Методи оцінки морозостійкості селекційного матеріалу пшениці / С.В. Пикало, О.А. Демидов, Т.В. Юрченко та ін. *Екологічні науки*, 2021. № 2(35). С. 82–89.
8. Yunqin Yu. (June 25, 2019). Diverse strategies coping with winter in barley and its relatives. American Society of Plant Biologists. Plant Physiology: News and Views, Research. URL: /by Yunqin Yu. <https://plantae.org/diverse-strategies-coping-with-winter-in-barley-and-its-relatives/>.

9. Kutta E., Hubbart J. A. (2016). Reconsidering meteorological seasons in a changing climate. *Climatic Change*. Springer. 137(3). 511–524. URL: https://ideas.repec.org/a/spr/climat/v137y2016i3d10.1007_s10584-016-1704-3.html.

10. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України : колект. моногр. за ред. чл.-кор. НААН Вожегової Р.А. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 752 с.

11. Bhatti M.T., Balkhair K.S., Masood A., Sarwar S. (2018). Optimized shifts in sowing times of field crops to the projected climate changes in an agro-climatic zone of Pakistan Exp. Agric. 54(2). P. 201–213.

12. Paymard P. I, Bannayan M. S Haghighi, R. S. (2018). Analysis of the climate change effect on wheat production systems and investigate the potential of management strategies. *Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*. 91(3). 1237–1255. DOI: 10.1007/s11069–018–3180–8.

13. Green C. F., Furnston D. T., Ivins J. D. (1985). Time of sowing and the yield of winter barley The Journal of Agricultural Science. 104(2). 405–411. DOI: 10.1017/S0021859600044099.

14. Milan Mirosavljević, Vojislava Momčilović, Ivana Maksimović, Marina Putnik–Delić, Ljiljana Brbaklić, Novo Pržulj (2018). Effect of sowing date on dry matter accumulation in two-rowed winter barley. *Selekcija i semenarstvo*, XXIV (1). 1–8. DOI: 10.5937/SelSem1801001M.

15. Кривенко А.І. Агробіологічні основи технологій вирощування озимих зернових культур у Південному Степу України: монографія; наук. ред. д-р с.г. наук, проф., член-кор. НААН Вожегова Р. А., д-р с.-г. наук, проф. С.В. Коковихін. Вінниця : ТОВ «Нілан–ЛТД», 2018. 320 с.

16. Кисіль Л.Б., Заєць С.О. Вплив погодних умов та строків сівби на врожайність сортів ячменю озимого на зрошуваних землях південного Степу України. *Аграрні інновації*. 5 Видавничий дім «Гельветика» 2021 С. 47–51. DOI: 10.32848/agrar.snnov.2021.5.8.

REFERENCES:

1. Roslynnnytstvo Ukrainy (2020). Statystychnyi zbirnyk. [Statistical collection]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 183. [in Ukrainian].
2. Kucherenko O. M., Khomenko L. O., Kovalyshyna H. M., Kochmarskyi V. S. (2013). Vplyv zminy klimatu na osoblyvosti morfolohichnoho analizu pry otsintsi stanu perezymivli pshenytsi m'iaкої ozymoi. *Seleksiia i nasinnnytstvo*, [Influence of climate change on the peculiarities of morphological analysis in assessing the state of overwintering of soft winter wheat]. 103. 107–114. [in Ukrainian].
3. Reshetchenko S. I., Popovych N. V., Shulika B.O., Porvan A. P., Cherkashyna N. I. (2022) Otsinka ekolohichnosti ahroklimatychnykh resursiv na terytorii Ukrainy v umovakh zmin klimatu. [Assessment of environmental friendliness of agro-climatic resources on the territory of Ukraine in the conditions of climate change]. journals.urau.ua/tarp/article/download/134890/144029. [in Ukrainian].
4. Kovalenko O. A., Kovalenko A. M. (2019). Stroky sivyby pshenytsi ozymoi u pivdennomu Stepu v umovakh zminy klimatu. [Terms of sowing of winter wheat in the

- southern steppe in the conditions of climate change]. Zbirnyk tez II Mizhnarodnoi naukovo–praktychnoi konferentsii «Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarynoi nauky ta osvity», 10–12 kvitnia 2019 roku. DU NMTs «Ahrosvita», Kyiv – Mykolaiv – Kherson: 365–367. [in Ukrainian].
5. Dubovy V. I. (2016). Sposoby otsinky morozotamozymosti ozymykh zernovykh kultur. [Methods for assessing frost and winter hardiness of winter cereals.]. Myronivskyi visnyk. 2. 69–86. [in Ukrainian].
6. Blyshchyk D. V., Polovyi A. M., Feoktistov P. O. (2014). Blok dynamichnoi modeli formuvannya zymostiikosti roslynamy ozymoї pshenytsi na pıvdni Ukrainy v zalezhnosti vid strokiv sivyby [Block of dynamic model of winter hardiness formation by winter wheat plants in the south of Ukraine depending on sowing dates]. Kultura narodov Prychernomoria. 273. 83–88. [in Ukrainian].
7. Pykalo S. V. Demydov O. A., Yurchenko T. V. (2021). Metody otsinky morozostiikosti selektsiinoho materialu pshenytsi. [Methods for assessing frost resistance of wheat breeding material.]. Ekologichni nauky. 2(35). 82–89. [in Ukrainian].
8. Diverse strategies coping with winter in barley and its relatives (June 25, 2019). American Society of Plant Biologists. Plant Physiology: News and Views, Research. URL: /by Yunqin Yu. <https://plantae.org/diverse-strategies-coping-with-winter-in-barley-and-its-relatives/>
9. Kutta E., Hubbart J. A. (2016). Reconsidering meteorological seasons in a changing climate. Climatic Change. Springer, 137 (3). 511–524. URL: https://ideas.repec.org/a/spr/climat/v137y2016i3d10.1007_s10584-016-1704-3.html
10. Vozhehovoı R. A. (2018). Naukovi osnovy adaptatsii system zemlerobstva do zmin klimatu v Pıvdennomu Stepı Ukrainy. [Scientific bases of adaptation of agricultural systems to climate change in the Southern Steppe of Ukraine]. kolekt. monohr. Kherson: Oldi–Plius. 752. [in Ukrainian].
11. Bhatti M. T., Balkhair K. S., Masood A., Sarwar S. (2018). Optimized shifts in sowing times of field crops to the projected climate changes in an agro–climatic zone of PakistanExp. Agric. 54. 201–213
12. Paymard P., Bannayan M. Haghighi R. S. (2018). Analysis of the climate change effect on wheat production systems and investigate the potential of management strategies. *Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*. 91. 1237–1255. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3180-8>
13. Green C. F., Furmston D. T., Ivins J. D. (1985). Time of sowing and the yield of winter barley The Journal of Agricultural Science. 104 (2). 405–411. <https://doi.org/10.1017/S0021859600044099>
14. Milan Miroslavjević, Vojislava Momčilović, Ivana Maksimović, Marina Putnik–Delić, Ljiljana Brbaklić, Novo Pržulj (2018). Effect of sowing date on dry matter accumulation in two–rowed winter barley. *Selekcija i semenarstvo*, XXIV (1). 1–8. <https://doi.org/10.5937/SelSem1801001M>
15. Kryvenko A. I. (2018). Ahrobiolohichni osnovy tekhnolohii vyroshchuvannya ozymykh zernovykh kultur u Pıvdennomu Stepı Ukrainy. [Agrobiological bases of technologies of cultivation of winter grain crops in the Southern Steppe of Ukraine]. monohrafiia; nauk. red. d–r s.–h. nauk, prof., chlenkor. NAAN Vozhehova R. A., d–r s.–h. nauk, prof. S. V. Kokovikhin. Vinnytsia: TOV «Nilan–LTD». 320. [in Ukrainian].
16. Kysil L. B., Zaiets S. O. (2021). Vplyv pohodnykh umov ta strokiv sivyby na vrozhainist sortiv yachmeniı ozymoho na zroshuvanykh zemliakh pıvdennoho Stepı Ukrainy. [Influence of weather conditions and sowing dates on the yield of winter barley varieties on irrigated lands of the southern steppe of Ukraine]. Ahrami innovatsii Vydavnychiy dim «Helvetyka». 5. 47–51. <https://doi.org/10.32848/agrar.snnov.2021.5.8> [in Ukrainian].

СУЧАСНІ АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД ЯЧМІНЬ ЯРИЙ

КИРИЛЮК В.П. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-5771-8142>

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кормів та сільського господарства Поділля

Національної академії аграрних наук України

КРИЧКІВСЬКИЙ В.М. – науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-2344-4394>

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кормів та сільського господарства Поділля

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. На сучасному ринку зернових культур ячмінь ярий займає одне з важливих місць в зерновому балансі України. За посівними площами серед зернових він посідає четверте місце в світі і поступається лише пшениці, рису й кукурудзі [6; 7]. Частка України в світовому виробництві ячменю дорівнює 8%. Проте за врожайністю (2,5 т/га). Україна значно поступається країнам Західної Європи, де цей показник становить 5–6 т/га [1; 4]. Серед агротехнічних заходів підвищення врожайності ячменю ярого важлива роль належить мінеральним добривам, частка яких складає до 50% росту урожайності, ще 30% – за рахунок посівного матеріалу, і 20% – внаслідок удосконалення обробітку ґрунту [5]. Незважаючи на досить значні запаси елементів живлення, за внесення в ґрунт навіть невисокої дози органічних і мінеральних добрив урожайність зернових культур зростає [2; 4]. Добре удобрені посіви ячменю стійкіші до посухи, хвороб, шкідників і бур'янів, що позитивно позначається на валових зборах зерна і його якості [11]. Цей висновок залишається актуальним і сьогодні. Особливо це чітко простежується у зв'язку з впровадженням у виробництво високопродуктивних сортів ячменю інтенсивного типу, які вимагають високого рівня удобрення ґрунту [7; 13; 14].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку більшості дослідників, найкращим способом обробітку ґрунту під ячмінь ярий є осінній полицевий обробіток із попереднім луценням стерні, застосування якого дає суттєві прибавки зерна порівняно з іншими способами обробітку ґрунту, особливо в посушливі роки. У разі заміни зяблевої оранки осіннім дискуванням основна маса коренів рослин ячменю розміщується мілкіше, ніж по зябу. За узагальненими даними дослідів, поверхневий обробіток під ячмінь ярий здебільшого поступається урожаєм перед оранкою [5]. В останні десятиріччя із загальною тенденцією до мінімізації обробітку ґрунту дослідники пропонують обробіток під ячмінь ярий після просяних попередників диференціювати, тобто оранку доцільніше застосовувати у сприятливі за вологістю роки, а поверхневий обробіток – у посушливі [15]. Такої ж думки дотримуються й А.П. Коваленко [10], М.А. Білоножко [3] та А.А. Конищев [9], які надають перевагу мілкому обробітку. Враховуючи суперечливість поглядів різних вчених стосовно доцільності того чи іншого способу обробітку ґрунту під ячмінь

ярий на фоні загальної неоднорідності ґрунтового покриву, зміни кліматичних умов та прояву ерозійних процесів, на нашу думку, й надалі залишатиметься актуальним питання вивчення ефективності способів основного обробітку ґрунту під ячмінь ярий.

Сучасні технології вже зазнали суттєвих змін: замість оранки повсюди проводиться розпушення ґрунту переважно дисковими знаряддями, загальновідомою є проблема солом, але немає чіткої відповіді щодо ефекту від її тривалого застосування як удобрення, основним мінеральним добривом є нітроамофоска, сортовий склад стрімко змінюється. За обставин, що склалися, важливим є дослідити вплив принципово різних систем основного обробітку ґрунту у сівозміні, удобрення побічною продукцією попередника та мінерального на продуктивність ячменю ярого. Дослідити ці питання особливо важливо за сучасних кліматичних змін та умов сьогодення.

Мета – вивчення впливу тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність ячменю ярого.

Матеріали та методика досліджень. На Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції протягом 2018–2021 років у стаціонарному досліді вивчали вплив принципово різних систем основного обробітку ґрунту та традиційної і нової систем удобрення на кількісні і якісні показники продуктивності сільськогосподарських культур. Дослідження проводили в 4-пільній сівозміні з таким чергуванням культур: соя, ячмінь ярий, гречка біла, пшениця озима. Агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для зони за виключенням основного обробітку ґрунту та удобрення. Схема обробітку включала:

Система основного обробітку ґрунту в сівозміні	Спосіб та глибина обробітку під ячмінь, см	Знаряддя
Полицева	Оранка – 20–22	ПЛН-3-35
Плоскорізна	Плоскорізний – 25–27	КПГ-2-150
Чизельна	Чизельний – 25–27	ПЧ-2,5+ПСТ-2,5
Дискова	Дисковий – 10–12	БДТ-7

Дози добрив під ячмінь були такими: за традиційної (мінеральної) системи удобрення (фон 1) – $N_{60}P_{60}K_{60}$; за нової (органомінеральної) системи удобрення (фон 2) – солома сої + $N_{10/T}$ соломи + $N_{30}P_{30}K_{30}$. Ґрунт – чорнозем опідзолений, середньосуглинковий. Вміст гумусу – 2,62–3,12%, загального азоту – 0,150–0,163%, рухомих фосфатів – 12,5–19,61 і калію – 6,5–7,2 мг на 100 г ґрунту, рН (сольове) – 6,0–6,5. Розміщення ділянок – систематичне. Облікова площа ділянок – 40 м², повторність досліду – чотириразова. Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [8; 12]. Агрометеорологічні умови характеризувались істотним відхиленням від середньо-багаторічних показників, як за кількістю опадів, температурним режимом, так і їх розподілом у період вегетації з тенденцією у бік зростання як кількості опадів, так і температур, але в цілому вплив досліджуваних факторів спостерігався стабільно.

Результати досліджень. В середньому за роки досліджень виявлено, що найвищу врожайність ячменю ярого (4,52 т/га) на фоні традиційного (мінерального) удобрення забезпечила полицева (контроль) система основного обробітку ґрунту (табл. 1). За інших систем (безполицевих), порівню до полицевої, відбулося зниження урожайності на 8–33% з найменшим значенням (-8%) за чизельної та найвищим (-33%) за дискової.

На фоні органомінерального удобрення найвищу урожайність ячменю ярого (5,12 т/га) отримали за полицевої (контроль) системи. За безполицевих систем відбулося зниження урожайності від полицевої на 6–17% з найменшим значенням за плоскорізної та найвищим – за дискової. На фоні органомінерального удобрення, порівняно до мінерального, за усіх систем відбувся приріст урожайності ячменю ярого на 12–39%. Варто відмітити, що за урожайністю на згаданому фоні плоскорізна або чизельна системи виявилися ефективнішими, ніж полицева на фоні мінерального удобрення.

Найвищу рентабельність (138%) виробництва зерна ячменю ярого на фоні органомінерального удобрення забезпечила полицева система основного обробітку ґрунту (табл. 2). За показниками економічної ефективності виробництва ячменю на фоні органомінерального удобрення всі системи основного обробітку виявилися ефективнішими за найурожайнішу на мінеральному фоні. У цілому перевага фону органомінерального удобрення за рентабельністю над мінеральним складала 53–65%. Основна причина цього – високі ціни на мінеральні добрива.

Таким чином, застосування традиційного удобрення нітроаммофоскою в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під ячмінь ярий, порівняно із новим, де на фоні залишення соломи застосовували $N_{30}P_{30}K_{30}$, економічно невигідне.

Таблиця 1 – Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність ячменю ярого, т/га, 2018–2021 рр.

Система обробітку (фактор А)	2018	2019	2020	2021	Середня	± до контролю		± до фону 1	
						т/га	%	т/га	%
Мінеральне удобрення (фон 1) (фактор В)									
Полицева (контроль)	4,65	3,98	4,48	4,98	4,52	-	-	-	-
Плоскорізна	4,00	3,59	3,41	5,09	4,02	-0,5	-11	-	-
Чизельна	3,40	3,77	4,16	5,25	4,15	-0,37	-8	-	-
Дискова	3,08	4,0	2,99	3,94	3,05	-1,47	-33	-	-
Органо-мінеральне удобрення (фон 2)									
Полицева (контроль)	4,98	5,04	4,87	5,59	5,12	-	-	0,6	13
Плоскорізна	5,58	4,49	3,63	5,48	4,8	-0,32	-6	0,78	19
Чизельна	4,73	3,93	4,38	5,53	4,64	-0,48	-9	0,49	12
Дискова	4,20	4,44	3,65	4,69	4,25	-0,87	-17	1,2	39

НІР 05 А 0,96 0,78 0,28 0,89

В 0,61 0,49 0,18 0,56

АВ 0,61 0,49 0,18 0,56

Таблиця 2 – Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на основні економічні показники виробництва ячменю ярого, (середнє за 2018–2021 рр.)

Системи обробітку	Виробничі витрати, грн. /га		Умовно чистий прибуток, грн. /га		Рентабельність, %	
	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2
Полицева (контроль)	15397	13221	12555	18228	82	138
Плоскорізна	15152	13070	9713	16723	64	129
Чизельна	15246	12828	10222	15682	67	120
Дискова	15084	12378	6310	13194	52	113

Примітка: фон 1 – мінеральне удобрення, фон 2 – органомінеральне удобрення

Висновки. На фоні мінерального удобрення в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ найвищу врожайність ячменю ярого (4,52 т/га) забезпечила полицева (контроль) система основного обробітку ґрунту. На фоні органо-мінерального удобрення (із залишенням у полі побічної продукції попередника та внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$ найвища врожайність ячменю (5,12 т/га) отримана за полицевої системи, де рентабельність (138%) виявилась найбільшою. Застосування традиційного мінерального удобрення нітроамофоскою в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під ячмінь ярий, порівняно із новим, де на фоні залишення соломи вносили $N_{30}P_{30}K_{30}$, економічно не вигідне. На основі показників урожайності та економічної ефективності полицеву систему основного обробітку ґрунту на глибину 20–22 см під ячмінь ярий на фоні удобрення соломою попередника з додаванням азоту N_{10} /т соломи та внесенням мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ можна вважати найбільш сприятливою, адаптованою під культуру за ситуації сьогодення та погоднокліматичних умов, що складаються останніми роками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А.О., Хіміч В.В., Побережна А.А. Світове виробництво зерна продовольчих і фуражних культур. *Матеріали Першої всеукраїнської (міжнародної) конференції по проблемі «корми і кормовий білок», 16–17 листопада 1994 р.* Вінниця, 1994. С. 74–75.
2. Барат Ю.М. Вплив мінерального живлення та норм висіву насіння на продуктивність пивоварних сортів ячменю. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ: Агрономія.* 2007. Ч. 1. Вип. 65. С. 28–36.
3. Білоножко М.А., Білоножко М.А., Алімов Д.М. та ін. Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур : навчальний посібник. Київ : Вища школа, 1990. 292 с.
4. Бомба М.Я. Сучасні тенденції розвитку світового землеробства. *Вісник НАНУ.* 2007. № 12. С. 34–40.
5. Борисоник З.Б., Борсук О.М. Ярі колосові культури. Київ : Урожай, 1969. 158 с.
6. Гораш О.С. Залежність вмісту білка у пивоварному ячмені від мінеральних і норм висіву. *Вісник аграрної науки.* 2006. № 10. С. 41–43.
7. Гораш О.С. Реалізація потенціалу продуктивності колоса ячменю залежно від впливу мінерального удобрення та норм висіву. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ: Агрономія.* 2007. Ч. 1, вип. 65. С. 53–58.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1979. 416 с.
9. Конищев А.А., Конищева Е.Н. Погодные условия и выбор обработки почвы. *Земледелие.* 2007. № 6. С. 12.
10. Коваленко А.П. Интенсификация производства зерна. *Земледелие.* 1972. № 9. С. 11–12.
11. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2005. 150 с.
12. Малієнко А.М. Методичні рекомендації і програма досліджень по обробітку ґрунту. Київ : Аграрна наука, 2017. 84 с.
13. Петриченко В.Ф., Безуглий М.Д., Жук В.М., Іващенко О.О. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні. Київ : Аграрна наука, 2012. 48 с.
14. Петриченко В.Ф., Бомба М.Я., Патица М.В. Землеробство з основами екології, ґрунтознавства та агрохімії. Київ : Аграрна наука, 2011. 492 с.
15. Сокол А.А. Ячменное поле Дона: опыт возделывания и рекомендации. Ростов-на-Дону : Ростовское книжное издательство, 1985. 112 с.

REFERENCES:

1. Babych A. O., Khimich V. V., Poberezhna A. A. Svitove vyrobnytstvo zerna prodovolchyykh i furazhnykh kultur. [Plant-grower. Intensive technology of growing of the field and forage cultures: train aid]. *Materialy Pershoi vseukrainskoi (mizhnarodnoi) konferentsii po problemi «kormy i kormovyi bilok», 16–17 lystopada 1994 r.* Vinnytsia. 1994. S. 74–75 [in Ukrainian].
2. Barat Yu. M. Vplyv mineralnogo zhyvlennia ta norm vysivu nasinnia na produktyvnist pyvovarnykh sortiv yachmeniu. [Influence of mineral feed and norms of sowing of seed on the productivity of brewing sorts of barley]. *Zb. nauk. pr. Umanskoho DAU: Ahronomiia.* 2007. Ch. 1. Vyp. 65. S. 28–36 [in Ukrainian].
3. Bilonozhko M. A., Bilonozhko M. A., Alimov D. M. ta in. Roslynnytstvo. Intensyvna tekhnolohiia vyroshchuvannia polovykh i kormovykh kultur: [Plant-grower. Intensive technology of growing of the field and forage cultures: train aid]. *Navchalnyi posibnyk.* Kyiv. Vyshcha shkola. 1990. 292 s [in Ukrainian].
4. Bomba M. Ya. Suchasni tendentsii rozvytku svitovoho zemlerobstva. [Is the modern progress of world agriculture trends]. *Visnyk NANU.* 2007. № 12. S. 34–40 [in Ukrainian].
5. Borysonyk Z. B., Borsuk O. M. Yari kolosovi kultury. Kyiv. [The spring ear cultures]. *Urozhai.* 1969. 158 s [in Ukrainian].
6. Horash O. S. Zalezhnist vmistu bilka u pyvovarnomu yachmeni vid mindobryv i norm vysivu. [Dependence of content squirrel in a brewing barley from micro-fertilizer and norms of sowing]. *Visnyk aharnoi nauky.* 2006. № 10. S. 41–43 [in Ukrainian].
7. Horash O. S. Realizatsiia potentsialu produktyvnosti kolosa yachmeniu zalezno vid vplyvu mineralnogo udobrennia ta norm vysivu. [Achieving of the productivity of colossus of barley depending on influence of mineral fertilizer and norms of sowing]. *Zb. nauk. pr. Umanskoho DAU: Ahronomiia.* 2007. Ch. 1, vyp. 65. S. 53–58 [in Ukrainian].
8. Dospiekhov B. A. Metodyka polovoho doslidu. Moskva. Kolos. 1979. 416 s. [in Russian].
9. Konishchev A. A., Konishcheva E. N. Weather conditions and the choice of tillage. *Agriculture.* 2007. No. 6. P. 12 [in Russian].
10. Kovalenko A. P. Intensyfikatsiia vyrobnytstva zerna. Zemlerobstvo. 1972. № 9. S. 11–12 [in Russian].
11. Kots S. Ya., Peterson N. V. Mineralni elementy i dobyva v zhyvlenni roslyn. [The mineral elements and fertilizers in the feed of plants]. Kyiv. Lohos. 2005. 150 s [in Ukrainian].
12. Maliienko A. M. ta in.. Metodychni rekomendatsii i prohrama doslidzhen po obrobittu gruntu. [The methodical recommendations and program for soil preparation]. Kyiv. Aharna nauka. 2017. 84 s [in Ukrainian].
13. Petrychenko V. F., Bezuhlyi M. D., Zhuk V. M., Ivashchenko O. O. Nova stratehiia vyrobnytstva zernovykh ta oliinykh kultur v Ukraini. [New strategy of production of grain and oil-bearing crops in Ukraine]. Kyiv. Aharna nauka. 2012. 48 s [in Ukrainian].
14. Petrychenko V. F., Bomba M. Ya., Patyka M. V. Zemlerobstvo z osnovamy ekolohii, gruntoznastva ta ahrokhimii. [Agriculture with bases of ecology, soil science and agricultural chemistry]. Kyiv. Aharna nauka, 2011. 492 s [in Ukrainian].
15. Sokil A. A. Yachminne pole Dona : dosvid obrobittu i rekomendatsii. Rostov-na-Donu. Rostovske knyzhkove vydavnytstvo. 1985. 112 s [in Russian].

РІВЕНЬ ПОШИРЕНOSTІ ОСНОВНИХ ХВОРОБ ЗА РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗЯБЛЕВОГО ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

КОВАЛЬ Г.В. – кандидат сільськогосподарських робіт

<https://orcid.org/0000-0002-8000-919X>

Уманський національний університет садівництва

ЄЩЕНКО В.О. – доктор сільськогосподарських робіт, професор

<https://orcid.org/0000-0002-6109-822X>

Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Шкідливість певного виду хвороби на посівах сільськогосподарських культур визначається її поширеністю і розвитком, а джерелом інфекції в основному є рослинні рештки попередника. Таких решток на поверхні ґрунту і в його поверхневому шарі за традиційної оранки може бути значно менше, ніж за безполцевого обробітку. Обґрунтувати можливість заміни в системі основного зяблевого обробітку оранки плоскорізним розпушуванням на різну глибину з врахуванням поширеності на посівах збудників найпоширеніших хвороб і було завданням наших досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення фітосанітарного стану посівів з врахуванням публікації М.С. Корнійчука [1] повинне бути обов'язковим для будь-якого технологічного досліджу, тому що з його погіршенням негативно будуть складатись умови для вирощування культур. Із 100 видів збудників хвороб на посівах сої в досліджах О. Дерменка [2] і Д.О. Казаренка [3] переважали альтернаріоз, аскохітоз і септоріоз, а в досліджах В.П. Дерев'янського і Н.В. Ковальчука [4] та Л.І. Пруса [5] – септоріоз і церкоспороз. Окремі дослідники [6] до цього списку додають сіру і білу гнилі та кореневі гнилі, хоч останні стосуються більше злакових колосових культур [7]. В посівах льону олійного профільною хворобою в умовах Західного Лісостепу було фузаріозне в'янення і антракноз [8], від яких втрати врожаю сягали 30–35%, а вміст олії в ураженому насінні знижувався в 1,3–3,4 рази.

Використання технологій енергоощадного землеробства супроводжувалося, як правило, напруженням фітосанітарного стану в посівах вирощуваних культур через ризик епіфітотії [9], в той час як поліпшений зяблевий обробіток з полицевою оранкою забезпечує повне загортання в ґрунт ураженої хворобами стерні, і цим знижує поширеність хвороб [10; 11].

Завданням наших досліджень було встановити, як впливає заміна різноглибинної полицевої оранки таким же плоскорізним розпушуванням на поширеність і розвиток профільюючих хвороб у посівах вирощуваних культур.

Матеріали і методика досліджень. Польові дослідження проводились у стаціонарному досліді з 5-пільною сівозмінною і таким чергуванням у ній культур: соя – ріпак ярий – пшениця яра – льон олійний – ячмінь ярий. Ґрунт під дослідом – чорно-

зем опідзолений важкого гранулометричного складу з вмістом гумусу в орному шарі від 3,2 до 3,5% та із середнім забезпеченням основними елементами живлення.

Агротехніка вирощування культур в досліді, окрім основного обробітку ґрунту, показаного в таблицях, загальноприйнята для району досліджень. Добрива під всі культури сівозміни вносились у вигляді нітроамофоски у нормі 250 кг/га.

Облік гельмінтоспориозних кореневих гнилей на посівах зернових колосових культур проводили у фазі повних сходів, відбираючи на ділянці проби в чотириразовій повторності з 1 м рядка [12]. Облік білої гнилі на посівах сої та ріпаку ярого проводили на дорослих рослинах у фазу цвітіння в період максимального розвитку хвороби, відбираючи на ділянці 10 проб з 10 рослин [13]. Облік фузаріозного в'янення і побуріння рослин льону проводили відповідно на час повних сходів і в кінці вегетації, відбираючи по 10 рослин у 20 місцях по діагоналі ділянки [13]. Наслідки обліку ураженості культур різними хворобами опрацьовувались статистично з використанням дисперсійного аналізу [14].

Результати досліджень. Згідно з науковою літературою з фітопатології, джерелом поширення інфекції хвороб можуть бути частини уражених хворобою рослин, які залишаються на полі після збирання врожаю вирощуваною культурою, і ґрунт як середовище, де ці частини можуть знаходитись. Така ґрунтова інфекція може бути в короткоротаційних сівозмінах, спеціалізованих на виробництві зернової продукції [9] і сприяти поширенню кореневих гнилей у вигляді фузаріозу та гельмінтоспориозу на злакових культурах. Ось чому кореневі гнилі були провідними на посівах зернових колосових і в нашому досліді (табл. 1), хоч окремі й бобові культури могли в незначній мірі уражуватись цією хворобою [6].

Як видно з наведених в таблиці 1 даних, вони повністю підтвердили наслідки інших дослідників про те, що заміна полицевого обробітку безполцевим спричиняє погіршення фітосанітарного стану посівів зернових колосових культур через помітне збільшення ураженості рослин гельмінтоспориозною кореневою гниллю. Наприклад, якщо на фоні оранки на різні глибини в середньому за три роки ураженість рослин ярих пшениці і ячменю цією хворобою склала відповідно 14,0 і 18,8%, то на фоні плоскорізного розпушування ці показники були більшими відповідно на 9,5 і 5,6%. Це ж стосувалося і

Таблиця 1 – Ураженість посівів зернових колосових гельмінтоспоріозною кореневою гниллю (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.),%

Культура	Захід обробітку (фактор А)	Глибина обробітку, см (фактор В)	Рік						Середнє	
			2014		2015		2016			
			Поширеність	Розвиток	Поширеність	Розвиток	Поширеність	Розвиток	Поширеність	Розвиток
Пшениця яра	Оранка	15–17	17,5	9,0	15,5	11,2	16,0	8,0	16,3	9,4
		20–22	14,8	8,8	13,2	9,7	15,2	7,8	14,4	8,7
		25–27	11,6	7,5	10,3	8,6	12,3	5,9	11,4	7,3
		Середнє	14,6	8,4	13,0	9,8	14,5	7,2	14,0	8,5
	Плоско-різне розпушування	15–17	24,7	14,5	22,3	13,2	25,4	17,9	24,1	15,2
		20–22	24,2	14,2	21,5	12,5	24,9	17,2	23,5	14,7
		25–27	23,5	13,4	21,0	12,3	24,1	16,3	22,9	14,0
		Середнє	24,1	14,0	21,6	12,7	24,8	17,1	23,5	14,6
	НІР ₀₅ для фактору А		0,67	0,53	0,77	0,58	0,74	0,54	0,73	0,55
	НІР ₀₅ для фактору В		0,82	0,65	0,95	0,71	0,91	0,66	0,89	0,67
Ячмінь ярий	Оранка	15–17	21,8	11,9	18,8	12,3	23,5	15,4	21,4	13,2
		20–22	19,5	11,5	16,4	11,6	21,2	13,8	19,0	12,3
		25–27	15,6	9,9	13,8	10,5	18,1	12,1	15,9	10,8
		Середнє	19,0	11,1	16,3	11,5	20,9	13,8	18,8	12,1
	Плоско-різне розпушування	15–17	25,0	17,9	22,1	16,2	27,9	18,7	25,0	17,6
		20–22	24,8	15,5	21,7	15,9	26,5	16,8	24,3	16,0
		25–27	24,2	15,1	21,5	15,4	26,1	15,6	23,9	15,4
		Середнє	24,7	16,2	21,8	15,8	26,8	17,0	24,4	16,3
	НІР ₀₅ для фактору А		0,82	1,07	1,01	0,93	1,02	0,98	0,95	0,99
	НІР ₀₅ для фактору В		1,00	1,31	1,24	1,15	1,25	1,20	1,18	1,22

розвитку хвороби, який за безполицевого обробітку в середньому за три роки на посівах пшениці ярої був вищим на 6,1%, а на посівах ячменю ярого – на 4,2%. У відносних величинах це зростання було значно більшим, сягаючи поширеності хвороби на посівах ярих пшениці і ячменю відповідно 67,8 і 29,8%, а стосовно розвитку хвороби відповідно 71,8 і 34,7%.

Нами також встановлено, що з поглибленням обох способів основного обробітку ґрунту посіви злакових колосових помітно оздоровлювались, в той час як зі зменшенням глибини оранки і плоскорізного розпушування фітосанітарний стан посівів за рахунок корневих гнилей погіршувався. Так, коли за традиційної глибини оранки і плоскорізного обробітку ґрунту під зернові колосові, а це 20–22 см,

поширеність гельмінтоспоріозної кореневої гнилі на посівах ярих пшениці ячменю складала відповідно в середньому за три роки 14,4 і 23,5 та 19,0 і 23,9%, то при зменшенні глибини обох способів основного зяблевого обробітку ґрунту вказані нижче показники поширеності хвороби були більшими відповідно на 1,9 і 0,6 та 2,4 і 0,7%. Проте статистично доведеним таке збільшення було тільки на фоні полицевої оранки, а на фоні плоскорізного обробітку воно було лише тенденційним. Така ж закономірність стосувалась і розвитку гельмінтоспоріозної гнилі на посівах ярих колосових культур за різних глибин основного зяблевого обробітку чорноземного ґрунту.

На посівах сої і ріпаку ярого профілюючою хворобою в досліді була біла гниль, а як впливали на

поширення і розвиток хвороби досліджувані фактори видно з даних таблиці 2. А вони свідчать, що з інтенсифікацією основного обробітку чорнозему опідзоленого поширеність і розвиток вказаної хвороби на посівах обох технічних культур буде знижуватись, а з мінімалізацією цього обробітку пов'язане помітне зростання цих показників. Так, якщо на посівах сої на фоні традиційної оранки в середньому по глибинах впродовж 2014, 2015 і 2016 рр. ураженість хворобою складала, відповідно, лише 3,25, 4,50 і 4,67%, то на фоні плоскорізного розпушування ці показники були більшими відповідно на 3,92, 5,54 і 3,75%, а у відносному відношенні це зростання сягало, відповідно, 221, 231 і 180%. Подібна закономірність стосувалась і розвитку хвороби в розрізі років за різних способів основного обробітку ґрунту.

Щодо глибини полицевого і безполицевого зяблевого обробітку ґрунту, то з поглибленням обробітку поширеність і розвиток білої гнилі на посівах сої по роках знижувались, хоч і не завжди на істотну величину, а за зменшення глибини обробітку – збільшувались.

На посівах ріпаку ярого в абсолютному виразі поширеність і розвиток названої хвороби були набагато вищими, ніж на посівах сої в усі роки досліджень, а вплив досліджуваних факторів був майже ідентичним.

У посівах льону олійного із хвороб на кінець вегетації рослин були два види фузаріозу: фузаріозне в'янення і фузаріозне побуріння. При цьому першою хворобою рослини льону олійного уражувались значно більше, ніж другою за виключенням

Таблиця 2 – Ураженість посівів білою гниллю (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.),%)

Культура	Захід обробітку (фактор А)	Глибина обробітку, см (фактор В)	Рік						Середнє	
			2014		2015		2016			
			Поширеність	Розвиток	Поширеність	Розвиток	Поширеність	Розвиток	Поширеність	Розвиток
Соя	Оранка	15–17	5,50	5,00	6,75	6,30	7,00	6,40	6,42	5,90
		20–22	3,00	2,80	4,00	3,80	4,50	4,00	3,83	3,53
		25–27	1,25	1,00	2,75	2,50	2,50	2,20	2,17	1,90
		Середнє	3,25	2,93	4,50	4,20	4,67	4,22	4,14	3,78
	Плоско-різне розпушування	15–17	8,50	8,20	11,8	10,90	9,00	8,40	9,75	9,18
		20–22	7,00	5,00	10,5	9,90	8,75	7,20	8,75	7,37
		25–27	6,00	4,50	9,00	8,00	7,50	5,90	7,50	6,13
		Середнє	7,17	5,90	10,4	9,60	8,42	7,17	8,67	7,56
	НІР ₀₅ для фактору А		0,99	0,67	1,05	0,88	1,24	1,00	1,09	0,85
	НІР ₀₅ для фактору В		1,21	0,82	1,28	1,08	1,51	1,23	1,33	1,04
Ріпак ярий	Оранка	15–17	12,5	10,9	19,5	18,0	14,8	14,2	15,6	14,4
		20–22	8,00	7,50	14,0	11,8	8,50	7,50	10,2	8,93
		25–27	5,50	4,90	11,5	10,2	6,00	5,80	7,67	6,97
		Середнє	8,67	7,77	15,0	13,3	9,75	9,17	11,1	10,1
	Плоско-різне розпушування	15–17	15,5	15,0	24,3	23,5	17,8	15,6	19,2	18,0
		20–22	14,8	13,4	23,0	22,3	15,0	13,2	17,6	16,3
		25–27	13,0	11,9	22,8	20,1	14,5	11,7	16,8	14,6
		Середнє	14,4	13,4	23,3	22,0	15,8	13,5	17,8	16,3
	НІР ₀₅ для фактору А		0,68	0,70	2,07	0,54	0,92	0,79	1,22	0,68
	НІР ₀₅ для фактору В		0,84	0,85	2,54	0,67	1,12	0,96	1,50	0,83

Таблиця 3 – Поширення різних видів фузаріозу (*Fusarium oxysporum* Schl. f. *lini* Bilai та *Aureobasidium pullulans* Arnaud f. *lini* Cooke) в посівах льону олійного, %

Обробіток (фактор А)	Глибина (фактор В)	Рік і хвороби						Середнє	
		2014		2015		2016			
		в'янення	побуріння	в'янення	побуріння	в'янення	побуріння	в'янення	побуріння
Оранка	15–17	3,00	12,3	5,25	16,5	7,17	8,50	5,14	12,4
	20–22	2,00	10,2	2,17	13,3	5,33	5,67	3,17	9,72
	25–27	0,83	8,33	1,00	9,83	3,00	4,00	1,61	7,39
	Середнє	1,94	10,3	2,81	13,2	5,17	6,06	3,31	9,85
Плоско- різне розпушу-вання	15–17	5,00	15,6	6,67	19,9	9,50	10,2	7,06	15,2
	20–22	4,50	14,5	5,50	18,7	9,00	9,50	6,33	14,2
	25–27	4,50	13,9	4,83	18,0	8,00	9,00	5,78	13,6
	Середнє	4,67	14,7	5,67	18,9	8,83	9,56	6,39	14,4
НІР ₀₅ для фактору А		0,70	0,49	0,47	0,69	0,67	0,58	0,61	0,59
НІР ₀₅ для фактору В		0,83	0,61	0,57	0,84	0,82	0,72	0,74	0,72

2016 року, коли посуха на початку вегетації рослин зумовила дещо вище ураження рослин фузаріозним в'яненням таким же зниженням поширеності на посівах фузаріозного побуріння (табл. 3).

Із наведених в таблиці 3 даних також видно, що при заміні полицевої оранки безполицевим обробітком урожайність рослин льону олійного названими хворобами щорічно зростала і це зростання було істотним. Так, якщо на фоні оранки з врахуванням всіх її глибин ураженість рослин фузаріозним в'яненням і побурінням у 2014 р. складала відповідно 1,94 і 10,3%, у 2015 р. – 2,81 і 13,2% та в 2016 р. – 5,17 і 6,06% при НІР₀₅ для фактору А відповідно 0,70 і 0,49; 0,47 і 0,69 та 0,67 і 0,58%.

Щодо впливу різних глибин обох способів обробітку на ступінь ураженості льону олійного фузаріозними хворобами, то вони мали свої особливості, і коли істотно вони проявлялись лише на фоні полицевого обробітку, а на фоні плоскорізного розпушування зменшення чи збільшення глибини обробітку в більшості випадків було неістотним. В середньому за три роки на істотну величину зростала ураженість рослин льону тільки фузаріозним побурінням за зменшенням глибини плоскорізного обробітку з 20–22 до 15–17 см, а в решти випадків зміни в той чи інший бік були неістотними.

Висновки. Джерелом інфекції хвороб вирощуваних у 5-пільній сівозміні культур в основному є уражені рештки, а тому глибоке їх загортання у ґрунт під час полицевої оранки буде сприяти зменшенню поширеності хвороб ярих польових культур і їх розвитку. До значного поширення різних хвороб призводила заміна полицевого обробітку безполицевим і середнього за глибиною обробітку мілким,

а поглиблення обробітків не завжди супроводжувалось істотним оздоровленням посівів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Корнійчук М.С. Моніторинг фітосанітарного стану польових культур в технологічних дослідах. *Землеробство. Міжвід. темат. зб.* 2017. Вип. 1(92). С. 93–99.
2. Дерменко Олег. Більше ніж захист від хвороб. Чому варто застосовувати новий протруйник Авідо. *Агроном.* 2021. № 1. С. 164–166.
3. Козаренко Д.О. Ефективність використання гумінових препаратів проти хвороб сої. *Карантин і захист рослин.* 2017. № 4-6. С. 12–14.
4. Дерев'янський В.П., Ковальчук Н.В. Біологічне живлення та захист сої. *Карантин і захист рослин.* 2015. № 3. С. 6–8.
5. Прус Л.І. Вплив агротехнічних заходів на біологічну активність ґрунту, стійкість проти хвороб та продуктивність сої. *Карантин і захист рослин.* 2016. № 7. С. 4–8.
6. Тропова Е.Ю., Захаров А.Ф., Стецов Г.Я., Санаров А.Г. Протравливание семян зерновых и зернобобовых культур. *Приложение к журналу «Карантин и защита растений».* 2020. № 1.
7. Кирик М.М., Гентом Д.Т., Гентом І.Д. Сортова стійкість ячменю ярого проти корневих гнилей. *Карантин і захист рослин.* 2017. № 4-6. С. 2–4.
8. Курач О.В. Вплив фунгіцидних протруйників в комплексі з інсектицидним на ріст і розвиток льону олійного. *Карантин і захист рослин.* 2015. № 10. С. 4–5.
9. Санін С.С. Защита растений и устойчивое земледелие в XXI столетии. *Защита и карантин растений.* 2020. № 3. С. 9–17.

10. Луколец В.М., Тимков Н.М., Семеренко С.А., Бушнев А.С. Интегрированный подход – основа защиты льна масличного от вредных организмов. *Защита и карантин растений*. 2020. № 1. С. 22–27.

11. Марков І.П. Екофітосанітарні аспекти агротехнічного методу захисту рослин від хвороб. *Пропозиція*. 2015. № 11. С. 93–97.

12. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ : Світ, 2001. 428 с.

13. Єщенко В.О., Копитко П.Г. Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В.О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД» Едельвейс і П», 2014. 332 с.

REFERENCES:

1. Korniiichuk M. S. (2017), Monitoryng fitosanitarnoho stanu polovyykh kultur v tekhnolohichnykh doslidakh. [Monitoring of phytosanitary condition of field crops in technological experiments.]. *Zemlerobstvo. Mizhvid. temat. zb. – Agriculture. Interdepartmental thematic collection. Issue 1 (92)*. pp. 93–99. [in Ukrainian].

2. Dermenko Oleh. (2021), Bilshe nizh zakhyst vid khvorob. Chomu varto zastosovuvaty novyi protruinyk Avido. [More than protection against disease. Why use a new Avido disinfectant]. *Ahronom – Agronomist*. № 1. pp. 164–166. [in Ukrainian].

3. Kozarenko D. O. (2017), Efektyvnist vykorystannia huminovyykh preparativ proty khvorob soi. [Efficacy of humic preparations against soybean diseases]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection*. № 4–6. pp. 12–14. [in Ukrainian].

4. Derevianskyi V. P., Kovalchuk N. V. (2015), Biolohichne zhyvlennia ta zakhyst soi. [Dereviansky VP, Kovalchuk NV Biological nutrition and soybean protection]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection*. № 3. pp. 6–8. [in Ukrainian].

5. Prus L. I. (2016), Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na biolohichnu aktyvnist gruntu, stiikist proty khvorob ta produktyvnist soi. [Influence of agrotechnical measures on biological activity of soil, resistance to diseases and productivity of soybean]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection* № 7. pp. 4–8. [in Ukrainian].

6. Tropova E. Yu., Zakharov A. F., Stetsov H. Ya., Sanarov A. H. (2020), Protravlyvanyie semian zernovykh y

zernobobovykh kultur. Prylozhenye k zhurnalu «Karantyn y zashchyta rstenyi. [Pickling of seeds of cereals and legumes. Supplement to the journal "Plant Quarantine and Protection"]. *Prylozhenye k zhurnalu «Karantyn y zashchyta rstenyi. – Supplement to the journal "Plant Quarantine and Protection*. № 1. [in Ukrainian].

7. Kyryk M. M., Hentom D. T., Hentom I. D. (2017), Sortova stiikist yachmeniu yarocho proty korenevyykh hnylei. [Varietal resistance of spring barley against root rot.]. *Karantyn i zakhyst roslyn. – Quarantine and plant protection*. № 4–6. pp. 2–4. [in Ukrainian].

8. Kurach O. V. (2015), Vplyv funhitsydneykh protruinykiv v kompleksi z insektytsydnym na rist i rozvytok lonu oliinoho. [Influence of fungicidal pesticides in a complex with insecticidal on growth and development of oil flax.], *Karantyn i zakhyst roslyn. – Quarantine and plant protection*. № 10. pp. 4–5. [in Ukrainian].

9. Sany S. S. (2020), Zashchyta rstenyi y ustoichyvoe zemledelye v XXI stoletii. [Plant protection and sustainable agriculture in the XXI century.]. *Zashchyta y karantyn rstenyi. – Plant protection and quarantine*. № 3. pp. 9–17. [in Ukrainian].

10. Lukolets V. M., Tymkov N. M., Semerenko S. A., Bushnev A. S. (2020), Yntehrovanniy podkhod – osnova zashchyty lna maslychnoho ot vrednykh orhanyzmov. [The integrated approach is the basis of protection of oilseed flax from harmful organisms]. *Zashchyta y karantyn rstenyi. – Plant protection and quarantine*. № 1. pp. 22–27. [in Ukrainian].

11. Markov I. P. (2015), Ekofitosanitarni aspekty ahrotekhnichnoho metodu zakhystu roslyn vid khvorob. [Ecophytosanitary aspects of agrotechnical method of plant protection against diseases], *Propozytsiia. – Offer*. № 11. pp. 93–97. [in Ukrainian].

12. Trybel S. O., Siharova D. D., Sekun M. P. ta in. (2001), Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Tribel SO, Sigareva DD, Sekun MP and others. Methods of testing and application of pesticides]. *Kyiv: Svit*, 428 p. [in Ukrainian].

13. Yeshchenko V. O., Kopytko P. H. Kostohryz P. V., Opryshko V. P. (2014), Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk; Za red. V. O. Yeshchenka. [Fundamentals of scientific research in agronomy: Textbook; For order. VO Yeshchenko.], Vinnytsia: PP «TD» Edelweis i P». – Vinnytsia: PE "TD" Edelweiss and P ". 332 p. [in Ukrainian].

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РУКОЛИ В УМОВАХ ГІДРОПОННИХ ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЬ

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-4421-8960>

Центральноукраїнський національний технічний університет

Постановка проблеми. Однією з найбільш актуальних проблем сучасного овочівництва є розширення асортименту вирощуваних культур. При цьому основними вимогами є можливість їх використання у дієтичному та оздоровчому харчуванні [1, с. 311].

Останніми роками спостерігається активна інтродукція нових для нашої країни, але досить популярних в європейських країнах овочевих культур [2, с. 30]. Однією з найбільш перспективних овочевих культур є рукола, що здавна та широко культивуються у Південних регіонах Європи, особливо у Франції та Італії. При цьому вона прижилися в місцях із досить суворим у порівнянні із Середземноморським кліматом, наприклад, у Північній Європі та Північній Америці. [3, с. 172].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Агроекологічні аспекти вирощування руколи в умовах різних типів гідропоніки вивчалися вітчизняними та зарубіжними дослідниками [4, с. 15; 5, с. 22]. При цьому в першу чергу розглядалися саме агробіологічні та технологічні аспекти використання систем проточної гідропоніки.

Однак досить цікавими є можливість вирощування скоростиглих овочевих рослин, до яких відноситься, зокрема, і рукола, як додаткових при вирощуванні основних тепличних культур огірка або томату. Враховуючи дедалі більше поширення малооб'ємної гідропоніки в тепличному овочівництві, актуальним є вивчення ефективності вирощування руколи власне в умовах гідропонних плівкових теплиць. При цьому отримані результати можуть бути основою для розробки агротехнологічних регламентів використання руколи як ущільнюючої культури при вирощуванні огірка або томату в умовах захищеного ґрунту [6, с. 373; 7, с. 21].

Мета статті. Метою досліджень є розробка оптимальних технологічних параметрів вирощування руколи в умовах гідропонної плівкової теплиці.

Облік урожайності земеної маси руколи проводили окремо за варіантами і повтореннями. Важливим є встановлення ступеню впливу параметрів мікроклімату на формування рослин, а саме за рахунок зміни біометричних параметрів руколи. [8, с. 12].

В наших експериментальних досліджень вивчалися 4 сорти *Eruca sativa* Mill. (Знахарь, Либідь, Колівата та Грація) Характеристики сортів руколи, що вивчалися, наведені нижче.

Знахар – створений у 2008 році на дослідній станції «Маяк» Інституту овочівництва та баштанництва Національної академії аграрних наук України (Чернігівська область), де зараз виготовляються

сертифіковані насіння руколи. Це ранньостиглий сорт, перші сходи з'являються на 5-6 день, від сходів до збору врожаю проходить 27 діб. Стебло пряме, при сильно загущеній посадці може викривлятися. Для паростка характерне слабке антоціанове забарвлення. Листя має ширину 6-10 см і довжину 23-25 см, помірно інтенсивного зеленого кольору. У розетці знаходиться 5-7 листків. Квітки – білі, діаметром 2,2-2,5 см із фіолетовими жилками. Врожайність 1-1,3 кг/кв. м. Сорт придатний до вирощування в загущених посівах та в умовах механізованих технологій. Він рекомендований для впровадження у всіх зонах України.

Либідь – виведений у 2014 році київським підприємством «НК ЕЛІТ». Цей ранній сорт руколи тішить першим урожаєм вже через 20 днів після появи сходів. Період вегетації – 95 днів. У розетці знаходиться близько 10 довгих листків помірного зеленого кольору без опушення та воскового блиску, перші листи – не розсічені. Середня врожайність руколи Либідь – 2,5 кг/м². Цей сорт руколи відрізняється високою врожайністю та стійкістю до стрілкування. Сорти руколи української селекції придатні для вирощування у відкритому та захищеному ґрунті.

Колівата – голландський сорт внесений в реєстр у 2015 році. Є скоростиглим: за 20-25 днів зелень можна вживати в їжу. Великі зелені листя сильно розсічені і складають розетку заввишки 10-15 см. Квітки рослини кремові. Врожайність зелені 2,4 кг/м², маса рослини – 40 г. Цей сорт руколи відрізняється сильним ароматом та гострим горіхово-гірчичним смаком, його соковите листя багате на ефірні олії та корисні речовини. Сорт підходить для вирощування у відкритому та захищеному ґрунті.

Грація – голландський сорт, виведений компанією Enza Zaden, що характеризується темно-зеленим забарвленням листя, однорідністю та компактністю рослин. Листя з гарно порізаним нерівним краєм. Рослини чудово виглядають у пучку та в розетці. Листя довгий час залишається свіжим після збирання. Має високу стійкість до стрілкування. Призначений для ринку свіжої продукції та промислової переробки. Період від повних сходів до початку господарської придатності від 22 до 26 днів. Призначений для ринку свіжої продукції та промислової переробки. Маса однієї рослини 35 г. Має високу стійкість до стрілкування.

Матеріали і методика дослідження. Дослідження проводили у науковій лабораторії Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці кафедри загального землеробства

Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2020–2021 років.

Варіанти досвіду: 1. Ґрунтова культура 2. Суха гідропоніка

Дослідні рослини вирощували з площею живлення – 330 см² та з розміщенням 25 росл./м² тепличної площі. Облікова площа ділянки – 4,8 м². Повторність у досліді – 4-х кратна. Рослини у досліді вирощувалися шляхом прямого посіву насіння на постійне місце.

У досліді вивчалися фенологічні та біометричні характеристики сортів руколи та біохімічні дослідження, по ділянковий облік врожайності.

При цьому проведені дослідження включали:

1) фенологічні спостереження: відзначали дати посіву насіння, появи сходів та 1-2 справжніх листків цвітіння, збирання врожаю;

2) біометричні спостереження: вимірювали висоту рослин, діаметр головного стебла, довжину головного кореня, враховували кількість листя, масу кореневої системи та надземної частини рослин у фазі технічної стиглості. Вимірювання проводили окремо з кожної ділянки. Кількість контрольних рослин на ділянці – 5 шт.

Вміст сухих речовин визначали термостатно-ваговим способом згідно з ДСТУ 8402:2015; аскорбінової кислоти – індофенольним методом; нітратів – іонометричним методом.

Статистичну обробку отриманих даних та оцінку достовірності результатів досвіду проводили за загальноприйнятою методикою – методом дисперсійного аналізу [9, с. 8; 10, с. 18].

Результати досліджень. У ході експериментальних досліджень в умовах плівкових гідропонних теплиць кафедри загального землеробства у зимовій сівозміні 2020–2021 років проведено порівняльне вивчення ефективності вирощування різних сортів руколи в умовах сухої гідропонної культури та традиційного ґрунтового вирощування [11, с. 80; 12, с. 20; 13, с. 104].

Проведені фенологічні спостереження передбачали облік термінів початку основних фаз розвитку рослин руколи. Вивчення динаміки проходження основних початкових етапів онтогенезу дозволило

виявити вплив способу культури, отже, і умов вирощування, на ці показники (табл. 1).

Так, при вирощуванні в умовах гідропонічного вирощування перші сходи відзначалися на 3–4 добу після посіву насіння, тоді як за ґрунтової культури – на 4–5 добу. Це було характерно для усіх сортів рослин, що вивчаються в досліді. У цьому цікаво відзначити, що у активність проходження початкових етапів онтогенезу більшою мірою впливав метод культури. Так, відрізняються більшою швидкістю проростання рослини руколи, що давали масові сходи на 4,5–4,6 (сорт Колтівата та Грація) та на 5,8 (сорт Знахар та Либідь) добу при гідропонному способі вирощування. Тоді як при вирощуванні в ґрунтовій культурі масові сходи з'явилися на 5,3–5,4 (сорт Колтівата та Грація та 6,3 (сорт Знахар та Либідь) добу.

Ця тенденція простежувалася й надалі протягом усього вегетаційного періоду росту та розвитку рослин. Рослини в умовах гідропонної культури випереджали у своєму розвитку аналогічні рослини, що вирости ґрунтовій культурі.

Аналіз біометричних показників рослин сортів, що вивчаються, (табл. 2) показав, що рослини, вирощені в умовах гідропоніки, перевершували практично за всіма показниками аналогічні рослини у ґрунтовій культурі.

Так, встановлено, що на момент зрізання рослини мали такі біометричні характеристики:

1) сорт Знахар: висота рослин – 14,3 см та 10,0 см, кількість листя – 14,0 шт та 15,8 шт, маса кореневої системи – 15,4 г та 12,3 г відповідно при гідропонній та ґрунтовій культурі;

2) сорт Либідь: висота рослин – 14,8 см та 11,2 см, кількість листя – 14,5 шт та 15,9 шт, маса кореневої системи – 16,1 г та 11,9 г;

3) сорт Колтівата: висота рослин – 13,9 см та 11,3 см; кількість листя – 15,1 шт та 15,7 шт; маса кореневої системи – 15,9 г та 12,9 г;

4) сорт Грація: висота рослин – 14,4 см та 10,9 см; кількість листя – 15,1 шт та 15,8 шт; маса кореневої системи – 16,1 г та 12,7 г.

При цьому рослини, що вирости в гідропонних горщиках при вирощуванні методом сухої гідропо-

Таблиця 1 – Терміни проходження початкових етапів онтогенезу різних сортів індау посівного та дворядника тонколистого при різних способах культури (середнє 2020–2021 рр.)

Назва сорту	Строки появи, доба			
	сходів		1-го справжнього листа	2-го справжньоголиста
	перших (10 %)	масових (75 %)		
Суша гідропоніка				
Знахарь	4,2	5,8	10,1	12,3
Либідь	4,3	5,8	10,2	12,2
Колтівата	3,4	4,6	9,4	11,4
Грація	3,4	4,5	9,2	11,3
Ґрунтова культура				
Знахарь	5,1	6,3	11,2	13,1
Либідь	5,0	6,3	11,2	13,2
Колтівата	4,2	5,4	10,7	12,6
Грація	4,1	5,3	10,5	12,6

ніки, характеризувалися більш активним зростанням (13,9 см – 14,8 см та 10,1 см – 11,3 см відповідно при гідропонній та ґрунтовій культурі) та формували кореневу систему більшої маси (15,4 г – 16,1 г та 11,9 г – 12,9 г відповідно при гідропонній та ґрунтовій культурі).

Рослини, що виростили при ґрунтовій культурі, мали більшу кількість листків (15,7 шт. – 15,9 шт. проти 14,0 шт. – 15,1 шт. у варіантах на гідропонії) та формували головний корінь більшої довжини (12,1 см – 12,7 см проти 10,9 см – 11,5 см у випадках на гідропонії). Це, напевне, було зумовлено природними флуктуаціями водного режиму ґрунту,

що сприяли формуванню кореневої системи орієнтованої забезпечення вологою рослинами. При цьому закономірності більшою мірою визначалися способом культури, а не видовими та сортовими відмінностями. У подальшому рослини, що мали високі біометричні показники, як і варто було очікувати, були врожайнішими (див. табл. 3).

Аналіз даних табл. 3. показав, що найвищі показники врожайності рослин руколи за всіма сортами Знахар, Либідь, Колтівата та Грація були досягнуті при вирощуванні в умовах гідропонії.

При цьому врожайність руколи була на рівні: сорт Колтівата – 1,706 кг/м²; сорт Грація – 1,695 кг/м²;

Таблиця 2 – Біометричні показники рослин руколи при ґрунтовій культурі та в умовах гідропонії (середнє за 2020–2021 роки)

Сорти руколи	Висота рослин, см	Діаметр головного стебла, мм	Число листків, шт./росл.	Довжина головного корню, см	Маса кореневої системи, г
Суша гідропоніка					
Знахарь	14,3±0,6	5,1±0,2	14,0±0,3	10,9±0,6	15,4±0,8
Либідь	14,8±0,7	5,2±0,3	14,5±0,3	11,1±0,8	16,1±0,5
Колтівата	13,9±0,4	5,8±0,5	15,1±0,5	11,5±0,5	15,9±0,5
Грація	14,4±0,5	5,6±0,4	15,1±0,3	11,3±0,4	16,1±0,4
Ґрунтова культура					
Знахарь	10,0±0,5	4,9±0,6	15,8±0,5	12,4±1,2	12,3±0,8
Либідь	11,2±0,6	4,8±0,4	15,9±0,4	12,7±1,1	11,9±0,9
Колтівата	11,3±0,2	4,2±0,5	15,7±0,5	12,6±0,9	12,9±0,6
Грація	10,9±0,5	4,5±0,4	15,8±0,3	12,2±1,0	12,7±0,5

*Примітка. Показники наведені на момент збирання рослин.

Таблиця 3 – Порівняльна ефективність гідропонного та ґрунтового вирощування руколи в умовах захищеного ґрунту середнє за 2020–2021 роки)

Сорти	Маса однієї ролслини, г/рослин.	Врожайність, кг/м ²	Строки, діб*		Біохімічні характеристики листьєв, мг/кг			
			зрізання рослин	цвітіння**	суха речовина, %	аскорбінова кислота, мг	нитрати, мг/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Гидропоника								
Знахарь	64,3	1,646	45,3	56,0	7,6	14,0	1725	
Либідь	64,7	1,650	46,0	56,0	7,2	12,3	1718	
Колтівата	66,7	1,706	45,5	55,3	7,3	12,8	1706	
Грація	65,9	1,695	44,3	54,8	7,3	13,0	1704	
НІР ₀₅ = 0,015 кг/м ²								
Грунтова культура								
Знахарь	56,7	1,476	51,3	61,0	7,3	12,8	1715	
Продовження таблиці 3								
1	2	3	4	5	6	7	8	
Либідь	55,9	1,442	51,0	60,3	7,1	11,5	1668	
Колтівата	57,4	1,511	50,3	59,5	7,0	11,0	1650	
Грація	56,9	1,498	49,8	56,8	7,1	11,8	1685	
НІР ₀₅ = 0,028 кг/м ²								ГДК=3000 мг/кг
НІР ₀₅ АВ= 0.020 кг/м ²								

*- від дати появи сходів

**- терміни масового цвітіння визначали на дослідних рослинах

сорт Либідь – 1,650 кг/м²; сорт Знахар – 1,646 кг/м²; Тоді як аналогічні посіви на ґрунтосуміші показали наступні показники: сорт Знахар – 1,476 кг/м²; сорт Либідь – 1,442 кг/м²; сорт Колтівата – 1,511 кг/м²; сорт Грація – 1,498 кг/м².

В умовах гідропоніки відзначалися прискорення термінів настання технічної стиглості культури (див. табл. 3). Так, збір врожаю проходив на 44,3–46,0 добу від появи сходів в умовах гідропоніки, тоді як при ґрунтовій культурі – лише на 49,8–51,3 добу. Терміни настання масового цвітіння, залежно від способу вирощування, мали аналогічну тенденцію (див. табл. 3) та склали: на гідропоніці – сорт Знахар – 56,0 дів, сорт Либідь – 56,0 дів, сорт Колтівата – 55,3 доби, сорт Грація – 54,8 доби; на ґрунтосуміші – сорт Знахар – 61,0 доба, сорт Либідь – 60,3 дів, сорт Колтівата – 59,5 дів, сорт Грація – 56,8 дів.

При цьому варто відзначити якісні характеристики листя у всіх варіантах досліду. Проведений аналіз деяких біохімічних характеристик листя досліджених сортів, що вивчаються, та видів при вирощуванні в умовах гідропоніки та ґрунтової культури дозволив визначити наступне (див. табл. 3). При гідропонному способі вирощування рослин вміст сухих речовин в листі коливалося в межах від 7,2 до 7,6 %. При цьому максимальний вміст сухих речовин був у рослин руколи (сорт Знахар)

У рослин руколи (сорт Либідь, Колтівата, Грація) сухих речовин у листі накопичувалося від 7,2 до 7,3 %. Аналогічна ситуація спостерігалася і при ґрунтовій культурі, де вміст сухих речовин у листі руколи (сорт Знахар) склало 7,3 % проти 7,0 – 7,1 % у рослин сортів Либідь, Колтівата та Грація). Варто відзначити загальну закономірність більшого накопичення сухих речовин в листі у рослин при гідропонному вирощуванні у порівнянні з ґрунтовою культурою для всіх досліджуваних сортів, що, напевно, є наслідком більш сприятливих умов забезпечення поживними речовинами. Разом із тим перевищення вмісту сухих речовин у сорту Знахар, що відзначається, скоріше за все обумовлено видовими особливостями даного сорту.

Біохімічний аналіз листя на вміст аскорбінової кислоти, що є важливою якісною ознакою для всіх листових овочевих культур, показав, що її накопичення було в межах від 12,3 до 14,0 мг. При цьому найкращим був сорт Знахар, де вміст аскорбінової кислоти в листі склало 14,0 (гідропоніка) та 12,8 (ґрунтова культура) мг. Аналогічна ситуація була і для інших сортів, де не спостерігалася значної відмінності в рівні накопичення аскорбінової кислоти залежно від методу вирощування.

Даний рівень накопичення аскорбінової кислоти у рослин руколи був значно меншим при ґрунтовому способі, ніж при вирощуванні на гідропоніці. Це було зумовлено, на нашу думку, тим, що хоч природнє ультрафіолетове випромінювання однаково поширюється всередині геокупольної плівкової теплиці, але інтенсивність фіто освітлення для ґрунтової культури значно менше, ніж для гідропоніки, за рахунок більшої відстані від фіто матиці до листової поверхні. А рівень сонячного світла є недостатнім в зимовий період вирощування культури.

Важливим показником, що характеризує якість овочевої продукції, є вміст нітратів. Особливо актуально це для листових культур, що характеризуються схильністю до надмірного накопичення в умовах дефіциту освітленості на тлі незбалансованого мінерального живлення. В результаті проведених досліджень встановлено, що при гідропонному способі вирощування в листі міститься дещо більше нітратів (1704–1725 мг/кг) порівняно з ґрунтовим їх вирощуванням (1650–1715 мг/кг). Відзначена видова специфічність накопичення нітратів у листі. Так, при обох способах вирощування культури в листі рослин руколи сорту Знахар нітратів більше, ніж у рослин інших сортів, що вивчалися. Так, вміст нітратів у листі руколи сорту Знахар склало 1715 (ґрунтова культура) та 1725 (гідропоніка) мг/кг при 1650–1685 (ґрунтова культура) і 1718–1704 (гідропонний спосіб вирощування) у рослин досліджуваних сортів: Либідь, Колтівата та Грація. Разом із тим всі зазначені рівні накопичення нітратів не перевищували встановлений гранично-допустимий рівень зелених салатних культур.

Висновки. Проведений облік врожайності вирощування сортів руколи показав їх досить високу продуктивність. При цьому достовірних відмінностей у врожайності, обумовлених сортовою приналежністю, не виявлено. На рівень урожайності достовірно впливав метод культури. Рослини, що виростили при гідропонній культурі, були врожайніші (1,650–1,706 кг/м²), ніж при ґрунтовій культурі (1,442–1,511 кг/м²), та накопичували більше сухих речовин. Найбільш урожайним був сорт руколи голландської селекції Колтівата як при ґрунтовій (1,511 кг/м²), так і при гідропонній (1,706 кг/м²) культурі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Хареба О.В., Позняк О.В. Інша посівний і дворядник тонколистий: перспективи дослідження і освоєння в Україні. *Овочівництво і баштанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вип. 61. ВП «Плеяда», 2015. С. 311–319.
2. Бербеков К.З., Езаов А.К. Агробіологіческая ефективність вирощування рукколи в умовах захищеного ґрунту. *Вестник Орловського ГАУ*. 2014. № 1. С. 29–33.
3. Murphy, C.J., Pill W.G. Cultural practices to speed the growth of microgreen arugula (roquette; *eruca vesicaria* subsp. *sativa*). *Journal of horticultural science and biotechnology*. 2010. № 3. Р. 171–176.
4. Howard, M Resh. Hydroponic food production. NW. Taylor & Francis Group, 2013. Р. 155.
5. Позняк О.В. Стан і перспективи селекційної роботи з іншою посівним або дворядником та руколою на ДС «Маяк» ІОБ НААН. *Мат. Всеукраїнського науково-практичного семінару «Рослинний світ України: нетрадиційні та рідкісні види у наукових дослідженнях та господарськопрактичній діяльності»*, 27 березня 2015 Кривий Ріг, 2015. С. 21–23.
6. Ширинкин И.В., Папонов А.Н. Влияние сроков посева на урожайность салатной продукции руколы сорта Изумрудная в условиях защищенного и открытого грунта. *Аграрный Вестник Урала*. Екатеринбург. 2013. № 4. С. 371–374.

7. Улянич О.І. Алексейчук О.М., Сорока Л.В. Урожайність руколи посівної і шпинату городнього залежно від сорто типу. *Вісник Уманського національного інституту садівництва*. 2014. № 2. С. 19–23.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1979. 415 с.

9. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Вип. 7. Київ, 2000. 144 с.

10. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г.Л. Бондаренка та К.І. Яковенка. Харків : Основа, 2001. 369 с.

11. Ковальов М.М. Вирощування огірка козіма F₁ на різних типах субстратів у гідропонних купольних теплицях. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. Вип. 117. Видавничий дім «Гельветика», 2021. С. 80–89.

12. Ковальов М.М., Звездун О.М., Михайлова Дарія Порівняння ефективності вирощування розсади *Thladiantha Dubia* в ґрунтовому середовищі і гідропонних системах. *Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура»*. Вип. 2. Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 20–28.

13. Ковальов М.М. Вплив іонного складу поживного середовища на вирощування ремонтантних сортів полуниці в гідропонних колонах *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. Вип. 116. Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 104–111.

REFERENCES:

1. Khareba O. V., & Poznyak O. V. (2015). Indau posivnyy i dvoryadnyk tonkolysty: perspektvy doslidzhennya i osvoyennya v Ukrayini [Indau sowing and dicotyledonous: prospects for research and development in Ukraine]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk- Vegetable and melon growing: interdepartmental thematic scientific collection*. vol. 61. VP «Pleyada», pp.311 319 [in Ukrainian].

2. Berbekov K. Z., & Ezaov A. K. (2014). Ahrobyolohyeheskaya efektyvnost' vyrashchyvaniya rukoly v uslovyakh zashchyshchennoho hrunta [Agrobiological efficiency of arugula cultivation in protected soil conditions]. *Vestnyk Orlovskoho HAU- Bulletin of Orel State Agrarian University*. no. 1. pp. 29 33 [in Russian].

3. Murphy, C. J., & Pill W. G. (2010). Kul'turni pryomy dlya pryskorennya rostu mikrozelenoey rukoly (roketka; eruca vesicaria subsp. sativa) [Cultural practices to speed the growth of microgreen arugula (roquette; eruca vesicaria subsp. sativa)]. *Zhurnal sadivnytstva ta biotekhnolohiyi- Journal of horticultural science and biotechnology*. no. 3. pp. 171-176.

4. Hovard, M Resh. (2013). Hidroponne vyrobnytstvo kharchovykh produktiv [Hydroponic food production]. NW Taylor & Francis Group, P. 155.

5. Pozniak, O.V., (2015). State and prospects of breeding Indus sowing or diplotaxis and arugula on the DS "Lighthouse" IOB NAAS 2015 Math. Ukrainian scientific-practical seminar "The flora of Ukraine: Unconventional and rare in scientific research and economic-practice". Ukraine, 2015, pp. 21–23 [in Ukrainian].

6. Shyrynkyn I.V. & Paponov A.N. (2013). Effect of sowing time to yield salat noy production arugula Yzumrudnaya varieties in terms zaschyschennoho open and soil. *Ahrarnbiy Journal Urals*. 4. 371-374 [in Russian].

7. Ulyanych O. I., & Alekseychuk O. M., & Soroka L. V. (2014). Urozhaynist' rukoly posivnoy i shpynatu horodn'oho zalezno vid sortotypu [Yields of arugula and spinach depending on the variety]. *Visnyk Umans'koho natsional'noho instytutu sadivnytstva- Bulletin of the Uman National Institute of Horticulture*, no. 2. pp. 19 23 [in Ukrainian].

8. Dospekhov B. A. (1979). Metodika polevogo opyta [Field experiment methodology]. Moscow.: Kolos. [in Russian].

9. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya sil'skohospodars'kykh kul'tur [Methods of state variety testing of crops]. (2000). Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].

10. Bondarenko, H. L., & Yakovenko, K. I. (Eds.). (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methods of conducting experiments in vegetable and melon growing]. (3rd ed., rev.). Kharkiv: Osнова. [in Ukrainian]

11. Kovalov M.M. (2021). Vyroshchuvannya ohirka Kozima F₁ na riznykh typakh substrativ u hidroponnykh kupol'nykh teplytsyakh [Growing cucumber F₁ on different types of substrates in hydroponic dome greenhouses]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk: Naukovyy zhurnal. Sil'skohospodars'ki nauky. Vydavnychyy dim «Hel'vetyka» - Tavria Scientific Bulletin: Scientific Journal. Agricultural sciences. «Helvetica» Publishing House*, 117, 80-89 [in Ukrainian].

12. Kovalov M.M., & Zvezdun O.M., & Mykhailova Daria. (2020). Porivnyannya efektyvnosti vyroshchuvannya rozsady *Thladiantha Dubia* v gruntovomu sere-dovyshchi i hidroponnykh systemakh [Comparison of the efficiency of growing *Thladiantha Dubia* seedlings in soil and hydroponic systems]. *Naukovyy zhurnal «Vodni bio-resursy ta akvakul'tura» Vydavnychyy dim «Hel'vetyka» Scientific journal «Aquatic Bioresources and Aquaculture» Publishing House «Helvetica»*, 2, 20-28 [in Ukrainian].

13. Kovalov M.M. (2020). Vplyv ionnoho skladu pozhyvnoho sere-dovyshcha na vyroshchuvannya remon-tantnykh sortiv polunytsi v hidroponnykh kolonakh [Influence of the ionic composition of the nutrient medium on the cultivation of remon-tant varieties of strawberries in hydroponic columns]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk: Naukovyy zhurnal. Sil'skohospodarski nauky-Tavriya Scientific Bulletin: Scientific journal. Agricultural sciences*, 116, 104-111 [in Ukrainian].

ВПЛИВ РІЗНИХ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА АГРОФІЗИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ

МАЛЯРЧУК М.П. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-0150-6121>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

КАЗНОВСЬКИЙ О.В. – аспірант, молодший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0003-1110-8415>

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту
зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Соя – універсальна зернобобова та олійна культура, насіння якої використовується для продовольчих, кормових та технічних цілей. Навряд чи знайдеться ще якась сільськогосподарська культура, яка може зрівнятися з нею щодо різноманітності напрямів її використання, що зумовлено багатством хімічного складу насіння і вегетативної маси цієї високобілкової та олійної рослини [1]. Серед однорічних зернових та бобових культур за вмістом і якістю білка вона посідає перше місце, а за кількістю олії поступається лише арахісу. В групі польових олійних культур соя забезпечує найвищий вихід макухи і шроту [2; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із заходів збереження родючості ґрунту і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур є вибір способу та глибини основного обробітку ґрунту. Найперше його завдання полягає у створенні сприятливих параметрів агрофізичних властивостей, насамперед щільності складення, пористості та водопроникності, завдяки чому покращуються умови надходження вологи в кореневмісний шар і зменшення її непродуктивних втрат [4].

У сучасному світовому землеробстві поряд з традиційними технологіями, які базуються на глибокому основному обробітку ґрунту з обертанням скиби, активно досліджуються і використовуються різні способи мінімізації основного обробітку ґрунту і навіть сівби в попередньо необроблений ґрунт, які розглядаються як основні з факторів збереження родючості ґрунту та економії невідновлюваних джерел енергії [5; 6].

Мета статті – встановити вплив різних способів основного обробітку ґрунту і доз азотних добрив на агрофізичні властивості, поживний режим та урожайність насіння сої.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились протягом 2020–2021 рр. у стаціонарному польовому досліді Асканійської ДСДС Інституту зрошуваного землеробства НААН у зоні дії Каховської зрошувальної системи, закладеному у 2008 році в чотирьохріпній просапній сівозміні. Попередником сої була пшениця озима з післяжнивним посівом гірчиці білої на сидерат. У досліді висівався ранньостиглий сорт сої Діона на фоні чотирьох систем основного обробітку (Фактор А):

1. Оранка на глибину 28–30 см під сою у системі диференційованого обробітку.

2. Дисковий обробіток на глибину 12–14 см у системі одноглибинного мілкого безполицевого.

3. Чизельне розпушування на глибину 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування.

4. Нульовий обробіток на фоні беззмінного його застосування у сівозміні.

Ефективність основного обробітку визначалася на фоні різних доз азотних добрив (Фактор В): контроль – без добрив; N30; N60; N90.

Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи з використанням загальноновизнаних в Україні методик і методичних рекомендацій [7].

Результати досліджень свідчать, що у середньому за 2020–2021 рр. найбільш розпушеним був верхній шар ґрунту 0–10 см, де показники щільності складення перебували в межах 1,00–1,29 г/см³ на початку вегетації, 1,05–1,19 г/см³ – наприкінці. На глибині 10–30 см спостерігається підвищення щільності складення на 20–30%.

Найбільш ущільненим виявився шар ґрунту 30–40 см, де показники щільності складення перебували в межах 1,24–1,29 г/см³ на початку та 1,24–1,38 г/см³ – наприкінці вегетації, що істотно відрізняється від шару 0–10 см.

Водночас у шарі ґрунту 0–40 см за використання безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту з чизельним розпушуванням під сою на 28–30 см склалися найбільш сприятливі показники щільності складення – на початку вегетації 1,17 г/см³, а до збирання врожаю вони зросли до 1,18 г/см³, або на 0,8%, тобто істотного підвищення не відзначено. Найбільш ущільненим ґрунт виявився у варіанті нульового та безполицевого одноглибинного мілкого обробітку ґрунту на 12–14 см, де на початку вегетації її показники становили 1,24–1,25 г/см³, а до збирання врожаю вони зростали до 1,25–1,30 г/см³, або на 0,8 та 4,0% (табл. 1).

Подібна закономірність відзначалася і з пористістю. Так, на початку вегетації у разі заглиблення в нижні шари орного горизонту її показники знижувалися. У варіанті нульового обробітку та чизельного

розпушування в шарі ґрунту 0–10 см пористість відповідно становила 55,15 та 63,85%. В шарі ґрунту 10–20 см знижувалася до 49,45 і 55,95%, на глибині 20–30 см – 51,65 та 52,95%, а у шарі 30–40 см –

51,6 і 53,1% відповідно. У визначенні перед збиранням врожаю пористість знизилася у всіх шарах орного горизонту, водночас істотного зниження не відзначено (табл. 2).

Таблиця 1 – Щільність складення ґрунту під посівами сої за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту у сівозміні на зрошенні, середнє за 2020–2021 рр., г/см³

№ варіанта	Система обробітку	Спосіб і глибина обробітку, см	Шар ґрунту, см	Початок вегетації	Кінець вегетації	Середнє
1	Диференційована	28–30 (о)	0–10	1,05	1,15	1,10
			10–20	1,22	1,32	1,27
			20–30	1,29	1,26	1,27
			30–40	1,24	1,24	1,24
			0–40	1,20	1,24	1,22
2	Безполицева одноглибинна	12–14 (д)	0–10	1,09	1,10	1,09
			10–20	1,31	1,37	1,34
			20–30	1,29	1,36	1,32
			30–40	1,29	1,38	1,33
			0–40	1,25	1,30	1,27
3	Безполицева різноглибинна	28–30 (ч)	0–10	1,00	1,05	1,02
			10–20	1,21	1,17	1,19
			20–30	1,22	1,24	1,23
			30–40	1,24	1,28	1,26
			0–40	1,17	1,18	1,17
4	Нульова	нульовий	0–10	1,29	1,19	1,24
			10–20	1,27	1,37	1,32
			20–30	1,24	1,29	1,26
			30–40	1,25	1,31	1,28
			0–40	1,24	1,25	1,24
НІР ₀₅			0,03			

Примітка: о – оранка, ч – чизельний обробіток, д – дисковий

Таблиця 2 – Пористість ґрунту за різних систем основного обробітку ґрунту % за 2020–2021 рр.

№ варіанта	Система обробітку	Спосіб і глибина обробітку, см	Шар ґрунту, см	Початок вегетації	Кінець вегетації	Середнє
1	Диференційована	28–30 (о)	0–10	59,45	58,4	58,92
			10–20	54,0	52,65	53,32
			20–30	50,35	53,75	52,05
			30–40	52,0	53,95	52,97
			0–40	54,0	54,75	54,37
2	Безполицева одноглибинна	12–14 (д)	0–10	57,25	60,5	58,87
			10–20	49,15	48,8	48,97
			20–30	49,8	50,9	50,35
			30–40	50,7	48,4	49,55
			0–40	51,7	52,25	51,97
3	Безполицева різноглибинна	28–30 (ч)	0–10	63,85	60,3	62,07
			10–20	55,95	55,55	55,75
			20–30	52,95	53,45	53,2
			30–40	53,1	53,35	53,22
			0–40	56,5	55,65	56,07
4	Нульова	нульовий	0–10	55,15	55,9	55,52
			10–20	49,45	49,8	49,62
			20–30	51,65	52,4	52,02
			30–40	51,6	51,9	51,75
			0–40	51,95	52,45	52,2
НІР ₀₅				1,04	1,06	1,05

Примітка: о – оранка, ч – чизельний обробіток, д – дисковий

Таблиця 3 – Запаси вологи в метровому шарі ґрунту в посівах сої за різних способів обробітку ґрунту на зрошенні, м³/га

№ п/п	Спосіб і глибина обробітку, см	Запаси вологи м³/га	
		початок вегетації	кінець вегетації
1	28–30 (о)	1756	1355
2	12–14 (д)	1603	1476
3	28–30 (ч)	1674	1321
4	нульовий	1571	1555

Таблиця 4 – Урожайність сої за різних способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення, т/га (середнє за 2020–2021 рр.)

Система обробітку ґрунту (фактор А)	Спосіб і глибина обробітку, см	Дози добрив (фактор В)				Середнє за фактором А
		б/д	N30	N60	N90	
Диференційована	28–30 (о)	3,38	3,49	3,54	2,82	3,31
Безполицева одноглибинна	12–14 (д)	2,63	2,67	2,73	2,26	2,57
Безполицева різноглибинна	28–30 (ч)	2,99	2,85	3,19	2,33	2,84
Нульова	нульовий	2,68	2,59	2,93	2,29	2,62
Середнє по фактору В	–	2,92	2,90	3,10	2,43	–

Примітка: о – оранка, ч – чизельний обробіток, д – дисковий

Що стосується водопроникності, то на початку вегетації у варіанті нульового обробітку швидкість вбирання і фільтрації води у разі 3-годинної експозиції визначення була найбільш низькою і становила 2,09 мм/хв, а у варіанті чизельного розпушування на 28–30 см вона була вищою у 2,14 раза з показником 4,47 мм/хв. У варіантах оранки на глибину 28–30 см і дискового розпушування на 12–14 см водопроникність була практично на одному рівні та становила 3,22 і 3,37 мм/хв відповідно.

До збирання врожаю водопроникність у всіх варіантах дослідів знизилася, водночас закономірність, що спостерігалася на початку вегетації, зберігалась.

Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–10 см під посівами сої свідчать, що за оранки на глибину 28–30 см у системі диференційованого обробітку (контроль) на початку вегетації становили 1756 м³/га, тобто були на рівні найменшої вологості, а до збирання врожаю рівень вологості знижували до 75,0% НВ з метою зменшення вологості насіння. За чизельного і дискового розпушування запаси вологи на початку вегетації сої були практично на одному рівні та становили відповідно 1603–1674 м³/га, а перед збиранням врожаю 1476–1321 м³/га. Тільки у варіанті нульового обробітку ґрунту запаси вологи як на початку вегетації, так і перед збиранням врожаю були на рівні 90% НВ з показниками відповідно 1571–1555 м³/га (табл. 3)

Результати обліку урожайності свідчать, що застосування оранки на глибину 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту забезпечило отримання найвищого рівня урожайності у середньому за 2020–2021 рр. за дози азотного добрива N60 на рівні 3,54 т/га. Заміна оранки чизельним розпушуванням на таку саму глибину у системі різноглибинного безполицевого обробітку призвела до зниження рівня урожайності на 0,35 т/га, або на 9,9%, а за дискового обробітку – на 12–14 см, у системі безполицевого одноглибинного мілкого і нульового обробітку ґрунту отримано наймен-

ший рівень урожайності, який становив відповідно 2,73 та 2,93 т/га, або був нижчим ніж на контролі на 22,9 та 17,2% (табл. 4).

Також встановлено вплив різних доз азотних добрив на рівень урожайності. Так, за дози N60 отримано найвищий рівень урожайності, за дози N30 і без внесення добрив урожайність знизилася на 6,5 та 5,9% відповідно. Найбільш істотне зниження урожайності на рівні 21,6% відзначено за дози азотного добрива до N90.

Висновок. У результаті досліджень, проведених на Каховській зрошувальній системі, встановлено, що в коротко-ротаційних просапних сівозмінах з післяжнивним посівом гірчиці білої на сидерат після пшениці озимої і ячменю оранка на глибину 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту з внесенням дози азотного добрива N60 забезпечує найбільш повну реалізацію потенційних можливостей продуктивності сорту сої Діона.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шевніков М.Я., Коблай О.О. Застосування біологічних, хімічних та фізичних засобів у технологіях вирощування сої і кукурудзи : монографія. Полтава, 2015. 258 с.
2. Адамень Ф.Ф., Вергунов В.А., Лазар П.Н., Вергунова И.Н. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине. Київ : Аграрна наука, 2006. 456 с.
3. Булигін Д.О. Писаренко П.В., Морозов В.В., Мельник М.А. Продуктивність нових сортів сої за різних умов зволоження та густоти стояння. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 58. С. 6–10.
4. Барри А. Влияние почвозащитных технологий бесплужного возделывания сельскохозяйственных культур на изменение режимов фосфора и калия и разработка способов их регулирования в черноземных почвах Украины : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.х. наук : спец. 06.01.04 «Агрохимия». Киев, 1992. 23 с.

5. Гибсон Пол. Производство сои в США и Канаде как источник высокопротеиновых. *Корми і кормовиробництво*. Київ : Аграрна наука, 2001. Вип. 47. С. 98–100.

6. Козирев В.В. Агрофізичні властивості ґрунту залежно від режиму зрошення, обробітку ґрунту та строків внесення фосфогіпсу при вирощуванні сої. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 59. С. 83–86.

7. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 286 с.

REFERENCES:

1. Shevnikov M.Y., & Koblay O.O. (2015). *Zastosuvannya biolohichnykh, khimichnykh ta fizychnykh zasobiv u tekhnolohiyakh vyroshchuvannya soyi i kukurudzy* [Application of biological, chemical and physical means in technologies of cultivation of soybeans and corn]. Poltava, 258 [in Ukrainian].

2. Adamen F.F., Vergunov V.A., Lazar P.N., & Vergunova I.N. (2006). *Agrobiologicheskiye osobennosti vozdeleyvaniya soi v Ukraine* [Agrobiological features of soybean cultivation in Ukraine]. Kyiv: Agrarian Science, 456 [in Ukrainian].

3. Bulygin D.O., Pisarenko P.V., Morozov V.V., & Melnik M.A. (2012). Produktivnist novykh sortiv soyi za riznykh umov zvolozhennya ta hustoty stoyannya [Productivity of new soybean varieties under different condi-

tions of moisture and standing density]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigation agriculture*, 58, 6–10 [in Ukrainian].

4. Barry A. (1992). Vliyanie pochvozashchitnykh tekhnologiy bespluzhnogo vozdeleyvaniya selskokhozyaystvennykh kultur na izmeneniye rezhimov fosfora i kaliya i razrabotka sposobov ikh regulirovaniya v chernozemnykh pochvakh Ukrainy [Influence of soil-protective technologies of plow-free cultivation of agricultural crops on the change of phosphorus and potassium regimes and development of methods of their regulation in chernozem soils of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Russian].

5. Gibson Paul. (2001). *Proizvodstvo soi v SSHA i Kanade kak istochnik vysokoproteinovykh* [Soybean production in the United States and Canada as a source of high protein]. *Feed and feed production*, 47, 98–100 [in Russian].

6. Kozyrev V.V. (2013). Ahrofizychni vlastyvoli gruntu zalezho vid rezhymu zroshennya, obrobitku gruntu ta strokiv vnesennya fosfohipsu pry vyroshchuvanni soyi [Agrophysical properties of soil depending on the irrigation regime, tillage and terms of phosphogypsum application in soybean cultivation]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigation agriculture*, 59, 83–86 [in Ukrainian].

7. Vozhegova R.A., Lavrinenko Y.O., Malyarchuk M.P. (Eds.). (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemlyakh* [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]. Kherson: Grin D.S., 286 [in Ukrainian].

ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ ТА ЧИСТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

МАРЧЕНКО К.Ю. – аспірант кафедри біології

<https://orcid.org/0000-0002-4235-9551>

Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Основою життя і розвитку рослинного організму є фотосинтез, який у поєднанні з асиміляцією мінеральних елементів ґрунту створює основу для формування врожаю [1; 2]. Разом із тим фотосинтетична діяльність рослин визначається низкою чинників, у тому числі й умовами вирощування та впливом на посіви біотичних і абіотичних складових агроценозів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для проходження фотосинтезу в клітинах рослин необхідна наявність хлорофілу. Відомо, що у рослинних організмах вміст хлорофілів *a* і *b* є чутливим індикатором інтенсивності фотосинтезу та одним із найважливіших показників, що визначає кількість і якість врожаю [3; 4]. Дослідженнями доведено, що під час дії стресових чинників (підвищена і знижена температура, висока інтенсивність видимого світла, ультрафіолетове випромінювання, важкі метали, пестициди) фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, у тому числі й фотосинтез, зазнають значних змін, що відображають направленість адаптивних реакцій у рослинах та впливають на інтенсивність нагромадження органічної речовини [5; 6].

Одним із чинників, що позитивно впливають на формування фотосинтетичних показників рослин, є застосування регуляторів росту рослин та мікробних препаратів, які поряд із новими сучасними сортами і гібридами сільськогосподарських культур розглядаються як екологічно безпечні та економічно доцільні засоби підвищення їх продуктивності [7; 8].

Дослідженнями встановлено [9], що використання гумату натрію для обробки насіння тритикале ярого (0,5 л/т) і внесення його по вегетуючих рослинах (0,5 л/га) забезпечувало зростання чистої продуктивності фотосинтезу проти контролю на 6-10%. За комплексного застосування препаратів гумату натрію (0,5 л/т) та Акваміксу (1,0 кг/га) для передпосівної обробки насіння тритикале ярого фотосинтетична продуктивність рослин зростала проти контролю на 22%. Позитивну дію від використання біопрепаратів Байкал ЕМ-1 (20 мл/га) та Екозорф-1 (200 г/га) було відмічено в посівах гречки, де вміст в листках хлорофілу зростав на 0,12–0,33 мг/г сирої маси [10].

Ряд науковців констатують, що у більшості випадків регулятори росту рослин і мікробні препарати стимулюють накопичення рослинами хлорофілу, підвищують фотосинтетичну активність хлоропластів та чисту продуктивність фотосинтезу [11], що продемонстровано в дослідженнях із використанням Агросимуліну (20 мл/га) на пшениці озимій [12], Емістиму (20 мл/га) на сої [13], Зеастимуліну

(20 мл/т, 15 мл/га) на кукурудзі [14] та на інших культурах [15–17].

Метою досліджень було з'ясування особливостей накопичення суми хлорофілів *a* і *b*, формування показників чистої продуктивності фотосинтезу рослинами вівса голозерного за поєднання передпосівного обробітку насіння мікробним препаратом і рістрегулятором з наступним обприскуванням посівів регулятором росту рослин.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва впродовж 2019–2021 років. Дію мікробного препарату (МБП) Меланоріз (*Glomus* sp., *Aspergillus terreus*, *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*, *Bacillus macerans*, *Arthrobacter* sp., *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*, загальне число життєздатних клітин $2,5 \times 10^7$ КУО/мл, виробник – ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «БТУ-ЦЕНТР», Україна) і регулятора росту рослин (РРР) Агролайт (поліетіленгліколь-400 + поліетіленгліколь-1500, загальний вміст 770 г/л, солі гумінових кислот, 30 г/л, виробник – групи компаній ДОЛИНА, Україна) вивчали в посівах вівса голозерного (*Avena sativa* subsp. *nudisativa* (Husnot) Rod. et Sold., виду *Avena sativa* L.) сорту Мирсем.

Ґрунт дослідного поля чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом в орному шарі гумусу 3,5%, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 88 і 132 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг, рНсол – 6,2, гідролітична кислотність – 2,26 смоль/кг ґрунту [18].

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень були типовими для регіону з незначними відхиленнями за вологозабезпеченням, однак у загальному були сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі і вівса голозерного.

Польові дослідні заклади систематичним методом. Повторність дослідів – триразова. Схема дослідів включала варіанти з обробкою насіння перед сівом мікробним препаратом Меланоріз у нормах 1,0, 1,25 і 1,5 л/т окремо й сумісно з регулятором росту рослин Агролайт у нормі 0,26 л/т. Насіння вівса за добу до сівби обробляли мікробним препаратом, регулятором росту рослин та їх сумішами. На фоні обробки насіння вівса голозерного Меланорізом і Агролайтом посіви у фазі кушніння обприскували акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 регулятором росту рослин Агролайт у нормі 1,0 л/га із розрахунку витрати

робочої суміші 200 л/га. Деталізовану схему досліду приведено у таблицях.

Вміст у листках вівса голозерного суми хлорофілів *a* і *b* визначали за методикою, описаною З.М. Грицаєнко [19]. Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) посівів розраховували за методикою О.О. Ничипоровича [12].

Статистичну обробку даних виконували в програмі Microsoft Office Excel 2007 за методом дисперсійного аналізу за Доспеховим [13].

Результати досліджень. Проведені дослідження засвідчили залежність вмісту хлорофілу в листках вівса голозерного від норм використання МБП Меланоріз, внесення роздільно і в комплексі з РРР Агролайт, та від погодних умов, що склалися у роки проведення досліджень (табл. 1).

Так, отримані дані з вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках вівса голозерного узгоджуються із погодними умовами, які були найсприятливішими за температурним та водним режимом для рослин у 2020 і 2021 рр., менш сприятливими – 2019 р.

Аналізуючи сумарний вміст хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного у 2019 р., можна зазначити, що за використання для обробки насіння перед сівбою мікробного препарату Меланоріз у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т він перевищував контрольні показники на 2; 3 і 5%. Активніше накопичення фотосинтетичних пігментів проходило у варіантах, де для передпосівної обробки насіння використовували суміш РРР Агролайт і МБП Меланоріз. Так, за сумісного використання Меланорізу (у нормах 1,0–1,5 л/т) і Агролайту (у нормі 0,26 л/т) вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса порівняно із контролем збільшувався на 7–11%. Використання Меланорізу у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/т для обробки насіння перед сівбою та внесення на фоні даного препарату по сходах культури Агролайту 1,0 л/га забезпечило зростання досліджуваного показ-

ника до контролю на 5; 6 і 9% відповідно. Поряд з тим найвищий вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного відмічено за використання для передпосівної обробки насіння суміші Меланорізу (1,0; 1,25; 1,5 л/т) із Агролайтом (0,26 л/т) за наступного обприскування посівів Агролайтом (1,0 л/га), що на 12; 15 і 20% перевищувало показники в контролі.

Подібна залежність із вмістом зелених пігментів була відмічена і в 2020 та 2021 рр. досліджень. У середньому за три роки експериментальних досліджень найвищі показники вмісту суми хлорофілів *a* і *b* формувалися у варіантах комбінованої обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз і Агролайт з наступною обробкою посівів Агролайтом, де перевищення до контрольного варіанту складало 12–17%.

Аналіз одержаних даних із вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках вівса голозерного у фазу цвітіння продемонстрував схожу залежність впливу досліджуваних норм Меланорізу та способів внесення Агролайту (табл. 2). Так, у 2019 р. за дії Меланорізу у нормах 1,0; 1,25 і 1,5 л/га вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса збільшувався відносно контролю на 0,013; 0,035 і 0,052% на суху речовину.

За комплексного використання Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з Агролайтом 0,26 л/т перевищення за вмістом суми хлорофілів *a* і *b* відносно контролю складало 0,064; 0,076 і 0,088% на суху речовину. Проте найвищі показники вмісту хлорофілу в листках вівса були відмічені за сумісного використання для передпосівної обробки насіння Меланорізу 1,0; 1,25 і 1,5 л/т з Агролайтом 0,26 л/т за наступного обприскування вегетуючих рослин Агролайтом 1,0 л/га, де перевищення до контролю складало 0,091; 0,096 і 0,106% на суху речовину.

Подібні залежності у формуванні пігментного комплексу у фазі цвітіння були відмічені і в 2020 та 2021 рр. (табл. 2).

Таблиця 1 – Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного за використання біопрепарату Меланоріз та РРР Агролайт (% на суху речовину, фаза виходу в трубку)

Варіант досліду	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,290	1,408	1,379	1,359
Меланоріз 1,0 л/т	1,315	1,450	1,393	1,386
Меланоріз 1,25 л/т	1,331	1,470	1,420	1,407
Меланоріз 1,5 л/т	1,360	1,494	1,447	1,434
Агролайт 0,26 л/т	1,318	1,457	1,413	1,396
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,379	1,533	1,470	1,460
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,394	1,549	1,489	1,477
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,429	1,576	1,517	1,507
Агролайт 1,0 л/га	1,309	1,446	1,389	1,381
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,352	1,485	1,437	1,425
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,367	1,521	1,457	1,448
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,400	1,567	1,501	1,489
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,339	1,477	1,429	1,415
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,445	1,585	1,530	1,520
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,482	1,605	1,549	1,545
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,549	1,650	1,584	1,594
НІР ₀₅	0,015	0,011	0,017	

Таблиця 2 – Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках вівса голозерного за використання біопрепарату Меланоріз та РРР Агролайт (% на суху речовину, фаза цвітіння)

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,537	1,709	1,610	1,619
Меланоріз 1,0 л/т	1,550	1,724	1,631	1,635
Меланоріз 1,25 л/т	1,572	1,743	1,660	1,658
Меланоріз 1,5 л/т	1,589	1,764	1,668	1,674
Агролайт 0,26 л/т	1,564	1,733	1,634	1,644
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,601	1,777	1,671	1,683
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,613	1,786	1,684	1,694
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	1,625	1,800	1,690	1,705
Агролайт 1,0 л/га	1,541	1,716	1,618	1,625
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,584	1,759	1,652	1,665
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,596	1,768	1,669	1,678
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,619	1,793	1,688	1,700
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,579	1,750	1,646	1,658
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,628	1,806	1,692	1,709
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,633	1,820	1,699	1,717
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	1,643	1,850	1,707	1,733
HIP ₀₅	0,012	0,014	0,010	

У середньому за три роки досліджень найактивніше нагромадження хлорофілів відбувалося у варіантах за комплексного застосування препаратів Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га, де перевищення за вмістом хлорофілів *a+b* відносно контролю складало 6–7%.

Дані з вмісту хлорофілів у листках вівса голозерного свідчать про позитивний вплив досліджуваних препаратів на процеси накопичення даних сполук у рослинах, що, очевидно, може бути підтверджено, з одного боку, покращенням азотного живлення рослин за рахунок діяльності бактерій МБП, з іншого боку, безпосереднім стимулювальним впливом РРР на синтез даних сполук. Ці припущення узгоджуються з даними інших дослідників [11; 22].

Важливим фізіолого-біохімічним показником фотосинтетичної діяльності посівів є чиста продуктивність фотосинтезу.

Встановлено, що використання для передпосівної обробки насіння вівса голозерного мікробного препарату Меланоріз як окремо, так і сумісно з регулятором росту рослин Агролайт позитивно впливало на показники чистої продуктивності фотосинтезу. Так, у 2019 р. передпосівна обробка насіння вівса Меланорізом у нормах 1,0, 1,25, 1,5 л/т сприяла зростанню ЧПФ посівів на 2–5% у відношенні до контролю (табл. 3). Дещо активніше фотосинтетична продуктивність посівів формувалася у варіантах, де мікробний препарат Меланоріз вносили сумісно з Агролайтом. Так, якщо за внесення окремо Агролайту у нормі 0,26 л/т ЧПФ складала 3,97 г/м² за добу, що на 3% перевищувало контроль, то за внесення цієї ж норми препарату в суміші з Меланорізом у нормах 1,0, 1,25 і 1,5 л/т відмічено зростання досліджуваного показника до 4,11; 4,14 і 4,18 г/м² за добу відповідно, що на 6–8% перевищувало контроль та на 3–6% – відповідні показники у варіантах окремої дії Меланорізу (1,0–1,5 л/га).

Одержані дані свідчать про позитивний вплив композиції біопрепаратів на проходження в рослинах вівса голозерного основних фізіолого-біохімічних процесів, які покращують розвиток надземної біомаси рослин за рахунок стимулювальної дії екзогенних фітогормонів та активізації колонізаційної здатності ризосфери за рахунок інтродукованих мікроорганізмів, що в цілому сприяє покращенню мінерального забезпечення рослинного організму.

За використання регулятора росту рослин Агролайт у нормі 1,0 л/га по сходах культури на фоні обробки насіння вівса мікробним препаратом Меланоріз у нормах 1,0–1,5 л/га показники чистої продуктивності фотосинтезу складали 4,05–4,16 г/м² за добу при 3,87 г/м² за добу в контролі та 3,92 г/м² за добу – у варіанті окремої дії на посіви Агролайту (табл. 3).

Аналізуючи варіанти досліджу з використанням Меланорізу 1,0; 1,25; 1,5 л/га та Агролайту 0,26 л/т для обробки насіння перед сівбою з наступною обробкою посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га, слід відмітити найбільше зростання ЧПФ посівів, що на 0,34; 0,39; 0,54 г/м² за добу перевищувало показник контролю. Подібна залежність була відмічена і в 2020 та 2021 рр. досліджень, однак аналіз експериментальних даних засвідчує чітку залежність формування ЧПФ від погодних умов, які у 2019 р. для рослин вівса голозерного були менш сприятливими за показниками вологості. Зокрема, найнижчу фотосинтетичну продуктивність посівів у контролі (3,87 г/м² за добу) було відмічено у 2019 р..

У середньому за роки досліджень, за обробки насіння сумішшю препаратів Меланоріз (1,0, 1,25, 1,5 л/га) з Агролайтом (0,26 л/т) ЧПФ посівів перевищувала контроль на 6–9%, що на 6% більше проти варіанту окремої дії на посіви Агролайту (0,26 л/га). Проте найвищий рівень фотосинтетичної продуктивності посівів формувалася у варіантах Мелано-

Таблиця 3 – Чиста продуктивність посівів вівса голозерного за використання біопрепарату Меланоріз та РРР Агролайт (г/м² за добу, фази виходу в трубку–цвітіння)

Варіант досліджу	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	3,87	4,59	4,20	4,22
Меланоріз 1,0 л/т	3,94	4,71	4,25	4,30
Меланоріз 1,25 л/т	4,01	4,79	4,32	4,37
Меланоріз 1,5 л/т	4,06	4,90	4,38	4,45
Агролайт 0,26 л/т	3,97	4,74	4,29	4,33
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,11	4,96	4,41	4,49
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,14	5,02	4,46	4,54
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т	4,18	5,08	4,51	4,59
Агролайт 1,0 л/га	3,92	4,70	4,24	4,29
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,05	4,86	4,35	4,42
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,10	4,95	4,41	4,49
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,16	5,03	4,49	4,56
Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,03	4,82	4,33	4,39
Меланоріз 1,0 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,21	5,11	4,54	4,62
Меланоріз 1,25 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,26	5,17	4,57	4,67
Меланоріз 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га	4,41	5,30	4,63	4,85
HIP ₀₅	0,11	0,13	0,14	

різ 1,5 л/га + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га і складав 4,85 г/м² за добу при 4,22 г/м² за добу в контролі. Одержані показники фотосинтетичної продуктивності посівів у даному варіанті досліджу узгоджуються з даними найвищої фізіолого-біохімічної та мікробіологічної активності посівів, встановленими нами у попередніх дослідженнях [23; 24].

Висновки. Сумісне застосування різних норм мікробного препарату Меланоріз з регулятором росту рослин Агролайт позитивно впливає на формування вмісту хлорофілу та чисту продуктивність фотосинтезу посівів вівса голозерного. Разом із тим у варіантах сумісного застосування для обробки насіння Меланорізу у нормі 1,5 л/га і Агролайту у нормі 0,26 л/т та обприскування посівів Агролайтом у нормі 1,0 л/га формуються найвищі показники вмісту суми хлорофілів а і b та рівень чистої продуктивності фотосинтезу, що в середньому на 6–17% перевищує контроль за вмістом суми хлорофілів а і b та на 9–15% – чисту продуктивність фотосинтезу. Одержані дані свідчать, що використання біологічних препаратів у посівах вівса голозерного сприяє створенню більш продуктивних агрофітоценозів, у яких значно активізується проходження асиміляційних процесів рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кабашникова Л.Ф. Фотосинтетический аппарат и потенциал продуктивности хлебных злаков. Минск : Беларус. Навука, 2011. 327 с.
2. Гуляев Б.І. Екофізіологія фотосинтезу: досягнення, стан та перспективи досліджень. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліття: Зб. наук. праць*. Київ, 2001. Т. 1. С. 60–74.
3. Saglam A., Saruhan N., Terzi R., Kadroglu A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars

differing in sensitivity to drought stress. *Фізіологія рослин*. 2011. № 58(1). С. 58–66.

4. Рябчун Н.І., Погорелов О.С., Четверик О.М. Спосіб визначення вмісту хлорофілу в листках пшениці озимої. *Селекція і насінництво*. 2011. № 99. С. 139–143.

5. Ekmekci Y., Terzioğlu S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2005. № 83(2–3). Р. 69–81.

6. Карпенко В.П., Новікова Т.П., Притуляк Р.М., Гнатюк М.Г. Вміст пігментів у листках сочевиці за дії біологічних препаратів. *Наукові горизонти. Вісник ЖНУЕУ*. № 7 (80). Житомир. 2019. С. 41–47.

7. Карпенко В.П., Притуляк Р.М., Чернега А.О. Стан пігментного комплексу листового апарату ячменю озимого за дії гербіциду Калібр 75 і регулятора росту рослин Біолан. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених*. Умань, 2013. Ч. 1. С. 56–58.

8. Калитка В.В., Ялоха Т.М. Урожайність ячменю озимого за дії різних попередників та регулятора росту АКМ. *Науковий вісник НУБІП*. 2011. № 162. С. 89–93.

9. Еськин В.Н., Кшникаткина А.И., Самойленко А.В. Влияние некорневой подкормки регуляторами роста и микроудобрениями на продуктивность тритикале. *Зерновое хозяйство*. 2007. № 7. С. 11–12.

10. Тіней В.А. Інтенсифікація технологій вирощування гречки в умовах південно-західного Лісостепу України : автореф. дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09 ; Подільський державний аграрний університет. Кам'янець-Подільськ, 2007. 19 с.

11. Карпенко В.П. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / за ред. В.П. Карпенка. Умань : Сочинський, 2012. 357 с.

12. Литвин Л., Закалик Г., Цвілінюк О. Вміст фотосинтетичних пігментів і цукрів у рослинах пшениці за дії агростимуліну. *Тези II Міжн. конф. «Онтогенез*

рослин у природньому та трансформованому середовищі. *Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти*. (Львів, 18-21 серпня 2004 р.). Львів : вид-во «Сполом», 2004. С. 113.

13. Векірчик К., Конончук О. Вплив регулятора росту Емістиму С на деякі фізіологічні процеси, ріст, розвиток і продуктивність сої культурної в умовах Тернопільської області. *Тези II Міжн. конф. «Онтогенез рослин у природньому та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти»*. (Львів, 18-21 серпня 2004 р.). Львів : вид-во «Сполом», 2004. С. 137.

14. Мамчур О.В., Терек О.І. Вміст цукрів та пігментів фотосинтезу у рослинах кукурудзи. *Біологічні науки і проблеми рослинництва: Зб. наук. праць Уманського ДАУ*. 2003. С. 72–76.

15. Притуляк Р.М., Удольний В.О., Кавецький Ю.П. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів тритикале озимого за дії гербіцидів та регулятора росту рослин. *Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва, присвячений 125-річчю від дня народження професора В.Л. Симеренка*. Умань, 2016. Частина 2. С. 68–69.

16. Леонтьюк І.Б., Голодрига О.В., Заболотний О.І., Розборська Л.В. Формування фотосинтетичної продуктивності пшениці озимої за дії Дербі та Біолану. *Таєрійський науковий вісник*. Вип.100. Т. 1. Херсон, 2018. С. 111–118.

17. Карпенко В.П., Притуляк Р.М., Чернега А.О. Розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту рослин і гербіцидів / за ред. В.П. Карпенка. Умань : Видавець «Сочінський», 2016. 357 с.

18. Poltoretskyi S. P. Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. *Bulletin of Uman NUH*. 2017. P. 59–64.

19. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.

20. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. *Фотосинтез и вопросы продуктивности растений*. Москва : АН СССР, 1963. С. 5–36.

21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 350 с.

22. Карпенко В.П., Павлишин С.В. Пігментна система пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БІО Віта. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 100–103.

23. Карпенко В.П., Марченко К.Ю. Формування окремих фізіолого-біохімічних показників вівса голозерного за дії мікробного препарату Меланоріз та регулятора росту рослин Агролайт. *Таєрійський науковий вісник*. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. Вип. 118. С. 105–113.

24. Марченко К.Ю. Фотосинтетична продуктивність посівів вівса голозерного за дії біологічних препаратів. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур. Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції моло-*

дих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). с. Центральне, Україна. 2021. С. 72–73. URL: <http://confer.uisr.sops.gov.ua>.

REFERENCES:

1. Kabashnikova L. F. Fotosinteticheskij apparat i potencial produktivnosti hlebnih zlakov [Fotosinteticheskij vehicle and potential of the productivity of breadstuffs]. Minsk: Belarus. Navuka. 2011. 327 s. [in Russian].

2. Guljaev B. I. Ekofiziologija fotosintezu: dosjag-nennja, stan ta perspektivi doslidzhen' [Ekofiziologiya of photosynthesis: achievement, state and prospects of researches]. Fiziologija roslin v Ukrai'ni na mezhi tisjacholittja: Zb. nauk. prac'. K., 2001. T. 1 S. 60–74. [in Ukrainian].

3. Saglam A., Saruhan N., Terzi R., Kadroglu A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars differing in sensitivity to drought stress. *Fiziologija rastenij*. 2011. № 58(1). С. 58–66.

4. Rjabchun N. I., Pogorelov O. S., Chetverik O. M. Sposib viznachennja vmistu hlorofilu v listkah pshenici ozimoї [A method of determination of content of chlorophyll is in the sheets of wheat winter-annual]. *Selekcija i nasinnictvo*. 2011. № 99. S. 139–143. [in Ukrainian].

5. Ekmekci Y., Terzioglu S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2005. № 83(2–3). P. 69–81.

6. Karpenko V. P., Novikova T. P., Prituljak R. M., Gnatjuk M. G. Vmist pigmentiv u listkah sochevici za dii' biologichnih preparativ [Content of pigments is in the sheets of lentil for the actions of biological preparations]. Naukovi gorizonti. *Visnik ZhNaEU*. № 7 (80). Zhitomir. 2019. S. 41–47. [in Ukrainian].

7. Karpenko V. P., Prituljak R. M., Chernega A. O. Stan pigmentnogo kompleksu listkovogo aparatu jachmenju ozimogo za dii' gerbicidu Kalibr 75 i reguljatora росту roslin Biolan [The state of pigmental complex of puff vehicle of barley of winter-annual for actions herbicide is Kaliber 75 and regulator of growth of plants the Biolan]. Materiali Vseukrains'koi nauko-vo-praktichnoi konferencii molodih uchenih. Uman', 2013. Ch. 1. S. 56–58. [in Ukrainian].

8. Kalitka V. V., Jaloha T. M. Urozhajnist' jachmenju ozimogo za dii' riznih poperednikiv ta reguljatora росту AKM [The productivity of barley winter-annual is at the action of different predecessors and regulator of growth of AKM]. *Naukovij visnik NUBIP*. 2011. № 162. S. 89–93. [in Ukrainian].

9. Es'kin V. N., Kshnikatkina A. I., Samojlenko A. V. Vlijanie nekornevoj podkormki reguljatorami rosta i mikrordobrenijami na produktivnost' tritikale [Influence of the unroot additional fertilizing the regulators of growth and microfertilizers on the productivity of tritikale]. *Zemovoe hozjajstvo*. 2007. № 7. S. 11–12. [in Russian].

10. Tinej V. A. Intensyfikacija tehnologij vyroshhuvannja grechky v umovah pivdenno-zahidnogo Lisostepu Ukrai'ny [Intensification of technologies of growing of buckwheat is in the conditions of south-west Forest-steppe of Ukraine]: avtoref. dys. kand. s.-g. nauk: 06.01.09. Podil's'kyj derzhavnyj agrarnyj universytet. Kam'janec'-Podil's'k, 2007. 19 s. [in Ukrainian].

11. Karpenko V. P. ta in. Biologichni osnovy integrovanoi dii' gerbicydiv i reguljatoriv rostu roslin [Biological bases of computer-integrated action of herbicides and regulators of growth of plants] / za red. V. P. Karpenka. Uman': Sochins'kyj, 2012. 357 s. [in Ukrainian].
12. Lytvyn L., Zakalyk G., Cvilynjuk O. Vmist fotosyntetychnykh pigmentiv i cukriv u roslinah pshenyzi za dii' agrostymulinu [Content of fotosintetichnykh pigments and sugars is in the plants of wheat for the actions of agrostimulinu]. Tezy II Mizhn. konf. [«Ontogenez roslin u pryrodnomu ta transformovanomu seredovyshhi. Fiziologo–biohimichni ta ekologichni aspekty»], (L'viv, 18–21 serpnja 2004 r.). L'viv: vyd-vo «Spolom», 2004. S. 113. [in Ukrainian].
13. Vekirchuk K., Kononchuk O. Vplyv reguljatora rostu Emistymu C na dejaki fiziologichni procesy, rist, rozvytok i produktyvnist' soi' kul'turnoi' v umovah Ternopil's'koj oblasti [Influence of regulator of growth of Emistim C is on some physiology processes, growth, development and productivity of soy cultural, in the conditions of the Ternopil region]. Tezy II Mizhn. konf. [«Ontogenez roslin u pryrodnomu ta transformovanomu seredovyshhi. Fiziologo–biohimichni ta ekologichni aspekty»], (L'viv, 18–21 serpnja 2004 r.). L'viv: vyd-vo «Spolom», 2004. S. 137. [in Ukrainian].
14. Mamchur O. V., Terek O. I. Vmist cukriv ta pigmentiv fotosintezy u roslinah kukurudzy [Content of sugars and pigments of photosynthesis is in the plants of corn]. Biologichni nauky i problemy roslinnyctva: Zb. nauk. prac' Umans'kogo DAU. 2003. S. 72–76. [in Ukrainian].
15. Prytuljak R. M., Udolatij V. O., Kavec'kyj Ju. P. Chysta produktyvnist' fotosintezy posiviv trytykale ozymogo za dii' gerbicydiv ta reguljatora rostu roslin [Clean productivity of photosynthesis of sowing of tritikale winter-annual for the actions of herbicides and regulator of growth of plants]. Zbirnyk students'kyh naukovykh prac' Umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnyctva, prysvjachenij 125-richchju vid dnja narodzhennja profesora V. L. Symerenka. Uman', 2016. Chastyna 2. S. 68–69. [in Ukrainian].
16. Leontjuk I. B., Golodryga O. V., Zabolotnyj O. I., Rozbors'ka L. V. Formuvannja fotosyntetychnoi' produktyvnosti pshenyzi ozymoi' za dii' Derbi ta Biolanu [Forming of the fotosintetichnoy productivity of wheat winter-annual for the actions of Derby and to the Biolan]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk. Vyp.100. T. 1. Herson, 2018. S. 111–118. [in Ukrainian].
17. Karpenko V. P., Prytuljak R. M., Chernega A. O. Rozrobka elementiv biologizovanykh tehnologij vyroshhuvannja sil's'kogospodars'kykh kul'tur z vykorystannjam reguljatoriv rostu roslin i gerbicydiv [Development of elements of biologizovanykh technologies of growing of agricultural cultures is with the use of regulators of growth of plants and herbicides] / za red. V. P. Karpenka. Uman': Vydavec' „Sochins'kyj”, 2016. 357 s. [in Ukrainian].
18. Poltoretskyi S. P. Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. Bulletin of Uman NUH. 2017. P. 59–64.
19. Grycajenko Z. M., Grycajenko A. O., Karpenko V. P. Metody biologichnykh ta agrohimiichnykh doslidzhen' roslin i g'runtiv [Methods of biological and agricultural chemistry researches of plants and soils]. K.: ZAT «Nichlava», 2003. 320 s. [in Ukrainian].
20. Nichiporovich A. A. O putjah povyshenija produktivnosti fotosinteza rastenij v posevah [About the ways of increase of the productivity of photosynthesis of plants in sowing]. V kn.: Fotosintez i voprosy produktivnosti rastenij. M.: AN SSSR, 1963. S. 5–36. [in Russian].
21. Dospehov B. A. Metodika polevogo opyta [Method of the field experience]. M.: Agropromizdat, 1985. 350 s. [in Russian].
22. Karpenko V. P., Pavlyshyn S. V. Pigmentna sistema pshenyzi polby zvyčajnoi' za vykorystannja gerbicydu Prima Forte 195 i reguljatora rostu roslin Vuksal BIO Vita [Pigmental system of wheat of polbi ordinary for the use of herbicide of Prima Forte 195 and regulator of growth of plants of Vuksal BIO Vita]. Visnyk Umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnyctva. 2018. № 1. S. 100–103. [in Ukrainian].
23. Karpenko V. P., Marchenko K. Ju. Formuvannja okremykh fiziologo-biohimichnykh pokaznykiv vivsa golozerneho za dii' mikrobnogo preparatu Melanoriz ta reguljatora rostu roslin Agrolajt [Forming of separate fiziologo-biochemical indexes of oat of hulless for actions microbial preparation of Melanoriz and regulator of growth of plants of Agrolajt]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk. Herson's'kyj derzhavnyj agrarno-ekonomichnyj universytet. Herson, 2021. Vyp. 118. S. 105–113. [in Ukrainian].
24. Marchenko K. Ju. Fotosyntetychna produktyvnist' posiviv vivsa golozerneho za dii' biologichnykh preparativ [The fotosintetichna productivity of sowing of oat hulless is for the actions of biological preparations]. Selekcija, genetika ta tehnologij' vyroshhuvannja sil's'kogospodars'kykh kul'tur. Materialy IH Mizhnarodnoi' nauko-vo-praktychnoi' konferencii molodyh vchenykh i specialistiv (s. Central'ne, 23 kvitnja 2021 r.). s. Central'ne, Ukrai'na. 2021. S. 72–73. Elektronnyj resurs: <http://confer.uesr.sops.gov.ua>. [in Ukrainian].

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ РОСЛИНАМИ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

МОЛДОВАН Ж.А. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-1180-5969>

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кормів та сільського господарства Поділля
Національної академії аграрних наук України

МОЛДОВАН В.Г. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-3145-1686>

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кормів та сільського господарства Поділля
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Зміна природно-кліматичних умов, попит на світовому ринку та висока рентабельність кукурудзи роблять цю культуру привабливою для виробників. Природно-економічні умови України дозволяють не тільки забезпечити внутрішні потреби, а значно наростити експортний потенціал зерна кукурудзи. 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.

Науковими дослідженнями в різних ґрунтово-кліматичних зонах та практикою українських аграріїв доведено, що гарантією гарного врожаю кукурудзи є сприятливі погодні умови та чітке дотримання технології вирощування цієї культури [1; 2; 3]. Ми, на жаль, не можемо змінити природні фактори, але, маючи у розпорядженні низку агротехнічних та агрономічних прийомів і заходів, можемо істотно вплинути на імунітет рослин, підвищити їх стресо- та посухостійкість, оптимізувати використання доступних елементів живлення та вологі для формування вегетативної маси й генеративних органів [4; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для оптимізації продукційного процесу та формування максимально можливого врожаю кукурудзи важливу роль відіграє розмір листового апарату рослин, який акумулює сонячну радіацію у процесі фотосинтезу і забезпечує створення органічних речовин [6]. Адже встановлено, що втрата рослинами 25% листків на всіх стадіях розвитку, окрім періоду «викидання волоті–молочна стиглість», призводить до зменшення врожайності зерна кукурудзи на 10% [7; 8].

Одним із елементів технології вирощування, які мають безпосередній вплив на формування площі листової поверхні, є покращення живлення впродовж вегетаційного періоду шляхом внесення мінеральних добрив, мікродобрив, бактеріальних препаратів і стимуляторів росту рослин. Саме тому, розробляючи систему удобрення, необхідно враховувати те, що в процесі онтогенезу рослини кукурудзи потребують не лише традиційних елементів мінерального живлення, але й мікроелементів, важ-

ливими серед яких є: Zn, B, Mo, Co, Mn, Cu та інші, які відіграють найбільшу роль у життєдіяльності рослин кукурудзи [9].

Оскільки збільшення листової поверхні відбувається нерівномірно протягом вегетації [10] та значною мірою визначається кількістю поживних речовин у ґрунті, зокрема мікроелементів, то доцільним є проведення позакоренових підживлень у критичні фази розвитку рослин кукурудзи, адже біологічно активні сполуки здатні зумовлювати рістрегулювальний, імуностимулювальний та адаптогенний вплив на рослини. Разом з тим фізіологічно активні речовини можуть сприяти мобілізації генетичних можливостей рослинного організму сільськогосподарських культур і кукурудзи зокрема [6; 11].

За результатами проведених вітчизняними науково-дослідними установами спостережень і досліджень встановлено, що за проведення позакоренових підживлень у рослин кукурудзи відбувалося посилення ростових процесів [12], формувалася більша кількість листків, збільшувалася їхня маса та площа листової поверхні [3; 5; 6; 13], зростав листовий індекс [13], що зумовлювало покращення біометричних показників [14; 15] і показників якості зерна та підвищення врожайності загалом [16].

Мета – дослідити вплив допосівної обробки насіння та позакоренового підживлення на формування площі листової поверхні гібридами кукурудзи скоростиглих груп в умовах Лісостепу Західного.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися Хмельницькою ДСГДС ІКСГП НААН впродовж 2019–2020 рр. на чорноземах опідзолених, середньосуглинкових. Ґрунт достатньо насичений основами – 39,8–42,0 мг екв. на 100 г, має гідролітичну кислотність 1,8–2,7 мг екв. на 100 г ґрунту. Вміст гумусу (за Тюрнімом) – 3,2%. Формами поживних речовин середньо забезпечений: вміст азоту, що легко гідролізується, – 14,4–16,6, фосфору рухомого – 11,0–12,0, калію обмінного – 7,8–8,0 мг на 100 г ґрунту.

Експеримент закладено та проведено у польовому двофакторному досліді відповідно до методики дослідної справи в агрономії [17]. У схему

досліді були включені такі чинники, як: фактор А – гібрид кукурудзи та фактор Б – способи допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення кукурудзи.

Технологія вирощування кукурудзи, окрім досліджуваних чинників, є загальноприйнятою для зони Західного Лісостепу. Сівба ранньостиглого гібрида ДН Меотида та середньораннього ДБ Хотин проводилася в оптимальні для регіону строки – III декаді квітня із запланованою передзбиральною густрою стояння відповідно 90 та 85 тис. рослин/га сівалкою СУ-12. Допосівна обробка насіння проводилася в день сівби, підживлення рослин кукурудзи – у фазі розвитку: 3–5 і 7–9 листків згідно зі схемою досліді.

Об'єктом дослідження був процес формування листової продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. Предмет дослідження – мікродобрива та стимулятори росту рослин і способи їх застосування. Методи досліджень: польовий, лабораторні, морфологічні, фізичні, порівняльно-розрахункові.

Результати досліджень. Проведені нами дослідження також свідчать про те, що в умовах Лісостепу Західного показники площі листової поверхні рослин кукурудзи істотно змінювалися залежно від фази їх розвитку, допосівної обробки насіння, позакореневого підживлення та гібридного складу.

Зокрема, встановлено, що у фазі розвитку від третього до восьмого листка листя кукурудзи росте повільно, оскільки в цей період рослини переходять на самостійне живлення. У них починає формуватися коренева система та генеративні органи, відбувається формування конуса наростання волоті, а також закладається конус наростання майбутнього жіночого суцвіття (качана). Кожен наступний листок з'являється через три–шість діб після попереднього. За нашими підрахунками у фазу 5–6 листків площа листової поверхні ранньостиглого гібрида становила у ДН Меотида 2,72–3,45 тис. м²/га, у середньораннього гібриду ДБ Хотин – 3,00–3,79 тис. м²/га (табл. 1). Порівняно з контролем зростання площі листової поверхні становило 10,3–26,8% та 9,3–26,3% відповідно.

Зростання листя від восьмого до одинадцятого листка відбувається швидко, з проміжками в один-два дні, оскільки на цей час коренева система досить розвинена. Цей період визначається як початок стеблуння – формування вузлів і міжвузлів. Як наслідок, площа листової поверхні досліджуваних гібридів у фазу 8–9 листків збільшилася до 17,68–22,43 тис. м²/га та 19,48–24,67 тис. м²/га відповідно.

У період від утворення 10-го листка й до повного цвітіння триває найінтенсивніший ріст рослин і формування листової поверхні. Разом з тим відбувається формування генеративних органів (чоловічого та жіночого суцвіття), елементів продуктивності (довжина качана та кількість зерен у рядках). У фазу цвітіння волоті нами зафіксовано найбільшу площу листової поверхні у обох досліджуваних гібридів кукурудзи: 31,83–40,37 тис. м²/га – у ранньостиглого гібрида ДН Меотида та 35,06–44,40 тис. м²/га – у середньораннього гібрида ДБ Хотин. Допосівна

обробка насіння та двократне позакореневе підживлення впродовж вегетації зумовило зростання показників площі листової поверхні відповідно на 10,1–26,7% та 9,7–26,9% порівняно з контролем.

За нашими підрахунками найменше зростання площі листової поверхні та висоти рослин кукурудзи у обох досліджуваних скоростиглих гібридів кукурудзи, порівняно з контролем, відзначено на варіанті, де передбачалося лише використання стимуляторів росту для обробки насіння Вимпел-К та дворазової обробка посівів стимулятором росту Вимпел-2. Площа листової поверхні за такого способу живлення збільшувалася відповідно на 10,1% та 9,7% порівняно з контролем.

Найбільш ефективним серед досліджуваних виявився варіант, де передбачалося проведення допосівної обробки насіння комплексом препаратів (Вимпел-К + Оракул насіння + Оракул цинк) з подальшою обробкою посівів кукурудзи у фазу 3–5 листків (Вимпел-2 + Оракул фосфор) та у фазу 7–9 листків (Вимпел-2 + Оракул цинк + Оракул магній), що забезпечило збільшення площі листової поверхні у ранньостиглого гібрида ДН Меотида на 26,7% та у середньораннього гібрида ДБ Хотин на 26,9%.

Подальші спостереження за зміною показника площі листової поверхні засвідчили її зменшення починаючи з фази молочної стиглості, що відбувалося внаслідок часткового відмирання листя у нижньому ярусі рослин.

Разом з тим варто зазначити, що підвищення площі листової поверхні у ценозі не завжди є позитивним, оскільки у разі загущення посівів можливе затінення нижніх листків верхніми і, як наслідок, погіршення радіаційних умов та зменшення інтенсивності фотосинтезу посіву [6]. Саме тому нами було досліджено зміни листового індексу, який характеризує фотосинтетичну активність посіву. Його значення у фазу максимальних показників площі листової поверхні коливалися для ранньостиглого гібрида ДН Меотида від 3,18 до 4,04, для середньораннього гібрида ДБ Хотин – від 3,51 до 4,44 залежно від варіанту живлення (табл. 2) за умови, що оптимальний індекс листової поверхні для кукурудзи на зерно становить 3–4, на силос – 3–6 [10].

Висновки. Використання препарату для обробки насіння Вимпел-К, стимулятора росту Вимпел та комплексних мікродобрив Оракул позитивно впливає на формування площі листової поверхні рослин кукурудзи ранньостиглого гібрида ДН Меотида та середньораннього гібрида ДБ Хотин впродовж усього вегетаційного періоду. Найбільш ефективним серед досліджуваних виявився варіант, де передбачалося допосівна обробка насіння комплексом препаратів (Вимпел-К + Оракул насіння + Оракул цинк) з подальшою обробкою посівів кукурудзи у фазу 3–5 листків (Вимпел-2 + Оракул фосфор) та у фазу 7–9 листків (Вимпел-2 + Оракул цинк + Оракул магній), що забезпечило збільшення площі листової поверхні у ранньостиглого гібрида ДН Меотида на 26,7% та у середньораннього гібрида ДБ Хотин на 26,9%.

Таблиця 1 – Наростання площі листової поверхні рослин кукурудзи за фазами розвитку залежно від допосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, тис. м²/га (середнє за 2019–2020 рр.)

Варіант допосівної обробки насіння та позакоренового підживлення	5–6 листіків	8–9 листіків	Цвітіння волоті	Молочна стиглість	Воскова стиглість
ДН Меотида					
Контроль (без обробки насіння та посівів)	2,72	17,68	31,83	31,21	28,12
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,00	19,49	35,09	34,40	30,99
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/га; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,17	20,61	37,10	36,37	32,77
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га + Оракул цинк 1,0 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,36	21,85	39,33	38,56	34,74
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул фосфор, 2,0 л/га у фазу 3–5 листків та Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул цинк, 1,0 л/га + Оракул магній, 2,0 л/га у фазу 7–9 листків	3,45	22,43	40,37	39,58	35,66
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Оракул цинк, 1,0 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,26	21,19	38,15	37,40	33,69
ДБ Хотин					
Контроль (без обробки насіння та посівів)	3,00	19,48	35,06	34,37	30,96
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,28	21,36	38,44	37,69	33,95
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/га; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,47	22,54	40,58	39,78	35,84
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га + Оракул цинк 1,0 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,69	24,02	43,23	42,36	38,18
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул фосфор, 2,0 л/га у фазу 3–5 листків та Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул цинк, 1,0 л/га + Оракул магній, 2,0 л/га у фазу 7–9 листків	3,79	24,67	44,40	43,53	39,21
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Оракул цинк, 1,0 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,57	23,37	42,06	41,23	37,15

Таблиця 2 – Листковий індекс гібридів кукурудзи у фазу цвітіння залежно від допосівної обробки насіння та позакоренових підживлень (середнє за 2019–2020 рр.)

Варіант допосівної обробки насіння та позакоренового підживлення	ДН Меотида	ДБ Хотин
Контроль (без обробки насіння та посівів)	3,18	3,51
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,51	3,84
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/га; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,71	4,05
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га + Оракул цинк 1,0 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,93	4,32
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул фосфор, 2,0 л/га у фазу 3–5 листків та Вимпел-2, 0,5 л/га + Оракул цинк, 1,0 л/га + Оракул магній, 2,0 л/га у фазу 7–9 листків	4,04	4,44
Обробка насіння Вимпел-К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Оракул цинк, 1,0 л/га у фазі 3–5 листків та 7–9 листків	3,81	4,21

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Рудавська Н.М., Глива В.В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 120–123.
- Волощук О.П., Волощук І.С., Глива В.В., Пашак М.О. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36. URL: [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3).
- Камінський В.Ф., Асанішвілі Н.М. Особливості росту і розвитку рослин кукурудзи в посівах та їх фотосинтетична діяльність залежно від технології вирощування в умовах Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (II). С. 92–112. DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-6.
- Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Коковіхін С.В., Біляева І.М., Дробітько А.В. Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство*. 2020. № 73. С. 21–26. URL: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3>.
- Паламарчук В.Д., Соломон А.М. Дослідження формування площі асиміляційної поверхні у кукурудзи залежно від позакоренових підживлень. *Корми і кормовиробництво*. 2021. № 92. С. 82–94. URL: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnystvo202192-08>.
- Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Забара П.П. Вплив елементів технологій вирощування на площу асиміляційної поверхні посівів ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 12(825). С. 51–58. DOI: <http://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-07>.
- Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. Кукурудза: селекція та вирощування гібридів: монографія. Вінниця, 2009. 199 с.
- Надь Янош. Кукурудза. Вінниця: ФОП Д.Ю. Корзун, 2012. 580 с.
- Господаренко Г.М. Система застосування добрив: навчальний посібник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна». 2015. 332 с.
- Чернобай Л. Особливості росту кукурудзи в літній період. *Пропозиція*. 2019. № 7. С. 10–13.
- Коваленко О., Полянчиков С., Ковбель А. Позакореневі обробки – важливий складник збалансованої системи живлення. *Пропозиція*. 2015. № 4. С. 64–65.
- Мазур В.А., Циганська О.І., Шевченко Н.В. Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 5–12.
- Мазур В.А., Шевченко Н.В. Формування площі листової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10. № 1–2. С. 108–114.
- Марченко Т.Ю., Михаленко І.В., Хоменко Т.М. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробки мікродобривами за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15. № 1. С. 71–79. URL: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486>.
- Іванишин О.С. Показники структури урожаю зерна кукурудзи залежно від гібриду, норми добрив та мікродобрива в умовах Лісостепу Західного. *Young Scientist*. № 3 (91). 2021. С. 15–19. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-3-91-4>.
- Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакоренового підживлення в умовах Лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Том 10. № 1. С. 18–26 DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.01.018>.
- Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. *Теоретичні аспекти дослідної справи*. / за ред. А.О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

REFERENCES:

1. Rudavska N.M., Hlyva V.V. (2018). Formuvannya produktyvnosti hibrydiv kukurudzy v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Formation of productivity of maize hybrids in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*. 64. C. 120–123 [in Ukrainian].
2. Voloshchuk O.P., Voloshchuk I.S., Hlyva V.V., Pashchak M.O. (2019). Biologichni vymogy hibrydiv kukurudzy do umov vyroshchuvannya v Zakhidnomu Lisostepu [Biological requirements of corn hybrids to growing conditions in the Western Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*, 65, 22–36. Retrieved from: [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3) [in Ukrainian].
3. Kaminsky V.F., Asanishvili N.M. (2020). Osoblyvosti rostu i rozvytku roslyn kukurudzy v posivakh ta yikh fotosyntetichna diyalnist zalezno vid tekhnolohiyi vyroshchuvannya v umovakh Lisostepu [Features of growth and development of maize plants in crops and their photosynthetic activity depending on the growing technology in the Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*, 67 (II). 92–112. DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-6 [in Ukrainian].
4. Hadzalo Ya.M., Vozhehova R.A., Kokovikhin S.V., Bilyayeva I.M., Drobitko A.V. (2020). Naukove obgruntuvannya tekhnolohiy vyroshchuvannya kukurudzy na zroshuvanykh zemlyakh iz urakhuvannyam hidrotermichnykh chynnykiv i zmin klimatu [Scientific substantiation of corn cultivation technologies on irrigated lands taking into account hydrothermal factors and climate change. Irrigated agriculture: interagency thematic scientific collection]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 73. 21–26. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3> [in Ukrainian].
5. Palamarchuk V.D., Solomon A.M. (2021). Doslidzhennya formuvannya ploshchi asimilyatsiynoyi poverkhni u kukurudzy zalezno vid pozakorenevnykh pidzhyvlen [Research of the corn assimilation surface formation depending on foliar feeding]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feeds and Feed Production*. 92. 82–94. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-08> [in Ukrainian].
6. Vozhehova R.A., Lavrynenko Yu.O., Marchenko T.Yu., Pilyarska O.O., Zabara P.P. (2021). Vplyv elementiv tekhnolohiy vyroshchuvannya na ploshchu asimilyatsiynoyi poverkhni posiviv liniy – batkivskykh komponentiv hibrydiv kukurudzy v umovakh zroshennya [Influence of elements of growing technologies on the area of the assimilation surface of seeds of lines – parental components of hybrids of corn under irrigation]. *Visnyk ahrarynoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 12 (825). 51–58. DOI: <http://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-07> [in Ukrainian].
7. Palamarchuk V.D., Mazur V.A., Zozulya O.L. (2009). Kukurudza: selektsiya ta vyroshchuvannya hibrydiv: Monohrafiya [Maize selection and cultivation of hybrids: Monograph]. Vinnytsya. 199 p. [in Ukrainian].
8. Nad Yanosh (2012). Kukurudza [Maize]. Vinnytsya, FOP D.Iu. Korzun. 580 h. [in Ukrainian].
9. Hospodarenko H.M. (2015). Systema zastosuvannya dobryv: navchalnyi posibnyk [Fertilizer application system]. Kyiv: TOV “SIK HRUP Ukrayina”. 332 p. [in Ukrainian].
10. Chernobay L. (2019). Osoblyvosti rostu kukurudzy v litniy period [Features of corn growth in summer]. *Propozytsiya – Proposal*. 7. 10–13 [in Ukrainian].
11. Kovalenko O., Polyanchikov S., Kovbel A. (2015). Pozakorenevi obrobky – vazhlyvyi skladnyk zbalansovanoi systemy zhyvlennya [Foliar treatment is an important component of a balanced nutrition system]. *Propozytsiya – Proposal*. 4. 64–65 [in Ukrainian].
12. Mazur V.A., Tsyhanska O.I., Shevchenko N.V. (2018). Vysota roslyn kukurudzy zalezno vid tekhnolohichnykh pryomiv vyroshchuvannya [Height of corn plants depending on technological methods of cultivation]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. 8. 5–12 [in Ukrainian].
13. Mazur V.A., Shevchenko N.V. (2018). Formuvannya ploshchi lystkovoyi poverkhni roslyn hibrydiv kukurudzy zalezno vid tekhnolohichnykh pryomiv vyroshchuvannya [Formation of the leaf surface of corn hybrids depending on technological growing methods]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya – Biological Resources and Nature Management*. 10. 1–2. 108–114 [in Ukrainian].
14. Marchenko T.Yu., Mikhaleiko I.V., Khomenko T.M. (2019). Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO zalezno vid obrobky mikroobryvamy za umov zroshennya [Biometric parameters of maize hybrids of different FAO groups depending on micronutrient treatment under irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and Protection*. 15(1), 71–79. Retrieved from: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486> [in Ukrainian].
15. Ivanyshyn O.S. (2021). Pokaznyky struktury urozhayu zerna kukurudzy zalezno vid hibrydu, normy dobryv ta mikroobryvamy v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Indicators of the maize yield structure depending on the hybrid, the rate of fertilizers and microfertilizers in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Young Scientist*. 3 (91). 15–19. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-3-91-4> [in Ukrainian].
16. Krestyaninov E.V., Ermakova L.M., Antal T.V. (2019). Formuvannya vrozhayu ta yakosti zerna kukurudzy zalezno vid fonu ta pozakorenevoho pidzhyvlenya v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu [Formation of yield and quality of corn grain depending on the background and foliar feeding in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe]. *Roslynnystvo ta hruntoznavstvo – Crop and Soil Science*, 10(1), 18–26. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.01.018> [in Ukrainian].
17. Rozhkov A.O., Puzik V.K., Kalenska S.M. ta in. (2016). Doslidna sprava v ahronomii: navchalnyi posibnyk: u 2 kn. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy; za red. A.O. Rozhkova [Research in agronomy: textbook. Aid.: in 2 books. Book 1. Theoretical aspects of research; for order. AO. Rozhkova]. Kharkiv: Maidan, 316 s. [in Ukrainian].

МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ В 2021 РОЦІ

МОРОЗОВ О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0002-5617-0813>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

МОРОЗОВ В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0002-2594-883X>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

КОЗЛЕНКО Є.В. – кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0003-3001-8220>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Інгулецька зрошувальна система (ІЗС) є унікальною за багатьох ознак, у тому числі за технологією формування якості води. На відміну від більшості інших зрошувальних систем, джерело зрошення (річка Інгулець) забруднено внаслідок багаторічного впливу промислових підприємств міста Кривого Рогу. Тому для забезпечення якості поливної води, придатної для зрошення, необхідно здійснювати додаткові інженерно-технічні та меліоративні заходи. З 2011 року необхідна якість поливної води формується шляхом проведення щорічних промивок річки Інгулець водою з Карачунівського водосховища (що поповнюється своєю чергою водою річки Дніпро) з квітня (березня) по серпень (липень).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам якості води Інгулецької зрошувальної системи, її формуванню та придатності для зрошення присвячені дослідження О.М. Алмазова, В.Г. Ткачук, В.В. Морозова, Є.В. Козленка, О.В. Морозова, В.М. Нежлукченка, Є.Г. Волочнюка, П.І. Ковальчука, Р.Ю. Коваленка, В.К. Хільчевського, Р.Л. Кравчинського, О.В. Чунарьова та ін. [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9].

Мета роботи – виявити закономірності та отримати моделі формування мінералізації та гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу за 2021 рік.

Матеріали та методика досліджень. У розвідці використані дані досліджень авторів статті, матеріали Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи Державного агентства водних ресурсів України.

Методи досліджень: польовий експеримент, лабораторні аналізи води за стандартними методиками, регресійний і кореляційний аналіз, системний підхід і системний аналіз, узагальнення даних, порівняння.

Умови досліджень. Повернення підземних (шахтних) вод, що утворилися внаслідок видобутку залізної руди у Криворізькому басейні, з господарської ланки кругообігу води в природні ланки здійснюється за допомогою технічних споруд і засобів штучно створеного ставка – накопичувача шахтних вод у балці Свистунова шляхом їх скиду у р. Інгулець. Для випусків зворотних вод з оперативним

регулюванням витрат умови скиду зворотних вод встановлюються у формі індивідуальних оперативних регламентів з урахуванням вимог щодо якості води у водному об'єкті у контрольних створах нижче скиду зворотних вод.

Необхідність розробки щорічного індивідуального регламенту скиду зумовлена періодичним характером скиду надлишків зворотних вод (листопад–лютий), зміною обсягів скиду залежно від водогосподарської ситуації на гірничорудних підприємствах, витрат та джерел для розбавлення зворотних вод, фактичної гідрологічної та гідрохімічної ситуації в басейні р. Інгулець тощо.

У разі прийняття рішень щодо регламентованого (дозованого) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми слід керуватись критеріями, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності у сфері використання і охорони вод відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 27.12.2008 р. № 1139 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності у сфері використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів і визначається періодичність проведення планових заходів, пов'язаних з державним наглядом (контролем)». Саме до суб'єктів господарювання з високим ступенем ризику належать підприємства з видобування, первинного збагачення та переробки руд, яким належать гідротехнічні споруди (хвостосховища, накопичувачі тощо), господарська діяльність на яких може призвести до аварій на об'єктах підвищеної небезпеки.

Прийняття рішення про регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми потрібно обґрунтовувати за такими принципами, як:

- принцип виправданості: зазначений попереджувальний захід повинен бути виправданим, тобто отримана користь для суспільства від відвернутої цим заходом екологічної та економічної шкоди повинна бути більша, ніж сумарний збиток, пов'язаний з його проведенням;

- принцип неперевищення: повинні бути застосовані всі можливі заходи для обмеження негативного впливу на рівні, нижчому за поріг припустимих впливів;

– принцип оптимізації: режим регламентованого (дозованого) скидання надлишків зворотних вод (або комбінація декількох контрзаходів, наприклад часткове розбавлення зворотних вод під час їх скиду), його масштаби та тривалість повинні вибиратися таким чином, щоб різниця між сумарною користю та сумарним збитком була не тільки додатною, але і максимальною.

Об'єктивною підставою, яка будується на наведених принципах, є реальна потреба в проведенні випереджувального регульованого (дозованого) скиду надлишків зворотних вод у міжвегетаційний період у р. Інгулець з метою недопущення перепоповнення ставка-накопичувача, що, зважаючи на історичний досвід його наповнення, вже призводило до аварійних витоків шахтної води через ложе ставка, задля недопущення припинення відкачки підземних вод у Кривбасі, аварій і надзвичайних ситуацій на об'єктах підвищеної техногенної небезпеки, зупинки роботи шахт і гірничо-збагачувальних комбінатів, втрати значних запасів залізних руд та виникнення низки некерованих техногенних катастроф у регіоні (зсуви, провалля, підняття рівня підземних вод тощо), пов'язаних із затопленням відпрацьованого простору та підземних гірничих виробіток.

На виконання пункту 2 розпорядження Кабінету Міністрів України (КМУ) від 28.12.2020 року № 1670-р «Про запобігання виникненню аварійної ситуації на ставку-накопичувачу, розташованому на території Криворізького району Дніпропетровської області», на підставі гідрологічного прогнозу щодо весняної повені у 2021 році у басейні р. Інгулець, а також протоколу засідання Міжвідомчої комісії з узгодження режимів водосховищ та водогосподарських систем р. Інгулець суббасейну нижнього Дніпра у 2021 році Держводагентством України було затверджено «Регламент промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець у 2021 році».

Чинним регламентом передбачалось здійснити промивання річки Інгулець (табл. 1).

Результати досліджень. З метою виявлення особливостей і закономірностей формування гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу (ІМК) у 2021 році виконано кореляційний і регресійний аналізи даних.

Модель формування аніонного складу зрошувальних вод. Кореляційно-регресійним аналізом встановлено, що наявний сильний функціональний зв'язок між мінералізацією зрошувальної води та іонами хлору ($r = 0,99$) та сульфат іонами ($r = 0,99$); слабкий – між мінералізацією зрошувальної води та гідрокарбонат-іонами ($r = 0,47$).

Встановлено, що в міру підвищення мінералізації зрошувальної води пропорційно зростає вміст іонів хлору та сульфат-іонів, гідрокарбонат-іони відіграють другорядну роль у формуванні гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу. Рівняння регресії, коефіцієнти кореляції наведені на рис. 1.

Аналіз моделі формування гідрохімічного складу зрошувальної води свідчить, що для запобігання перевищенню іонів хлору 350 мг-екв/дм³ та сульфат-іонів 500 мг-екв/дм³ мінералізація зрошувальної води не повинна перевищувати 1500 мг/дм³.

Модель формування катіонного складу зрошувальних вод. Кореляційно-регресійним аналізом встановлено сильний функціональний зв'язок між мінералізацією зрошувальної води та іонами кальцію ($r = 0,92$) та іонами магнію ($r = 99$); слабкий – між мінералізацією зрошувальної води та іонами натрію і калію ($r = 0,02$).

У міру підвищення мінералізації зрошувальної води пропорційно буде зростати вміст іонів магнію та кальцію, іони натрію та кальцію відіграють другорядну роль у формуванні гідрохімічного складу зрошувальної води ІМК. Рівняння регресії, коефіцієнти кореляції наведені на рис. 2.

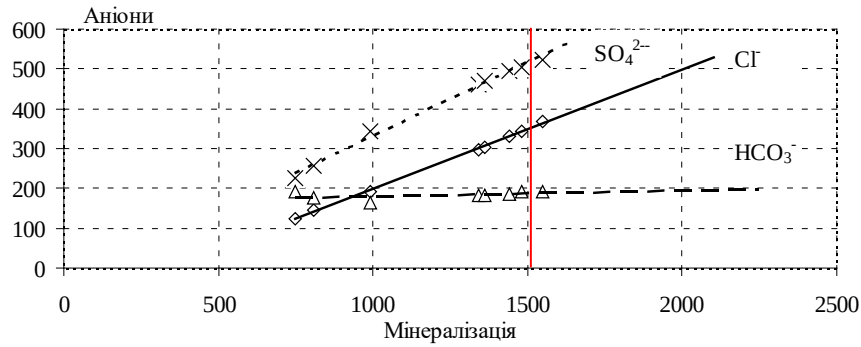
Використовуючи графіки, наведені на рис. 1 та рис. 2 щодо мінералізації поверхневих вод, визначеної за допомогою експрес-аналізу (наприклад, солеміру), можна оперативно визначати гідрохімічний склад зрошувальної води в Інгулецькій зрошувальній системі.

В умовах Регламенту промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець у 2021 році виявлено особливості і закономірності формування вмісту хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець залежно від витрат води (рис. 3, 4).

За результатами кореляційного та регресійного аналізів даних отримана модель формування вмісту

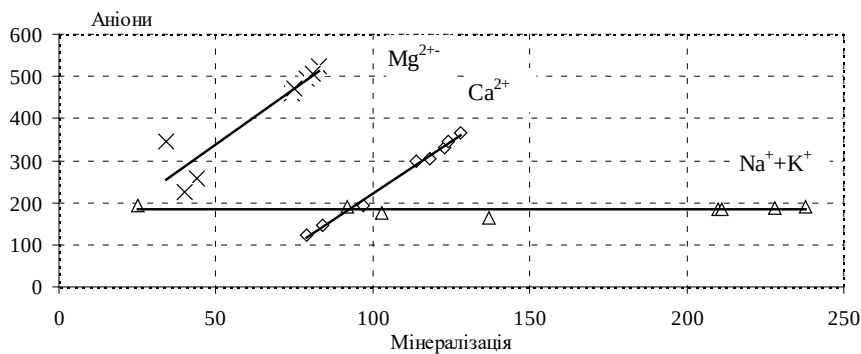
Таблиця 1 – План промивання р. Інгулець та фактичне промивання у 2021 році

Промивання р. Інгулець	
План	Факт
20 березня – поступове збільшення попусків до 20 м³/с;	20 березня – поступове збільшення попусків до 20 м³/с;
21 березня–13 квітня – 20 м³/с;	21 березня–13 квітня – 20 м³/с;
14 квітня–31 травня – 11 м³/с;	з 25.05. – 9 м³/с
1 червня–31 липня – 10 м³/с;	
1 серпня–12 вересня – 7 м³/с.	
Екологічне оздоровлення р. Інгулець	
13 вересня–20 жовтня – 3,5 м³/с.	
Загальний обсяг скиду з Карачунівського водосховища для промивання русла р. Інгулець становитиме 148 млн м³.	
Загальний обсяг для екологічного оздоровлення – 12 млн м³.	
Загальна розрахункова потреба подачі води становитиме близько 160 млн м³.	



Аніони	Рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації	Коефіцієнт кореляції
Cl ⁻	$Y = 0,3x - 101,65$	$R^2 = 0,9992$	$r = 0,99$
SO ₄ ²⁻	$Y = 0,3706x - 40,292$	$R^2 = 0,9935$	$r = 0,99$
HCO ₃ ⁻	$Y = 0,0138x + 167,70$	$R^2 = 0,2171$	$r = 0,47$

Рис. 1. Залежність мінералізації та аніонного складу зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)



Катіони	Рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації	Коефіцієнт кореляції
Mg ²⁺	$Y = 5,2704x + 74,012$	$R^2 = 0,8521$	$r = 0,92$
Ca ²⁺	$Y = 4,9546x - 274,08$	$R^2 = 0,9933$	$r = 0,99$
Na ⁺ +K ⁺	$Y = -0,0026x + 184,15$	$R^2 = 0,0004$	$r = 0,02$

Рис. 2. Залежність мінералізації та катіонного складу зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

хлоридів у зрошувальній воді залежно від витрат води р. Інгулець (рис. 4). Встановлено сильний функціональний зв'язок між вмістом хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець та витратами води (коефіцієнт кореляції (r) 0,85, коефіцієнт детермінації (R^2) 0,728).

У міру збільшення витрат води з Карачунівського водосховища пропорційно зменшується вміст іонів хлору. Для запобігання перевищенню іонів хлору більше 350 мг-екв/дм³ витрати води із Карачунівського водосховища повинні бути не менш ніж 10,0 м³/с (рис. 4).

За результатами кореляційного та регресійного аналізів даних отримана модель формування жорсткості води зрошувальної води залежно від витрат води р. Інгулець (рис. 4, 5).

У міру збільшення витрат води із каналу пропорційно зменшується вміст іонів хлору. Для формування допустимої жорсткості води витрати води із каналу повинні бути не менше ніж 10,0 м³/с (рис. 5, 6).

Добова динаміка хлоридів у р. Інгулець та Інгулецькому магістральному каналі представлена на рис. 7.

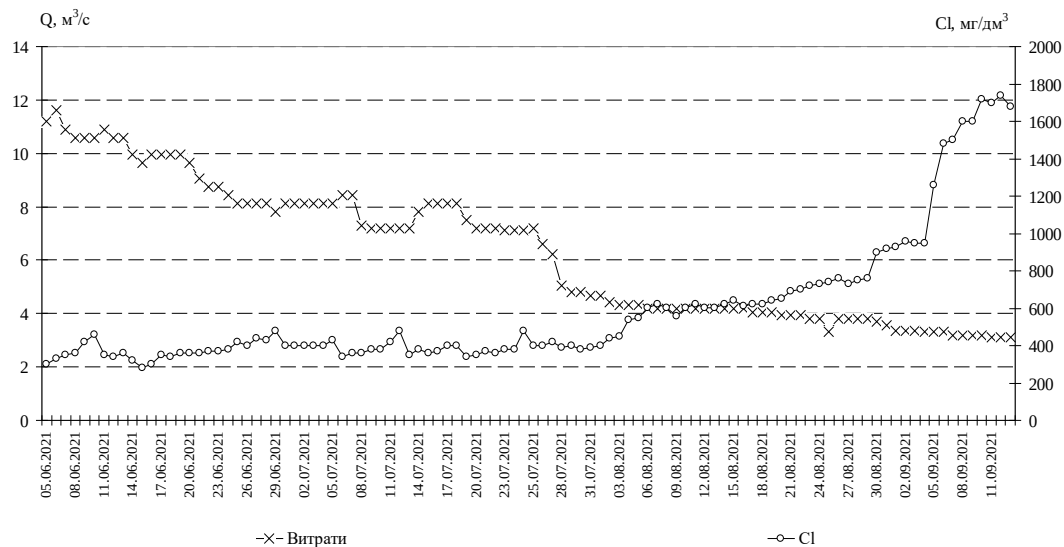


Рис. 3. Добова динаміка витрат води та вмісту хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець (гідропост Андріївка, 2021 р.)

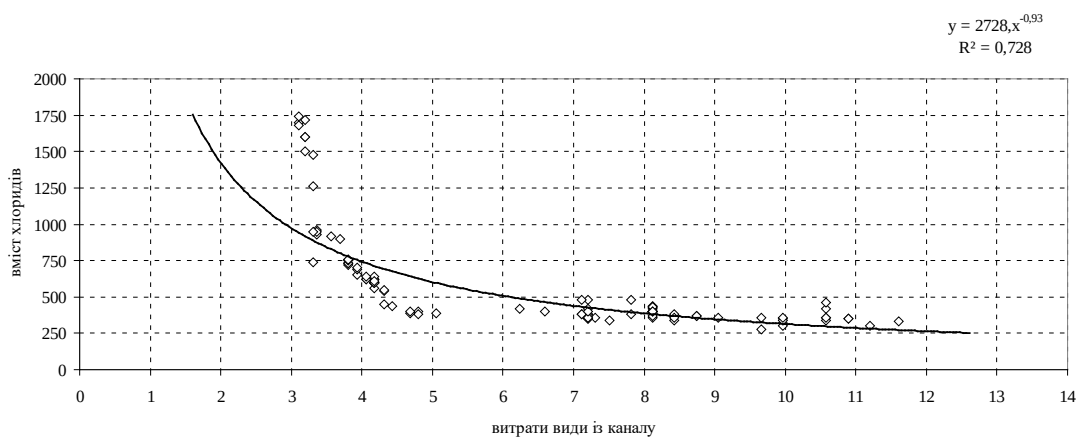


Рис. 4. Залежність вмісту хлоридів від витрат води р. Інгулець (гідропост Андріївка, 2021 р.)

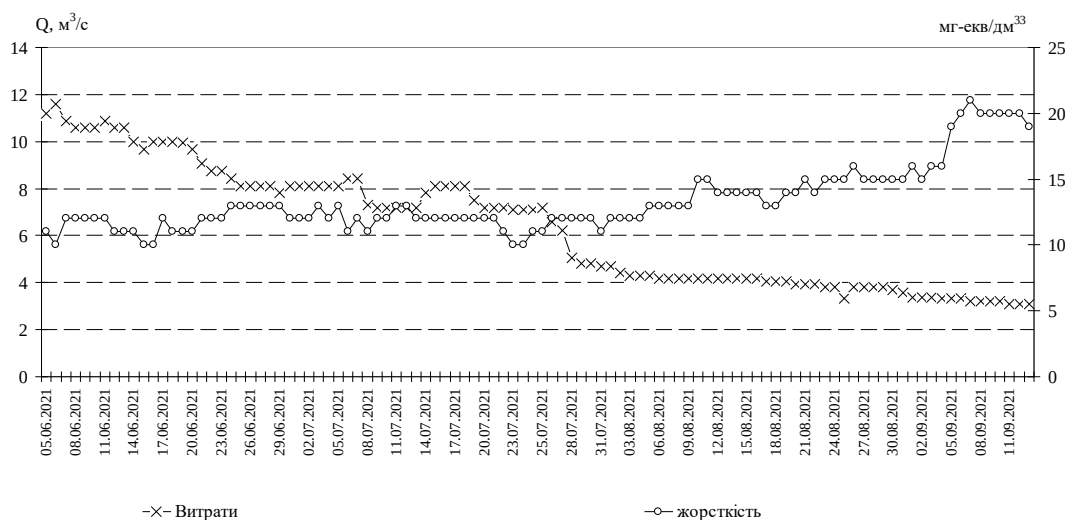


Рис. 5. Добова динаміка витрати води та жорсткості води р. Інгулець (гідропост Андріївка, 2021 р.)

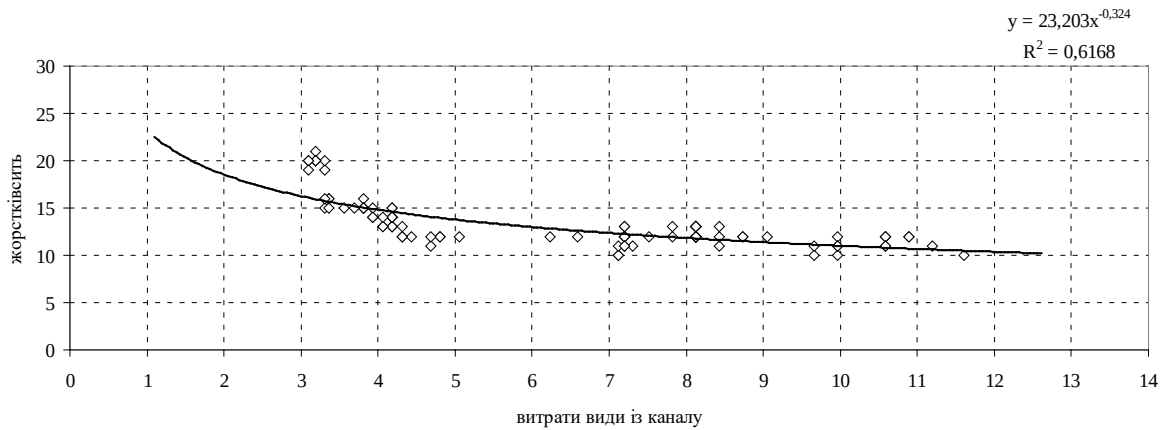


Рис. 6. Залежність жорсткості води від витрат води у р. Інгулець (гідропост Андріївка, 2021 р.)

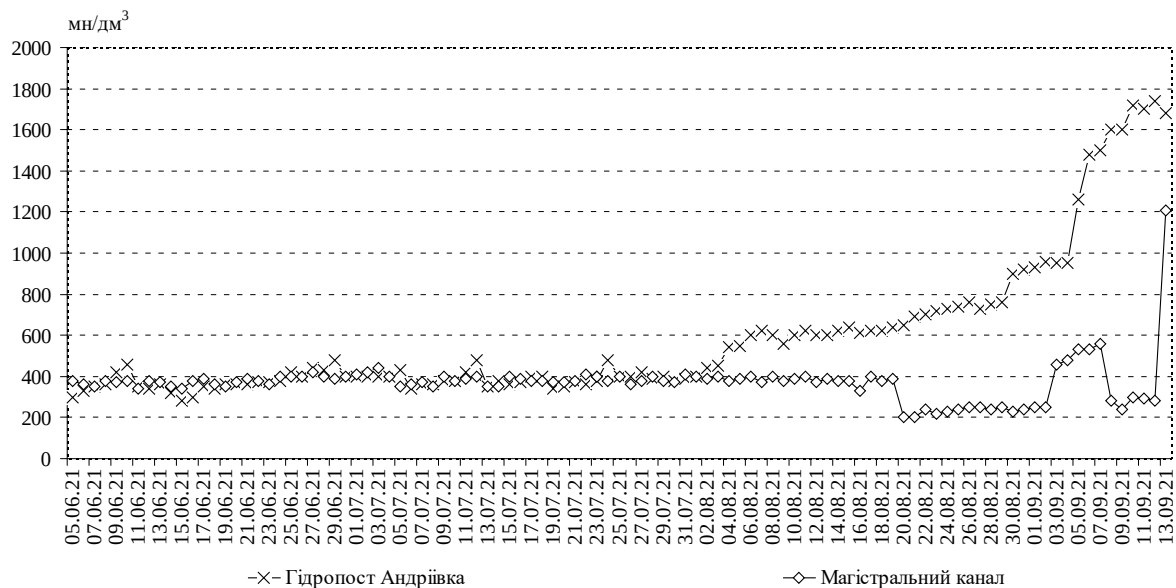


Рис. 7. Добова динаміка хлоридів у р. Інгулець та Інгулецькому магістральному каналі

Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні–вересні пояснюється тим, що у другій половині серпня внаслідок сприятливих умов по руслу р. Інгулець до гирла Головної насосної станції (ГНС) «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не відбувається щорічно, це окремий випадок. При цьому для формування більш-менш задовільної якості води у разі застосування технології «антирічка» необхідна постійна цілодобова робота не менш ніж чотири агрегати Головної насосної станції (ГНС), але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води [4].

Висновки.

1. Методами регресійного і кореляційного аналізів отримані моделі формування мінералізації та гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу за 2021 рік. У міру підвищення мінералізації зрошувальної води пропорційно зростатиме вміст іонів хлору, магнію, кальцію та сульфат-іонів. Гідрокарбонат-іони та іони натрію і калію відіграють другорядну роль у фор-

муванні гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу.

2. За поливний період 2021 р. мінералізація зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу коливалася від 1550 мг/дм³ (станом на 26.06.) до 750 мг/дм³ (станом на 25.08.). Середня мінералізація зрошувальної води становила 1215 мг/дм³. Зменшення мінералізації та відповідно вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні–вересні пояснюється тим, що у другій половині серпня внаслідок сприятливих умов по руслу р. Інгулець до гирла ГНС «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не відбувається щорічно, це окремий випадок. При цьому для формування більш-менш задовільної якості води у разі застосування технології «антирічка» необхідна постійна цілодобова робота не менш ніж чотири агрегати ГНС, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води.

3. В умовах Регламенту промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець у 2021 році виявлено особливості і закономірності формування

вмісту хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець залежно від витрат води. Встановлено сильний функціональний зв'язок між вмістом хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець та витратами води (коефіцієнт кореляції (r) 0,85, коефіцієнт детермінації (R^2) 0,728). У міру збільшення витрат води із Карачунівського водосховища пропорційно зменшується вміст іонів хлору. Для запобігання перевищенню іонів хлору більше 350 мг-екв/дм³ витрати попусків води із Карачунівського водосховища повинні бути не менш ніж 10,0 м³/с.

4. Дослідженнями встановлені динаміка і закономірності формування жорсткості води у поверхневих водах р. Інгулець залежно від витрат води. Виконано кореляційний і регресійний аналізи даних. Встановлено сильний функціональний зв'язок між жорсткістю води в р. Інгулець та витратами води (коефіцієнт кореляції (r) 0,78, коефіцієнт детермінації (R^2) 0,6168). У міру збільшення витрат води із Карачунівського водосховища пропорційно зменшується вміст іонів хлору. Для формування допустимої жорсткості води витрати попусків води із Карачунівського водосховища повинні бути не менш ніж 10,0 м³/с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Алмазов А.М. Прогноз химического состава воды для орошения и обводнения правобережных ингулецких земельных массивов и водоснабжения г. Николаева. Киев. 1957. 32 с.
2. Изменение мелиоративно-гидрогеологических условий водораздельных массивов под влиянием орошения : монография / В.Г. Ткачук и др. Киев : Урожай, 1970. 248 с.
3. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / за наук. ред. В.О. Ушкаренка, Р.А. Вожегової. Київ : Аграр. наука, 2010. 352 с.
4. Морозов В.В., Козленко Є.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води : монографія. Херсон : ПП «ЛТ-Офіс», 2015. 210 с.
5. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Новий варіант технології формування якості води Інгулецької зрошувальної системи при відновленні проектної площі зрошення. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2021. № 119. С. 43–51.
6. Морозов В.В., Нежлукченко В.М., Волочнюк Є.Г. Формування якості зрошувальної води на Інгулецькому масиві. Херсон : Колос, 2004. 228 с.
7. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку : монографія / за ред. О.В. Морозова. Херсон : Айлант, 2020. 204 с.
8. Коваленко Р.Ю., Ковальчук П.І. Аналіз методів управління якістю води для зрошення при промивках русла р. Інгулець дніпровською водою. *Індуктивне моделювання складних систем*. Київ, 2014. Випуск 6. С. 90–96.
9. Хильчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ : Ніка-Центр, 2012. 180 с.

REFERENCES:

1. Almazov A.M. (1957). Prognoz himicheskogo sostava vodyi dlya orosheniya i obvodneniya pravoberezhnykh inguletskikh zemelnykh massivov i vodosnabzheniya g. Nikolaeva [Forecast of the chemical composition of water for irrigation and watering of the right-bank Ingulets land massifs and water supply for the city of Nikolaev]. Kiev [in Russian].
2. Izmenenie meliorativno-gidrogeologicheskikh usloviy vodorazdelnykh massivov pod vliyaniem orosheniya: monografiya [Change of meliorative-hydrogeological conditions of watersheds under the influence of irrigation: monograph] / V.G. Tkachuk et al. 1970. Kiev: Urozhay [in Russian].
3. Zemli Inhuletskoi zroshuvanoi systemy: stan ta efektyvne vykorystannia [Lands of the Ingulets irrigation system: condition and effective use] / for science. ed. V.O. Ushkarenka, R.A. Vozhehovo. 2010. Kyiv: Ahrar. nauka [in Ukrainian].
4. Morozov V.V., Kozlenko Ye.V. (2015). Inhuletska zroshuvalna systema: pokrashchennia yakosti polyvnoi vody: monohrafiia [Ingulets irrigation system: improving the quality of irrigation water: monograph]. Kherson: PP "LT-Ofis" [in Ukrainian].
5. Kozlenko Ye.V., Morozov O.V., & Morozov V.V. (2021). Novyi variant tekhnolohii formuvannia yakosti vody Inhuletskoi zroshuvanoi systemy pry vidnovlenni proektnoi ploshchi zroshennia [A new variant of the technology of water quality formation of the Ingulets irrigation system during the restoration of the design area of irrigation]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurian Scientific Bulletin. Agricultural sciences*, 119, 43–51 [in Ukrainian].
6. Morozov V.V., Nezhlukchenko V.M., & Volochniuk Ye.H. (2004). Formuvannia yakosti zroshuvanoi vody na Inhuletskomu masivi [Formation of irrigation water quality on the Ingulets massif]. Kherson: Kolos [in Ukrainian].
7. Kozlenko Ye.V., Morozov O.V., & Morozov V.V. (2020). Inhuletska zroshuvalna systema: stan, problemy ta perspektivy rozvytku: monohrafiia [Ingulets irrigation system: state, problems and prospects of development: monograph]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
8. Kovalenko R.Iu., Kovalchuk P.I. (2014). Analiz metodiv upravlinnia yakistiu vody dlia zroshennia pry promyvakh rusla r. Inhulets dniprovskoiu vodoiu [Analysis of water quality management methods for irrigation during washing of the Ingulets riverbed with Dnieper water]. *Induktyvne modeliuвання skladnykh system – Inductive modeling of complex systems*, 6, 90–96 [in Ukrainian].
9. Khilchevskiy V.K., Kravchynskiy R.L., & Chunarov O.V. (2012). Hidrokhimichniy rezhym ta yakist vody Inhuletsia v umovakh tekhnogenezu [Hydrochemical regime and water quality of Ingulets in the conditions of technogenesis]. Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].

УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ І СУХОЇ МАСИ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ТА ВИХІД БІОГАЗУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО- І МІКРОДОБРИВ

ПАВЛІЧЕНКО К.В. – здобувач ступеня доктора філософії

<https://orcid.org/0000-0002-5469-9684>

Білоцерківський національний аграрний університет

ГРАБОВСЬКИЙ М.Б. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-8494-7896>

Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Аграрно-промисловий комплекс України, що виробляє велику кількість органічних відходів, має ресурси для виробництва біогазу, здатного замінити 1,5 млрд кубометрів газу на рік. У разі широкого використання кукурудзяного силосу цей потенціал можна збільшити до 18 млрд кубометрів у перерахунку на природний газ [1].

Кількість виробленого біогазу залежить від фізико-хімічних властивостей сировини. Для прогнозування виробництва біогазу необхідно розробити нові методи, проаналізувати потенціал виробництва біогазу із рослинних решток та гною [2]. В Україні виробництво біогазу з агропромислової сировини можна оцінити в 1,6 млн тонн умовного палива. З огляду на сучасні технологічні можливості використання зеленої маси як сировини для виробництва біогазу потенціал біогазового палива можна вважати досить високим.

Виробництво біогазу є ефективною та привабливою технологією завдяки наявності значного сировинного потенціалу, сприятливих природно-кліматичних умов та низької вартості цього виду енергії. Проте Україна перебуває на початковому етапі впровадження відновлюваних джерел енергії, а науково-технічні та економічні проблеми виробництва та використання біогазу вивчені не досить [3]. Тому важливим є дослідження технологій вирощування біоенергетичних культур, у тому числі і кукурудзи, як сировини для виробництва біогазу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кукурудза натеper є найбільш використовуваною енергетичною культурою для виробництва біогазу через високий вихід біомаси, хороший коефіцієнт перетворення на метан і легке зберігання силосної маси [4].

Вирощування і зберігання силосної кукурудзи технічно розвинене і широко оптимізоване. Як субстрат для виробництва біогазу вирощують спеціальні енергетичні гібриди кукурудзи з урожайністю сухої маси 18–25 т/га. Це орієнтовно становить 5300–9000 м³/га метану залежно від гібрида, умов вирощування та фази збирання кукурудзи. Крім того, виробництво біогазу з кукурудзи відзначається також найвищим рівнем скорочення викидів парникових газів і високою економією пального [5].

Важливим чинником інтенсифікації вирощування кукурудзи є збалансоване мінеральне живлення, що базується на раціональному використанні добрив. Без них продуктивність рослин різко знижується, і їх правильне застосування підвищує

стійкість рослин до низьких температур, збільшує частку качанів у врожаї зеленої маси, підвищує вихід сухої речовини з площі посіву [6].

З огляду на нинішню високу вартість мінеральних добрив оптимізована система удобрення кукурудзи повинна базуватись на основі внесення помірних доз. Тобто в нинішніх умовах система удобрення повинна бути динамічною і враховувати не тільки біологічні особливості сучасних гібридів та їх генетичний потенціал, а також ще і соціально-економічні умови [7]. У разі вирощування культур для біоенергетичних цілей використання мінеральних добрив є ключовим питанням для підвищення продуктивності та рентабельності цього виробництва [8].

Досліджень щодо впливу мінеральних добрив на енергоефективність виробництва біогазу з енергетичних культур дуже мало, і вони в основному показують вплив мінерального живлення на врожай біомаси. Водночас встановлено, що диференційовані дози мінеральних добрив можуть впливати не лише на вихід біомаси, а й на хімічний склад біомаси та її біорозкладність, а отже, і на ефективність виробництва біогазу [9].

Підвищений рівень азотних добрив збільшує вихід біогазу за рахунок позитивних змін у хімічному складі біомаси, головним чином за рахунок зниження вмісту лігніну та покращення зброджування рослинних субстратів [10].

В умовах Правобережного Лісостепу України застосування добрив забезпечило зростання зеленої маси рослин кукурудзи на 9,8–22,1%, а сухої – на 7,7–19,2% порівняно з неудобреним варіантом. Внесення мінеральних добрив у дозі N₁₀₀P₈₀K₈₀ дозволяє отримати урожайність зеленої та сухої маси гібрида кукурудзи Моніка 350 МВ 50,1 і 14,6 т/га, що вище на 18,8 і 5,1 т/га порівняно з контролем [11].

Залежно від якості ґрунту найвищий вихід біогазу отримано з кукурудзяного силосу з рівнем азотного живлення 80 кг/га – 194,5–315,3 м³/т зеленої маси. Технології вирощування сільськогосподарських культур з високим рівнем внесення азотних добрив виявилися найбільш ефективними [12].

В умовах Польщі підвищені дози азотних добрив (80–160 кг/га) збільшували урожайність біомаси та продуктивність виходу метану з кукурудзи, але водночас викликали збільшення споживання енергії з 1 га. Тим не менш застосування вищих доз азоту не спричинило різкого зниження ефективності використання енергії [13].

До недавнього часу застосування мікродобрив на різних сільськогосподарських культурах розглядалось як додатковий і необов'язковий технологічний захід. Завдяки численним вегетаційним і польовим дослідженням вдалося довести важливість усіх можливих елементів живлення. І натеper використання мікродобрив входить в основну систему удобрення культур, у тому числі кукурудзи [14–15].

У Північному Степу України використання повного комплексу регуляторів росту рослин та мікродобрив (Вимпел + Оракул мультикомплекс, Оракул біоцинк) та 7–8 листків (Вимпел + Оракул мультикомплекс) забезпечує стійку тенденцію до зростання польової схожості насіння, підвищення посухостійкості й жаростійкості рослин кукурудзи в 1,5 раза та врожайність зерна на 12,1–14,5% вищу стосовно контролю [16].

Застосування мікродобрив та регуляторів росту на посівах кукурудзи позитивно впливає на ріст та розвиток рослин і, як наслідок, на формування урожаю. Не залежно від групи стиглості гібридів, мікродобрива та регулятори росту збільшують урожайність зерна гібридів кукурудзи на 0,38–1,26 т/га з приростом урожайності 3,8–10,0%. Найбільш відчутна реакція від застосування мікродобрив та регуляторів росту встановлена у середньостиглих та середньопізніх гібридів Каховський (ФАО 380), Арабат (ФАО 430), ДН Гетера (ФАО 420) [17].

Використання концентрованого (650 г стильбіту) або природного (470 г цеоліту) із сечовиною підвищує урожайність сухої речовини кукурудзи на силос та концентрацію азоту в листках [18].

Натеper питання оптимізації мінерального живлення гібридів кукурудзи на силос для виробництва біогазу є ще не досить вивченим і потребує подальших досліджень.

Метою дослідження було визначення впливу макро- і мікродобрив на урожайність зеленої і сухої маси гібридів кукурудзи та вихід біогазу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися в 2019–2021 рр. у СТОВ «Птахоплемзавод Коробівський» Андрушівського району Житомирської області. Повторність досліду чотириразова. Ґрунт – чорнозем опідзолений середньосуглинистий. Розміщення варіантів – систематичне. Площа облікової ділянки – 184 м².

Дослідження проводилися за такою схемою: Фактор А. Гібриди кукурудзи. 1. Амарос (ФАО 230); 2. Богатир (ФАО 290); 3. КВС 381 (ФАО 350); 4. Каріфолс (ФАО 380). Фактор В. Дози добрив, кг/га д.р. 1. Без добрив (контроль); 2. N₉₀P₆₀K₆₀; 3. N₁₂₀P₉₀K₉₀. Фактор С. Мікродобрива. 1. Без застосування (контроль); 2. Обробка насіння YaraVita Terposyn NP+Zn (5 л/т)+ обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га); 3. Обробка насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+ обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га).

Агротехніка вирощування кукурудзи на силос була загальноприйнятою для умов Правобережного Лісостепу України, крім факторів, що вивчалися. Сівбу гібридів кукурудзи проводили у 3-й декаді квітня за температури ґрунту на глибині загортання

насіння 8–10°C. Основну частину мінеральних добрив вносили восени поділяючно, решту азотних – перед сівбою. Добрива Yara застосовували шляхом обробки насіння перед сівбою та у позакореневе підживлення у фазі 3–5 листків кукурудзи. Збирання кукурудзи на силос проводили поділяючно у фазі воскової стиглості зерна. Вміст сухої речовини визначали шляхом відбирання рослин масою до 1 кг, після чого їх ретельно подрібнювали і з цього зразка відбирали 2 наважки по 10 г кожна, які висушували до абсолютно сухої маси у сушильній шафі за температури +105°C. Облік урожайності зеленої маси визначали зважуванням рослин із облікової ділянки з наступним перерахунком на один гектар. Вихід біогазу отримано розрахунковим методом згідно з методичними рекомендаціями [19]. Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за методикою В.О. Єщенка [20].

Результати досліджень. Згідно з результатами досліджень встановлено, що найбільш інтенсивне наростання зеленої маси гібридів кукурудзи відбувалося до фази молочно-воскової стиглості зерна з наступним зменшенням на 5,2–6,8% у фазу воскової стиглості. Так, у фазу молочної стиглості зерна урожайність зеленої маси середньоранніх гібридів становила 34,0–43,5 т/га, у фазу молочно-воскової стиглості – 35,8–45,9 т/га, а у фазу воскової стиглості зерна – 33,4–42,8 т/га. У середньостиглих гібридів ці показники становили 37,8–46,3, 39,9–48,9 і 37,2–42,6 т/га відповідно (табл. 1 і 2).

Виявлено, що на урожайність зеленої маси кукурудзи досить суттєво впливали макродобрива. У фазу молочно-воскової стиглості зерна на контрольному варіанті у гібридів Амарос, Богатир, КВС 381 і Каріфолс вона становила 36,6, 38,1, 40,5 і 40,7 т/га, за внесення N₉₀P₆₀K₆₀ вона зростала у середньому на 11,4–15,7%, а за N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 15,0–21,0%.

Наші дослідження свідчать, що проведення передпосівної обробки насіння і листове підживлення препаратами Yara також є ефективним засобом підвищення урожайності кукурудзи на силос.

На варіантах без застосування цих препаратів урожайність зеленої маси становила у фазу молочної стиглості зерна у середньоранніх гібридів 34,0–42,4 т/га, у фазу молочно-воскової стиглості зерна – 35,8–44,7 т/га, у фазу воскової стиглості зерна – 33,4–41,7 т/га. У середньостиглих гібридів – 37,8–43,8, 39,9–47,8 т/га і 37,2–44,7 т/га відповідно. На варіантах з обробкою насіння YaraVita Terposyn NP+Zn (5 л/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га) урожайність зеленої маси залежно від гібрида зростала по відповідних періодах обліків на 1,2–3,8%, 1,5–2,9% і 1,3–3,2%. У разі обробки насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га) це збільшення становило 1,5–4,2%, 2,3–3,5% і 1,5–3,7% відповідно. Слід відзначити відсутність достовірної різниці між 2 і 3 варіантами застосування мікродобрив, вона була в межах похибки НР₀₅.

Максимальні показники урожайності зеленої маси отримано у гібрида Каріфолс у разі внесення

Таблиця 1 – Динаміка зміни урожайності зеленої маси середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від застосування макро- і мікродобрих (середнє за 2019–2021 рр.), т/га

Гібрид (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	Мікродобрива (фактор С)*	Молочна стиглість зерна	Молочно-воскова стиглість зерна	Воскова стиглість зерна
Амарос	Без добрив	1	34,0	35,8	33,4
		2	35,0	36,9	34,4
		3	35,2	37,1	34,6
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1	38,7	40,9	38,2
		2	39,4	41,5	38,8
		3	39,7	41,8	39,0
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	1	41,1	43,4	40,5
		2	41,8	44,2	41,2
		3	42,1	44,4	41,5
Богатир	Без добрив	1	35,6	37,5	35,0
		2	36,3	38,3	35,8
		3	36,6	38,6	36,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1	41,1	43,4	40,5
		2	41,9	44,2	41,3
		3	42,1	44,5	41,5
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	1	42,4	44,7	41,7
		2	43,1	45,5	42,5
		3	43,5	45,9	42,8
НІР ₀₅ , т/га		А	0,8	0,7	0,8
		В	2,1	2,3	2,0
		С	0,5	0,4	0,5
		АВ	2,8	3,1	3,0
		АВС	3,6	3,7	3,4

*Примітка 1. Без застосування (контроль); 2. Обробка насіння YaraVita Teprosyn NP+Zn (5 л/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га); 3. Обробка насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га)

Таблиця 2 – Динаміка зміни урожайності зеленої маси середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від застосування макро- і мікродобрих (середнє за 2019–2021 рр.), т/га

Гібрид (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	Мікродобрива (фактор С)*	Молочна стиглість зерна	Молочно-воскова стиглість зерна	Воскова стиглість зерна
КВС 381	Без добрив	1	37,8	39,9	37,2
		2	38,5	40,6	37,9
		3	38,8	41,0	38,2
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1	42,1	44,4	41,4
		2	43,0	45,4	42,4
		3	43,3	45,7	42,6
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	1	43,8	46,1	43,0
		2	44,4	46,8	43,7
		3	44,7	47,1	44,0
Каріфолс	Без добрив	1	38,2	40,2	37,5
		2	38,7	40,8	38,1
		3	38,9	41,1	38,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1	43,3	45,6	42,6
		2	43,8	46,3	43,2
		3	44,1	46,5	43,4
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	1	45,4	47,8	44,7
		2	46,0	48,5	45,3
		3	46,3	48,9	45,6
HIP ₀₅ , т/га		A	0,8	0,7	0,8
		B	2,1	2,3	2,0
		C	0,5	0,4	0,5
		AB	2,8	3,1	3,0
		ABC	3,6	3,7	3,4

*Примітка 1. Без застосування (контроль); 2. Обробка насіння YaraVita Teprosyn NP+Zn (5 л/т)+ обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га); 3. Обробка насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га)

$N_{120}P_{90}K_{90}$ і обробки насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га) – 48,9 т/га, що вище за контрольний варіант на 7,8 т/га або 20,8%.

Внесення мінеральних добрив дає можливість скоротити на 20–36% витрати води на утворення сухої речовини рослин, адже на побудову органічних речовин рослини використовують близько 0,2% поглинутої води, а 99% вологи випаровується [21]. Тому вивчення вмісту та динаміки накопичення сухої речовини в органах рослин кукурудзи за періодами росту і розвитку у разі використання різних доз азотних добрив має наукове та практичне значення [22].

Накопичення сухої речовини гібридами кукурудзи відбувалося аналогічно до формування зеленої маси: збільшення цього показника відзначено від молочної до молочно-воскової стиглості зерна, а у фазу воскової стиглості – поступове зменшення. У фазу молочної стиглості зерна у середньоранніх гібридів Амарос і Богатир на контрольному варіанті урожайність сухої речовини становила 11,1–12,4 т/га, у фазу молочно-воскової стиглості зерна – 13,0–14,6 т/га, воскової стиглості – 12,6–14,3 т/га. У середньостиглих гібридів КВС 381 і Каріфолс – 12,7–13,2, 14,8–15,2, 14,6–14,9 т/га (табл. 3 і 4). У разі внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ урожайність сухої маси зростала у середньому по гібридах на 1,3–2,0 т/га або на 9,9–14,6%, а $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 1,7–2,9 т/га або 12,4–17,9%.

На варіантах без застосування мікродобрив урожайність сухої речовини становила у фазу молочної стиглості зерна у середньоранніх гібридів

дів кукурудзи 11,1–14,0 т/га, у середньостиглих – 12,7–15,0 т/га, у фазу молочно-воскової стиглості – 13,0–16,5 і 14,8–17,3 т/га, у фазу воскової стиглості зерна – 12,6–16,1 і 14,6–16,9 т/га. На варіантах з обробкою насіння YaraVita Teprosyn NP+Zn (5 л/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га) у середньому по гібридах та періодах обліків урожайність сухої речовини зростала на 1,2–2,9%, а у разі обробки насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га) на 2,2–3,9% порівняно з ділянками без їх застосування.

При цьому достовірної різниці між 2 і 3 варіантом використання мікродобрив Yaга не відзначено, як і по урожайності зеленої маси.

Найбільшу урожайність сухої речовини отримано у гібриду Каріфолс у фазу молочно-воскової стиглості зерна на максимальному фоні удобрення ($N_{120}P_{90}K_{90}$) та обробкою насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га) – 17,7 т/га.

Розрахунковий вихід біогазу був у межах 9,1–13,7 тис. м³/га у середньоранніх гібридів кукурудзи та 11,6–15,6 тис. м³/га у середньостиглих, що на 1,9–2,5 тис. м³/га більше (рис. 1 і 2).

Серед гібридів вищими значеннями цього показника відзначалися КВС 381 (11,6–14,7 тис. м³/га) і Каріфолс (12,4–15,6 тис. м³/га). У гібридів Амарос і Богатир вихід біогазу був у межах 9,1–12,0 і 10,4–13,7 тис. м³/га.

Спостерігається зростання виходу біогазу за рахунок застосування $N_{90}P_{60}K_{60}$ на 15,2–22,4% та

Таблиця 3 – Вплив застосування макро- і мікродобрив на зміну урожайності сухої маси середньоранніх гібридів кукурудзи (середнє за 2019–2021 рр.), т/га

Гібрид (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	Мікродобрива (фактор С)*	Молочна стиглість зерна	Молочно-воскова стиглість зерна	Воскова стиглість зерна
Амарос	Без добрив	1	11,1	13,0	12,6
		2	11,4	13,4	12,9
		3	11,5	13,4	13,1
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1	12,5	14,7	14,2
		2	12,7	14,8	14,4
		3	12,8	15,0	14,5
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	1	12,9	15,3	14,8
		2	13,2	15,6	15,0
		3	13,4	15,7	15,2
Богатир	Без добрив	1	12,1	14,1	13,9
		2	12,3	14,5	14,3
		3	12,4	14,6	14,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1	13,7	16,2	15,9
		2	13,9	16,5	16,2
		3	14,1	16,6	16,3
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	1	14,0	16,5	16,1
		2	14,3	16,8	16,4
		3	14,4	17,0	16,6
HІP ₀₅ , т/га		A	0,6	0,6	0,8
		B	0,3	0,3	0,4
		C	0,2	0,2	0,1
		AB	1,8	1,6	1,7
		ABC	2,3	2,0	2,4

Таблиця 4 – Вплив застосування макро- і мікродобрих на зміну урожайності сухої маси середньостиглих гібридів кукурудзи (середнє за 2019–2021 рр.), т/га

Гібрид (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	Мікродобрива (фактор С)*	Молочна стиглість зерна	Молочно-воскова стиглість зерна	Воскова стиглість зерна
КВС 381	Без добрив	1	12,7	14,8	14,6
		2	12,9	15,0	15,0
		3	13,1	15,3	15,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1	14,0	16,2	16,1
		2	14,3	16,6	16,4
		3	14,3	16,7	16,6
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	1	14,4	16,6	16,5
		2	14,5	16,9	16,7
		3	14,7	17,0	16,9
Каріфолс	Без добрив	1	13,0	14,9	14,5
		2	13,3	15,2	14,8
		3	13,2	15,2	14,9
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1	14,6	16,6	16,3
		2	14,7	16,9	16,6
		3	14,9	17,0	16,7
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	1	15,0	17,3	16,9
		2	15,2	17,5	17,1
		3	15,4	17,7	17,3
H _{IP} ₀₅ , т/га			A	0,6	0,8
			B	0,3	0,4
			C	0,2	0,1
			AB	1,8	1,7
			ABC	2,3	2,4

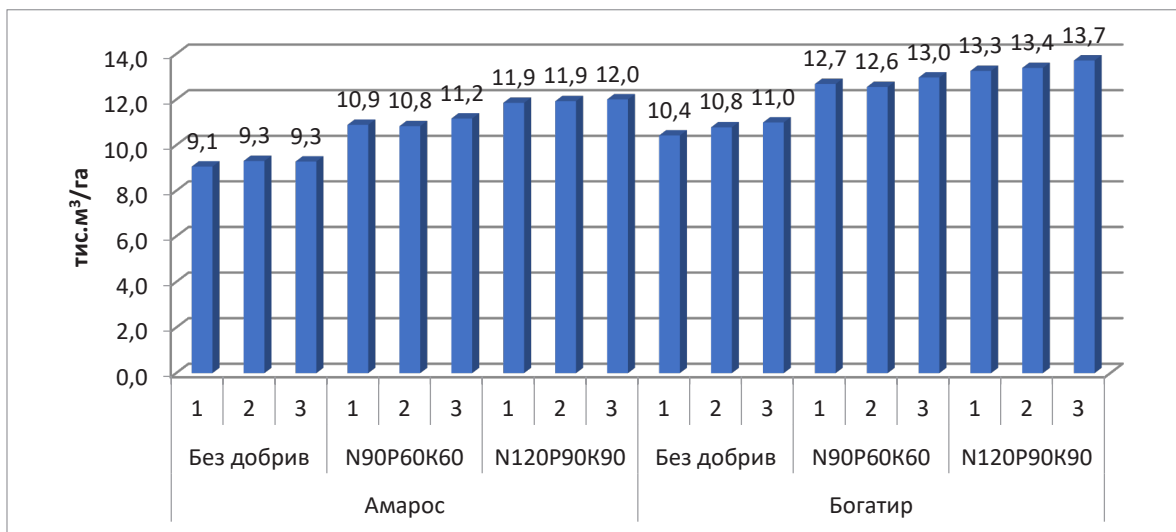


Рис. 1. Розрахунковий вихід біогазу у середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від досліджуваних факторів у фазу молочно-воскової стиглості зерна (середнє за 2019–2021 рр.), тис. м³/га

на 21,7–30,9% від внесення N₁₂₀P₉₀K₉₀ порівняно з контролем. У разі застосування мікродобрих вихід біогазу був вищим на 1,8–3,6% порівняно з варіантами без їх використання. Не відзначено достовірної різниці між другим і третім варіантом з мікродобривами за виходом біогазу.

Висновки. Отже, застосування макро- і мікродобрих забезпечує формування високих показників урожайності зеленої та сухої маси у фазу молочно-вос-

кової стиглості зерна у гібридів кукурудзи на рівні 40,9–48,9 і 14,7–17,7 т/га.

Проведення обробки насіння YaraVita Teprosyn NP+Zn (5 л/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га) дозволяє отримати приріст урожайності зеленої та сухої маси вище на 1,2–3,8%, а у разі обробки насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га)

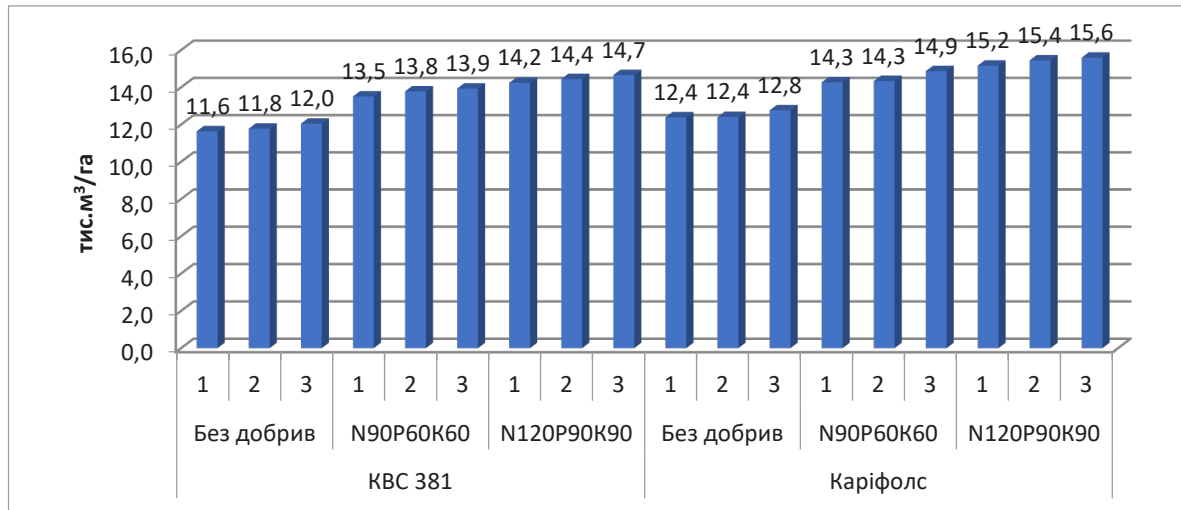


Рис. 2. Розрахунковий вихід біогазу у середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від досліджуваних факторів у фазу молочно-воскової стиглості зерна (середнє за 2019–2021 рр.), тис. м³/га

на 1,5–4,2% порівняно з варіантами без їх застосування. Достовірної різниці між 2 і 3 варіантами із застосуванням мікродобрив не відзначено.

У разі внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ і $N_{120}P_{90}K_{90}$ вихід біогазу був вищим на 15,2–22,4% і 21,7–30,9% порівняно з контролем. У разі застосування мікродобрив вихід біогазу був вищим на 1,8–3,6% порівняно з варіантами без їх використання.

Максимальні показники урожайності зеленої і сухої маси та вихід біогазу отримано у фазу молочно-воскової стиглості зерна у гібрида Каріфолс на фоні внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ і обробки насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га) – 48,9, 17,7 т/га і 15,6 тис. м³/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Паламаренко Я.В. Сучасний стан та перспективи розвитку біогазової галузі України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2019. № 21. С. 54–62. DOI: 10.32702/2306-6814.2019.21.54.
- Mazur V.A., Panytyeva H.V., Mazur K.V., Myalkovsky R.O., Alekseev O.O. Agroecological prospects of using corn hybrids for biogas production. *Agronomy Research*. 2020. No. 18(1). Pp. 177–182. URL: <https://doi.org/10.15159/AR.20.016>.
- Geletukha G.G., Matveev Y.B. Prospects of biomethane production in Ukraine. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*. 2021. Volume 43. Issue 3. Pp. 65–70.
- Mayer F., Gerin P.A., Noo A., Lemaigre S., Stilmant D., Schmit T., Leclech N., Ruelle L., Gennen J., von Francken-Welz H., Foucart G., Flammang J., Weyland M., Delfosse P. Assessment of energy crops alternative to maize for biogas production in the Greater Region. *Bioresour. Technol.* 2014. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.05.054>.
- Грабовський М.Б. Кукурудза для виробництва біогазу. *Агробізнес сьогодні*. 2020. № 8 (423). С. 42–44.
- Чабан В.И. Влагодобеспеченность и урожайность кукурузы при внесении органических и минеральных удобрений. *Бюллетень Института кукурузы*. 1993. № 77. С. 82.

7. Енергозбережні і ресурсощадні технології вирощування кукурудзи. Рекомендації. Інститут зернового господарства УААН. Дніпропетровськ. 2006. 27 с.

8. Arodudu O.T., Helming K., Voinov A., Wiggering H. Integrating agronomic factors into energy efficiency assessment of agro-bioenergy production – A case study of ethanol and biogas production from maize feedstock. *Appl. Energy*. 2017. No. 25. P. 236. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.02.017>.

9. Golinski P., Jokš W. Chemical and biological properties of grasses and biogas production. *Grassland Science in Poland*. 2007. No. 10. Pp. 37–47.

10. Oleszek M., Matyka M. Determination of the efficiency and kinetics of biogas production from energy crops through nitrogen fertilization levels and cutting frequency. *Biores.* 2018. No. 13(4). Pp. 8505–8528. URL: <https://doi.org/10.15376/biores.13.4.8505-8528>.

11. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Городецький О.С., Курило В.Л. Формування продуктивності кукурудзи на силос залежно від фону мінерального живлення. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 37–40.

12. Krzystek L., Wajszczuk K., Pazera A. The Influence of Plant Cultivation Conditions on Biogas Production: Energy Efficiency. *Waste Biomass Valor.* 2020. No. 11. Pp. 513–523. URL: <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00668-z>.

13. Oleszek M., Matyka M. Energy Use Efficiency of Biogas Production Depended on Energy Crops, Nitrogen Fertilization Level, and Cutting System. *Bioenerg. Res.* 2020. No. 13. Pp. 1069–1081. URL: <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10147-2>.

14. Коваленко О., Ковбель А. Елементи живлення та стреси польових культур. *Пропозиція*. 2013. № 5(215). С. 78–79.

15. Санін Ю.В. Технологія підживлення кукурудзи макро- та мікроелементами, їхнє значення та застосування в посівах кукурудзи. *Пропозиція*. 2010. № 5. С. 20–22.

16. Ткаліч Ю.І., Циліорик О.І., Козечко В.І. Оптимізація застосування мікродобрив та регуляторів росту рослин у посівах кукурудзи Північного Степу України.

Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. № 4 (46). С. 20–25.

17. Гож О.А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 61. С. 118–120.

18. Bernardi A.C. de Campos, G.B. de Souza, Polidoro J.C., Perdigão Paiva P.R., Monte M.B. de Mello. Yield, quality components, and nitrogen levels of silage corn fertilized with urea and zeolite. *Communications in soil science and plant analysis*. 2011. 42. 11. 1266–1275. DOI: 10.1080/00103624.2011.571980.

19. Методичні рекомендації з розрахунку виходу біогазу та біоетанолу з біоенергетичних культур. / Грабовський М.Б., Вахній С.П., Хахула В.С., Федорук Ю.В., Правдива Л.А., Панченко Т.В., Остренко М.В., Козак Л.А., Городецький О.С. Біла Церква. 2021. 28 с.

20. Основні наукових досліджень в агрономії: підручник. / За ред. В.О. Єщенко. Вінниця: ПП «Едельвейс і К». 2014. 332 с.

21. Вильдфлуш І.Р., Кукреш С.П., Ионас В.А. Агрохимия. Минск: Урожай, 1995. 480 с.

22. Сатановська І.П. Використання регуляторів росту та хелатних добрив при формуванні продуктивності різностиглих гібридів кукурудзи на силос. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 218–224.

REFERENCES:

1. Palamarenko Ya.V. (2019). Suchasnij stan ta perspektivi rozvitku biogazovoyi galuzi Ukraini [Current state and prospects of development of the biogas industry of Ukraine]. *Investiciji: praktika ta dosvid*. 21. 54–62. DOI: 10.32702/2306-6814.2019.21.54 [in Ukrainian].

2. Mazur V.A., Panytyreva H.V., Mazur K.V., Myalkovsky R.O., Alekseev O.O. (2020). Agroecological prospects of using corn hybrids for biogas production. *Agronomy Research*. 18(1). 177–182. Retrieved from: <https://doi.org/10.15159/AR.20.016>.

3. Geletukha G.G., Matveev Y.B. (2021). Prospects of biomethane production in Ukraine. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*. 43. 3. 65–70.

4. Mayer F., Gerin P.A., Noo A., Lemaigre S., Stilman D., Schmit T., Leclech N., Ruelle L., Gennen J., von Francken-Welz H., Foucart G., Flammang J., Weyland M., Delfosse P. (2014). Assessment of energy crops alternative to maize for biogas production in the Greater Region. *Bioresour. Technol.* Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.05.054>.

5. Grabovskij M.B. (2020). Kukurudza dlya virobnictva biogazu [Corn for biogas production]. *Agribusiness today*. 8 (423). 42–44 [in Ukrainian].

6. Chaban V.I. (1993). Vlogoobespechennost i urozhajnost kukuruzy pri vnesenii organicheskikh i mineralnykh udobrenij [Moisture supply and productivity of corn when applying organic and mineral fertilizers]. *Bulletin of the Corn Institute*. 77. 82 [in Russian].

7. Energozbezchni i resursooshadni tehnologiyi viroshuvannya kukurudzi. Rekomendaciyi (2006) [Energy-saving and resource-saving technologies for growing corn. Recommendations]. Institute of Grain Management UAAS. Dnipropetrovsk. 27 [in Ukrainian].

8. Arodudu O.T., Helming K., Voinov A., Wiggering H. (2017). Integrating agronomic factors into energy efficiency assessment of agro-bioenergy production – A case study of ethanol and biogas production from maize feedstock. *Appl. Energy*. 25. 236. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.02.017>.

9. Golinski P, Jokš W. (2007). Chemical and biological properties of grasses and biogas production. *Grassland Science in Poland*. 10. 37–47.

10. Oleszek M., Matyka M. (2018). Determination of the efficiency and kinetics of biogas production from energy crops through nitrogen fertilization levels and cutting frequency. *BioRes*. 13(4). 8505–8528. Retrieved from: <https://doi.org/10.15376/biores.13.4.8505-8528>.

11. Grabovskij M.B., Grabovska T.O., Gorodeckij O.S., Kurilo V.L. (2019). Formuvannya produktivnosti kukurudzi na silos zalezno vid fonu mineralnogo zhivlennya [Formation of productivity of corn for silage depending on the background of mineral nutrition]. *Irrigation agriculture*. 71. 37–40 [in Ukrainian].

12. Krzystek L., Wajszczuk K., Pazera A. (2020). The Influence of Plant Cultivation Conditions on Biogas Production: Energy Efficiency. *Waste Biomass Valor*. 11. 513–523. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00668-z>.

13. Oleszek M., Matyka M. (2020). Energy Use Efficiency of Biogas Production Depended on Energy Crops, Nitrogen Fertilization Level, and Cutting System. *Bioenerg. Res*. 13. 1069–1081. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10147-2>.

14. Kovalenko O., Kovbel A. (2013). Elementi zhivlennya ta stresi polovih kultur [Nutrients and stresses of field crops]. *Propoziciya*. 5(215). 78–79 [in Ukrainian].

15. Sanin Yu.V. (2010). Tehnologiya pidzhivlennya kukurudzi makro- ta mikroelementami, yihnye znachen-nya ta zastosuvannya v posivah kukurudzi [Technology of maize fertilization with macro- and microelements, their significance and application in maize crops]. *Propoziciya*. 5. 20–22 [in Ukrainian].

16. Tkach Yu.I., Cilyurik O.I., Kozechko V.I. (2017). Optimizaciya zastosuvannya mikrodobriv ta regulyatoriv rostu roslin u posivah kukurudzi Pivnichnogo Stepu Ukraini [Optimization of application of microfertilizers and plant growth regulators in corn crops of the Northern Steppe of Ukraine]. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*. 4 (46). 20–25 [in Ukrainian].

17. Gozh O.A. (2013). Produktivnist gibridiv kukurudzi zalezno vid mikrodobriv ta stimulyatoriv rostu v umovah zroshennya Pivdnya Ukraini [Productivity of maize hybrids depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation conditions in the South of Ukraine]. *Irrigation agriculture*. 61. 118–120 [in Ukrainian].

18. Bernardi A.C. de Campos, G.B. de Souza, Polidoro J.C., Perdigão Paiva P.R., Monte M.B. de Mello. (2011). Yield, quality components, and nitrogen levels of silage corn fertilized with urea and zeolite. *Communications in soil science and plant analysis*. 42. 11. 1266–1275. DOI: 10.1080/00103624.2011.571980.

19. Grabovskiy M. and others (2021). Metodichni rekomendaciyi z rozrahunku virodu biogazu ta bioetanolu z bioenergetichnih kultur [Methodical recommendations for calculating the yield of biogas and bioethanol from bioenergy crops]. *Bila Tserkva*. 28 [in Ukrainian].

20. Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Kostohryz P.V., Opryshko V.P. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnytsia: PP “TD “Edelweis I K”. 332 [in Ukrainian].

21. Vildflush I.R., Kukresh S.P., Ionas V.A. (1995). Agrohimiya [Agrochemistry]. Minsk: Urozhaj. 480 [in Russian].

22. Satanovska I.P. (2013). Viktorystannya regulyatoriv rostu ta helatnih dobriv pri formuvanni produktivnosti riznostiglih gibridiv kukurudzi na silos [The use of growth regulators and chelated fertilizers in the formation of the productivity of different hybrids of corn for silage]. *Feed and feed production*. 76. 218–224 [in Ukrainian].

**СТАЛЕ МАЙБУТНЄ В НАСТУПНОМУ ДЕСЯТИЛІТТІ,
ЩО ЗАСНОВАНЕ НА ҐРУНТОЗНАВСТВІ****ШВЕЦЬ О.М.** – аспірант<https://orcid.org/0000-0001-5860-9394>

Державний біотехнологічний університет

Актуальність. Пізнання та набуття знань про ґрунти і ґрунтовий покрив, про їх утворення, систематику, географію, структуру, морфологічну будову, склад, властивості, їхні різноманітні функції та послуги (продуктивні, екологічні, соціальні, інформаційні), про закономірності сучасної еволюції є основою для вибору ефективних рішень з управління ґрунтово-земельними ресурсами та збалансованим землекористуванням [1–10]. Ця загальновідома і беззаперечна істина перебуває в центрі уваги сучасних фундаментальних і прикладних досліджень у вітчизняній і світовій наукових практиках. Посилення негативного впливу кліматичних і антропогенних чинників на агроекологічний стан ґрунтового покриву та всього довкілля потребує внесення постійних інноваційних корективів у практику землеробства, меліорації та охорони ґрунтових ресурсів, передусім чорноземів і чорноземоподібних ґрунтів, якими багата українська земля. Своєчасна управлінська реакція на погіршення корисних властивостей ґрунтів, деградаційну спрямованість сучасних ґрунтотворних процесів, грубе порушення основ чинного земельного законодавства конче потрібна для забезпечення сталого (збалансованого) розвитку не лише аграрної сфери людської діяльності, а й усього народногосподарського комплексу України [8].

Оскільки чисельність населення світу продовжує зростати і, як очікується, досягне 8,6 мільярда людей до 2030 року, вкрай важливо поважати і захищати природні ресурси, включаючи ґрунт, воду, повітря, корисні копалини і біорізноманіття, які підтримують життя на Землі, включаючи людство. Нинішні темпи споживання і неадекватне управління ресурсами чинять безпрецедентний тиск на глобальні системи, за оцінками, у всьому світі деградувало від одного до шести мільярдів гектарів (до 30%) земель [6]. Деградація земель негативно позначається на 3,2 мільярда людей, загрожує сталому добробуту і є основною причиною зміни клімату і втрати біорізноманіття [9].

Глобальні ініціативи щодо вирішення цих проблем включають Порядок денний ООН у галузі сталого розвитку на період до 2030 року та стратегічний план Конвенції ООН про біорізноманіття на 2020 рік. Загалом, ці документи охоплюють сфери поліпшення життя людей і екологічної стійкості, залежать від участі всіх країн і зацікавлених сторін і зажадають інноваційних, своєчасних і міждисциплінарних підходів [5].

Ґрунти відіграють центральну роль у підтримці природних систем і благополуччя людини [9], однак нині біорізноманіття ґрунтів – різноманітність життя

у ґрунті, яка стимулює екосистеми, підтримує життя на поверхні і здорові ландшафти, що, як і раніше, значною мірою ігнорується в глобальному порядку денному. Наприклад, термін «біорізноманіття ґрунтів» не фігурує в документації ООН, тоді як лісам, водно-болотним угіддям, річкам і посушливим землям приділяється особлива увага у зв'язку з їх користю. Ґрунтові організми, включаючи бактерії, гриби, нематоди, дощових черв'яків, кротів і навіть коріння рослин, становлять більшу частину живої біомаси на Землі [1] і більше 25% всіх описаних видів, не кажучи вже про генетичну різноманітність, представлену всередині цих видів. Активність і складні взаємодії ґрунтових організмів забезпечують основу для багатьох функцій екосистем, включаючи кругообіг поживних речовин, боротьбу з патогенами, проникнення води, основи харчових мереж і підтримку агроекосистем. Наше розуміння найважливіших зв'язків між біорізноманіттям ґрунтів та стійкістю швидко розвивається [10]. Настав час використовувати ці знання для підтримки глобальних дій та створення більш цілісного порядку денного в галузі сталого розвитку, що може одночасно вирішувати проблеми втрати біорізноманіття, зміни клімату та деградації земель.

Як і більшість ресурсів, на які покладаються люди, ґрунти та біорізноманіття ґрунтів перебувають під загрозою через деградацію земель, зміни клімату, забруднення, урбанізацію, а також надмірне та неправильне використання. Ґрунти є обмеженим, непоправним ресурсом, оскільки вони не можуть бути заповнені протягом терміну служби гумусу. Формування ґрунтів залежить від складного балансу між часом, кліматом, топографією, основним вихідним матеріалом і, звичайно ж, організмами [5–9]. Тому вибір часу – швидкість, з якою ми діємо для захисту ґрунтів, – має вирішальне значення. У низці глобальних зусиль була визнана нагальна необхідність, з якою ми повинні діяти. Наприклад, глобальна ініціатива з біорізноманіття ґрунтів, запущена в 2011 році, покликана об'єднати дослідників і політиків для інтеграції знань, які ми отримали в минулому, з діями для сталого майбутнього.

Інші установи також почали враховувати біорізноманіття ґрунтів у розгляді ґрунтів, у тому числі глобальне ґрунтове партнерство, Продовольча та сільськогосподарська організація ООН, міжурядова платформа з біорізноманіття та екосистемних послуг (МПБЕП), а в 2019 році Конвенція ООН про біологічне різноманіття запросила глобальну доповідь про біорізноманіття ґрунтів [2].

До цих недавніх зусиль інтеграція ґрунту для природи та глобальної стійкості в основному була зосереджена на фізичних та хімічних властивостях ґрунту з невеликим урахуванням біорізноманіття. Але нині визнано, що включення ґрунтової біоти в явному вигляді поряд з абіотичними факторами ґрунту в оцінці управління земельними ресурсами може краще служити цілям сталого розвитку, ніж розгляд тільки абіотичних властивостей ґрунту [10]. Цей цілісний погляд на ґрунти отримав підтримку з боку землевласників, менеджерів та агентств і ясно показує, що різні зацікавлені сторони прагнуть захистити цей найважливіший ресурс, використовуючи міждисциплінарні та стійко орієнтовані методи. Незважаючи на цю енергію, необхідно зробити більше для визнання та врахування ролі ґрунтового біорізноманіття в побудові сталого майбутнього. Наприклад, у більшості досліджень біорізноманіття ґрунтів розглядається як різноманітність на рівні спільноти, на різних видах і трофічних рівнях; однак різноманітність всередині видів є найважливішим компонентом біорізноманіття, який практично ігнорувався в ґрунтових середовищах проживання. Таким чином, прагнучи спрямувати глобальні програми та виявляти синергію між різними секторами (дослідження, користувачі, громадськість та політика), визначається:

- узагальнення поточних досліджень, що охоплюють способи, якими біорізноманіття ґрунтів може сприяти глобальному порядку денному в галузі сталого розвитку;
- глобальні зміни та тиск, що загрожують біорізноманіттю ґрунтів;
- дії, які сприятимуть збереженню біорізноманіття ґрунтів, одночасно впливаючи на цілі та завдання в галузі сталого розвитку та біорізноманіття;
- прогалини в знаннях про зв'язок біорізноманіття ґрунтів зі стійкістю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Глобальні знання про розподіл ґрунтового біорізноманіття помітно відстають від наземних знань. Постійно з'являються нові спостереження і розуміння таксонів, що мешкають у ґрунті, і їх місць існування. Ініціативи щодо об'єднання глобальних наборів даних дозволили створити карти, які показують прогалини в біогеографії, біомасі та функціях, а також розподіл видів нематод [2], бактерій [5] та грибів [9]. Ці зусилля з узагальнення виявили прогалини в знаннях про розподіл ґрунтових таксонів. З огляду на велику невизначеність щодо глобального розподілу ґрунтового біорізноманіття порівняно з наземним біорізноманіттям аналіз показав, що лише 37% районів з найвищими рівнями як надземного, так і підземного біорізноманіття перекриваються [6]. Тому необхідні додаткові дослідження, особливо на глобальному півдні, який вкрай недостатньо представлений у науковій літературі, для уточнення цих карт і зміцнення довіри, необхідної для формування умов збереження середовища проживання з урахуванням ґрунтової біоти. Знання про спільноти ґрунтових мікробів в останні десятиліття зросли в геометричній прогресії з появою

молекулярних інструментів, але знання про багатьох ґрунтових безхребетних сповільнилися в міру скорочення таксономічних знань у багатьох академічних інститутах. Розуміння та оцінка ґрунтового біорізноманіття в рамках таксонів є серйозною прогалиною в знаннях. За оцінками, ґрунтові організми мають набагато більшу частку неописаних видів, ніж більші наземні та водні таксони, що ускладнює оцінку того, які види можуть потребувати збереження і як найкращим чином розставити пріоритети в зусиллях щодо збереження [8]. Крім того, відставання в розумінні генетичного різноманіття ґрунтової біоти, як фауни, так і мікробів, може уповільнити відкриття фармацевтичних препаратів [4; 2; 5], а також здатність ґрунтових спільнот реагувати на зміну клімату. Розуміння ґрунтових організмів, як мікробних, так і фауністичних, досить докладне, щоб визначити статус збереження (наприклад, поширений / рідкісний / знаходиться під загрозою зникнення), необхідно для того, щоб наздогнати наземні знання і обґрунтувати дії.

Зв'язування біорізноманіття ґрунтів з екосистемними послугами та функціями є найважливішою сферою для збору інформації. ґрунтові організми відіграють центральну роль у кругообігу поживних речовин, стимулюючи виробництво сільськогосподарських культур і тваринництва, але не вистачає чіткого розуміння того, які організми або спільноти беруть у цьому безпосередню участь. Це призводить до неоднозначності рекомендацій виробників щодо використання біології ґрунту для сталого сільського господарства. Кількість і якість води є головною турботою сільського господарства і людства. Зв'язування впливу біорізноманіття ґрунтів на рух і якість води в масштабі вододілу, можливо, за допомогою моделювання, і масштабування цих результатів до дій у масштабі ландшафту, придатних для вирішення поточних проблем з водними ресурсами, є пріоритетом. Розширення знань про біорізноманіття ґрунтів для глобальних дій у сфері зміни клімату є ще одним ключовим завданням. Нещодавня робота сприяє розумінню того, як біологія ґрунту може впливати на кругообіг вуглецю, і наступні кроки включають включення біорізноманіття в моделі зміни клімату для поліпшення прогнозів [3].

Невизначеність також існує щодо загроз біорізноманіттю ґрунтів та рішень щодо захисту ґрунтових організмів та їх внеску в сталий розвиток. Існує досить досліджень, щоб знати, що ґрунтові середовища існування стикаються з численними загрозами від прямого і непрямого надходження забруднюючих речовин і поживних речовин до змін у наземних спільнотах, включаючи екзотичні види. Проте залишається багато питань щодо того, як саме ці фактори впливають на недостатньо вивчені таксони, такі як протисти та енхітреїди [8]. Бракує також знань про біорізноманіття ґрунтів у певних типах середовищ існування, таких як міські райони, які довгий час недооцінювалися екологами та експертами з ґрунтів. Навіть у добре вивчених системах, таких як сільськогосподарське виробництво, існують прогалини в знаннях. Більшість досліджень, включаючи дослідження в галузі біорізноманіття

ґрунтів, були зосереджені на методах промислового обробітку просапних культур, при цьому дуже мало досліджень присвячено дрібному натуральному господарству, яке становить значну частину світового сільського господарства. Розширення досліджень у цих сферах покращить розуміння та підвищить впевненість експертів у рекомендаціях щодо захисту біорізноманіття ґрунтів та підвищення ефективності його функціонування для забезпечення глобальної стійкості.

Метою статті є розгляд та аналіз сталого майбутнього в наступному десятилітті, заснованому на ґрунтознавстві.

Матеріали і методи. Поставлене автором цільове завдання вирішувалося методами збору, узагальнення та аналізу досягнень у ґрунтознавчих дослідженнях (переважно в останні десятиріччя) з наступним оцінюванням їхньої інноваційності та перспективності. Авторська методологічна орієнтація – на структурно-функціональний підхід до аналізу досягнень із вивчення ґрунтів і ґрунтового покриву як складних, динамічних природних об'єктів з їх численними зв'язками з навколишнім природним середовищем, передусім із рослинним покривом, гідро-, літо- та атмосферою. Ґрунтовий покрив автори розглядають як відкрити гетерогенну біоорганомінеральну буферну самоорганізуючу систему, поверхневу родючу оболонку кори вивітрювання як висхідну (початкову) ланку в ланцюгах малого біологічного і великого геологічного кругообігів речовин та енергії.

Аналіз і практика організації наукових досліджень показують, що проблемні питання, які слід вирішувати, можна об'єднати, як і в будь-якій природознавчій дисципліні, у 2 великі групи завдань: завдання, які вирішують за досить короткий проміжок часу (3–5 років) доопрацюванням проблемних питань, систематизацією досягнутих знань, їх поглибленням та вдосконаленням; завдання фундаментальної цінності, вирішення яких потребує тривалого часу (15 і більше років) і які спрямовані на докорінну інноваційну корекцію ґрунтоохоронних, меліоративних і агротехнологічних заходів, що забезпечують градаційну трансформацію ґрунтів і ґрунтового покриву.

Останніми десятиріччями науково-дослідницькі зусилля ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» були спрямовані на узагальнення, аналіз і синтез ґрунтознавчих досягнень та створення динамічної інформаційної бази даних про ґрунтові ресурси України з подальшою трансформацією її в «Інформаційну систему ґрунтових ресурсів України» (ІСГРУ) та з перспективою адаптивного входження у світову «Глобальну ґрунтово-інформаційну систему» (Global Soil Information System – GLOSIS) у рамках діяльності Глобального ґрунтового партнерства (Global Soil Partnership). Інноваційний пріоритет у створенні національної Інформаційної системи України про ґрунтові ресурси (ІСГРУ) надано методичним і конструктивним особливостям 3 найбільш інформативних міжнародних баз даних: Базі даних ґрунтів і земель (Soil and Terrain database – SOTER), Світовій ґрунтовій інформаційній службі

(World Soil Information Service – WoSIS) і Карті ґрунтів світу (Global Soil Map). Подальші дослідження з розв'язання проблем створення, наповнення та функціонування ІСГРУ, її адаптацію та входження в міжнародні бази даних, а також як методологічної основи для аналізу і виявлення слабких і сильних сторін у ґрунтознавчих дослідженнях, мають стати інноваційними завданнями та пріоритетами в розвитку вітчизняного інформаційного ґрунтознавства [9].

Ґрунти забезпечують засоби до існування всього населення Землі – понад 7,5 мільярда людей, вони є основою для численних екосистемних функцій, які прямо або побічно підтримують здоров'я і благополуччя людини. Це найбільш очевидно, коли ми розглядаємо ґрунт як середовище, на якому майже всі продовольчі культури і корми для худоби, включаючи пасовища, безпосередньо сприяють досягненню цілей сталого розвитку. Саме живі спільноти – ґрунтове біорізноманіття – в ґрунті керують процесами, що мають центральне значення для росту рослин, безпосередньо впливають на здоров'я і благополуччя людини за допомогою виробництва кормів для сільськогосподарських культур і худоби.

Ілюстрації цінності ґрунтової біоти для підтримки глобального виробництва продовольства численні і різноманітні. Наприклад, ґрунтова фауна і мікроорганізми керують кругообігом поживних речовин на землі, розкладаючи мертвий рослинний і тваринний матеріал і перетворюючи його в форми, легко використовувані живими організмами. Кругообіг поживних речовин у ґрунті відіграє центральну роль у зростанні рослин, безпосередньо впливаючи на здоров'я і благополуччя людини за допомогою виробництва кормів для сільськогосподарських культур і худоби [7].

Крім підтримки росту рослин, ґрунти впливають на здоров'я і благополуччя людини як джерело і регулятор шкідників і патогенів, а порушення різноманітності і взаємодії ґрунтової біоти можуть перешкоджати регуляції цих захворювань. Шкідники і патогени сільськогосподарських культур і домашньої худоби можуть чинити серйозний негативний вплив на виробництво продуктів харчування, здоров'я і благополуччя людей.

Ґрунти також є домом для хвороботворних організмів, які безпосередньо впливають на людей, таких як паразити-гельмінти (нематода *Strongyloides*) і енцефаліт головного мозку (*Naegleria fowleri*), а також *Coccidioides immitis*, гриб, що викликає лихоманку. Тоді як хвороботворні організми можуть бути проблематичними і навіть небезпечними, різноманітні ґрунтові спільноти, як правило, корисні для здоров'я людини і забезпечують контроль над патогенами за допомогою конкуренції з хвороботворними агентами і хижацтва для людей, домашньої худоби та сільськогосподарських культур [4]. Ґрунтові бактерії та гриби також є цінними джерелами антибіотиків, у тому числі такі, що давно зарекомендували себе, як пеніцилін, що вироблений *Penicillium chrysogenum*, і нових антибіотиків з некультурних бактерій, які показують перспективи для запобігання розвитку стійкості до антибіотиків.

На додаток до безпосередньої підтримки виробництва продовольства за допомогою ведення

сільського господарства і скотарства ґрунт забезпечує доступ до економічних засобів до існування. Сільський спосіб життя і культура, зосереджені навколо сільського господарства, взаємодіють з ґрунтом, іноді прямо, а часто і побічно. Для жінок-фермерів ці економічні можливості також можуть сприяти досягненню ґендерної рівності. Біорізноманіття ґрунту сприяє багатьом аспектам здоров'я і благополуччя людини завдяки численним екосистемним функціям. Пріоритетність біорізноманіття ґрунтів у політиці та діях також визначає пріоритетність цього набору переваг для здоров'я та благополуччя людини, надаючи скоординовану можливість для просування глобальних програм сталого розвитку.

Біорізноманіття ґрунту підтримує життя на суші, включаючи поширені, а також рідкісні і зникаючі види. Визнання того, що ґрунтові організми є частиною глобальної втрати видів, є невід'ємною частиною запобігання вимирання загалом. Ключовим кроком у запобіганні втраті видів, що мешкають у ґрунті, є розгляд ґрунту як середовища проживання, гідного захисту і збереження. Ґрунтові організми також можуть захищати біорізноманіття шляхом боротьби з інвазивними видами.

На додаток до того, що ґрунтові організми становлять 25% наземного біорізноманіття, вони підтримують життя на поверхні як безпосередньо в якості джерела їжі, так і побічно за допомогою таких процесів, як розкладання і кругообіг поживних речовин [16]. Хребетні, включаючи амфібій, птахів, ссавців і рептилій, покладаються на багатьох ґрунтових безхребетних як джерело їжі і можуть використовувати ґрунт як укриття.

Ґрунтові організми мають вирішальне значення для росту і виробництва рослин за рахунок кругообігу поживних речовин. Рослини та інші наземні організми користуються запилювачами, які живуть у ґрунті протягом деякого або всього їхнього життєвого циклу. Своєю чергою рослини живлять ґрунтову харчову мережу через кореневі екsudати і надходження мертвого рослинного матеріалу. Різноманітність рослинних ресурсів, а також складність середовища проживання підтримують високий рівень різноманітності, що відбувається в декількох масштабах (тобто молекулярному, агрегатному, горизонтальному і ландшафтному) [2].

Коли вода проходить через ґрунт на своєму шляху до струмків, річок, океанів, озер і підземних вод, ґрунт і життя в ній об'єднують наземні і водні системи. Під час фільтрації вода проходить через пори ґрунту, як великі, так і малі, що уповільнює швидкість потоку і забезпечує хімічні та біологічні взаємодії. Вода, що виходить з ґрунту, де ці процеси протікають добре, стає чистішою, що приносить користь людям і водній флорі і фауні.

Біорізноманіття ґрунту відіграє очевидну роль у біологічному використанні ґрунтових вод, але багато організмів також сприяють фізичній та хімічній взаємодії між водою та ґрунтовою матрицею. Коріння рослин і їх виділення відіграють вирішальну роль у динаміці водного потоку в ґрунті. Крім того, біотичні взаємодії між рослинами і мікробами можуть безпо-

середньо впливати на гідрологію, і на ці взаємодії впливає зміна клімату [6].

Поліпшення фільтрації води також збільшує можливості рослин і ґрунтових організмів використовувати розчинені і зважені поживні речовини, такі як нітрати і фосфати, зменшуючи стік поживних речовин у поверхневі і підземні води. Ґрунтовий мікробний метаболізм фосфатів і нітратів переробляє ці поживні речовини в наземних системах і обмежує експорт у водні системи. Використання цих екологічних процесів може стати важливим способом зниження залежності від добрив і поліпшення якості води, а також зменшення зон евтрофікації, таких як великі «мертві зони», які з'являються в Мексиканській затоці поблизу Сполучених Штатів, Оманському морі між Іраном і Оманом, і Жовтому морі поблизу Китаю. На додаток до поживних речовин деякі бактерії і гриби здатні розкласти забруднюючі речовини. Зв'язок біорізноманіття ґрунтів з якістю води та гідрологією – це сфера, в якій гостро необхідні додаткові дослідження, оскільки якість та постачання води є серйозною проблемою для громад у всьому світі, включаючи багаті країни [8].

Оскільки більше 75% органічного вуглецю (C) ґрунту знаходиться у верхньому метрі ґрунтів, управління ґрунтом відіграє ключову роль у тому, як ґрунти можуть діяти як поглинач і накопичувати більше C. Шлях C у ґрунт в основному проходить через рослини, які поглинають вуглекислий газ (CO_2) з атмосфери під час фотосинтезу і використовують його як будівельні блоки для коренів, стебел і листя. Живі рослини переміщують C під землею у вигляді кореневої тканини і корневих виділень, які легко включаються в мікробну біомасу і або вдихаються, або відкладаються у вигляді складних органічних молекул. Оскільки підземний C зберігається у вигляді органічної речовини, він являє собою динамічний пул, який може бути зменшений за рахунок дихання, виділення парникових газів, таких як CO_2 , метан (CH_4) і закис азоту (N_2O), або збільшений за рахунок надходження органічних речовин, а саме коренів, детриту і мікробної біомаси ґрунту. Завдяки цим процесам ґрунт є найважливішою частиною вирішення проблеми глобальної зміни клімату. Ґрунт уже є частиною деяких кліматичних рішень.

Роль ґрунтового біорізноманіття в регулюванні викидів парникових газів і зберіганні ґрунтового вуглецю добре визнана. Баланс C у ґрунтах контролюється інтерактивними ефектами клімату, різноманітності рослин і біорізноманіття ґрунтів [7], і саме ґрунтове співтовариство в кінцевому підсумку контролює короткострокові і довгострокові потоки і потоки C у ґрунтах і з них [8]. Багато досліджень зосереджувалися на важливій ролі ґрунтових мікроорганізмів у розкладанні рослинного сміття, значною мірою тому, що бактерії та гриби виробляють набір ферментів, здатних розщеплювати рослинні молекули, що повільно розкладаються, такі як целюлоза та лігнін. В оцінці здатності ґрунтів накопичувати C ми також повинні враховувати конкретні функціональні типи й особливості мікробного співтовариства [3]. Наприклад, мікробні ознаки або функціональні групи, які будуть контролювати

циклічність і зберігання С, включають: ефективність використання С, швидкість обороту біомаси спільноти, позаклітинні ферменти, що продукуються мікробами, і стехіометрію. Деякі з цих показників включаються в нові моделі С, такі як стабілізація матриці мікробної ефективності і стабілізація мікробного мінерального вуглецю.

Ґрунтові тварини також відіграють важливу роль у розкладанні сміття та викидах парникових газів. За рахунок подрібнення листя ґрунтова фауна збільшує площу поверхні підстилки, що збільшує швидкість мікробного розкладання. Багато ґрунтових тварин споживають опале листя, перетравлюючи опале листя і виділяючи екскременти. Екскременти ґрунтової фауни розкладаються повільніше, ніж опале листя. Ґрунтова фауна зазвичай збільшує швидкість розкладання підстилки в помірному і вологому тропічному кліматі, але не обов'язково в холодному сухому середовищі. Активність дощових черв'яків може як стабілізувати С ґрунту, так і збільшити викиди парникових газів залежно від місцевих екосистемних умов і клімату. Біорізноманіття ґрунтів є важливим засобом для більш глибокого розуміння, модельного прогнозування та дій із землекористування для вирішення проблеми зміни клімату.

Результати дослідження та їх обговорення.

Незважаючи на важливу роль, яку біорізноманіття ґрунту відіграє у всіх екосистемах, ґрунтові організми стикаються з багатьма з тих же загроз, що і наземні організми, і отримують набагато менше досліджень, уваги засобів масової інформації та правового захисту. Втрата середовища існування в результаті змін у землекористуванні, зміни клімату та інвазивних видів, як надземних, так і підземних, є такою ж проблемою для ґрунтових організмів, як і для наземних і водних організмів.

Втрата середовища проживання є основною загрозою для ґрунтової біоти. Сільське господарство є основною причиною втрати середовища існування і скорочення біорізноманіття в усьому світі, включаючи переведення земель у сільськогосподарське використання і методи управління в агро-екосистемах. Якість середовища проживання може погіршитися через забруднення, включаючи надмірне надходження поживних речовин і інвазивних видів. Забруднення важкими металами може призвести до того, що в громадах будуть домінувати кілька таксонів, які можуть переносити або навіть процвітати у разі високих рівнів хімічного впливу з відповідним зменшенням таксонів, поширених у незабруднених ґрунтах. Збільшення надходження азоту в результаті атмосферного осадження або прямого внесення добрив також є формою забруднення і може призвести до зміни бактеріальних спільнот ґрунту, зменшення ацидобактерій і веррукомікробій і збільшення актинобактерій і ферм, а також зниження загальної мікробної активності.

Інвазивні види також можуть вплинути на якість середовища проживання. Інвазивні рослини можуть змінювати підземні спільноти за рахунок виділення ексудатів, токсичних для деяких ґрунтових організмів, таких як арбускулярні мікоризні гриби, змін у N-циклі, таких як інвазивні бобові, змін частоти та

інтенсивності пожеж та/або змін у підстилці рослин і коренях. Здебільшого інвазивні рослини збільшують різноманітність і велику кількість ґрунтових організмів, особливо коли інвазивні рослини призводять до збільшення підстилки і коренів. В інших ситуаціях ґрунтові організми можуть бути інвазивними видами, що знижують пристосованість рослин, різноманітність і чисельність тварин. Є достатньо досліджень про те, що ґрунтові середовища існування стикаються з численними загрозами, від прямого і непрямого надходження забруднюючих речовин і поживних речовин до змін у надземних спільнотах, включаючи екзотичні види. Однак втрата і деградація середовища проживання – не єдині загрози біорізноманіттю ґрунтів.

Зміна клімату є першочерговою проблемою нашого покоління, і на ґрунтову біоту це впливає так само, як і на все інше життя на Землі. Зміна клімату включає у себе низку змін навколишнього середовища, включаючи концентрацію парникових газів в атмосфері, а саме CO₂, кількість і частоту опадів, а також температуру. У глобальному масштабі ці змінні, за прогнозами, зміняться в різних напрямках і величинах, і тому розуміння того, як біорізноманіття ґрунтів реагує на зміну клімату, вимагає глибокого розуміння як біорізноманіття ґрунтів у біомас, прогнозованих наслідків зміни клімату, так і того, як популяції і спільноти ґрунтових таксонів можуть реагувати. Метааналіз досліджень мікробного співтовариства ґрунту показав, що реакція чисельності ґрунтових грибів на підвищений рівень CO₂ варіювалася залежно від таксона та екосистеми. Змінні режими випадання опадів впливають як на надземних, так і підземних комах. Температура також має унікальний вплив на ґрунтові спільноти. Підвищені температури мають фізіологічний вплив на ґрунтову біоту, оскільки деякі таксони мають дуже вузький температурний діапазон для оптимального функціонування, а інші можуть переносити більш широкий діапазон. З огляду на численні взаємопов'язані наслідки глобальної зміни клімату та надмірну різноманітність ґрунтових спільнот існує багато невідомостей у розумінні впливу зміни клімату на біорізноманіття ґрунтів.

Наявні можливості для збереження і підтримки біорізноманіття ґрунтів, яке своєю чергою підтримує різноманітність життя в усьому світі, включаючи людство. Багато заходів, спрямованих на підтримку біорізноманіття на поверхні, також підтримують біорізноманіття під землею. Оскільки біорізноманіття ґрунтів вплетене в багато аспектів екосистем, чіткий розгляд біорізноманіття ґрунтів може забезпечити цілісний підхід до просування багатьох компонентів глобальної стратегії сталого розвитку. Збереження наявних природних зон, відновлення деградованих місць проживання, застосування стійких методів ведення сільського господарства і використання міського біорізноманіття – все це методи, які зміцнюють і підтримують різноманітні ґрунтові спільноти, а також функції і послуги, які вони надають у всіх екосистемах.

Захист природних земель має вагомe значення для захисту ґрунтової біоти та функцій, які вона

забезпечує. У визначенні пріоритетів охорони природних територій основна увага приділялася надземному біорізноманіттю, значною мірою тому, що знання про біорізноманіття ґрунтів відстають від знань про надземне біорізноманіття. Захист ґрунтового середовища проживання в природних зонах є важливим джерелом цієї інформації, що представляє унікальні місця проживання та екосистеми з меншим впливом людини. Біорізноманіття ґрунтів у межах природних зон покращує якість води і може забезпечити захист населених пунктів від повеней в екстремальних ситуаціях. Ґрунтові організми в незайманих ґрунтах також мають вирішальне значення для вирішення проблеми глобальної зміни клімату, оскільки вони накопичують С і регулюють кругообіг парникових газів. Моделі показали, що захист районів від вирубки лісів або перетворення у сільське господарство може бути економічно ефективним способом запобігання викидам парникових газів у ґрунті внаслідок мікробної діяльності, приносячи соціальні вигоди, що набагато перевищують передбачувані витрати.

Охорона та управління природними територіями мають вирішальне значення для підтримки біологічного різноманіття, як надземного, так і підземного. Багато рішень з управління земельними ресурсами приймаються наземними рослинами і тваринами, але ґрунтові організми можуть стати важливим напрямом в управлінні природними територіями. Наприклад, використання призначеного вогню для зменшення та запобігання проникненню деревних рослин або інвазивних видів на пасовища приносить користь комахам, що мешкають у ґрунті, і наземним організмам, які покладаються на відкриті місця проживання на луках. Час і інтенсивність пожежі можуть бути змінені для захисту чисельності і різноманітності комах, що мешкають у ґрунті. Деякі інвазивні види рослин впливають на ґрунтові організми, включаючи симбіотичні мікоризні гриби, що може вплинути на здатність місцевих рослин конкурувати. Такі міркування важливі для керуючих земельними ресурсами, які приймають рішення про те, коли і як боротися з інвазивними видами в природних зонах. Багато що ще належить дізнатися про ґрунтові спільноти різних типів середовищ існування по всьому світі, і природні зони є важливим способом як захисту ґрунтових спільнот, так і збереження екосистемних послуг для сталого майбутнього.

Скорочення біорізноманіття та екосистемних послуг, що надаються природою в основному в результаті землекористування людини, є повсюдним явищем у всьому світі. Відновлення екосистем є одним з найкращих способів окупності інвестицій у поліпшення ґрунтового середовища проживання та функціонування з метою забезпечення глобальної стійкості. Відновлення екосистем для збереження біорізноманіття ґрунтів може забезпечити численні екосистемні функції та послуги, які підтримують глобальну стійкість. Біорізноманіття ґрунтів і надані їм послуги можуть бути як метою відновлення, так і засобом відновлення деградованих систем.

Стале виробництво продуктів харчування має велике значення для майбутнього людства і при-

роди на землі, і, як зазначено вище, ґрунт і її біорізноманіття є основою сталого сільського господарства. Стійкі сільськогосподарські дії, орієнтовані на біологію ґрунту, необхідні у всіх культурах і умовах ведення сільського господарства. Існує безліч досліджень промислових систем просапних культур, у тому числі переконливі докази того, що обробка ґрунту негативно впливає на ґрунтові організми з великим розміром тіла, включаючи дощових черв'яків, коллембол і кліщів. Системи без обробки ґрунту і зі зниженою обробкою ґрунту зазвичай підтримують більшу частку грибів, ніж бактерій, порівняно зі звичайними системами. Управління із щорічною обробкою ґрунту призвело до скорочення біорізноманіття ґрунту і зміщення спільнот на користь організмів з малим тілом порівняно із сівозмінними трав бобових і пасовищами, керованими без будь-якої обробки ґрунту. Менш таксономічно різноманітні ґрунтові спільноти можуть призвести до зниження продуктивності рослин, меншого обороту азоту і більшого вимивання фосфору, що може привести до зниження врожайності сільськогосподарських культур і збільшення втрат поживних речовин з агроекосистем. На додаток до обробки ґрунту наявність покривних культур і збереження підстилки є важливими факторами для ґрунтових спільнот. Покривні культури, які вирощуються на полях просапних культур поза основним вегетаційним періодом, запобігають тривалі періоди часу, коли поля оголюють ґрунт. Живі корені покривних культур зменшують ерозію ґрунту і забезпечують ресурси у вигляді кореневої тканини та ексудатів, які підтримують численні ґрунтові організми, включаючи мікроорганізми, гриби та нематоди. Багаторічні культури, як правило, покращують середовище проживання ґрунтових організмів, зменшуючи втрати азоту і створюючи органічну речовину. Різноманітність рослинних ресурсів за рахунок різних сівозмін сільськогосподарських культур і покривних культур може змінити мікробіологічні профілі і активність ґрунту, що призведе до більшого накопичення вуглецю у ґрунті. Збереження підстилки і різноманітність ґрунтових організмів відіграють важливу роль у накопиченні і зберіганні органічної речовини ґрунту, а в деяких системах збільшення вмісту органічного вуглецю у ґрунті також матиме додаткову перевагу у вигляді підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Крім того, більше біорізноманіття ґрунту та функціональна надмірність, яку вона забезпечує, можуть збільшити здатність ґрунту продовжувати виконувати такі функції, як обмін поживних речовин та продуктивність рослин у сценаріях глобальних змін.

Багато традиційних підходів до сільського господарства використовують різноманітність культур і сівозмін для поліпшення виробництва і подолання циклів хвороб. У широкому контексті глобального сільського господарства ґрунтові організми відіграють важливу роль у різних підходах та кліматичних умовах. Біорізноманіття ґрунтів лежить в основі сталого сільського господарства, підтримуючи рослинництво і тваринництво у всіх типах систем з меншими витратами, які є дорогими для фермерів

і впливають на нецільові види і місця проживання. Визнання ґрунту складними біологічними екосистемами, які підтримують стійкі агроекосистеми, а не системи введення/виведення, що підлягають оптимізації, є критичною зміною перспективи, необхідної для просування сталого майбутнього.

Приблизно 55% людей у всьому світі живуть у міських районах, і очікується, що до 2050 року це число зросте до 68%. Розширення міських районів може призвести до руйнування ґрунтових середовищ існування в результаті спорудження будівель і тротуарів; однак міські райони можуть бути домом для різноманітних спільнот ґрунтових мікробів і безхребетних. Ґрунт є основою послуг, що надаються природою міським районам. Як згадувалося раніше, ґрунтові організми можуть безпосередньо розкладати забруднюючі речовини і хелатувати важкі метали на колишніх промислових об'єктах, підвищуючи безпеку цих об'єктів у густонаселених районах. Міські ґрунти підтримують рослини в зелених зонах і вуличних бордюрах, які можуть знизити температуру повітря в містах і забезпечити простір для ігор і відпочинку. Ґрунтова фауна відіграє ключову функціональну роль у міських дощових садах, які поглинають зливу воду та фільтрують забруднюючі речовини, знижуючи навантаження на системи управління зливовими водами.

Міські ґрунти демонструють деяку конвергенцію, особливо з вмістом органічного С і загального N у ґрунті, і деяку відмінність від вихідного матеріалу і клімату. З біологічної точки зору глобальне обстеження міських районів виявило конвергенцію спільнот архей і грибів, але не бактерій. Дослідження міських зелених насаджень виявили такі ж рівні ґрунтового біорізноманіття, як і у разі обстеження ґрунтів у навколишніх природних зонах, хоча ця закономірність не обов'язково справедлива для деяких таксонів.

Є безліч способів підтримувати і заохочувати біорізноманіття ґрунтів у міських районах. Зелені насадження підтримують найбільшу біологічну різноманітність ґрунтів у містах. Пріоритет зелених насаджень у міському плануванні є важливим способом збереження біорізноманіття ґрунту та збереження екосистемних переваг, які воно забезпечує. У разі планування використання міського простору, включаючи парки, використання мульчі для ґрунтопокривного покриття замість каменю, збільшує чисельність дощових черв'яків і знижує температуру поверхні, збільшуючи проникнення води і пом'якшуючи ефекти «теплового острова». Активність ґрунтових організмів у дощових садах потенційно може посилити проникнення зливових вод, видалення патогенів і видалення надлишкових поживних речовин і забруднюючих речовин. Ущільнення ґрунту може бути зменшено за рахунок усунення перешкод (наприклад, пішохідного руху або тимчасової споруди). Зелені дахи можуть створити додаткове середовище проживання, підтримуючи унікальні та різноманітні спільноти ґрунтових грибів та жуків. Крім того, продуманий вибір у галузі міського розвитку, який «нарощує, а не руйнує», може стати важливим інструментом захисту біорізнома-

ніття ґрунтів і екосистемних послуг не тільки в міських районах, а й запобігання перетворенню природних зон і продуктивних сільськогосподарських угідь. Додатковою перевагою багатьох з цих підходів є створення місць, де люди можуть збиратися, ділитися, вчитися, грати і відпочивати. Оскільки більша частина людства живе в містах, і цей відсоток зростає, міські райони є важливою частиною нашого сьогодення і майбутнього, і дії, спрямовані на підтримку біологічного різноманіття під землею, можуть зробити міста більш придатними для життя і стійкими.

Висновки і перспективи. Знання та дослідження в галузі біорізноманіття ґрунтів виходять за рамки академічних кіл і використовуються для підтримки вирішення проблем втрати біорізноманіття, місцевих (якість води, продовольча безпека), регіональних (деградація земель) і глобальних (зміна клімату) проблем. Управління ґрунтами як динамічними живими системами, якими вони є, відкриває нову перспективу для комплексних дій і рішень. Ґрунтові організми, мікроскопічні та макроскопічні, підтримують усі екосистеми: кругообіг енергії та поживних речовин для підтримки росту рослин та тварин у наземних системах та підтримання балансу поживних речовин у воді, тим самим впливаючи на водні організми та здоров'я екосистем. Те, як біорізноманіття ґрунту взаємодіє з численними функціями екосистем, робить його природним напрямом для просування цілісного глобального порядку денного в галузі сталого розвитку. Біорізноманіття ґрунтів лежить в основі природних рішень для клімату, біорізноманіття та людства, включаючи захист природних територій, відновлення деградованих екосистем, застосування стійких методів ведення сільського господарства та адаптацію міських районів до природи та людей. Пропонується провести додаткові дослідження, щоб визначити взаємозв'язок між досвідом у галузі біорізноманіття ґрунтів і реальними рішеннями для сталого майбутнього, і це необхідно робити зараз як для захисту біорізноманіття ґрунтів, так і для просування програм сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bar-On Y.M., Phillips R., Milo R. The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2018. Vol. 115, No. 25. P. 6506–6511. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115> (дата звернення: 31.03.2022).
2. Global mismatches in aboveground and belowground biodiversity / E.K. Cameron et al. *Conservation Biology*. 2019. Vol. 33, No. 5. P. 1187–1192. URL: <https://doi.org/10.1111/cobi.13311> (дата звернення: 31.03.2022).
3. The global soil community and its influence on biogeochemistry / T.W. Crowther et al. *Science*. 2019. Vol. 365, No. 6455. P. eaav0550. URL: <https://doi.org/10.1126/science.aav0550> (дата звернення: 31.03.2022).
4. Soil Animals and Pedogenesis / L. Cunha et al. *Soil Science*. 2016. Vol. 181, No. 3/4. P. 110–125. URL: <https://doi.org/10.1097/ss.000000000000144> (дата звернення: 31.03.2022).

5. A global atlas of the dominant bacteria found in soil / M. Delgado-Baquerizo et al. *Science*. 2018. Vol. 359, No. 6373. P. 320–325. URL: <https://doi.org/10.1126/science.aap9516> (дата звернення: 31.03.2022).

6. Gibbs H.K., Salmon J.M. Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography*. 2015. Vol. 57. P. 12–21. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024> (дата звернення: 31.03.2022).

7. Guarino B. Anthrax sickens 13 in Western Siberia, and a thawed-out reindeer corpse may be to blame. *Washington Post*, July, 28, 2016.

8. Networking our science to characterize the state, vulnerabilities, and management opportunities of soil organic matter / J.W. Harden et al. *Global Change Biology*. 2017. Vol. 24, No. 2. P. e705–e718. URL: <https://doi.org/10.1111/gcb.13896> (дата звернення: 31.03.2022).

9. Bongaarts J. IPBES, 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *Population and Development Review*. 2019. Vol. 45, No. 3. P. 680–681. URL: <https://doi.org/10.1111/padr.12283> (дата звернення: 31.03.2022).

10. The Ecology of Soil Carbon: Pools, Vulnerabilities, and Biotic and Abiotic Controls / R.B. Jackson et al. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2017. Vol. 48, No. 1. P. 419–445. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054234> (дата звернення: 31.03.2022).

REFERENCES:

1. Bar-On Y.M., Phillips R., & Milo R. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6506–6511.

2. Cameron E.K., Martins I.S., Lavelle P., Mathieu J., Tedersoo L., Bahram M., ... & Eisenhauer N. (2019). Global mismatches in aboveground and belowground biodiversity. *Conservation Biology*, 33(5), 1187–1192.

3. Crowther T.W., Van den Hoogen J., Wan J., Mayes M.A., Keiser A.D., Mo L., ... & Maynard D.S. (2019).

The global soil community and its influence on biogeochemistry. *Science*, 365(6455), eaav0550.

4. Cunha L., Brown G.G., Stanton D.W.G., Da Silva E., Hansel, F.A., Jorge G., McKey D., Vidal-Torrado P., Macedo R.S., Velasquez E., James S.W., Lavelle P., & Kille P. (2016). Soil Animals and Pedogenesis. *Soil Science*, 181(3/4), 110–125. DOI: <https://doi.org/10.1097/ss.0000000000000144>.

5. Delgado-Baquerizo M., Oliverio A.M., Brewer T.E., Benavent-González A., Eldridge D.J., Bardgett R.D., Maestre F.T., Singh B.K., & Fierer N. (2018). A global atlas of the dominant bacteria found in soil. *Science*, 359(6373), 320–325. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aap9516>.

6. Gibbs H.K., & Salmon J.M. (2015). Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography*, 57, 12–21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024>.

7. Guarino B. (2016). Anthrax sickens 13 in Western Siberia, and a thawed-out reindeer corpse may be to blame. *Washington Post*, July, 28, 2016.

8. Harden J.W., Hugelius G., Ahlström A., Blankinship J.C., Bond-Lamberty B., Lawrence C.R., Loisel J., Malhotra A., Jackson R.B., Ogle S., Phillips C., Ryals R., Todd-Brown K., Vargas R., Vergara S. E., Cotrufo M.F., Keiluweit M., Heckman K.A., Crow S.E., ... Nave L.E. (2017). Networking our science to characterize the state, vulnerabilities, and management opportunities of soil organic matter. *Global Change Biology*, 24(2), Article e705–e718. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13896>.

9. Bongaarts J. (2019). IPBES, 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *Population and Development Review*, 45(3), 680–681. DOI: <https://doi.org/10.1111/padr.12283>.

10. Jackson R.B., Lajtha K., Crow S.E., Hugelius G., Kramer M.G., & Piñeiro G. (2017). The Ecology of Soil Carbon: Pools, Vulnerabilities, and Biotic and Abiotic Controls. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48(1), 419–445. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054234>.

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 635.31:631.526 (477.7)

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.19>

ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ НОВИХ ГІБРИДІВ СПАРЖІ ЛІКАРСЬКОЇ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

КОСЕНКО Н.П. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-0877-6116>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

БОНДАРЕНКО К.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0003-4690-6361>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Спаржа лікарська, аспарагус, або холодок лікарський відноситься до малопоширених делікатесних овочевих рослин [1]. Площі, що займає ця культура, у світі збільшуються з кожним роком. У 2000 р. плантації спаржі у світі було відведено 1,06 млн га, у 2010 р. – 1,426 млн га, у 2019 р. – 1,624 млн га. Валовий збір молодих пагонів спаржі за цей період збільшився з 4,64 млн т (2000 р.) до 9,432 млн т (2019 р.) [2]. Дослідженнями багатьох науковців з провідних країн-виробників спаржі (США, Нідерланди, Німеччина, Польща) встановлено, що суттєвий вплив на продуктивність, якість товарної продукції мають сортові особливості, кліматичні та агротехнологічні умови вирощування рослин [3; 4]. Кліматичні умови України є сприятливими для вирощування цієї овочевої культури. Ефективність вирощування ранньої продукції значною мірою залежить від скоростиглості, врожайності сорту або гібриду та від умов вирощування. Тому дослідження з розроблення основних елементів технології вирощування нових гібридів спаржі за краплинного зрошення є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Спаржа, холодок лікарський, або аспарагус (*Asparagus officinalis* L.) – одна з найбільш стародавніх багаторічних трав'янистих рослин родини Спаржевих (*Asparagaceae*). Існує більше трьохсот її видів, найбільш поширений і відомий з яких – Спаржа лікарська [5].

Як овочеву культуру її вирощують майже на всіх континентах. До країн-лідерів, що є найбільшими виробниками, відносяться Китай (8,306 млн т), Перу (366,76 тис. т) та Мексика (272,2 тис. т). У Китаї зосереджено 60,6% насаджень спаржі та вирощується 88,1% світової товарної продукції. В Європі країнами-лідерами є Німеччина (130,56 тис. т) і Іспанія (58,61 тис. т). Крупним експортером у Європі є Польща, де площі збільшились з 200 га (2017 р.) до 1,8 тис. га (2019 р.) [2].

Спаржа – роздільностатева дводомна рослина: окремі рослини мають квітки жіночого та чоловічого типу [6]. Кореневище спаржі – це слабо розгалужений, потовщений підземний пагін, що утворює з боків м'ясисті циліндричні бульби, в яких накопичується основна маса пластичних речовин [7]. Навесні з бруньок відростають численні соковиті і ніжні пагони. Пагони, що знаходяться в шарі ґрунту без світла етіолізуються, а виходячи на поверхню – зеленіють, і в процесі подальшого розвитку грубішають і дерев'яніють. В їжу використовують молоді пагони довжиною 15–25 см. У пагонах спаржі залежно від способу вирощування (зелена чи біла), строків збирання врожаю міститься: сухої речовини до 10%, цукрів – 1,8–3,6%, вітамінів: аскорбінової кислоти – 10,4–53,0 мг/100 г (біла) і 90,4–110,6 (зелена), нікотинової кислоти більше 1 мг/100 г, каротину (у зеленої спаржі) – 0,5–2,0 мг/100 г [8]. Міститься у пагонах також вітаміни групи В, С, фолієва кислота, рутин, мінеральні речовини: калій, фосфор, кальцій, натрій, магній, йод, марганець, залізо, сірка, мідь, фтор [9]. Аспаргінова кислота, що є основною лікарською речовиною спаржі, дуже корисна для серцево-судинної системи людини. Стероїдні сапоніни, які містяться у пагонах спаржі, мають антиоксидантні, антибактеріальні, антивірусні властивості, сприяють зниженню цукру, шкідливого холестерину в крові людини, підвищують імунітет [10; 11]. Крім свіжих і заморожених молодих пагонів, використовують екстракти спаржі, що отримують методом сублімаційного сушіння [12]. Ці екстракти додають у різні харчові продукти і суміші (сік, чай). Пагони, що зрізується у кінці вегетації рослин, використовуються для виробництва комбікормів [13].

Дослідження польських вчених показали, що краплинне зрошення сприяє збільшенню висоти вегетативних пагонів до 196 см у рослин сорту Арполо, у сорту Atlas – на 28%, усі сорти, що досліджувались, показали прибавку 13%. Кількість

вегетативних пагонів збільшувалась на 40% [14]. Італійські вчені досліджували на плантації спаржі сорту Desto різні дози добрив: за внесення органічних добрив $N_{60}P_{60}K_{40}$ відзначено збільшення середньої маси пагонів на 3,6-4,4% та їх товщини – на 2,9-5,7% залежно від строку збирання врожаю. За умов краплинного зрошення, з призначенням поливів за РПВТ 80% НВ, рослини формували 16 товарних пагонів, за їх середньої маси 35,4 г [15].

Для професійного вирощування використовують тільки саджанці гібридів з огляду на те, що чоловічі гібриди мають більшу продуктивність [16]. У Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні занесені гібриди іноземної селекції Baklim, Grolim, Gijnlim, Bacchus, Cumulus, Prius, Cygnus, Erasmus [17].

Мета досліджень. Розроблення основних елементів технології вирощування нових гібридів спаржі лікарської за краплинного зрошення в умовах півдня України.

Методи та матеріали досліджень. Дослідження проводили на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН у 2018–2020 рр. Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий слабо солонцюватий середньосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі (0-30 см) складав 2,14%, загального азоту – 2,24%, рухомого фосфору й обмінного калію – відповідно 62 і 323 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. Дослідження проводили шляхом закладення трифакторного польового досліду за такою схемою: фактор А – гібриди F_1 аспарагусу: 1) Grolim; 2) Gijnlim; 3) Baklim селекції Limgroup BV (Нідерланди). Фактор В – внесення добрив: 1) без внесення (контроль); 2) внесення біодобрива Біопроферм. Фактор С – мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою: 1) без мульчування; 2) мульчування гряд. Повторність досліду чотириразова, загальна площа ділянки – 14 м², облікова – 10 м². Однорічні саджанці були висаджені 20 листопада 2018 р. Схема висаджування саджанців широкорядна, з шириною міжряддя 2,2 м, відстань між рослинами у рядку 20 см. Зволоження ґрунту здійснювали за допомогою системи краплинного зрошення. Пропливи призначалися за рівня передполивної вологості ґрунту 75%. Хімічний аналіз пагонів спаржі включав визначення у пагонах вмісту сухої речовини (ДСТУ 7804:2015), загального цукру (ДСТУ 4954:2008), аскорбінової кислоти (ДСТУ 7803:2015), нітратів (ДСТУ 4948:2008).

Результати досліджень. Встановлено, що відсоток перезимівлі рослин навесні 2020 року залежно від технологічних прийомів вирощування у гібриду Grolim становив 95,6-97,7%, у Gijnlim – 91,5-95,8%, у Baklim – 93,0-94,8% (рис. 1). У середньому серед гібридів, що вивчалися, добре перенесли зимові умови 96,6% рослини гібриду Grolim, у Gijnlim – 93,9%, у Baklim – 91,4%.

На початок відростання пагонів і, відповідно, на початок збирання врожаю значний вплив мають середньодобова температура повітря та мінімальна температура на поверхні ґрунту [18].

У 2020 році масове відростання молодих пагонів у Baklim відмічено 6–10 квітня, у Grolim і Gijnlim –

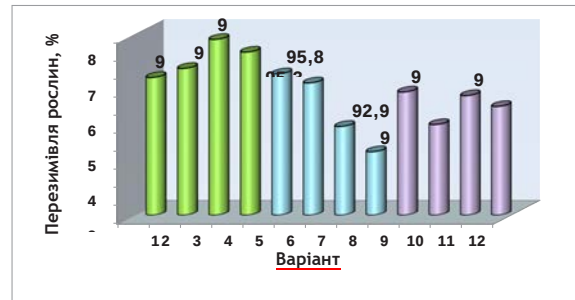


Рис. 1. Перезимівля рослин спаржі, 2020 р.

7–15 квітня. В умовах прохолодної весняної погоди 2021 році масове відростання молодих пагонів у гібриду Grolim відзначено 23–30 квітня, у Gijnlim – 23–28 квітня, у Baklim – 21–28 квітня.

За мульчування чорною плівкою масове відростання молодих пагонів у гібридів Grolim та Gijnlim відзначено 23 квітня, у Baklim – на дві доби раніше. Без мульчування масове відростання пагонів у гібридів Baklim та Gijnlim відмічено 28 квітня, у Grolim – на дві доби пізніше. Мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою дозволяє розпочати збір урожаю на 5-7 дів раніше, ніж без мульчування. Масове стеблуння рослин спостерігалось 6–21 травня, цвітіння – 30 травня – 3 червня. Кінець вегетації рослин (зміна забарвлення стебел і листків на жовтий) відмічено 9–11 жовтня.

За даними екологічного випробування 23 гібридів і сортів спаржі різних груп стиглості в умовах Лісостепової зони України, що наводить Т.В. Івченко, врожайність ранньостиглих гібридів Prius, Javalim і Atlas на другий рік вирощування становила відповідно 0,34; 0,57 і 0,87 т/га [18].

Наші дослідження показали, що на другий рік вирощування (третій рік культури) врожайність молодих пагонів гібриду Grolim була 0,85–0,97 т/га, Gijnlim – 0,81–0,94 т/га, Baklim – 0,88–0,97 т/га (табл.). У третій рік вирощування (четвертий рік культури) врожайність гібриду Grolim становила 1,33–1,57 т/га, Gijnlim – 1,09–1,39 т/га, Baklim – 1,42–1,73 т/га.

У 2021 році врожайність молодих пагонів гібриду Baklim становила 1,57 т/га, що на 0,14 т/га (9,8%) більше, ніж у Grolim та на 0,34 т/га (27,6%) більше, ніж у Gijnlim. Продуктивність гібриду Grolim була на 0,20 т/га (16,3%) більшою порівняно з Gijnlim. У середньому за роки досліджень урожайність гібриду Grolim становила 1,16 т/га, Gijnlim – 1,05 т/га, Baklim

– 1,24 т/га. Вплив фактору на рівень урожайності становить 50,0%.

В останні роки в багатьох країнах світу використовують біологізацію та екологізацію землеробства, що сприяє покращенню родючості ґрунту та отриманню екологічно безпечної продукції. Наряду з іншими заходами у біологізації землеробства велике значення має поступова відмова від мінеральних добрив та пестицидів, з наданням переваги препаратам органічного походження [19]. За даними Hanh N. et al. застосування компосту (35 т/га) у борозни дозволяє отримати суттєве збільшення врожайності органічної продукції зеленої спаржі [20].

Таблиця – Урожайність пагонів гібридів спаржі залежно від внесення добрив і мульчування рослин, 2020–2021 рр.

№ з/п	Гібридспаржі (фактор А)	Внесення біодобрива (фактор В)	Мульчування рослин (фактор С)	Урожайність, т/га		
				2020	2021	2020–2021
1	Grolim	без добрив	без мульчування	0,85	1,33	1,09
2			мульчування чорною плівкою	0,88	1,38	1,13
3		Біопроферм	без мульчування	0,91	1,43	1,17
4			мульчування чорною плівкою	0,97	1,57	1,27
5	Gijnlim	без добрив	без мульчування	0,81	1,09	0,95
6			мульчування чорною плівкою	0,86	1,12	0,99
7		Біопроферм	без мульчування	0,89	1,29	1,09
8			мульчування чорною плівкою	0,94	1,39	1,17
9	Baklim	без добрив	без мульчування	0,88	1,42	1,15
10			мульчування чорною плівкою	0,92	1,49	1,21
11		Біопроферм	без мульчування	0,91	1,64	1,28
12			мульчування чорною плівкою	0,97	1,73	1,35
HIP05 часткових відмінностей за фактором А				0,9	0,15	
HIP 05часткових відмінностей за фактором В				0,8	0,15	
HIP 05часткових відмінностей за фактором С				0,8	0,13	
HIP05 головних ефектів за фактором А				0,3	0,06	
HIP05 головних ефектів за фактором В				0,2	0,06	
HIP05 головних ефектів за фактором С				0,2	0,04	

За результатами наших досліджень у 2021 році внесення біодобрива Біопроферм сприяє збільшенню продуктивності рослин на 0,20 т/га (15,3%). Вплив цього фактору на рівень урожайності становив 26,0%. У середньому за роки досліджень внесення біодобрива Біопроферм збільшує продуктивність рослин гібриду Grolim на 0,11 т/га (19,8%), Gijnlim – на 0,26 т/га (26,8%), Baklim – на 0,13 т/га (13,7%), у середньому – на 0,13 т/га (11,9%). В умовах 2021 року мульчування гряд спаржі чорною плівкою сприяло підвищенню врожайності спаржі на 0,08 т/га (5,8%). У середньому за роки досліджень за мульчування відзначено збільшення врожайності спаржі на 0,06 т/га (5,4%). Проведений нами кореляційно-регресійний аналіз експериментальних даних показав, що простежується пряма пропорційна корелятивна залежність між урожайністю і висотою рослин та кількістю стебел на кінець вегетації у попередньому році: коефіцієнт кореляції становив відповідно $R = 0,71$ та $0,66$, коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,51$ та $0,44$.

Аналіз біохімічного складу товарних пагонів показав, що вміст сухої речовини у пагонах гібриду Grolim складав 7,65–7,97%, Gijnlim – 8,02–8,35%, Baklim – 8,51–8,97%. Вміст загального цукру становив, відповідно, 2,51–2,86; 2,66–2,89; 2,39–2,48%. У товарних пагонах гібриду Grolim аскорбінової кислоти містилося 22,39–23,94 мг/100 г, у Gijnlim – 16,72–17,30 мг/100 г, Baklim – 14,88–15,49 мг/100 г. Най-

більшим вмістом сухої речовини відзначився гібрид Baklim – 8,71%. За вмістом загального цукру (2,67%) і аскорбінової кислоти (23,17 мг/100 г) кращим був гібрид Grolim. Для всіх гібридів, що досліджувались внесення біодобрива сприяє збільшенню у молодих пагонах вмісту сухої речовини на 0,18%, аскорбінової кислоти – на 0,15 мг/100 г.

Висновки. За результатами дворічних досліджень встановлено, що гібриди Grolim, Gijnlim, Baklim мають високий адаптивний потенціал в умовах Півдня України. Найбільший відсоток перезимівлі (96,6%) відзначено у гібриду Grolim. За продуктивністю виділився гібрид Baklim, який на 27,6% перевищує гібрид Gijnlim. Внесення біодобрива Біопроферм сприяє збільшенню продуктивності усіх гібридів спаржі на 15,3%. Мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою дозволяє розпочати збір урожаю на 5-7 діб раніше, ніж без мульчування. Найбільшим вмістом сухої речовини відзначився гібрид Baklim, найбільший вміст загального цукру та аскорбінової кислоти був у гібриду Grolim.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Benson B. L. The World's Asparagus Production Areas, Spear Utilization, Yields and Production Period. *Acta Horticulture*. 2008. Vol. 776. P. 495–507. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.776.65
2. FAOSTAT. On-Line Statistical Database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Agricultural statistics. Asparagus. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL/visualize>.

3. Paschold P. J., Artelt B., Hermann G. Comparison of White Asparagus Cultivars (*Asparagus officinalis* L.) in Germany. *Acta Horticulture*. 2008. Vol. 776. P. 379–386. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.776.50.

4. Brainard D. C., Bakker J., Myers N., Noyes D. C. Rye Living-Mulch Effects on Soil Moisture and Weeds in Asparagus. *J. Hort. Science*. 2012. Vol. 47(1). P. 58–63. DOI: 10.21273/HORTSCI.47.1.58.

5. Altunel T. A. Morphological and Habitat Characteristics of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) and Socio-Economic Structure of Producers. *Turkish Journal of Agriculture*. 2021. Vol. 9(6). P. 1092–1099. DOI: 10.24925/turjaf.v9i6.1092-1099.4269.

6. Harkess A., Mercati F., Shan H.-Y., Sunseri F., Falavigna A., Leebens-Macket J. Sex-biased gene expression in dioecious garden asparagus (*Asparagus officinalis*). *New Phytologist*. 2015. Vol. 207(3). P. 883–892. DOI: 10.1111/nph.13389.

7. Viera-Alcaide I., Hamdi A., Guillén-Bejarano R., Rodríguez-Arcos R., Espejo-Calvo J. A., Jiménez-Araujo A. Asparagus Roots: From an Agricultural By-Product to a Valuable Source of Fructans. *J. Foods*. 2022. Vol. 11(5). 652. DOI: 10.3390/foods11050652.

8. Улянич О.І., Вдовенко С.А., Ковтунюк З.І. Біологічні особливості і вирощування малопоширених овочів / за ред. О.І. Улянич. Умань : «Візаві», 2018. 278 с.

9. Jingen X., Shi-bei T., Chun-ping H., Jianming G., Helong Ch., Shiqing Z., Wei-huai W., Jinlong Zh., Kexian Yi. Nutrition Characteristics and Nutrition Accumulation of Asparagus. *Acta Horticulture*. 2020. Vol. 1301. P. 27–30. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1301.4

10. Mohammadhassan R., Ferdosi A., Seifalian A., Malmir S., Seifalian M. Nanoelicitors Application Promote Antioxidant Capacity of *Asparagus officinalis* (In Vitro). *Journal of Tropical Life Science*. 2020. Vol. 11(3). P. 259–265. DOI: 10.11594/jtls.11.03.01.

11. Maeda T., Kakuta H., Sonoda T., Motoki S., Ueno R., Suzuki T., Oosawa K. Antioxidation Capacities of Extracts from Green, Purple, and White Asparagus Spears Related to Polyphenol Concentration. *J. Hort. Science*. 2005. Vol. 40. P. 1221–1224. DOI: 10.21273/HORTSCI.40.5.1221.

12. Yu Q., Li J., Fan L. Effect of Drying Methods on the Microstructure, Bioactivity Substances, and Antityrosinase Activity of Asparagus Stems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2019. Vol. 67(5). P. 1537–1545. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b05993.

13. Chen G. Strategic Objective for Asparagus in China: from Agriculture into Industry. *J. Acta Horticulture*. 2020. Vol. 1301. P. 225–232. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1301.34.

14. Rolbiecki R., Rolbiecki S., Figas A., Jagosz B., Prus P., Stachowski P., Kazula M. J., Szczepanek M., Ptach W. Response of Chosen American Asparagus *officinalis* L. Cultivars to Drip Irrigation on the Sandy Soil in Central Europe: Growth, Yield and Water Productivity. *Agronomy*. 2021. Vol. 11(5). 864. DOI: 10.3390/agronomy11050864.

15. Caruso G., Villari G., Borrelli C., Russo G. Effects of Crop Method and Harvest Season on Yield and Quality of Green Asparagus under Tunnel in Southern Italy. *Advances in Horticultural Sciences*. 2012. Vol. 26(2). P. 51–58. DOI: 10.13128/ahs-12738.

16. Uragami A., Ueno R., Yamasaki A., Matsuo K., Yamaguchi T., Tokiwa H., Takizawa T., Sakai H., Ikeuchi T., Watanabe S. I., Matsunaga K., Kuniyama M., Kitazawa H., Motoki S. Productive Differences Between Male and Female Plants in White Asparagus Production Using the Rootstock-Planting Forcing Culture Technique. *Horticulture Journal*. 2016. Vol. 85(4). P. 322–330. DOI: 10.2503/hortj.MI-115.

17. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Київ : Держкомстат України, 2022. 532 с.

18. Івченко Т.В., Лялюк О.С., Мозговська Г.В. Оцінка особливостей росту і розвитку гібридів спаржі лікарської в умовах Лісостепової зони України. *Овочівництво і баштанництво*: міжвід. темат. наук. зб. Харків: ІОБ, 2021. Вип. 70. С. 15–27. DOI: 10.32717/0131-0062-2021-70-16-27.

19. Ящук В.У., Корецький А.П., Ковбасенко Р.В. Напрямки екологізації землеробства. Київ : НААН, 2016. 136 с.

20. Hanh N., Nghia N., Dinh N., Huong D. Effects of Furrow Height and Amount of Manure Compost on the Growth, Yield, and Quality of Organically Grown Green Asparagus. *Vietnam Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. 04(2). P. 1056–1066. DOI: 10.31817/vjas.2021.4.2.06.

REFERENCES:

1. Benson, B. L. (2008). The World's Asparagus Production Areas, Spear Utilization, Yields and Production Period. *J. Acta Horticulture*. 776, 495–507 DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.776.65

2. FAOSTAT. On-Line Statistical Database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations. Agricultural statistics. Asparagus. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL/visualize>

3. Paschold, P. J., Artelt, B., & Hermann, G. (2008). Comparison of White Asparagus Cultivars (*Asparagus officinalis* L.) in Germany. *J. Acta Horticulture*. 776, 379–386 DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.776.50

4. Brainard, D. C., Bakker, J., Myers, N., & Noyes, D. (2012). Rye Living-Mulch Effects on Soil Moisture and Weeds in Asparagus. *Hort. Science*. 47(1), 58–63 DOI: 10.21273/HORTSCI.47.1.58

5. Altunel T. A. Morphological and Habitat Characteristics of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) and Socio-Economic Structure of Producers. *Turkish Journal of Agriculture*. 2021. Vol. 9(6). P. 1092–1099. DOI: 10.24925/turjaf.v9i6.1092-1099.4269.

6. Harkess, A., Mercati, F., Shan, H.-Y., Sunseri, F., Falavigna, A., & Leebens-Macket, J. (2015). Sex-biased Gene Expression in Dioecious Garden Asparagus (*Asparagus officinalis*). *New Phytologist*. 207(3), 883–892 DOI: 10.1111/nph.13389

7. Viera-Alcaide, I., Hamdi, A., Guillén-Bejarano, R., Rodríguez-Arcos, R., Espejo-Calvo, J., & Jiménez-Araujo, A. (2022). Asparagus Roots: From an Agricultural By-Product to a Valuable Source of Fructans. *J. Foods*. 11(5), 652 DOI: 10.3390/foods11050652

8. Ulianych, O. I., Vdovenko, S. A., Kovtuniuk, Z. I., Ketskalo, V. V., Slobodanyuk, H. Ya., Vorobiova, N. V., Soroka, L. V., & Kravchenko, V. S. (2018). *Biologichni osoblyvosti i vyroshchuvannia maloposhyrenykh ovochiv*

[Biological features and cultivation of rare vegetables]. Uman : Vizavi [in Ukrainian].

9. Jingen, X., Shi-bei, T., Chun-ping, H., Jianming, G., Helong, Ch., Shiqing, Z., Wei-huai, W., Jinlong, Zh., & Kexian, Yi. (2020). Nutrition Characteristics and Nutrition Accumulation of Asparagus. *J. Acta Horticulture*. 1301, 27–30 DOI:10.17660/ActaHortic.2020.1301.4

10. Mohammadhassan, R., Ferdosi, A., Seifalian, A., Malmir, S., & Seifalian, M. (2020). Nanoelicitors Application Promote Antioxidant Capacity of Asparagus officinalis (In Vitro). *Journal of Tropical Life Science*, 11(3), 259–265 DOI:10.11594/jtls.11.03.01

11. Maeda, T., Kakuta, H., Sonoda, T., Motoki, S., Ueno, R., & Suzuki, T. et al. (2005). Antioxidation Capacities of Extracts from Green, Purple, and White Asparagus Spears Related to Polyphenol Concentration. *J. Hort. Science*, 40, 1221–1224 DOI: 10.21273/HORTSCI.40.5.1221 [in English].

12. Yu, Q., Li, J., & Fan, L. (2019). Effect of Drying Methods on the Microstructure, Bioactivity Substances and Antityrosinase Activity of Asparagus Stems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(5), 1537–1545 DOI: 10.1021/acs.jafc.8b05993

13. Guangyu, Ch. (2020). Strategic Objective for Asparagus in China: from Agriculture into Industry. *J. Acta Horticulture*, 1301, 225–232 DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1301.34

14. Rolbiecki, R., Rolbiecki, S., Figas, A., Jagosz, B., Prus, P., & Stachowski, P. et al. (2021). Response of Chosen American *Asparagus officinalis* L. Cultivars to Drip Irrigation on the Sandy Soil in Central Europe: Growth, Yield and Water Productivity. *J. Agronomy*, 11(5), 864 DOI:10.3390/agronomy11050864

15. Caruso, G., Villari, G., Borrelli, C., & Russo, G. (2012). Effects of Crop Method and Harvest Season on Yield and Quality of Green Asparagus under Tunnel in Southern Italy. *Advances in Horticultural Sciences*, 26(2), 51–58

16. Uragami, A., Ueno, R., Yamasaki, A., Matsuo, K., Yamaguchi, T., & Tokiwa, H. et al. (2016). Productive Differences Between Male and Female Plants in White Asparagus Production Using the Rootstock-Planting Forcing Culture Technique. *Horticulture Journal*, 85(4), 322–330. DOI:10.2503/hortj.MI-115

17. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh do poshyrennia v Ukraini [State register of plant varieties suitable for cultivation in Ukraine]. (2022). Kyiv : Derzhkomstat Ukrainy [in Ukrainian].

18. Ivchenko, T. V., Lyaluk O. S., & Mozhovska G. V. (2021). Otsinka osoblyvosti rostu i rozvytku hibrydiv sparzhi likarskoi v umovakh Lisostepovoi zony Ukrainy. [Evaluation of the growth and development of hybrids of asparagus in the minds of the Forest-steppe zone of Ukraine]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo – Vegetables and melons*, 70, 5–27 [in Ukrainian].

19. Yashchuk, V. U., Koretskyi, A. P., Kovbasenko, R. V., Dmytriiev, O. P., & Kovbasenko, V. M. (2016). *Napriamky ekolohizatsii zemlerobstva [Directions for ecologization of farming]*. Kyiv : NAAS [in Ukrainian].

20. Hanh, N., Nghia, N., Dinh, N., & Huong, D. (2021). Effects of Furrow Height and Amount of Manure Compost on the Growth, Yield, and Quality of Organically Grown Green Asparagus. *Vietnam Journal of Agricultural Science*, 04(2), 1056–1066 DOI: 10.31817/vjas.2021.4.2.06

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ В ЗОНІ ПІВДЕННОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ХОЛОД С.М. – науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-2443-0879>

Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва
імені В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України

ІЛІЧОВ Ю.Г. – молодший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0003-0887-7467>

Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва
імені В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України

КІР'ЯН В.М. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0001-8730-8507>

Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва
імені В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України

МУЗАФАРОВА В.А. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0003-0415-0164>

Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. У світовому землеробстві за посівними площами ячмінь посідає четверте місце, поступаючись пшениці, рису і кукурудзі, а в Україні – лише озимій пшениці. Таке широке розповсюдження пояснюється універсальністю використання зерна ячменю [1]. Збільшення виробництва зерна ячменю залишається одним із важливих завдань сільського господарства [2; 3]. Успіх у цьому значною мірою залежить від підвищення врожайності цієї культури. Провідне значення у вирішенні цієї проблеми має селекція зі створення і впровадження у сільськогосподарське виробництво нових високоврожайних сортів ячменю [4; 5; 6; 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Систематичне вивчення колекційного матеріалу за адаптивними ознаками дає змогу виявити зразки із цінними ознаками і властивостями для ефективного використання в практичній селекції [8; 9; 10; 11]. Передумовою для успішної селекційної роботи є достатня кількість вихідного матеріалу з необхідними ознаками і властивостями [12]. Багато досліджень присвячено визначенню продуктивності та її структурних елементів та інших кількісних ознак рослин, а також цінних господарських ознак залежно від генотипу сортів ячменю ярого та умов вирощування [13–21]. Тому сучасний рівень селекції потребує постійного пошуку та дослідження вихідного матеріалу з використанням еколого-географічних віддалених зразків [22]. З огляду на це важливим є вивчення та виділення зразків ячменю ярого за показниками продуктивності для залучення в наукові програми як вихідний матеріал.

Мета – оцінити зразки ячменю ярого різного походження в умовах південної частини Лісостепу України за комплексом показників продуктивності та адаптивності для їх залучення як вихідний матеріал у наукові програми.

Матеріали та методика досліджень. Матеріалом для досліджень були 25 зразків ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.), що походять із семи країн світу: 11 зразків із України, 5 – Канади, по два – з Росії, Казахстану, Чехії, Австралії та один зразок з Німеччини, що характеризуються різним виявом цінних господарських ознак. Вони представлені сімома різновидами: плівчастими (convar. *distichon*): *nutans* Schübl., *inermis* Koern., *deficiente* (Steud.) Koern., *submedicum* Schübl., *medicum* Koern., *erectum* Rode ex Schuebl.; голозерним (convar. *nudum* (L.) A.Trof.): *nudum* L.

Польові та лабораторні дослідження проводили в колекційному розсаднику відділу зернових культур Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН України (далі – УДСР) протягом 2018–2020 рр. (с. Устимівка, Кременчуцький р-н., Полтавська обл. – місце знаходження 49°8'21"N, 33°13'56"E, 94 м над рівнем моря). Попередник – чорний пар. Зразки висівали в ранні строки селекційною сівалкою ССФК-7 на глибину 4–6 см у трьох повтореннях. Площа ділянки – 2 м², норма висіву 500 схожих зерен на 1 м², ширина міжряддя – 15 см. Стандарт-сорт ячменю ярого – Командор (UKR). Фенологічні спостереження, обліки та оцінки проводили згідно з методичними рекомендаціями [23]. У польових умовах у фазі повної стиглості культури визначали стійкість рослин до вилягання, вимірювали висоту рослин, загальну та продуктивну кущистість. У лабораторних умовах проводили структурний аналіз за такими кількісними ознаками, як довжина колосу, кількість колосків і зерен у колосі, маса зерна з колоса та з рослини, урожайність з урахуванням градацій «Міжнародного класифікатора СЗВ рода *Hordeum* L.» [24]. Статистичний аналіз експериментальних даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel.

Погодні умови 2018–2020 рр. проведення досліджень характеризувались контрастними гідротермічними показниками, особливо кількістю та розподілом опадів впродовж вегетації рослин.

Весняно-літній (квітень–липень) період вегетації ячменю ярого у 2018 р. характеризувався як не досить зволожений та надмірно теплий. У період посів–сходи середньодобова температура становила 13,8°C (середньобогаторічний показник – 8,9°C), сума опадів становила 9,8 мм (середньобогаторічні дані – 44,0 мм). Умови у фазу кушіння–трубкування були досить посушливими. Кількість опадів у травні 2018 р. була меншою від норми на 22,3 мм, а середньодобова температура у цей період становила 20,3°C проти 15,9°C. Через підвищену середньодобову температуру у третій декаді червня та першій декаді липня у фазу наливу зерна значно скоротився період сходи–дозрівання. Якщо у середньому за роками вегетаційний період стандарту Командор становив 92 доби, то у 2018 р. – 80 діб. Такі погодні умови вплинули і на урожайність культури. Погодні умови 2019–2020 рр. у період вегетації ячменю ярого були сприятливими для росту і розвитку рослин. Ці роки були теплими і досить вологими. Це сприяло формуванню врожаю ячменю. У період посів–сходи 2019–2020 рр. середньодобова температура повітря була на рівні 10°C, що не перевищує середньобогаторічні показники. Сума опадів становила у 2019 р. 28,6 мм, у 2020 р. – 11,9 мм. У фазу кушіння–трубкування відзначалось підвищення температури на 2,6°C у 2019 р. і на 1,1°C у 2020 р. та достатня кількість опадів – 130,7 мм у 2019 р., що перевищувало середню богаторічну норму на 80,7 мм. Кількість опадів 2020 р. у ці фази була на рівні богаторічної норми. Це дало змогу рослинам нормально розкущитися, вийти в трубку та сформувати хороший колос. У період колосіння–повна стиглість температура повітря 2019 р. та 2020 р. значно перевищувала середньобогаторічні показники (+ 5,0°C та +4,3°C відповідно за роками). Кількість опадів у цей період у 2019 р. була на рівні середньобогаторічного показника (62,7 мм), а у 2020 р. була меншою на 29,3 мм (за даними метеопосту Устимівської дослідної станції рослинництва).

Результати досліджень. Тривалість вегетаційного періоду є важливою адаптивною ознакою сорту, що впливає на врожайність і якість зерна круп'яного ячменю [25]. Оптимальна тривалість вегетації рослин сприяє більш повному використанню природних ресурсів зони і певною мірою допомагає

уникнути негативного впливу несприятливих факторів. З тривалістю вегетаційного періоду пов'язана низка властивостей, що впливають на величину та якість урожаю: маса 1000 зерен, плівчастість, вміст білка тощо [26]. У середньому за роками вивчення у сорту-стандарту Командор цей період становив 92 доби. На рівні стандарту були зразки Тівер, МІП Вдячний, МІП Експерт, МІП Вісник (UKR), Поволжский 16, Омский 100 (RUS), Целинный 30, Ранний (KAZ), Polygena, Trebon (CZE), Lilly (DEU), Kaputar, Weeah (AUS), Gateway, CDC Gainer (CAN). Найбільш скоростиглими були сорти Контраст, Стимул (UKR), які дозріли раніше сорту-стандарту і потрапили до групи ранньостиглі. У 8 зразків вегетаційний період становив 93–94 доби: Арістей, МІП Мирослав, Статок (UKR), Roseland (CAN) та ін. (табл. 2).

Висота рослин є генетично зумовленою ознакою, що значною мірою залежить як від особливостей сорту, так і від агрокліматичних факторів середовища, що також впливають на формування цієї ознаки у конкретного сорту [27]. Висота зразків різних сортів за роки вивчення у середньому становила від 52,3 до 79,6 см, розмах варіації – 27,3 см, коефіцієнт варіації був низьким (9,9%). За висотою рослин за три роки більш високим був зразок СН 28 (71 см у 2018 р., 77 см у 2019 р. та 89 см у 2020 р.), у 2019 р. і 2020 р. – сорти Статок (80 і 90 см відповідно за роками), Стимул (77 і 85 см відповідно), Созонівський (76 і 95 см), (UKR), Поволжский 16 (82 і 81 см) (RUS), Polygena (78 і 84 см) (CZE), Ранний (80 і 85 см) (KAZ), тільки у 2020 р. – Омський 100 (95 см) (RUS). У 2018 р. достовірно нижчими, що важливо, за висотою були Арістей (48 см) (UKR) та Weeah (47 см) (AUS). У сорту Kaputar (AUS) висота рослини була нижчою за стандарт Командор в усі три роки вивчення (40 см, 47 і 50 см відповідно), що важливо у селекції на стійкість до вилягання.

Важливою характеристикою більшості зразків зернових культур є наявність зв'язку між висотою рослини та стійкістю до вилягання. Для ячменю висока стійкість до вилягання є важливою ознакою, оскільки вилягання ускладнює збирання врожаю, призводить до великих втрат під час обмолоту і не лише знижує врожайність, але і погіршує круп'яні якості зерна [25]. Найбільшої шкоди завдає вилягання до і в період цвітіння, дещо менші втрати врожаю у разі вилягання в період наливу зерна. Для оцінки стійкості до вилягання зразків ярого ячменю обліки проводили в період викидання колоса та перед збиранням. У фазі викидання колоса всі

Таблиця 1 – Гідротермічний режим у період вегетації ячменю ярого, 2018–2020 рр.

Рік	Квітень		Травень		Червень		Липень		Σ опадів за вегетаційний період, мм
	t C	Σ опадів, мм	t C	Σ опадів, мм	t C	Σ опадів, мм	t C	Σ опадів, мм	
2018	13,8	9,8	20,3	27,7	22,2	31,8	23,8	47,9	117,2
2019	11,6	28,6	18,5	130,7	24,5	62,7	22,3	56,3	278,3
2020	10,8	11,9	14,8	81,2	23,8	27,7	24,0	31,4	152,2
Середня богаторічна норма	8,9	44,0	15,9	50,0	19,5	57,0	21,0	72,0	223,0

Таблиця 2 – Біологічні особливості зразків ячменю ярого (2018–2020 рр.)

Назва зразка	Країна походження	Різновидність	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Висота рослини, см	Стійкість проти вилягання, бал
Командор, ст.	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	92	68,0	8
Стимул	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	90	73,3	6
Контраст	UKR	var. <i>inerme</i> Koern.	89	67,3	6
Арістей	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	93	62,3	7
Тівер	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	92	61,0	7
МІП Вдячний	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	92	63,3	7
МІП Мирослав	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	93	62,3	6
МІП Експерт	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	92	64,0	6
МІП Вісник	UKR	var. <i>deficiente</i> (Steud.) Koern.	91	61,7	7
Поволжский 16	RUS	var. <i>submedicum</i> Schübl.	92	79,7	7
Омский 100	RUS	var. <i>submedicum</i> Schübl.	91	73,0	7
Целинный 30	KAZ	var. <i>medicum</i> Koern.	92	72,3	7
Ранний	KAZ	var. <i>submedicum</i> Schübl.	91	77,7	7
Polygena	CZE	var. <i>nutans</i> Schübl.	92	75,7	7
Trebon	CZE	var. <i>nutans</i> Schübl.	92	63,3	6
Lilly	DEU	var. <i>deficiente</i> (Steud.) Koern.	92	68,3	6
Kaputar	AUS	var. <i>nutans</i> Schubl.	92	52,3	8
Weeah	AUS	var. <i>erectum</i> Rode ex Schuebl.	92	62,3	6
CDC Garter	CAN	var. <i>nudum</i> L.	92	71,3	7
Roseland	CAN	var. <i>nudum</i> L.	94	66,7	6
CDC ExPlus	CAN	var. <i>nudum</i> L.	93	72,7	6
CDC Gainer	CAN	var. <i>nudum</i> L.	92	73,3	6
CDC Freedom	CAN	var. <i>nudum</i> L.	94	67,0	6
Созонівський	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	94	76,7	6
Статок	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	94	79,7	8
CH 28	UKR	var. <i>nutans</i> Schübl.	94	79,0	6
X			92	68,8	6,6
min			89	52,3	6
max			94	79,6	8
R (max-min)			5	27,3	2
V, %			1,4	9,9	5,2

досліджувані зразки мали високу стійкість до вилягання. Результати проведених досліджень свідчать, що висота рослини не є вирішальним і єдиним фактором, який визначає стійкість до вилягання. Незалежно від погодних умов у зразків, які є середньорослими, вилягання не мало суттєвого прояву. Стійкість до вилягання була високою, у межах 7–8 балів, у стандарту Командор та у зразків: Статок, Арістей, МІП Вісник (UKR), Kaputar (AUS) та ін. У середньорослих зразків ячменю ярого (71–80 см) CH 28, Стимул, Созонівський (UKR), CDC ExPlus, CDC Gainer (CAN) стійкість до вилягання була середньою – 6 балів.

Структурний аналіз продуктивності дає можливість встановити, за рахунок яких саме компонентів її сформовано [25]. Аналізували такі елементи структури продуктивності, як довжина колоса, показник продуктивного кущіння, кількість колосків і кількість зерен з колоса, маса зерна з колосу, маса 1000 зерен (табл. 3).

Досить цінною кількісною ознакою є продуктивна кущистість, яка безпосередньо впливає на

величину врожаю. Залежно від сортових особливостей, коефіцієнт продуктивного кущіння у зразків становив 2,9–4,0 стебла (від слабкого до високого), розмах варіації – 1,1 стебла, коефіцієнт варіації досягав 9,4%. Найбільші значення цього показника були у зразків: Целинный 30 (KAZ), Trebon (CZE), Омский 100, Поволжский 16 (RUS), Тівер, Контраст, CH 28 (UKR), CDC Gainer (CAN), Weeah (AUS).

Довжина колоса характеризується чітким фенотиповим проявом і є важливою ознакою у селекції на продуктивність [28]. У середньому за роки вивчення вона перебувала в межах від 5,7 Welah (AUS) до 10,9 см Стимул (UKR), розмах варіації становив 5,2 см, спостерігалася середня варіабельність (коефіцієнт варіації – 12,9%). Найбільшу довжину колоса зразки мали у 2018 році. Виділено ряд сортів із високим рівнем прояву такої ознаки: Стимул (14,0 см, 8,6 см та 10,0 см відповідно за роками), Статок (12,0 см, 9,6 см і 10 см), Созонівський (10,0 см, 9,5 см і 10,0 см) (UKR), Ранний (13,0 см, 9,5 см та 8,5 см) (KAZ), Lilly (10,0 см 10,6 см і 9,1 см) (DEU), CDC Gainer (12,0 см, 9,2 см і 10,0 см) (CAN).

Таблиця 3 – Оцінка зразків ярого ячменю за елементами структури продуктивності (середнє за 2018–2020 рр.)

Назва зразка	Довжина колоса, см	Продуктивна кущистість, шт.	Кількість, шт.		Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г
			колосків у колосі	зерен у колосі		
Командор, ст.	8,9	3,2	23,3	23,1	1,03	43,5
Стимул	10,9	3,6	23,6	20,6	1,07	43,5
Контраст	8,1	3,7	18,9	17,7	0,93	39,7
Арістей	9,2	3,4	26,5	25,3	1,10	40,8
Тівер	8,2	3,7	26,2	24,7	1,10	40,9
МІП Вдячний	8,0	3,3	22,8	21,7	1,10	40,3
МІП Мирослав	8,2	3,0	23,9	23,2	0,97	35,0
МІП Експерт	8,9	3,4	24,9	24,6	1,03	42,3
МІП Вісник	8,7	3,5	24,7	24,6	1,07	38,2
Поволжский 16	9,9	3,8	23,5	23,0	1,10	46,4
Омский 100	8,9	3,9	23,4	20,8	1,07	44,8
Целинный 30	9,7	4,0	24,9	22,6	1,10	41,8
Ранний	10,4	3,4	26,2	22,3	1,13	45,3
Polygena	9,0	3,4	26,6	24,6	0,97	41,1
Trebon	8,2	3,8	25,0	22,3	0,97	39,9
Lilly	9,9	3,2	25,4	24,6	1,07	41,1
Kaputar	7,2	3,4	19,5	22,1	0,73	41,6
Weeah	5,7	3,7	17,0	15,7	0,70	42,6
CDC Garter	7,4	3,0	27,5	23,9	1,10	36,9
Roseland	8,7	3,0	26,5	25,6	0,77	31,1
CDC ExPlus	9,5	3,1	27,6	25,6	1,07	37,7
CDC Gainer	10,4	3,8	29,3	26,6	1,70	37,6
CDC Freedom	9,6	3,0	26,2	24,3	1,03	40,3
Созонівський	9,8	3,6	22,7	20,7	1,23	53,5
Статок	10,5	3,0	26,7	24,9	1,10	42,6
CH 28	9,5	3,8	22,4	20,8	1,20	49,4
X	8,9	3,4	24,5	22,9	1,06	41,4
min	5,7	2,9	17,0	15,6	0,70	31,1
max	10,8	4,0	29,3	26,6	1,70	53,5
R (max-min)	5,2	1,1	12,2	10,9	1,00	22,4
V, %	12,9	9,3	11,6	11,1	17,73	10,8

Озерненість колоса є одним з основних показників продуктивності, яка своєю чергою залежить від кількості колосків у колосі [12; 25]. Цей показник у зразків ярого ячменю становив від 17,0 до 29,3 шт., розмах варіації становив 12,2 шт. Зразки мали диференціацію за кількістю зерен з колоса. Упродовж років досліджень під впливом різних умов озерненість колоса у зразків варіювала від 14,0 (Kaputar, AUS у 2020 р.) до 27,1 зерен (CDC Gainer, CAN у 2018 р.), що у середньому за роки становила 22,9 зернини з колоса, розмах варіації становив 10,9 зернини. Найвищу озерненість зразки мали в 2018 році. Середнє значення кількості зерен з головного колоса у цьому році становила 24,0 шт., з max. – 27,1 шт. у сорту CDC Gainer (CAN) і min. – 15,0 шт. у сорту Weeah (AUS). За цим показником істотне перевищення над іншими сортами (27,1–26,0 шт.) мали сорти: МІП Вісник, Арістей, Статок (UKR), Polygena (CZE), Kaputar (AUS), CDC ExPlus, CDC Gainer, CDC Freedom (CAN). У 2019 р. кількість зерен з головного колоса мала найнижче значення за роки вивчення – 22,2 шт., з max. –

26,4 шт. у сорту Kaputar (AUS) та min. – 16,0 шт. у сорту Контраст (UKR). Озерненість колоса, вищу за стандарт (21,2 шт.), мали сорти Lilly (DEU), CDC Gainer, CDC ExPlus (CAN), Kaputar (AUS), Арістей (UKR). У 2020 р. кількість зерен з головного колоса у середньому по дослідженнях становила 22,5 шт., з варіюванням від 26,4 до 14,0 шт. у зразків CDC Gainer (CAN) та Kaputar (AUS) відповідно. Найвищий прояв такої ознаки (25,2–26,4 шт.) відзначено у зразків Арістей, МІП Експерт (UKR), Roseland, CDC Gainer (CAN). У середньому за 2018–2020 рр. за кількістю зерен з головного колоса стандарт Командор (23,1 шт.) достовірно перевищили сорти Арістей, МІП Експерт, МІП Вісник, Тівер, Статок (UKR), Roseland, CDC ExPlus, CDC Gainer, CDC Freedom (CAN), Polygena (CZE), Lilly (DEU) (табл. 4).

Маса 1000 зерен – важливий елемент структури врожаю, що характеризує крупність та виповненість зерна [28]. Маса 1000 зерен у зразків різнилась за роками досліджень. Найвищу масу 1000 зерен зразки ячменю ярого сформували у 2018 р. (43,1 г), у період формування зернівки (перша і друга декада

Таблиця 4 – Урожайність зразків ячменю ярого (середнє за 2018–2020 рр.)

Назва зразка	Урожайність, г/м ²			
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	X*
Командор, ст.	368	517	349	411
Стимул	390	545	395	443
Контраст	400	440	455	432
Арістей	320	425	390	378
Тівер	340	398	395	378
МІП Вдячний	345	340	428	371
МІП Мирослав	345	348	410	368
МІП Експерт	330	413	430	358
МІП Вісник	430	480	545	467
Поволжский 16	340	430	325	365
Омский 100	335	330	460	375
Целинный 30	435	390	430	418
Ранний	470	480	535	495
Polygena	435	475	453	454
Trebon	430	468	450	449
Lilly	400	515	380	432
Kaputar	325	365	313	334
Weeah	260	313	410	328
CDC Garter	340	360	365	355
Roseland	220	385	345	317
CDC ExPlus	250	468	300	339
CDC Gainer	270	448	355	358
CDC Freedom	250	400	258	303
Созонівський	350	430	325	368
Статок	320	540	365	408
CH 28	265	375	508	383
X	343,8	422,4	401,0	389,1
min	220	313	258	303
max	470	545	545	495
R (max-min)	250	232	287	192,3
V, %	19,6	15,1	17,8	13,1

червня) спостерігали сприятливі погодні умови (достатня кількість опадів, сприятливий температурний режим). У 2020 р. зразки формували невисоку масу 1000 зерен (39,5), що пов'язано з дефіцитом вологи та підвищенням температури повітря. У роки досліджень маса 1000 зерен змінювалася від 31,1 Roseland (CAN) до 53,3 г Созонівський (UKR), середнє значення становило 41,4 г, розмах варіації – 22,4 г, коефіцієнт варіації – 10,8. Виділено ряд сортів із високим рівнем прояву такої ознаки – більше 49,0 г: Созонівський, Стимул, CH 28 (UKR), Поволжский 16, Омский 100 (RUS), Ранний (KAZ), які мали стабільні показники протягом трьох років вивчення.

Маса зерна з колоса у зразків варіювала від 0,70 Weeah (AUS) до 1,70 г CDC Garter (CAN), що у середньому становило 1,06 г, розмах варіації – 1,0 г. Виділено стабільні зразки, у яких протягом трьох років спостерігали стабільну масу з колоса – Арістей, МІП Вдячний, Тівер, CH 28, Статок (UKR), Поволжский 16 (RUS), Целинный 30, Ранний (KAZ), CDC Garter, CDC Gainer (CAN). Показник маси зерна з рослини у названих вище зразків залежав

в основному від більшої кількості зерен у колосі та маси 1000 зерен.

Середня урожайність зразків ярого ячменю в роки вивчення становила 389,1 г/м² і варіювала по сортах від 303,0 CDC Freedom (CAN) до 395 г/м² Ранний (KAZ). За період досліджень найвищу врожайність зразки формували у 2019 р. (422,4 г/м²) з варіюваннями від 313,0 Weeah (AUS) до 545 г/м² Стимул (UKR). За цим показником потрібно відзначити сорти Стимул, Статок, МІП Вісник (UKR), Ранний (KAZ), Lilly (DEU), Polygena, Trebon (CZE). У 2018 та 2020 рр. спостерігали зниження рівня врожайності (343,8 та 401,0 г/м² відповідно). Результати досліджень свідчать, що зразки ячменю ярого мали різний рівень урожайності залежно від умов року вирощування (табл. 4).

За роки досліджень виділено зразки, які перевищували рівень врожайності сорту-стандарту Командор (411,0 г/м²), – Стимул, Контраст, МІП Вісник (UKR), Целинный 30, Ранний (KAZ), Polygena, Trebon (CZE), Lilly (DEU).

Висновки. Встановлено відмінності сортів ячменю ярого за рівнем показників кількісних ознак. За висо-

ким рівнем урожайності зерна ярого ячменю виділено сорти Стимул, Контраст, МІП Вісник (UKR), Целинный 30, Ранний (KAZ), Polygena, Trebon (CZE), Lilly (DEU) (432–495 г/м²). За масою 1000 зерен виділено сорти Созонівський (53,5 г), Ранний (45,3 г), Поволжский 16 (46,4 г) і СН 28 (49,4 г). У сортів Статок (UKR), CDC Gainer (CAN) підвищена продуктивність формується за рахунок високої продуктивної кущистості, більшої довжини колоса та кількості зерен, у сортів Целинный 30 та Созонівський – за рахунок високої продуктивної кущистості. Виділено стабільні зразки – Арістей, МІП Вдячний, Тівер, СН 28, Статок (UKR), Поволжский 16 (RUS), Целинный 30, Ранний (KAZ), CDC Garter, CDC Gainer (CAN). Таким чином, виділено зразки з матеріалу ячменю ярого за показниками продуктивності, які можна рекомендувати як вихідний матеріал у селекції на підвищення продуктивного потенціалу культури в умовах Південного Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гудзенко В.М. Вивчення адаптивних властивостей селекційних ліній ярого ячменю за врожайністю. *Селекція і насінництво*. 2010. Вип. 98. С. 86–96.
2. Кочмарський В.С., Гудзенко В.М., Кавунець В.П. Сортові ресурси ячменю ярого під урожай 2011 року. *Агроном*. 2011. № 1. С. 78–86.
3. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Заїка О.В., Наумов О.Г., Весна С.В., Важеніна О.Є., Садівничий В.Ф., Ісаєнко О.О. Господарсько-цінні показники сортів ярого ячменю, рекомендованих для Харківської області. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2006. Вип. 3. С. 20–28.
4. Васько Н.І. Нові сорти ярого ячменю. *Селекція і насінництво*. 2007. Вип. 94. С. 246–255.
5. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Весна С.В., Федоренко В.О., Важеніна О.Є. Нові сорти і особливості технології їх вирощування. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 91. С. 164–171.
6. Литвиненко М.А., Рибалко О.І. Зернові культури. Стан та перспективи створення нових сортів і гібридів у наукових установах УААН. *Насінництво*. 2007. Вип. 1. С. 3–6.
7. Солонечна О.В. Сорти ячменю ярого кормового напряму використання як джерела цінних ознак. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 16. С. 57–64.
8. Гудзенко В.М., Василенко Н.В. Стабільність та пластичність колекційних зразків ячменю ярого за кількістю зерен з головного колоса. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. Вип. 9 (24). 2012. С. 161–165.
9. Кір'ян М.В., Іллічов О.Г. Колекція ячменю ярого Устимівської дослідної станції рослинництва – джерело господарсько-цінних ознак у селекції. *Генетичні ресурси рослин*. 2010. № 8. С. 126–133.
10. Diversity in barley (*Hordeum vulgare*). / R. von Bothmer, T. van Hintum, H. Knupffer, K. Sato. Amsterdam : Elsevier Science B. V., 2003. 280 p.
11. Ниска І.М. Характеристика зразків світового генофонду ячменю ярого за основними господарськими ознаками. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 17. С. 29–36.
12. Хоменко С.О., Кочмарський В.С., Федоренко І.В., Федоренко М.В. Селекційна цінність колекційних зразків пшениці твердої ярої за показниками продуктивності в умовах Лісостепу України. *Plant Var. Stud. Prot.* 2020. Т. 16, № 3. С. 303–309. DOI: 10.21498/2518-1017.16.3.2020.214924.
13. Бердін С.І., Ткаченко О.М. Формування структури продуктивності посівів ячменю ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2013. Вип. 11(26). С. 152–155.
14. Козаченко М.Р., Компанець К.В. Морфо-біологічні особливості сортів – джерел цінних ознак ячменю ярого. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 19. С. 57–67.
15. Сабадин В.Я. Оценка сортов коллекции ячменя ярового по ценным хозяйственным признакам для селекции в центральной Лесостепи Украины. *Генетичні ресурси рослин*. 2020. № 26. С. 20–30. DOI: 10.36814/pgr.2020.26/02.
16. Addisu F., Shumet T. Variability, Heritability and Genetic Advance for some Yield and yield Traits in Barley (*Hordeum vulgare* L.). Landraces in Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 2015. Vol. 9(2). P. 68–76. DOI: 10.3923/ijpb.2015.68–76/.
17. Brenchley R., Spannagl N., Pfeifer M. Analysis of the bread wheat genome using whole genome shotgun sequencing. *Nature*. 2012. Vol. 491. P. 705–710. DOI: 10.1038/nature11650.
18. Сабадин В.Я. Мінливість сортів ячменю ярого за елементами продуктивності колоса. *Наукові пошуки молоді у III тисячолітті. Новітні технології в рослинництві* : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів та докторантів (м. Біла Церква, 15–16 травня 2014 р). Біла Церква. 2014. С. 10.
19. Rahimi-Baladaraie, Nemati N.A., Mobasser H.R., Chanbari-Malidarreh A., Dastan S. Effects of Showing Dates and CCC Application Yield and Yield Components of Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Cultivars in the North of Iran. American-Eustralian J. Agric. S. Environ. Sci.*, 2011. Vol. 11(2). 49–54.
20. Noworolnik K. Morphological characters, plant phenology and yield of spring barley (*Hordeum sativum* L.) depending on cultivar properties and sowing date. *Acta Agrobotanica*. 2012. Vol. 65(2). P. 171–176. DOI: 10.5586/aa.2012.071.
21. Гудзенко В.М., Васильківський В.П. Нові джерела господарсько-цінних ознак ячменю ярого. *Агробіологія* : зб. наук. праць. Білоцерк. нац. аграр. ун-т. Біла Церква, 2010. Вип. 4(80). С. 5–9.
22. Холод С.М., Кір'ян В.М., Вискуб Р.С. Характеристика за продуктивністю зразків пшениці м'якої озимої розсадника Common Bunt-Resistaht Nursery (CBUNT-RES) у зоні Південного Лісостепу України. *Plant Var. Stud. Prot.* 2020. Т. 16, № 4. С. 369–377. DOI: 10.21468/2518-1017.16.4.2020.224052.
23. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса / сост.: М.В. Лукьянова, Н.А. Родионова, А.Ф. Трофимовская ; под ред. В.Д. Кобылянского, А.Я. Трофимовской. Ленинград : ВИР, 1981. 31 с.
24. Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum* L. Ленинград : ВИР, 1983. 52 с.
25. Петухова І.А., Рябчун В.К. Музафарова В.А., Падалка О.І. Оцінка сортів ячменю ярого для

круп'яного напрямку використання за комплексом цінних господарських ознак в умовах Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 18. С. 31–40.

26. Музафарова В.А., Рябчун В.К., Петухова І.А., Падалка О.І. Тривалість періоду сходи–коłosіння та врожайність зразків ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. № 22. С. 19–30. DOI: 10.36814/pgr.2018.22.02.

27. Кочмарський В.С., Хоменко С.О., Федоренко М.В., Данюк Т.А. Висота рослин та стійкість проти вилягання колекційних зразків пшениці твердої ярої. *Миронівський вісник*. 2015. Вип. 1. С. 73–81.

28. Демидов О.А., Близнюк Р.М., Радченко О.С. Характеристика перспективних ліній пшениці ярої за елементами структури врожаю. *Миронівський вісник*. 2015. Вип. 1. С. 18–25.

REFERENCES:

1. Gudzenko V.M. (2010). Study of adaptive properties of spring barley breeding lines by yield. *Seleksia i Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 98, 86–96 [in Ukrainian].

2. Kochmarskyi V.S., Gudzenko V.M., & Kavunecz V.P. (2011). Varietal resources of spring barley for 2011 harvest. *Agronom* [Agronomist]. 1: 78–86 [in Ukrainian].

3. Kozachenko M.R., Vasko N.I., Zaika O.V., Naumov O.G., Vesna S.V., Vazhenina O.E., Sadvnuchyi V.F., & Isaenko O.O. (2006). Economic-valuable indicators of spring barley varieties recommended for the Kharkiv region. *Visnik Centru naukovo zabezpechennia APV Harkivskoi oblasti*. [Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region]. 3, 20–28 [in Ukrainian].

4. Vasko N.I. (2007). New varieties of spring barley. *Seleksia i Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 94, 246–255 [in Ukrainian].

5. Kozachenko M.R., Vasko N.I., Naumov O.G., Vesna S.V., Fedorenko V.A., & Vazhenina O.E. (2005). New varieties of spring barley and their cultivation technology features. *Seleksia i Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 91, 164–171 [in Ukrainian].

6. Litvinenko M.A., & Rubalko O.I. (2007). Cereals. State and prospects of development of new varieties and hybrids in research institutions UAAN. *Nasinnitstvo* [Seed Production], 1, 3–6 [in Ukrainian].

7. Solonechna O.V. (2015). Spring barley cultivars for fodder use as sources of valuable traits. *Genetični resursi roslin* [Plant Genetic Resources], 16, 57–64 [in Ukrainian].

8. Gudzenko V.M., & Vasilenko N.V. (2012). Stability and plasticity of collection samples of spring barley by the number of grains from the main ear. *Visnyk Sums'koho nacional'noho ahromoho universytetu. Seriya Ahronomiya i biolohiya* [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Ser.: Agronomy and Biology], 9(24), 161–165 [in Ukrainian].

9. Kirian M.V., & Ilyichev O.G. (2010). Spring barley collection of the Ustymivska experimental station of plant growing – a source of economic traits in breeding. *Genetični resursi roslin* [Plant Genetic Resources], 8, 126–133 [in Ukrainian].

10. Von Bothmer R., Sato K., Knupffer H. & van Hintum T.J.L. (Eds.) (2003). Diversity in Barley (*Hordeum vulgare*). Developments in plant genetics and breeding; 7. Elsevier Science B. V.

11. Nyska I.M. (2015). Characterization of spring barley accessions of the global gene pool in terms of major economic features. *Genetični resursi roslin* [Plant Genetic Resources], 17, 29–36 [in Ukrainian].

12. Khomenko S.O., Kochmarskyi V.S., Fedorenko I.V., & Fedorenko I.V. (2020). Breeding value of spring durum wheat accessions for performance traits under environment of Ukrainian Forest-Steppe. *Plant Var. Stud. Prot.*, 16(3), 303–309. DOI: 10.21498/2518-1017.16.3.2020.214924.

13. Berdin S.I., & Tkachenko O.M. (2013). Formation of performance structure of spring barley crops in the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahromoho Universytetu. Ser.: Ahronomiya i Biolohiya* [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Ser.: Agronomy and Biology], 2013; 11(26): 152–155 [in Ukrainian].

14. Kozachenko M.R., & Kompanets K.V. (2016). Morpho-biological peculiarities of varieties-sources of valuable traits of spring barley. *Genetični resursi roslin* [Plant Genetic Resources], 19, 57–67 [in Ukrainian].

15. Sabadyn V.Ya. (2020). Evaluation of collection spring barley varieties for valuable economic features for breeding in the central Forest-Steppe of Ukraine. *Genetični resursi roslin* [Plant Genetic Resources], 26, 20–30 [in Ukrainian].

16. Addisu F., & Shumet T. (2015). Variability, Heritability and Genetic Advance for some Yield and yield Traits in Barley (*Hordeum vulgare* L.). Landraces in Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 9(2). 68–76. DOI: 10.3923/ijpb.2015.68–76/.

17. Brenchley R., Spannagl N., & Pfeifer M. (2012). Analysis of the bread wheat genome using whole genome shotgun sequencing. *Nature*. 2012. 491. 705–710. DOI: 10.1038/nature11650.

18. Sabadin V.Ya. (2014). Variability of spike performance components in spring barley varieties. In: *Naukovi poshuky molodi u III tysiacholitti. Novitni tekhnologii v roslinnytstvi: tezy dopovidei Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii vchenykh, aspirantiv ta doktorantiv* [Scientific quest of youth in the third millennium New Technologies in Plant Production: abstracts of the International Scientific and Practical Conference of Scientists, Graduate Students and Doctoral Students]. P. 10. May 15–16, 2014, Bila Tserkva, Ukraine [in Ukrainian].

19. Rahimi-Baladerai, Nemati N.A., Mobasser H.R., Chanbari-Malidarreh A., & Dastan S. (2011). Effects of Showing Dates and CCC Application Yield and Yield Components of Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Cultivars in the North of Iran. American-Eustralian J. Agric. S. Environ. Sci.*, 11(2): 49–54.

20. Noworolnik K. (2012). Morphological characters, plant phenology and yield of spring barley (*Hordeum sativum* L.) depending on cultivar properties and sowing date. *Acta Agrobotanica*. 65(2). 171–176. DOI: 10.5586/aa.2012.071.

21. Hudzenko V.M., & Vasilivski V.P. (2010). New sources of economic-valuable traits of spring barley. *Ahrobiolohiya*. Nauk. praci. Bilotserk. nats. ahrrar. unt [Agrobiolohy: Science. work. Bila Tserkva National Agrarian University], 4(80): 5–9 [in Ukrainian].

22. Kholod S.M., Kirian M.V., & Vyskub R.S. (2020). Characteristics of productivity of soft winter wheat

samples from common bunt-resistant nursery (CBUNT-RES) in the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine. *Plant Var. Stud. Prot.*, 16(4), 369–377. DOI: 10.21468/2518-1017.16.4.2020.224052. [in Ukrainian].

23. Lukyanova M.V., Rodionova N.A., & Trofimovskaya A.F. (1981). *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoj kolleksii jachmenja i ovsa* [Methodical guidelines for studying the global collection of barley and oat]. V.D. Kobylanskiy (Ed.). Leningrad: VIR [in Russian].

24. Mezhdunarodnyj klassifikator SEV roda *Hordeum* L. [International Classifier of the genus *Hordeum* L.]. Leningrad : VIR, 1983. [in Russian].

25. Petukhova I.A., Ryabchun V.K., Muzafarova V.A., & Padalka O.I. (2016). Evaluation of groat spring barley varieties for a set of valuable economic features in the Forest-Steppe of Ukraine. *Genetični*

resursi roslin [Plant Genetic Resources], 18, 31–40 [in Ukrainian].

26. Muzafarova V.A., Riabchun V.K., Petukhova I.A., & Padalka O.I. (2018). Duration of the “sprouting-earring” period and yield capacity of spring barley cultivars in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Genetični resursi roslin* [Plant Genetic Resources], 22, 19–30. DOI: 10.36814/pgr.2018.22.02 [in Ukrainian].

27. Kochmarskyi V.S., Khomenko S.O., Fedorenko M.V., & Daniuk T.A. (2015). Plant height and lodging resistance of collection accessions of durum spring wheat. *Mironivs'kij visnik* [Myronivka Bulletin], 1, 73–81 [in Ukrainian].

28. Demydov O.A., Blyzniuk R.M., & Radchenko O.S. (2015). Characteristics of promising spring wheat lines by yield components. *Mironivs'kij visnik* [Myronivka Bulletin], 1, 18–25 [in Ukrainian].

Анотація

Баган А.В., Шакалій С.М., Юрченко С.О., Іващенко В.М., Бараболя О.В., Покотило А.В. Формування біометричних показників та рівня урожайності гібридів кукурудзи за групами стиглості

Мета. Метою досліджень було вивчення біометричних показників рослин та урожайності гібридів кукурудзи за групами стиглості.

Методи. Польові і лабораторні методи дослідження включали визначення тривалості вегетаційного періоду, висоти рослини, висоти прикріплення верхнього качана, кількості розвинених качанів на рослині, урожайності. Розраховували індекс співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослини. Об'єктом дослідження було 9 гібридів кукурудзи вітчизняної селекції різних груп стиглості.

Результати досліджень. За середніми даними тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи становила 96–122 дб залежно від груп стиглості. Показник висоти рослин у гібридів кукурудзи становив: ранньостиглі – 189,5–251,4 см, середньоранні – 231,0–268,2 см, середньостиглі – 242,5–279,6 см. Показник висоти прикріплення верхнього качана варіював у межах: ранньостиглі гібриди – 75,4–96,0 см, середньоранні гібриди – 76,2–96,0 см, середньостиглі гібриди – 91,5–122,6 см. Встановлено індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини, який становив 0,31–0,44. Показник кількості качанів на рослині дорівнював: ранньостиглі гібриди – 1,6–1,9 шт., середньоранні гібриди – 1,4–1,5 шт., середньостиглі гібриди – 1,4–1,6. Урожайність за групами стиглості у гібридів кукурудзи варіювала таким чином: ранньостиглі гібриди – 7,18–7,90 т/га, середньоранні гібриди – 7,52–8,16 т/га, середньостиглі гібриди – 8,33–8,95 т/га.

Висновки. Встановлено, що збільшення тривалості вегетаційного періоду впливає на показники висоти рослини і висоти прикріплення верхнього качана. Найбільш високорослими відзначено гібриди середньостиглої групи ДМС Сектор (279,6 см) і ДМС 3015 (275,0 см). Найбільша висота прикріплення качана спостерігалася у гібриду ДМС Сектор (122,6 см). Найбільшу врожайність кукурудзи мав гібрид середньостиглої групи Візир – 8,95 т/га.

Ключові слова: вегетаційний період, висота рослини, висота прикріплення качана, кількість качанів на рослині, коефіцієнт кореляції.

Барат Ю.М., Наталевич В.В. Продуктивність винограду залежно від внесення мікробіологічних добрив

В інтенсивному виноградарстві широко використовуються мінеральні добрива, що забезпечують високі врожаї з дещо нижчою якістю винограду.

Мета. Мета досліджень – визначити вплив сумішей мікробіологічних добрив з висіяними міжряддями зернобобовими та травами на врожайність та якість винограду сорту Ріслінг.

Методи. Дослід проводився у фермерському господарстві Вільхінген Бергві (Швейцарія). У дослідженні було використано мікробіологічне

добриво – біологічний препарат, що приготований із змішаних популяцій *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans*. Штами мікроорганізмів, використані для цього дослідження, походять з колекції мікроорганізмів наукової лабораторії. Експеримент був розроблений за блоковою системою: контроль (без внесення біодобрив) – варіант 1, використання штаму *Azotobacter chroococcum* – варіант 2, суміш популяцій *Azotobacter chroococcum* та *Bacillus megaterium* – варіант 3, суміш популяцій *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* – варіант 4. Простір всередині ряду утримували під чистим паром, а у міжряддях щороку (березень–квітень) сіяли суміш гороху та ячменю і заробляли у ґрунт у фазі цвітіння бобових. Виноград збирали у фазі повного дозрівання, визначали кількість грон і масу винограду з лози, врожайність, вміст цукру та загальні кислоти за період 2019–2020 рр.

Результати. Внесення біодобрив вплинуло на формування врожайності ягід винограду. Найбільшу врожайність отримано за внесення *Azotobacter chroococcum* (8,77 т/га). Поєднання *Azotobacter chroococcum* та *Bacillus megaterium* зменшило врожайність порівняно з внесенням лише *Azotobacter chroococcum* на 1,02 т/га, а використання суміші *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* призвело до зменшення врожайності на 1,77 т/га.

У всіх варіантах завдяки внесенню мікробіологічних добрив вміст цукру у суслі збільшувався порівняно з варіантом без внесення. Так, найбільше значення отримано з варіанту внесення поєднання всіх трьох біопрепаратів – 21,3%. За внесення *Azotobacter chroococcum* + *Bacillus megaterium* отримано 20,1% вмісту цукру у суслі, а у разі внесення *Azotobacter chroococcum* відсотковий вміст був 19,9%.

Загальний вміст кислоти у суслі під дією мікробіодобрив збільшувався пропорційно до зменшення вмісту цукру. Найменше значення цього показника було за внесення *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* – 5,4 г/л.

Висновки. Отже, за внесення мікробіологічного добрива *Azotobacter chroococcum* отримано найбільшу врожайність винограду – 8,77 т/га. Поєднання *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* та *Bacillus circulans* збільшує вміст цукру у суслі та зменшує загальний вміст кислоти.

Ключові слова: виноградарство, біодобриво, кількість грон з куща, маса ягід з грони, маса ягід з куща, урожайність.

Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Міщенко С.В. Маса 1000 зерен та урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву та обробітку біопрепаратами

Мета – дослідити вплив густоти рослин та обробітку біологічно активними препаратами на формування маси 1000 зерен та урожайності зерна у сучасних гібридів кукурудзи в умовах зрошення. **Методи** – польовий, лабораторний, статистичний.

Результати. У середньому за роками найбільша урожайність зерна була у середньопізнього гібриду Арабат за густоти 70 тис. рослин/га – 16,41 т/га. За густоти 80 тис. рослин/га урожайність становила 15,99 т/га, у разі загущення посівів до 90 тис. рослин/га спостерігалось різке зниження урожайності до 13,20 т/га. Середньопізній гібрид Чонгар також максимальну урожайність показав за густоти 70 тис. рослин/га – 16,31 т/га. За густоти 90 тис. рослин/га спостерігалась мінімальна урожайність – 13,08 т/га. Середньостиглий гібрид Каховський максимальну урожайність показав за густоти рослин 80 тис. рослин/га – 12,79 т/га, зменшення густоти рослин до 70 тис. рослин/га призвело до падіння урожайності до 11,41 т/га, збільшення густоти до 90 тис. рослин/га також призвело до падіння урожайності до 11,21 т/га. Ранньостиглий гібрид Степовий максимальну урожайність показав за густоти 90 тис. рослин/га – 9,75 т/га, зменшення густоти до 80 і 70 тис. рослин/га призвело до зменшення урожайності зерна до 9,59 та 9,52 т/га відповідно. Найбільш ефективним серед препаратів був препарат Біоспектр БТ. Так, у середньопізнього гібриду Арабат (ФАО 430) у середньому за використання цього препарату – 15,69 т/га (приріст урожайності 1,26 т/га, або 8,7%), у гібриду Чонгар (ФАО 420) у середньому – 15,44 т/га (приріст урожайності 1,06 т/га, або 7,3%). Гібрид середньостиглої групи Каховський показав дещо нижчу урожайність у середньому за обробки препаратом Біоспектр БТ – 12,17 т/га (приріст урожайності 1,12 т/га, або 9,9%). Ранньостиглий гібрид Степовий показав урожайність за використання препарату Біоспектр БТ – 9,92 т/га (приріст урожайності 0,91 т/га, або 10,1%). Приріст урожайності від біопрепаратів Трихосин БТ, Флуоресцин БТ був нижчим. **Висновки.** Встановлено, що обробіток біопрепаратами забезпечив прибавку маси 1000 зерен. Гібриди кукурудзи максимальну масу 1000 зерен показали за обробки препаратом Біоспектр БТ – 289,5 г. Збільшення маси 1000 зерен від обробки препаратом Біоспектр БТ порівняно з контролем у середньому по досліді – 2,9%. Препарат Трихосин БТ збільшив масу 1000 зерен на 4,3 г, або 1,5%, препарат Флуоресцин БТ збільшив масу 1000 зерен у середньому по досліді на 3,1 г, або 1,0%. Значний коефіцієнт кореляції (+0,986) указує на позитивний вплив маси 1000 зерен на урожайність зерна гібридів кукурудзи. Отримана максимальна урожайність зерна ранньостиглого гібриду Степовий (ФАО 190) за густоти 90 тис. рослин/га та обробки препаратом Біоспектр БТ – 9,75 т/га. Середньостиглий гібрид Каховський (ФАО 350) максимальну урожайність показав за густоти 80 тис. рослин/га та обробки препаратом Біоспектр БТ – 12,79 т/га. Середньопізній гібрид Чонгар (ФАО 420) максимальну урожайність зерна показав за густоти 70 тис. рослин/га та обробки препаратом Біоспектр БТ – 16,31 т/га. Середньопізній гібрид Арабат (ФАО 430) максимальну урожайність зерна показав за густоти 70 тис. рослин/га та обробки препаратом Біоспектр БТ – 16,41 т/га.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, біологічні препарати, маса 1000 зерен, урожайність зерна.

Вожегова Р.А., Лиховид П.В., Біляєва І.М., Бойценюк Х.І. Рівень інформаційного забезпечення ефіроолійного та лікарського рослинництва в Україні

Мета – здійснити мета-аналіз поточного рівня інформаційного забезпечення технологій вирощу-

вання основних лікарських та ефіроолійних культур, районованих для зони Степу України, для встановлення наявних прогалин і формування програми наукових досліджень для розробки науково обґрунтованих агротехнологій їх виробництва.

Методи. Аналітична обробка сформованих науково-методичних та практичних рекомендацій щодо технологій вирощування лікарських та ефіроолійних культур, які занесені до Державного реєстру сортів рослин України станом на 20 вересня 2021 року та районовані для зони Степу України або закритого ґрунту. Основні пункти вивчення такі як: основний обробіток ґрунту, удобрення, строки, способи та норми сівби/садіння, догляд, система інтегрованого захисту від бур'янів, шкідників і хвороб, зрошення, збирання врожаю. Градація інформаційного забезпечення визначалася категоріями: достатнє, недостатнє, відсутнє.

Результати. Мета-аналіз за 19 видами ефіроолійних та лікарських рослин, районованих для зони Степу, дає можливість засвідчити про низький рівень інформаційного забезпечення їх агротехнологій. Дев'ять досліджуваних культур мають вкрай недостатнє інформаційне забезпечення агротехнологій (практично відсутні дані щодо досліджень елементів технології вирощування), і лише чотири з них є досить добре вивченими для формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо зональних технологій вирощування.

Висновки. Найнижчу інформаційну забезпеченість, а отже, найбільшу потребу у ретельному вивченні технологій вирощування, мають такі лікарські та ефіроолійні культури, як беладона звичайна, череда трироздільна, астрагал шерстистоквітковий, козлятник східний, марена красильна, материнка звичайна, лаванда вузьколиста, перець однорічний гіркий, м'ята перцева. Найкраще інформаційне забезпечення агротехнологій мають такі культури, як розторопша плямиста, гісоп лікарський, коріандр і фенхель звичайний, які вже на цьому етапі мають досить потужний теоретико-практичний інформаційний базис для масового впровадження у виробництво в господарствах Півдня України.

Ключові слова: мета-аналіз, лікарські рослини, ефіроолійні культури, Степ України, Південь України.

Глупак З.І., Бутенко А.О., Шкурат С.В. Продуктивність сої залежно від інюкації та біологічних регуляторів росту в умовах північно-східної частини Лісостепу України

Мета – в умовах північно-східного Лісостепу України на чорноземах типових малогумусних оптимізувати обробку насіння ризолойном та біологічними регуляторами росту рослин, виявити їх вплив на продуктивність сої.

Методи. Планування, проведення польових дослідів, спостереження та обліки здійснювали за Доспеховим. Для обробки отриманих даних використовували методи математичної статистики. Статистична обробка врожайних даних проводилась методом дисперсійного аналізу з використанням пакета прикладних програм Statistica for Windows, Microsoft Excel. Супутні спостереження, обліки та аналізи проводили за «Методикою Державного сортопробування сільськогосподарських культур».

Результати. Дослідження показали, що площа листової поверхні сої більше залежала від погоднокліматичних умов років проведення досліджень, аніж

від факторів, які досліджувалися. Так, найменшу площу листової поверхні рослини формували у найменш сприятливому 2021 році на всіх варіантах дослідів, а найвищу – у 2019 році. У середньому за роки проведення досліджень інокуляція насіння ризотайном сприяла збільшенню площі листової поверхні рослин сої на 1,1–1,4 тис. м²/га порівняно з контролем. Найбільша площа листової поверхні формувалася на варіанті обробки насіння ризотайном у поєднанні з емістимом С – 46,1–67,4 тис. м²/га.

У середньому за роки проведення досліджень найвищі показники індивідуальної продуктивності рослин (кількість бобів на одній рослині 15,5 шт., кількість насінин на одній рослині – 28,8 шт., масу насіння з 1 рослини – 4,78 г та масу 1000 штук насінин 167 г) отримано на варіанті сумісного застосування інокулянту ризотайн у поєднанні з біологічним регулятором росту емістим С. Прибавка урожайності при цьому становила 0,3 т/га порівняно з контролем.

Висновки. Дослідження виявили позитивний вплив інокуляції та біологічних регуляторів росту на продуктивність сої. Найбільшу продуктивність отримано за умов інокуляції насіння перед сівом ризотайном у поєднанні з біологічним регулятором росту емістим С.

Ключові слова: передпосівна обробка насіння, висота рослин, площа листової поверхні, індивідуальна продуктивність, урожайність.

Димов О.М., Голобородько С.П. Вологозабезпечення Степової зони України та раціональне використання зрошуваних земель в умовах регіональної зміни клімату

Мета – обґрунтувати стан організаційного забезпечення зрошуваних земель в умовах регіональної зміни клімату і визначити агротехнічні заходи, що сприяють ефективному використанню поливної води під час вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях південної частини зони Степу, а на неполивних землях – зростанню запасів продуктивної вологи в ґрунтах, а також вологи, що накопичується у разі випадіння атмосферних опадів у осінньо-зимовий та весняно-літній періоди. **Методи.** Методологічною основою дослідження є сукупність загальнонаукових методів: аналізу, синтезу, графічного методу у поєднанні з науковими розробками вітчизняних учених щодо структури посівних площ сільськогосподарських культур за регіональної зміни клімату, пошуку шляхів ефективного використання зрошуваних земель та узагальнення результатів дослідження. **Результати.** Проаналізовано структуру посівних площ у підзоні Південного Степу за період 1990–2020 рр. Визначено показники кількості опадів, випаровуваності та дефіциту вологозабезпечення протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур у цій підзоні за період 1945–2020 рр. Розкрито причини неефективного використання меліорованих земель. Висвітлено деякі аспекти законодавчого забезпечення розвитку зрошуваного землеробства. Проаналізовано стан справ у водогосподарському комплексі Запорізької, Миколаївської та Одеської областей. **Висновки.** Відродження зрошення в Україні доцільно здійснювати на основі реконструкції та модернізації наявних меліоративних систем, розвиток яких повинен бути адаптованим до мінливості природних та антропогенних факторів. На державному рівні необхідно законодавчо упоря-

дити виробничі відносини між землевласниками та землекористувачами задля ефективної співпраці з державними басейновими управліннями водними ресурсами. Відновлення та розширення площ зрошення сприятиме істотному зниженню дефіциту вологозабезпечення й підвищенню урожаїв сільськогосподарських культур.

Ключові слова: структура посівів, опади, випаровуваність, законодавче забезпечення, водогосподарський комплекс, урожай.

Жуйков О.Г., Лаврись В.Ю. Кількісно-якісні показники функціонування асиміляційного апарату соняшника декоративного за різних норм висіву насіння в умовах Південного Степу України

За показником середньої площі окремої листової пластинки у досліді нами відмічена тенденція, згідно з якою цей показник збільшувався зі збільшенням норми висіву насіння з 50 до 60 тис. шт./га, а в подальшому – зі збільшенням норми висіву до 70 тис. шт./га починав зменшуватися. Середній показник за варіантом гібриду Teddy F1 склав 72,6 см², Double Sunking F1 – 70,3 см², Santa Fe F1 – відповідно 70,8 см². Абсолютно аналогічний характер мала і залежність від факторів, що досліджувалися, показника товщини листової пластинки гібридів соняшника: мінімальним він був за варіантом гібриду Teddy F1 – 0,58 мм, за варіантом гібриду Double Sunking F1 зменшився до 0,55 мм, а мінімального значення набув у варіанті гібриду Santa Fe F1 – 0,52 мм в середньому за фактором В. Схожою була, за нашими даними, і залежність інтенсивності зеленого забарвлення листової пластинки гібридів соняшника: якщо цей показник не мав істотної залежності від фактору А, то збільшення норми висіву зумовлювало зменшення інтенсивності зеленого кольору листка при її порівнянні з еталонним зразком. Якщо прийняти інтенсивність забарвлення еталону за 100%, то колір листової пластинки варіанту гібриду Teddy F1 була на рівні 73%, гібриду Double Sunking F1 – 69%, Santa Fe F1 – 69% від еталону. Найменшою інтенсивністю зеленого забарвлення листків соняшника була за максимальної норми висіву насіння і не перевищувала 62% в середньому за фактором А. У середньому за фактором В, лідером за вмістом зеленого пігменту в листках визнано гібрид Teddy F1 – 8,69 мг/г, за варіантом гібриду Santa Fe F1 він склав 7,45 мг/г, Double Sunking F1 – 8,02 мг/г. Максимальна площа асиміляційного апарату культури була сформована за варіантом гібриду Teddy F1 і в фазу цвітіння склала 30,7 тис. м²/га, за варіантом гібриду Double Sunking F1 – відповідно 29,5 тис. м²/га, гібриду Santa Fe F1 – 26,1 тис. м²/га. За всіма варіантами гібридів культури відмічена залежність, згідно з якою показник площі листової поверхні із збільшенням норми висіву з 50 до 60 тис. шт./га зростав, а з подальшим збільшенням норми висіву до 70 тис. шт./га, навпаки, починав істотно скорочуватися. Максимальних значень показник чистої продуктивності фотосинтезу досяг за варіантом гібриду Teddy F1 і в середньому за фактором В склав 1,99 г/м²/добу, гібриду Double Sunking F1 – відповідно 1,93 г/м²/добу, а гібриду Santa Fe F1 – 1,84 г/м²/добу.

Ключові слова: соняшник декоративний, гібриди, норма висіву насіння, площа листової поверхні, фракційний склад хлорофілу, вміст ферментів, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.

Жуйков О.Г., Ходос Т.А. Фітосанітарний стан агроценозу гірчиці сарептської за різних рівнів біологізації технології вирощування культури в умовах Південного Степу

Результати обліку капустяних блішок в посіві гірчиці сарептської дають можливість зробити висновок, що як заселеність цим видом, так і кількість пошкоджених рослин культури більшою мірою залежали від технології вирощування культури, аніж від норми висіву насіння. Проте найбільш істотний вплив на цей показник мала саме технологія вирощування культури. Так, за традиційної зональної технології вирощування в середньому за фактором В заселеність посіву капустяними блішками склала 4,5 шт./м², за біологізованої – 4,4 шт./м², а за органічної – 4,8 шт./м². Схожий характер залежності був відмічений нами і за показником ураженості сходів культури цим шкідником: за варіантом традиційної технології він склав 7,2%, за біологізованої та органічної – відповідно, 7,3%. Абсолютно ідентичним був і характер залежності від факторів, що вивчалися, розповсюдженості і шкодочинності ріпакового квіткоїду: в середньому за фактором норми висіву заселеність ним рослин культури за традиційної технології вирощування склала 6,7 шт./м², за біологізованої – 5,0 шт./м², а за органічної – 4,8 шт./м² відповідно. Кількість пошкоджених рослин, за результатами наших досліджень, склала, відповідно, 9,0%, 8,1% та 6,9%.

За всіма варіантами технології вирощування збільшення норми висіву зумовлювало істотне зменшення показника забур'яненості як у кількісному, так і у ваговому вираженні: за традиційної технології вирощування зростання норми висіву з 2,0 до 3,0 млн. шт./га сприяло зменшенню чисельності бур'янів на 46,4%, а у ваговому вираженні – на 42,3%; за біологізованої – відповідно, на 44,4 та 44,7%; органічної – на 40,9 та 39,7%. У середньому за фактором В кількість бур'янів на одиниці посівної площі за традиційної технології вирощування склала 6,2 шт./м², біологізованої – 6,7 шт./м², а органічної – 5,4 шт./м², що в перерахунку на повітряно-суху біомасу становило 18,2 г/м², 20,6 г/м² і 15,4 г/м².

Найбільш ефективною відносно захисту рослин культури від збудників грибкових захворювань є органічна технологія вирощування, котра переважала традиційну зональну та біологізовану технологію вирощування в середньому на 33,8 відсоткові пункти. Повна відмова від застосування синтетичних засобів хімічного захисту рослин за органічної технології вирощування гірчиці сарептської зумовила істотне зростання показника відвідуваності квітучих рослин культури комахами-запилювачами, в першу чергу – культурною медоносною бджолою.

Ключові слова: гірчиця сарептська, біологізація, органічна технологія, фітосанітарний стан посіву, шкідники, бур'яни, збудники хвороб.

Засць С.О., Рудік О.Л., Онуфран Л.І. Оптимізація строків сівби ячменю озимого в зоні зрошення Південного Степу України в аспекті поточних кліматичних змін

Метою роботи є встановлення наявних закономірностей зміщення оптимальних термінів сівби ячменю озимого в умовах Південного Степу України в аспекті глобальних кліматичних змін. **Методи.** Були використані дослідження, що проводилися за типовими схемами опісля 18 років на полях Інституту зрошуваного землеробства НААН. Тех-

нологія вирощування була рекомендованою для даних зональних умов, а сорти внесені до Державного реєстру. Досліди проводилися за методикою польових і лабораторних досліджень для умов зрошення. На початковому етапі досліджень, впродовж 1999–2001 років, в терміни із 20 вересня по 15 жовтня висівали сорт ячменю озимого Росава. На завершальному етапі, в 2016–2018 роки, в терміни із 20 вересня по 20 жовтня висівали сорти класично озимого сорту ячменю Академічний та сорти альтернативного типу Дев'ятий вал та Достойний. Для обробки та узгодження результатів використані методи математичної статистики та моделювання. Оцінка погодних умов в періоди польових досліджень, представлена за фактичними даними зональної метеостанції, свідчить про трипові умови для зазначених періодів. **Результати досліджень.** За вихідного періоду кліматичних умов найвищого рівня врожайності посіви ячменю озимого сорту Росава формували за сівби в проміжок часу з 25 вересня до 1 жовтня. Після завершення циклу дослідження коливання врожайності ячменю сорту Академічний у межах сівби із 20 вересня до 10 жовтня було на недостовірному рівні. У сортів ячменю озимого альтернативного типу – Дев'ятий вал та Достойний – строки сівби із 20 вересня до 10 жовтня також не зумовлювали істотне варіювання урожайності. Їх урожайність змінювалася у більш вузьких межах значень, а стандартне відхилення для зазначених сортів, відповідно, складало 0,08 та 0,04 т/га, проти 0,13 та 0,43 т/га в сортів Академічний та Росава. Поточна зміна погодних умов, що є наслідком глобальних кліматичних перетворень, сприяє вирощуванню ячменю озимого в умовах зрошення на Півдні України. Календарні строки сівби, в межах яких спостерігається несуттєве коливання врожайності зерна культури, розширюються. **Висновки.** Встановлені зміни реакції типово озимих сортів ячменю на строки сівби, що відбуваються впродовж останніх 15–20 років, та несхожий відгук сортів, які належать до альтернативного типу на даний фактор. Зважаючи на поточні зміни погодних умов осінньо-зимового періоду та швидке оновлення сортового складу культури, визначення оптимальних термінів сівби не може бути перманентним.

Ключові слова: агрометеорологічні умови, зміни клімату, ячміль озимий, сорти, строки сівби, зрошення.

Кирилюк В.П., Кричківський В.М. Сучасні адаптивні системи основного основного обробітку ґрунту під ячмінь ярий

Мета. Вивчення впливу тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність ячменю ярого.

Методи. На Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції протягом 2018–2021 років у стаціонарному досліді вивчали вплив принципово різних систем основного обробітку ґрунту та традиційної і нової систем удобрення на кількісні і якісні показники продуктивності сільськогосподарських культур. Дослідження проводили в 4-пільній сівозміні з таким чергуванням культур: соя, ячмінь ярий, гірчиця біла, пшениця озима. Агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для зони за виключенням основного обробітку ґрунту та удобрення. Дози добрив під ячмінь були такими: за традиційної (мінеральної) системи удобрення (фон 1) – N₆₀P₆₀K₆₀; за нової (органо-

мінеральної) системи удобрення (фон 2) – солома сої + $N_{10/t}$ соломи + $N_{30}P_{30}K_{30}$). Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками.

Результати. Виявлено, що найвищу врожайність ячменю ярого (4,52 т/га) на фоні традиційного (мінерального) удобрення забезпечила полицева (контроль) система основного обробітку ґрунту. На фоні органо-мінерального удобрення найвищу урожайність ячменю ярого (5,12 т/га) отримали за полицевої (контроль) системи. За безполицевих систем відбулося зниження урожайності від полицевої на 6–17% з найменшим значенням за плоскорізною та найвищим – за дисковою. На фоні органо-мінерального удобрення, порівняно до мінерального, за усіх систем відбувся приріст урожайності ячменю ярого на 12–39%.

Висновки. На основі показників урожайності та економічної ефективності полицеву систему основного обробітку ґрунту на глибину 20–22 см під ячмінь ярий на фоні удобрення соломою попередника з додаванням азоту $N_{10/t}$ соломи та внесенням мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ можна вважати найбільш сприятливою, адаптованою під культуру за ситуації сьогодення та погодно-кліматичних умов, що складаються останніми роками.

Ключові слова: зернова культура, удобрення, урожайність, ефективність.

Коваль Г.В., Єщенко В.О. Рівень поширеності основних хвороб культур 5-пільної сівозміни за різної інтенсивності основного обробітку ґрунту

Мета (постановка проблеми). Обґрунтувати можливість заміни в системі основного заблегового обробітку оранки плоскорізним розпушуванням на різну глибину з урахуванням поширеності на посівах збудників найпоширеніших хвороб.

Методи. Дослідження проводились в стаціонарному досліді з 5-пільною сівозміною з таким чергуванням ярих культур: соя – ріпак – пшениця – льон олійний – ячмінь. Облік найпоширеніших хвороб проводили за загальноприйнятими методиками.

Результати. Основним джерелом поширення хвороб вирощуваних у сівозміні культур були уражені хворобами росли і рештки і ґрунт як середовище, де ці рештки можуть знаходитись. Через заміну полицевої оранки безполицевим розпушуванням фітосанітарний стан посівів зернових колосових культур помітно погіршувався внаслідок істотного збільшення ураженості рослин гельмінтоспориозною кореневою гниллю. З поглибленням обох способів основного обробітку ґрунту посіви ярих пшениці та ячменю оздоровлювались від корневих гнилей, а зі зменшенням глибини оранки і плоскорізного розпушування фітосанітарний стан посівів погіршувався. З мінімалізацією основного обробітку ґрунту пов'язане і поширення на посівах сої та ріпаку ярого збудника такої провідної хвороби цих культур, як біла гниль. Така ж закономірність стосувалась і поширеності на посівах льону олійного різних видів фузаріозу.

Висновки. Глибоке загортання у ґрунт рослинних решток під час полицевої оранки буде сприяти оздоровленню посівів 5-пільної сівозміни від хвороб, а від заміни середніх за глибиною мілкими обробітками фітосанітарний стан посівів буде напружуватись, хоч поглиблення обробітків не завжди супроводжувалось істотним оздоровленням посівів.

Ключові слова: оранка, плоскорізне розпушування, глибини обробітків, соя, ріпак, пшениця, ячмінь ярі, льон олійний, провідні хвороби.

Ковальов М.М. Ефективність вирощування руколи в умовах гідропонних плівкових теплиць

У статті експериментально досліджено і обґрунтовано особливості формування врожаю руколи вітчизняних та зарубіжних сортів в умовах плівкової геокупольної теплиці Північного Степу України. Розраховано економічну ефективність запропонованих прийомів та елементів технології вирощування огірка із застосуванням сухої гідропоніки (Dry Hydroponics модулі) у плівкових купольних теплицях. Проведено дослідження з підвищення врожайності виробництва руколи сортів вітчизняної та закордонної селекції. **Метою статті** є порівняння вирощування методом сухої гідропоніки та ґрунтової культури. **Результати.** Проведено оцінку технології вирощування руколи в умовах захищеного ґрунту в зимовій сівозміні IV світлової зони. Доведено доцільність вирощування дослідженого сорту зарубіжної селекції при вирощуванні методом сухої гідропоніки.

У результаті аналізу експериментальних даних процесів росту і розвитку рослин досліджуваних сортів руколи вітчизняної та голландської селекції найвищими показниками накопичення сухої речовини володів сорт Знахар. Вміст сухої речовини у даного сорту був на 3,9-5,3% більшим при гідропонному вирощуванні та на 2,7-4,1% більшим при ґрунтовому вирощуванні ніж для сортів Либідь, Колтівата та Грація.

В умовах гідропоніки відзначалися прискорення термінів настання технічної стиглості культури. Збір врожаю проходив на 44,3-46,0 добу від появи сходів в умовах гідропоніки, водночас при ґрунтовій культурі він проходив на 5,3-5,5 доби пізніше. Терміни настання масового цвітіння, залежно від способу вирощування, мали аналогічну тенденцію та склали: при гідропонному вирощуванні для сортів: Знахар – 56,0 діб, Либідь – 56,0 діб, Колтівата – 55,3 доби, Грація 54,8 – доби; при ґрунтовому вирощуванні для сортів: Знахар – 61,0 доба, Либідь – 60,3 діб, Колтівата – 59,5 діб, Грація – 56,8 діб.

Висновки. Облік врожайності вирощування сортів руколи показав їх досить високу продуктивність. На рівень врожайності достовірно впливав метод культури. Найбільш урожайним був сорт руколи голландської селекції Колтівата. Врожайність його на гідропоніці та в умовах ґрунтової культури була на 0,6-3,5% та 0,9-4,6% відповідно більше за інші сорти. Серед вітчизняних сортів руколи найбільш урожайним був сорт Либідь при вирощуванні на гідропоніці – 1,650 кг/м², а на ґрунтовій культурі – сорт Знахар – 1,476 кг/м².

Ключові слова: Dry Hydroponics модулі, *Eruca sativa*, геокупольна плівкова теплиця, ґрунтова культура, врожайність.

Марченко К.Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів

У статті висвітлено результати досліджень з вивчення дії мікробного препарату Меланоріз (1,0, 1,25, 1,5 л/т) за різних способів застосування регулятора росту рослин Агролайт (обробка насіння перед сівбою – 0,26 л/т, обприскування посівів – 1,0 л/га) на формування вмісту хлорофілів а і b та чистої продуктивності фотосинтезу листового апарату вівса голозерного.

Дослідження виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного

університету садівництва впродовж 2019–2021 років. Польові досліді закладали систематичним методом. Повторність дослідів – триразова.

Вміст у листках вівса голозерного суми хлорофілів а і b визначали за методикою, описаною З.М. Грицаєнко. Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) посівів розраховували за методикою О.О. Ничипоровича.

Статистичну обробку даних виконували в програмі Microsoft Office Excel 2007 за методами дисперсійного і кореляційного аналізів за Доспеховим.

У середньому за три роки досліджень найактивніше накопичення хлорофілів відбувалося у варіантах за комплексного застосування препаратів Меланоріз в нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га, де перевищення за вмістом суми хлорофілів а і b відносно контролю складало 6; 6 і 7%. Найвищий рівень фотосинтетичної продуктивності посівів формувалася у варіантах Меланоріз 1,5 л/га + Агролайт 0,26 л/т + Агролайт 1,0 л/га і складав 4,85 г/м² за добу при 4,22 г/м² за добу в контролі.

Сумісне застосування різних норм мікробного препарату Меланоріз з регулятором росту рослин Агролайт позитивно впливає на формування суми хлорофілів а і b та чисту продуктивність посівів вівса голозерного. Зокрема, в середньому за 2019–2021 рр. досліджень дані показники зростали порівняно з контрольним варіантом на 6–17% за вмістом суми хлорофілів та на 9–15% – чиста продуктивність фотосинтезу.

Ключові слова: хлорофіл, чиста продуктивність фотосинтезу, овес голозерний, мікробний препарат, регулятор росту рослин.

Малярчук М.П., Казновський О.В. Вплив різних способів основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники та врожайність насіння сої

Метою досліджень є встановлення впливу різних способів основного обробітку ґрунту і доз азотних добрив на агрофізичні властивості, поживний режим та врожайність насіння сої. **Методи.** Дослідження проводились протягом 2020–2021 рр. у стаціонарному польовому досліді Асканійської ДСДС Інституту зрошувального землеробства НААН у зоні дії Каховської зрошувальної системи, закладеному у 2008 році в чотирипільній просапній сівоzmіні. Попередником сої була пшениця озима з післязбирним посівом гірчиці білої на сидерат. У досліді висівався ранньостиглий сорт сої Діона на фоні чотирьох систем основного обробітку. Ефективність основного обробітку визначалася на фоні різних доз азотних добрив: контроль – без добрив; N30; N60; N90. Результати обліку врожайності свідчать, що застосування оранки на глибину 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту забезпечило отримання найвищого рівня урожайності у середньому за 2020–2021 рр. за дози азотного добрива N60 на рівні 3,54 т/га. Заміна оранки чизельним розпушуванням на таку саму глибину у системі різноглибинного безполицевого обробітку призвела до зниження рівня урожайності на 0,35 т/га, або на 9,9%, а за дискового обробітку – на 12–14 см, у системі безполицевого одноглибинного мілкого і нульового обробітку ґрунту отримано найменший рівень урожайності, який становив відповідно 2,73 та 2,93 т/га, або був нижчим ніж на контролі на 22,9 та 17,2%. Також встановлено вплив різних доз азотних добрив на рівень урожайності. Так, за дози N60 отримано найвищий рівень урожайності, за дози N30 і у варіанті без внесення добрив урожай-

ність знизилася на 6,5 та 5,5% відповідно. Найбільш істотне зниження урожайності на рівні 21,6% відзначено за дози азотного добрива до N90. **Висновок.** У результаті досліджень, проведених на Каховській зрошувальній системі, встановлено, що в короткочасних просапних сівоzmінах з післязбирним посівом гірчиці білої на сидерат після пшениці озимої і ячменю оранка на глибину 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту з внесенням дози азотного добрива N60 забезпечено найбільш повну реалізацію потенційних можливостей продуктивності сорту сої Діона.

Ключові слова: азотні добрива, поживний режим, нульовий обробіток, сидерат.

Молдован Ж.А., Молдован В.Г. Вплив мінерального живлення на формування площі листової поверхні рослинами кукурудзи в умовах Лісостепу Західного

Мета – дослідити вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на формування площі листової поверхні гібридами кукурудзи скоростиглих груп.

Методи. Експериментальні роботи передбачали проведення польових досліджень з використанням польового, лабораторних, морфологічних, фізичних, порівняльно-розрахункових методів за відповідними методиками.

Результати. Установлено, що в умовах Лісостепу Західного показники площі листової поверхні рослин кукурудзи істотно змінювалися залежно від фази їх розвитку, допосівної обробки насіння, позакореневого підживлення та гібридного складу. Зокрема, у фазу 5–6 листків площа листової поверхні ранньостиглого гібрида ДН Меотида становила 2,72–3,45 тис. м²/га, у середньораннього гібрида ДБ Хотин – 3,00–3,79 тис. м²/га залежно від варіанту допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. Найбільшу площу листової поверхні обидва досліджувані гібриди кукурудзи сформували у фазу цвітіння волоті: 31,83–40,37 тис. м²/га – ранньостиглий гібрид ДН Меотида та 35,06–44,40 тис. м²/га – середньоранній гібрид ДБ Хотин. Зростання показників площі листової поверхні відповідно становило 10,1–26,7% та 9,7–26,9% порівняно з контролем. Листковий індекс у фазу максимальних показників площі листової поверхні коливалися для ранньостиглого гібрида ДН Меотида від 3,18 до 4,04, для середньораннього гібрида ДБ Хотин – від 3,51 до 4,44 за оптимального значення для кукурудзи на зерно 3–4.

Висновки. Найбільш ефективним серед досліджуваних виявився варіант, де передбачалося проведення допосівної обробки насіння комплексом препаратів (Вимпел-К + Оракул насіння + Оракул цинк) з подальшою обробкою посівів кукурудзи у фазу 3–5 листків (Вимпел-2 + Оракул фосфор) та у фазу 7–9 листків (Вимпел-2 + Оракул цинк + Оракул магній), що забезпечило збільшення площі листової поверхні у ранньостиглого гібрида ДН Меотида на 26,7% та у середньораннього гібрида ДБ Хотин на 26,9%.

Ключові слова: гібрид, стимулятор росту, мікродобрива, живлення, фаза розвитку, листкова поверхня.

Морозов О.В., Морозов В.В., Козленко Є.В. Модель формування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи в 2021 році

Мета – виявити закономірності та отримати моделі формування мінералізації та гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу за 2021 рік.

Методи: польовий експеримент, лабораторні аналізи води за стандартними методиками, регресійного і кореляційного аналізів, системний підхід і системний аналіз, узагальнення даних, порівняння.

Результати. З метою виявлення особливостей і закономірностей формування гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу у 2021 році виконано кореляційний і регресійний аналізи даних. Кореляційно-регресійним аналізом встановлено, що наявний сильний функціональний зв'язок між мінералізацією зрошувальної води та іонами хлору ($r = 0,99$) та сульфат-іонами ($r = 0,99$); слабкий – між мінералізацією зрошувальної води та гідрокарбонат-іонами ($r = 0,47$). Для запобігання перевищенню іонів хлору 350 мг-екв/дм³ та сульфат-іонів 500 мг-екв/дм³ мінералізація зрошувальної води не повинна перевищувати 1500 мг/дм³. Кореляційно-регресійним аналізом встановлено сильний функціональний зв'язок між мінералізацією зрошувальної води та іонами кальцію ($r = 0,92$) та іонами магнію ($r = 99$); слабкий – між мінералізацією зрошувальної води та іонами натрію і калію ($r = 0,02$). Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні–вересні пояснюється тим, що у другій половині серпня внаслідок сприятливих умов по руслу р. Інгулець до гирла ГНС «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не відбувається щорічно, це окремий випадок. При цьому для формування більш-менш задовільної якості води у разі застосування технології «антирічка» необхідна постійна цілодобова робота не менш ніж чотири агрегати ГНС, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води.

Висновки. Моделі формування мінералізації та гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу за 2021 рік, які отримані завдяки застосуванню методів регресійного і кореляційного аналізів, показали, що в міру підвищення мінералізації зрошувальної води пропорційно зростає вміст іонів хлору, магнію, кальцію та сульфат-іонів. Гідрокарбонат-іони та іони натрію і калію відіграють другорядну роль у формуванні гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу. Встановлено сильний функціональний зв'язок між вмістом хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець та витратами води (коефіцієнт кореляції (r) 0,85, коефіцієнт детермінації (R^2) 0,728). Виявлено особливості і закономірності формування вмісту хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець залежно від витрат води. У міру збільшення витрат води із Карачунівського водосховища пропорційно зменшується вміст іонів хлору. Для запобігання перевищенню іонів хлору більше 350 мг-екв/дм³ витрати попусків води із Карачунівського водосховища повинні бути не менш ніж 10,0 м³/с.

Ключові слова: зрошення, показники якості води, кореляційний і регресійний аналізи, аніонний та катіонний склад.

Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Урожайність зеленої і сухої маси гібридів кукурудзи та вихід біогазу залежно від застосування макро- і мікродобрив

Мета – визначення впливу макро- і мікродобрив на урожайність зеленої і сухої маси гібридів кукурудзи та вихід біогазу.

Методи. Експериментальні польові дослідження проводилися в 2019–2021 рр. за відповідними методиками з подальшою статистичною обробкою даних. Агротехніка вирощування кукурудзи на силос була загальноприйнятою для умов Правобережного Лісостепу України, крім факторів, що вивчалися. Вихід біогазу отримано розрахунковим методом.

Результати. Встановлено, що найбільш інтенсивне наростання зеленої та сухої маси гібридів кукурудзи відбувалося до фази молочно-воскової стиглості зерна з наступним зменшенням на 5,2–6,8% у фазу воскової стиглості. Застосування мікродобрив забезпечує формування високих показників урожайності зеленої та сухої маси у фазу молочно-воскової стиглості зерна у гібридів кукурудзи на рівні 40,9–48,9 і 14,7–17,7 т/га. Проведення обробки насіння YaraVita Teprosyn NP+Zn (5 л/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га) дозволяє отримати приріст урожайності зеленої та сухої маси вище на 1,2–3,8%, а у разі обробки насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га) на 1,5–4,2% порівняно з варіантами без їх застосування. Достовірної різниці між 2 і 3 варіантами із застосуванням мікродобрив не відзначено. У разі внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ і $N_{120}P_{90}K_{90}$ вихід біогазу був вищим на 15,2–22,4% і 21,7–30,9% порівняно з контролем. У разі застосування мікродобрив вихід біогазу був вищим на 1,8–3,6% порівняно з варіантами без їх використання.

Висновки. Максимальні показники урожайності зеленої і сухої маси та вихід біогазу отримано у фазу молочно-воскової стиглості зерна у гібрида Каріфолс на фоні внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ і обробки насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га) – 48,9, 17,7 т/га і 15,6 тис. м³/га.

Ключові слова: удобрення, продуктивність, біоенергетика, гібридний склад, насіння, обприскування.

Швець О.М. Стале майбутнє в наступному десятилітті, що засноване на ґрунтознавстві

Ґрунти є домом для більш ніж 25% усього біорізноманіття Землі і підтримують життя на суші і у воді, кругообіг і утримання поживних речовин, виробництво продуктів харчування, усунення забруднення і регулювання клімату.

Метою статті є розгляд та аналіз сталого майбутнього в наступному десятилітті, заснованому на ґрунтознавстві.

Методи. Дослідження базується на системному та порівняльному аналізі, діалектичному методі, а також методах класифікації та узагальнення.

Результати. Накопичення фактичних даних свідчить про те, що кілька цілей сталого розвитку можуть бути одночасно вирішені, коли ґрунтова біота ставиться в центр оцінок управління земельними ресурсами; це пов'язано з тим, що діяльність і взаємодія ґрунтових організмів тісно пов'язані з численними процесами, на які спираються екосистеми і суспільство. Оскільки біорізноманіття ґрунтів знаходиться в центрі безлічі глобально значущих програм сталого розвитку, можна більш ефективно і комплексно досягти цілей сталого розвитку. В роботі

розглядаються сценарії, в яких ґрунтова біота може чітко підтримувати глобальні цілі в галузі сталого розвитку, глобальні зміни і тиск, які загрожують біорізноманіттю ґрунтів, а також дії зі збереження біорізноманіття ґрунтів і досягнення цілей у галузі сталого розвитку. Цей синтез показує, як останні емпіричні дані, отримані в результаті біологічних досліджень ґрунтів, можуть сформулювати відчутні дії в усьому світі для сталого майбутнього.

Висновок. Біорізноманіття ґрунтів лежить в основі природних рішень для клімату, біорізноманіття та людства, включаючи захист природних територій, відновлення деградованих екосистем, застосування стійких методів ведення сільського господарства та адаптацію міських районів до природи та людей. Пропонується провести додаткові дослідження, щоб визначити взаємозв'язок між досвідом у галузі біорізноманіття ґрунтів і реальними рішеннями для сталого майбутнього, і це необхідно робити зараз як для захисту біорізноманіття ґрунтів, так і для просування програм сталого розвитку.

Ключові слова: підземний світ, різноманітність, мікроби, ґрунт, біорізноманіття ґрунтів, землекористування, зміна клімату.

Косенко Н.П., Бондаренко К.О. Продуктивність і якість нових гібридів спаржі лікарської за краплинного зрошення на Півдні України

Мета. Розробити основні елементи технології вирощування нових гібридів спаржі лікарської за краплинного зрошення в умовах півдня України.

Методи. Використовували загальнонаукові методи: польовий, лабораторний, вимірювально-розрахунковий, порівняльний, математично-статистичний та системний аналіз. **Результати.** Дослідженнями встановлено, що після осіннього висаджування однорічних саджанців добре перенесли зимові умови 91,4–96,6% рослин. Застосування чорної поліетиленової плівки для мульчування гряд дозволяє розпочати збір урожаю на 5–7 днів раніше, ніж без мульчування. На формування продуктивності рослин найбільший вплив мають морфологічні особливості та адаптивний потенціал досліджуваних гібридів. На другий рік вирощування врожайність молодих пагонів гібриду Grolim складала 0,9 т/га, Gijnlim – 0,88 т/га, Baklim – 0,92 т/га. На третій рік вирощування (четвертий рік культури) врожайність була, відповідно, на 58,9; 38,6; 70,6% більшою, ніж у попередній рік. За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлений тісний зв'язок між висотою та кількістю генеративних пагонів спаржі на кінець вегетації і врожайністю товарної продукції у наступному році. Внесення рідкої форми органічного добрива Біоферм сприяє підвищенню продуктивності рослин на 15,3% та покращенню якості товарних пагонів спаржі. Найбільший вміст сухої речовини був у пагонах гібриду Baklim, за вмістом загального цукру та аскорбінової кислоти – у Grolim. **Висновки.** Досліджувані гібриди Grolim, Gijnlim,

Baklim мають високий адаптивний потенціал в умовах Півдня України. Найбільшою продуктивністю характеризувався гібрид Baklim, який на 27,6% перевищує гібрид Gijnlim. За внесення біодобрива Біоферм і мульчування рослин чорною поліетиленовою плівкою зазначено найбільшу врожайність пагонів та покращення якості ранньої продукції спаржі.

Ключові слова: спаржа лікарська, гібрид, біодобриво, мульчування, урожайність, якість пагонів.

Холод С.М., Іллічов Ю.Г., Кір'ян В.М., Музафорова В.А. Характеристика зразків ячменю ярого за продуктивністю в зоні Південного Лісостепу України

Мета – оцінити зразки ячменю ярого різного походження в умовах південної частини Лісостепу України за комплексом показників продуктивності та адаптивності для їх залучення як вихідний матеріал у наукові програми.

Методи. Упродовж 2018–2020 рр. в умовах Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН за ознаками продуктивності досліджено, оцінено та описано 25 зразків ячменю ярого різного еколого-географічного походження. У польових і лабораторних умовах визначено урожайність, тривалість вегетації, стійкість до вилягання, продуктивність рослин і її структурні елементи. Проведені варіаційні аналізи за програмами STATISTICA 10 та EXCEL.

Результати. Встановлено особливості 25 зразків ячменю ярого за рівнем проявлення морфо-біологічних (продуктивність, продуктивна куцистість, кількість колосків і зерен у колосі, довжина колоса, маса 1000 зерен, маса колоса та зерна з нього, висота рослин) і господарські показники (урожайність, вегетаційний період, стійкість до вилягання).

За високим рівнем урожайності зерна ячменю ярого виділено сорти Стимул, Контраст, МІП Вісник (UKR), Целинный 30, Ранний (KAZ), Polygena, Trebon (CZE), Lilly (DEU) (432–495 г/м²). За масою 1000 зерен виділено сорти Созонівський (53,5 г), СН 28 (49,4 г) (UKR), Ранний (45,3 г) (KAZ), Поволжский 16 (46,4 г) (RUS). У сортів Статок (UKR), CDC Gainer (CAN) підвищена продуктивність формується за рахунок високої продуктивної куцистості, більшої довжини колоса та кількості зерен, у сортів Целинный 30 (KAZ) та Созонівський (UKR) – за рахунок високої продуктивної куцистості. Виділено стабільні зразки – Арістей, МІП Вдячний, Тівер, СН 28, Статок (UKR), Поволжский 16 (RUS), Целинный 30, Ранний (KAZ), CDC Garter, CDC Gainer (CAN).

Висновки. Виділено зразки з матеріалу ячменю ярого за показниками продуктивності, які можна рекомендувати як вихідний матеріал у селекції на підвищення продуктивного потенціалу культури в умовах Південного Лісостепу України.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорт, продуктивність, урожайність, тривалість вегетаційного періоду, рівень ознак.

Summary

Bahan A.V., Shakaliy S.M., Yurchenko S.O., Ivashchenko V.M., Barabolia O.V., Pokotylo A.V.
Formation of biometric indicators and yield level of corn hybrids by maturity groups

Purpose. The purpose of the research was to study the biometric parameters of plants and yields of corn hybrids by maturity groups.

Methods. Field and laboratory research methods included determining the duration of the growing season, plant height, height of attachment of the upper cob, the number of developed cobs on the plant, yield. The index of the ratio of the height of attachment of the upper cob to the height of the plant was calculated. The object of the research were 9 corn hybrids of domestic selection of different maturity groups.

Research results. According to average data, the duration of the vegetation period of corn hybrids was 96–122 days, depending on maturity groups. The height of plants in corn hybrids was: early-ripening – 189.5–251.4 cm, middle early – 231.0–268.2 cm, mid-ripening – 242.5–279.6 cm. The height of attachment of the upper cob varied within: early-ripening hybrids – 75.4–96.0 cm, middle early hybrids – 76.2–96.0 cm, mid-ripening hybrids – 91.5–122.6 cm. The index of the ratio of the height of attachment of the cob to the height of the plant, which was 0.31–0.44. The number of cobs on the plant was equal to: early-ripening hybrids – 1.6–1.9 pieces, middle early hybrids – 1.4–1.5 pieces, mid-ripening hybrids – 1.4–1.6. Yields by maturity groups of corn hybrids varied as follows: early-ripening hybrids – 7.18–7.90 t/ha, middle early hybrids – 7.52–8.16 t/ha, mid-ripening hybrids – 8.33–8.95 t/ha.

Conclusions. It was established that the increase in the duration of the growing season affects the height of the plant and the height of the attachment of the upper cob. The tallest are hybrids of the mid-ripening group DMS Sector (279.6 cm) and DMS 3015 (275.0 cm). The highest height of cob attachment was observed in the hybrid DMS Sector (122.6 cm). A hybrid of the mid-ripening group Vizyr provided the highest yield of 8.95 t/ha.

Key words: vegetation period, plant height, cob attachment height, number of cobs on the plant, correlation coefficient.

Barat Yu.M., Natalevych V.V.
Productivity of grapes depending on the application of microbiological fertilizers

Mineral fertilizers are widely used in intensive viticulture, providing high yields with slightly lower quality grapes.

Purpose. The aim of the study was to determine the effect of mixtures of microbiological fertilizers with sown rows of legumes and grasses on the yield and quality of Riesling grapes.

Methods. The experiment was conducted on a farm Wilchingen Bergwy (Switzerland). The study used a microbiological fertilizer – a biological preparation prepared from mixed populations of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Bacillus circulans*. The strains of microorganisms used for this study come from the collection of microorganisms of the

scientific laboratory. The experiment was developed on a block system: control (without biofertilizers) – option 1 and using a strain of *Azotobacter chroococcum* – option 2, a mixture of populations of *Azotobacter chroococcum* and *Bacillus megaterium* – option 3, a mixture of populations of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Bacillus circulans* – option 4. The space inside the row was kept under clean steam, and in the rows every year (March–April) a mixture of peas and barley was sown and earned in the soil in the flowering phase of legumes. Grapes were harvested in the phase of full ripening, the number of bunches and weight of grapes from the vine, yield, sugar content and total acids for the period 2019–2020 were determined.

Results. The application of biofertilizers affected the formation of the yield of grapes. The highest yield was obtained with the application of *Azotobacter chroococcum* (8.77 t/ha). The combination of *Azotobacter chroococcum* and *Bacillus megaterium* reduced the yield compared to the application of *Azotobacter chroococcum* alone by 1.02 t/ha, and the use of a mixture of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Bacillus circulans* resulted in a decrease of 1.77 t/ha.

In all variants, due to the introduction of microbiological fertilizers, the sugar content in the wort increased compared to the variant without application. Thus, the greatest value was obtained from the option of making a combination of all three biological products – 21.3%. With the introduction of *Azotobacter chroococcum* + *Bacillus megaterium* was obtained 20.1% of the sugar content in the wort, and with the introduction of *Azotobacter chroococcum* the percentage was 19.9%.

The total acid content in the wort under the action of microfertilizers increased in proportion to the decrease in sugar content. The lowest value of this indicator was with the introduction of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Bacillus circulans* – 5.4 g/l.

Findings. So, the application of microbiological fertilizer *Azotobacter chroococcum* yielded the highest yield of grapes – 8.77 t/ha. The combination of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Bacillus circulans* increases the sugar content in the wort and reduces the total acid content.

Key words: viticulture, biofertilizer, number of bunches from a bush, weight of berries from a bunch, weight of berries from a bush, yield.

Vozhegova R.A., Lavrynenko Yu.O., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Mishchenko S.V.
Weight of 1000 grains and yield of maize hybrids depending on the density of sowing and treatment with biological products

Purpose is to investigate the influence of plant density and treatment with biologically active drugs on the formation of the mass of 1000 grains and grain yield in modern maize hybrids under irrigation.

Methods – field, laboratory, statistical. **Results.** On average, the highest seed yield over the years was in the middle-late hybrid Arabat at a density of 70 thousand plants/ha – 17.45 t/ha. At a density of 80

thousand plants/ha, the yield was 16.91 t/ha, with the thickening of crops to 90 thousand plants/ha, there was a sharp decrease in yield to 15.86 t/ha. The middle-late Chongar hybrid also showed the maximum yield at a density of 70 thousand plants/ha – 16.68 t/ha. At a density of 90 thousand plants/ha, the minimum yield was 16.17 t/ha. Medium-ripe hybrid Kakhovskiy showed maximum yield at a plant density of 80 thousand plants/ha – 13.45 t/ha, reducing plant density to 70 thousand plants/ha led to a decrease in yield to 13.03 t/ha, increasing the density to 90 thousand plants/ha also led to a drop in yield to 13.25 t/ha. Early-maturing hybrid Stepoviy showed the maximum yield at a density of 90 thousand plants/ha – 12.05 t/ha, reducing the density to 80 and 70 thousand plants/ha led to a decrease in grain yield to 11.84 and 11.95 t/ha in accordance. The most effective among the drugs was the drug Biospectrum BT. Thus, the average late hybrid Arabat (FAO 430) on average for the use of this drug – 15.69 t/ha (yield increase of 1.26 t/ha or 8.7%), the hybrid Chongar (FAO 420) on average – 15.44 t/ha (yield increase 1.06 t/ha, or 7.3%). The hybrid of the medium-ripe group – Kakhovskiy showed a slightly lower yield on average when treated with the drug Biospectrum BT – 12.17 t/ha (yield increase of 1.12 t/ha, or 9.9%). Early-maturing hybrid Stepoviy showed a yield using the drug Biospectrum BT – 9.92 t/ha (yield increase 0.91 t/ha, or 10.1%). The increase in yield from biological products Trichopsin BT, Fluorescein BT was lower. **Conclusions.** It was found that treatment with biologicals provided an increase in the weight of 1000 grains. Maize hybrids showed a maximum weight of 1000 grains for treatment with the drug Biospectrum BT – 289.5 g. An increase in the weight of 1000 grains from treatment with the drug Biospectrum BT compared with the control on average in the experiment – 2.9%. The drug Trichopsin BT increased the weight of 1000 grains by 4.3 g, or 1.5%, the drug Fluorescein BT increased the weight of 1000 grains by an average of 3.1 g, or 1.0%. It was found that treatment with biologicals provided an increase in the weight of 1000 grains. Maize hybrids showed a maximum weight of 1000 grains for treatment with the drug Biospectrum BT – 289.5 g. An increase in the weight of 1000 grains from treatment with the drug Biospectrum BT compared with the control on average in the experiment – 2.9%. The drug Trichopsin BT increased the weight of 1000 grains by 4.3 g, or 1.5%, the drug Fluorescein BT increased the weight of 1000 grains by an average of 3.1 g, or 1.0%. A significant correlation coefficient (+0.986) indicates a positive effect of the mass of 1000 grains on the grain yield of maize hybrids. The maximum grain yield of the early-ripening hybrid Stepoviy (FAO 190) was obtained at a density of 90 thousand plants/ha and treatment with Biospectrum BT – 9.75 t/ha. The medium-ripe hybrid Kakhovskiy (FAO 350) showed the maximum yield at densities of 80 thousand plants/ha and treatment with Biospectrum BT – 12.79 t/ha. The mid-late hybrid Chongar (FAO 420) showed the maximum grain yield at a density of 70 thousand plants/ha and treatment with Biospectrum BT – 16.31 t/ha. The mid-late hybrid Arabat (FAO 430) showed the maximum grain yield at a density of 70 thousand plants/ha and treatment with Biospectrum BT – 16.41 t/ha.

Key words: corn, hybrid, biological preparations, weight of 1000 seeds, grain yield.

Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V., Biliaieva I.M., Boitseniuk K.I. The level of information support for aromatic and medicinal plant growing in Ukraine

Purpose – to carry out a meta-analysis of the current level of information support concerning cultivation technologies of major medicinal and aromatic crops, zoned for the Steppe of Ukraine, to determine the existing gaps and form a research program for the development of scientifically based agricultural technologies for their production.

Methods. Analytical processing of the formed scientific, methodological and practical recommendations on the cultivation technologies of medicinal and aromatic crops, which are included in the State Register of Plant Varieties of Ukraine dated September 20, 2021 and zoned for the Steppe of Ukraine or greenhouse. The main points of the study: primary tillage, fertilization, terms, methods and rates of sowing/planting, plant care, integrated management of crops protection against weeds, insects and diseases, irrigation, harvesting. The gradation of the information support was determined by the categories: sufficient, insufficient, absent.

Results. Meta-analysis of 19 species of aromatic and medicinal plants, zoned for the Steppe, makes it possible to testify the low level of information support regarding their cultivation technologies. Nine of the studied crops have extremely insufficient information on cultivation technologies (there is almost no data on the research of the cultivation technology elements), and only four of them are sufficiently studied to form scientifically based recommendations and zonal cultivation technologies.

Conclusions. The lowest information support, and therefore the greatest need for a thorough study of cultivation technologies, was determined for such medicinal and aromatic crops as belladonna, three-lobed beggartick, astragalus, eastern galega, common madder, oregano, narrow-leaved lavender, annual bitter peppers, peppermint. The best information support of agricultural technologies is found in such crops as milk thistle, hyssop, coriander, and common fennel, which are sufficiently studied for mass introduction into production in the farms of the South of Ukraine.

Key words: meta-analysis, medicinal plants, essential oil crops, Steppe of Ukraine, South of Ukraine.

Hlupak Z.I., Butenko A.A., Shkurat S.V. Soybean productivity depending on inoculation and biological growth regulators in the conditions of the north-eastern part of the Forest Steppe of Ukraine

Purpose. The *aim* is to optimize seed treatment with rhizolin and biological plant growth regulators, to reveal their influence on soybean productivity on typical low-humus black soils in the conditions of the north-eastern Forest Steppe of Ukraine.

Methods. Planning, field experiments, observations and counts were carried out according to Dospekhov. Methods of mathematical statistics were used to process the data obtained. Statistical processing of the yield data was carried out by the method of analysis of variance using the Statistica for Windows, Microsoft Excel software package. Accompanying observations, counts and analyzes were carried out according to the "Methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops".

Results. The studies have shown that the leaf surface area of soybeans depended more on the weather and climatic conditions of the years of

research than on the factors studied. Thus, the smallest leaf surface area of the plant was formed in the least favorable year 2021 in all variants of the experiment, and the highest one was in 2019. On average, over the years of the researches, inoculation of seeds with rhizolin contributed to an increase in the leaf surface area of soybean plants by 1,1–1,4 thousand m^2/ha compared to the control. The largest leaf surface area was formed on the variant of seed treatment with rhizolin in combination with emistim C – 46,1–67,4 thousand m^2/ha .

On average, over the years of the researches, the highest indicators of individual plant productivity (the number of beans per plant 15,5 pieces, the number of seeds per plant – 28,8 pieces, the weight of seeds from 1 plant – 4,78 g and the weight of 1000 seeds – 167 g) was obtained on the variant of joint application of the inoculum rhizoline in combination with the biological growth regulator emistim C. The increase in yield was 0,3 t/ha compared to the control.

Conclusions. The studies have shown a positive effect of inoculation and biological growth regulators on soybean productivity. The highest productivity was obtained under the conditions of seed inoculation before sowing with risoline in combination with the biological growth regulator emistim C.

Key words: pre-sowing seed treatment, plant height, leaf surface area, individual productivity, yield.

Dymov O.M., Holoborodko S.P. Water supply of the Steppe Zone of Ukraine and rational use of irrigated land in the conditions of regional climate change

Purpose – to substantiate the state of organizational support of irrigated land in the conditions of regional climate change and determine agrotechnical measures that contribute to the effective use of irrigation water in the cultivation of agricultural crops on irrigated lands of the southern part of the Steppe Zone, and on irrigated lands – the growth of reserves of productive moisture in the soil, as well as moisture that accumulates during precipitation in the autumn-winter and spring-summer periods. **Methods.** The methodological basis of the research is a set of general scientific methods: analysis, synthesis, graphic method, combined with scientific developments of domestic scientists on the structure of sown areas of agricultural crops, regional climate change, the search for ways to effectively use irrigated land and generalization of research results.

Results. The structure of acreage in the southern Steppe subzone for the period 1990–2020 is analyzed. Indicators of precipitation, evaporation and lack of moisture supply during the growing season of agricultural crops in this subzone for the period 1945–2020 are determined. The reasons for inefficient use of reclaimed land are revealed. Some aspects of legislative support for the development of irrigated agriculture are highlighted. The article analyzes the state of affairs in the water management complex of Zaporizhzhia, Mykolaiv and Odesa regions. **Conclusions.** It is advisable to revive irrigation in Ukraine on the basis of reconstruction and modernization of existing land reclamation systems, the development of which should be adapted to the variability of natural and anthropogenic factors. At the state level, it is necessary to legislate industrial relations between landowners and land users in order to effectively cooperate with state Basin Water Resources departments. Restoration and expansion

of irrigation areas will significantly reduce the lack of moisture supply and increase crop yields.

Key words: crop structure, precipitation, evaporation rate, legislative support, water management complex, harvest.

Zhuikov O.G., Lavrys V.Yu. Quantitative and qualitative indicators of functioning of the assimilation apparatus of ornamental sunflower at different sowing rates in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

According to the indicator of the average area of a single leaf blade, in the experiment we noted a trend according to which this indicator increased with increasing seed sowing rate from 50 to 60 thousand units / ha, and subsequently with increasing sowing rate up to 70 thousand units / ha began to decline. The average for the Teddy F1 hybrid was 72.6 cm^2 , Double Sunking F1 – 70.3 cm^2 , Santa Fe F1 – 70.8 cm^2 , respectively. The dependence of the leaf blade thickness of sunflower hybrids was absolutely similar: it was minimal in the Teddy F1 hybrid variant - 0.58 mm, in the Double Sunking F1 hybrid variant it decreased to 0.55 mm, and the minimum value was in the variant of the hybrid Santa Fe F1 – 0.52 mm on average by factor B. According to our data, the dependence of the intensity of green color of the leaf blade of sunflower hybrids was similar: if this indicator was not significantly dependent on factor A, the increase in seeding rate caused a decrease in the intensity of green leaf color when compared with the reference sample. If we take the color intensity of the standard for 100%, the color of the leaf blade of the Teddy F1 hybrid was 73%, Double Sunking F1 – 69%, Santa Fe F1 – 69% of the standard. The lowest intensity of green color of sunflower leaves was at the maximum seeding rate and did not exceed 62% on average by factor A. On average by factor B, the leader in the content of green pigment in the leaves recognized hybrid Teddy F1 – 8.69 mg/g, optional hybrid Santa Fe F1 it was 7.45 mg/g, Double Sunking F1 – 8.02 mg/g. The maximum area of the assimilation apparatus of the culture was formed according to the variant of hybrid Teddy F1 and in the flowering phase was 30.7 thousand m^2/ha , according to the variant of hybrid Double Sunking F1 – respectively 29.5 thousand m^2/ha , hybrid Santa Fe F1 - 26,1 thousand m^2/ha . For all variants of culture hybrids there is a dependence, according to which the leaf surface area with increasing seeding rate from 50 to 60 thousand units / ha increased, and with a subsequent increase in seeding rate to 70 thousand units / ha, on the contrary, began to decline significantly. The maximum values of the net productivity of photosynthesis reached for the hybrid Teddy F1 and the average for factor B was 1.99 g m^2/day , hybrid Double Sunking F1 – respectively 1.93 g/ m^2/day , and hybrid Santa Fe F1 – 1,84 g/ m^2/day .

Key words: ornamental sunflower, hybrids, seed sowing rate, leaf surface area, chlorophyll fractional composition, enzyme content, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.

Zhuikov O.G., Hodos T.A. Phytosanitary state of Sarepta mustard agroecosystem at different levels of biologization of technology for growing crops in the southern steppe

The results of the accounting of cabbage fleas in the Sarepta mustard crop allow us to conclude that both the population of this species and the number of damaged crop plants depended more on the technology

of growing the crop than on the rate of sowing seeds. However, the most significant impact on this indicator was the technology of growing crops. Thus, according to the traditional zonal cultivation technology, on average by factor B, the population of cabbage fleas was 4.5 units/m², according to the biologized – 4.4 units/m², and according to organic – 4.8 units/m². A similar nature of dependence was noted by us in terms of the rate of damage to seedlings by this pest: according to the traditional technology, it amounted to 7.2%, for biological and organic – respectively 7.3%. The nature of dependence on the studied factors, prevalence and harmfulness of rapeseed foreshed was absolutely identical: on average, according to the seeding rate factor, the population of cultural plants with traditional cultivation technology was 6.7 pieces/m², with biologized – 5.0 pieces/m², and for organic – 4.8 pieces/m², respectively. The number of damaged plants, according to our research, was 9.0%, 8.1% and 6.9%, respectively.

For all variants of cultivation technology, the increase in seeding rate led to a significant reduction in weediness in both quantitative and weight terms: for traditional cultivation technology, the increase in seeding rate from 2.0 to 3.0 million units/ha helped reduce the number of storms 46.4%, and in weight terms – by 42.3%; for biologized – by 44.4 and 44.7%, respectively; organic – by 40.9 and 39.7%. On average, by factor B, the number of weeds per unit of sown area by traditional cultivation technology was 6.2 pieces/m², organic – 6.7 pieces/m², and organic – 5.4 pieces/m², which in terms of air-dry biomass was 18.2 g/m², 20.6 g/m² and 15.4 g/m².

The most effective in protecting crop plants from fungal pathogens is organic cultivation technology, which outperformed traditional zonal and biologic cultivation technology by an average of 33.8 percentage points. The complete abandonment of the use of synthetic chemical plant protection products using organic technology of growing Sarepta mustard has led to a significant increase in the attendance of flowering plants of the culture by pollinating insects, primarily – honey honey bee.

Key words: Sarepta mustard, biologization, organic technology, phytosanitary condition of crops, pests, weeds, pathogens.

Zaiets S.O., Rudik O.L., Onufron L.I. Optimization of sowing dates of winter barley in the irrigation zone of the Southern Steppe of Ukraine in the aspect of current climate change

Purpose. The aim of the work is to search for the existing patterns of shifting the optimal sowing dates for winter barley in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine in the aspect of global climate change. **Methods.** There were used studies that were carried out according to typical schemes after 18 years on the fields of the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Sciences. The cultivation technology was recommended for these zonal conditions, and the varieties are included in the State Register. The experiments were performed according to the methods of field and laboratory studies for irrigation conditions. At the initial stage of research, during 1999–2001, in the period from September 20 to October 15, the winter barley variety Rosava was sown. At the final stage, in 2016–2018, in the period from September 20 to October 20, varieties of the classical winter variety Akademichny and varieties of

the alternative type Devyaty Val and Dostoiny were sown. The methods of mathematical statistics and modeling were used to process and agree on the results. The assessment of weather conditions during the periods of field research, presented according to the actual data of the zonal meteorological station, indicates the typicality of conditions for the noted periods. **Research results.** Under the initial period of climatic conditions, the highest level of yield, crops of winter barley of the Rosava variety were formed during sowing in the period from September 25 to October 1. At the end of the research cycle, the fluctuations in the yield of barley variety Akademichny within the sowing period from September 20 to October 10 were at a non-significant level. In varieties of winter barley of an alternative type – Devyaty val and Dostoiny, the sowing dates from September 20 to October 10 also did not predetermine a significant variation in yield. Their productivity varied within a narrower range of values, and the standard deviation for the noted varieties was 0.08 and 0.04 t/ha, respectively, against 0.13 and 0.43 t/ha for the Akademichny and Rosava varieties. The current change in weather conditions, which are the result of global climatic transformations, contributes to the cultivation of winter barley under irrigation in the South of Ukraine. Sowing calendar dates, within which there is an insignificant fluctuation in the yield of crop grain, are expanding. **Conclusions.** Changes in the response of typical winter barley varieties to sowing dates that have occurred over the past 15-20 years, and atypical responsiveness of varieties that belong to an alternative type to this factor, have been established. Taking into account the current changes in the weather conditions of the autumn-winter period and the rapid renewal of the varietal composition of the crop, the determination of the optimal sowing terms cannot be permanent.

Key words: agrometeorological conditions, climate change, winter barley, varieties, sowing dates.

Kyryliuk V.P., Krychkivskiy V.M. Modern adaptive systems of the main main tillage for spring barley

Purpose. Study of the influence of long-term application of the systems of basic tillage and fertilization on the yield of spring barley.

Methods. During 2018–2021, the Khmelnytsky State Agricultural Research Station studied the impact of fundamentally different systems of basic tillage and traditional and new fertilizer systems on quantitative and qualitative indicators of crop productivity. The research was carried out in a 4-field crop rotation with the following alternation of crops: soybeans, spring barley, white mustard, winter wheat. Crop cultivation techniques are generally accepted for the area with the exception of basic tillage and fertilizers. Doses of fertilizers for barley were as follows: under the traditional (mineral) fertilizer system (background 1) - N₆₀P₆₀K₆₀; for the new (organo-mineral) fertilizer system (background 2) - soybean straw + N₁₀ /t of straw + N₃₀P₃₀K₃₀). The research was conducted according to generally accepted methods.

Results. It was found that the highest yield of spring barley (4.52 t/ha) against the background of traditional (mineral) fertilizers was provided by the shelf (control) system of basic tillage. Against the background of organo-mineral fertilizers, the highest yield of spring barley (5.12 t/ha) was obtained under the shelf (control) system. In non-shelf systems there was a decrease in yield from the shelf by 6-17 % with the lowest value for

flat and the highest - for disk. Against the background of organo-mineral fertilizer, compared to mineral, for all systems there was an increase in the yield of spring barley by 12-39 %.

Conclusions. Based on the indicators of yield and economic efficiency, the shelf system of basic tillage to a depth of 20-22 cm under spring barley on the background of straw fertilizer predecessor with nitrogen N_{10} /t of straw and mineral fertilizer $N_{30}P_{30}K_{30}$ can be considered the most favorable, adapted to the culture of the situation present and weather and climatic conditions in recent years.

Key words: grain culture, fertilizers, yield, efficiency.

Koval G.V., Yeshenko V.E. The prevalence of the main diseases of crops of 5-field crop rotation at different intensities of the main tillage

Purpose (problem statement). Substantiation of the possibility of replacing in the system of the main autumn tillage of plowing by flat-cut loosening at different depths, taking into account the prevalence of pathogens of the main diseases on crops.

Methods. The studies were carried out in a stationary experiment with a 5-field crop rotation with the following alternation of spring crops: soybeans – rapeseed – wheat – oil flax – barley. The most common diseases were counted according to generally accepted methods.

Results. The main source of the prevalence of diseases in crops cultivated in the crop rotation was affected by diseases of plant residues and soil as a medium where these residues can be found. As a consequence of replacing moldboard plowing with non-moldboard loosening, the phytosanitary state of cereal crops was noticeably deteriorated due to a significant increase in the infestation of plants by helminthosporium root rot. With the deepening of both methods of basic soil cultivation, crops of spring wheat and barley were healed from root rot, and with a decrease in the depth of plowing and flat-cut loosening, the phytosanitary state of crops deteriorated. The spread on soybean and rapeseed crops of such a leading disease of these crops as white rot is closely related to the minimization of the main tillage. The same regularity also applied to the prevalence of various types of fusarium on oil flax sowing.

Conclusions. Deep incorporation of plant residues into the soil during moldboard plowing will help to improve the health of the 5-field crop rotation from diseases, and the phytosanitary state of the crops will be strained by replacing medium-depth shallow treatments, although the deepening of treatments was not always accompanied by a significant improvement of the crops.

Key words: plowing, flat-cutting loosening, tillage depths, soybeans, rapeseed, wheat, spring barley, oil flax, leading diseases.

Kovalov M.M. The efficiency of growing arugula in hydroponic film greenhouses

The article experimentally investigates and substantiates the peculiarities of the formation of the arugula harvest of domestic and foreign varieties in the conditions of the film geo-dome greenhouse of the Northern Steppe of Ukraine. The economic efficiency of the proposed methods and elements of cucumber cultivation technology with the use of dry hydroponics (Dry Hydroponics modules) in film dome greenhouses

is calculated. A study was conducted to increase the yield of arugula varieties of domestic and foreign selection.

Purpose. The aim of the article is to compare the cultivation of dry hydroponics and soil culture.

Results. The technology of growing arugula in the conditions of protected soil in the winter crop rotation of the IV light zone is estimated. The expediency of growing the studied variety of foreign selection in the cultivation method by dry hydroponics has been proved.

As a result of the analysis of experimental data on the processes of growth and development of plants of the studied varieties of arugula of domestic and Dutch selection, the highest rates of dry matter accumulation were possessed by the variety Znabar. The dry matter content of this variety was 3.9-5.3% higher in hydroponic cultivation and 2.7 4.1% higher in soil cultivation than in Lybid, Koltivata and Gracia cultivars.

In the conditions of hydroponics acceleration of terms of approach of technical maturity of culture was noted. Harvesting took place at 44,3-46,0 days from the emergence of seedlings in hydroponics, at the same time in soil culture, it took place at 5,3-5,5 days later. The timing of mass flowering, depending on the method of cultivation, had a similar trend and was: in hydroponic cultivation for sorots: Witch doctor – 56,0 days, Lybid – 56,0 days, Koltivata – 55,3 days, Grace-54,8 days; at soil cultivation for grades: the Healer – 61,0 days, Lybid – 60,3 days, Koltivata – 59,5 days, Grace – 56,8 days.

Conclusions. Accounting for the yield of arugula varieties showed their high productivity. The level of yield was significantly influenced by the method of culture. The most productive was the variety of arugula of the Dutch selection Koltivata. Its yield in hydroponics and soil culture was 0,6-3,5 % and 0,9-4,6 %, respectively, more than other varieties. Among domestic varieties of arugula, the most productive was the Lybid variety when grown on hydroponics – 1,650 kg / m², and on soil culture the Znabar variety – 1,476 kg / m².

Key words: Dry Hydroponics modules, Eruca sativa, geocouple film greenhouse, soil culture, yield.

Marchenko K.Yu. Chlorophyll content and net productivity of photosynthesis of naked oats under the action of biological preparations

The article highlights the results of the research to study the action of the microbial preparation Melanoriz (1.0, 1.25, 1.5 l / t) for different methods of application of plant growth regulator Agrolight (seed treatment before sowing – 0.26 l / t, spraying crops - 1.0 l / ha) for the formation of the content of chlorophyll a and b and the net productivity of photosynthesis of the leaf apparatus of naked oats.

The research was performed in the field and laboratory conditions of the Department of Biology of Uman National University of Horticulture during 2019–2021. Field experiments were established by a systematic method and conducted three times.

The content of the sum of chlorophylls a and b in the leaves of naked oats was determined by the method described by Z.M. Grytsaienko. The net productivity of photosynthesis (CPF) of crops was calculated according to the method of O.O. Nychporovych.

Statistical data processing was performed in Microsoft Office Excel 2007 by the methods of dispersion and correlation analysis according to Dospekhov.

On the average for three years of researches the most active accumulation of chlorophylls occurred in variants at complex application of preparations Melanoriz in norms 1,0; 1.25; 1.5 l / t + Agrolight 0.26 l / t + Agrolight 1.0 l / ha, where the excess content of the sum of chlorophylls a and b relative to the control was 6; 6 and 7%. The highest level of photosynthetic productivity of crops was formed in the variants Melanoriz 1.5 l / ha + Agrolight 0.26 l / t + Agrolight 1.0 l / ha and was 4.85 g / m² per day at 4.22 g / m² per day in control.

The combined use of different norms of the microbial preparation Melanoriz with the growth regulator of Agrolight has a positive effect on the formation of the sum of chlorophylls a and b and the net productivity of naked oats. In particular, on average for 2019–2021 studies, these indicators increased compared to the control variant by 6–17% in terms of chlorophyll content and by 9–15% – net productivity of photosynthesis.

Key words: chlorophyll, pure photosynthesis productivity, naked oats, microbial preparation, plant growth regulator.

Maliarchuk M.P., Kaznovskiy O.V., Influence of different methods of basic tillage on agrophysical indicators and soybean seed yield

The aim of the research is to establish the influence of different methods of basic tillage and doses of nitrogen fertilizers on the agrophysical properties of the nutritional regime and yield of soybean seeds. **Methods.** The research was conducted during 2020–2021 in the stationary field experiment of the Askaniiska State Agricultural Research Station of the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in the area of the Kakhovka irrigation system laid in 2008 in a four-field row crop rotation. The predecessor of soybeans was winter wheat with post-harvest sowing of white mustard on green manure. The efficiency of the main tillage was determined against the background of different doses of nitrogen fertilizers: control – without fertilizers; N30; N60; N90. The results of yield accounting show that the use of plowing to a depth of 28–30 cm in the system of differentiated tillage provided the highest level of yield on average in 2020–2021 for doses of nitrogen fertilizer N60 at 3.54 t/ha. Replacement of plowing with chisel loosening at the same depth in the system of multi-depth tillage led to a decrease in yield by 0.35 t/ha, or 9.9%, and for disc tillage by 12–14 cm in the system of tillage single-depth shallow and zero tillage the lowest yield level was obtained, which was 2.73 and 2.93 t/ha, respectively, or was lower than in the control by 22.9 and 17.2%. The influence of different doses of nitrogen fertilizers on the yield level was also established. Thus, for the N60 dose the highest level of yield was obtained for the N30 dose in the variant without fertilizer application, the yield decreased by 6.5 and 5.9%, respectively. The most significant decrease in yield at 21.6% was observed for doses of nitrogen fertilizer up to N90. **Conclusions.** As a result of research conducted on the Kakhovka irrigation system, it was found that in short-rotation row crop rotations with post-harvest sowing of white mustard on green manure after winter wheat and plowing barley to a depth of 28–30 cm in the system of differentiated tillage, realization of potential productivity opportunities of Diona soybean variety.

Key words: nitrogen fertilizers, nutrient regime, zero cultivation, green manure.

Moldovan Zh.A., Moldovan V.G. Influence of Mineral Nutrition on the formation of the leaf surface area by corn plants in the conditions of the Western Forest-Steppe

Purpose is to study the effect of pre-sowing seed treatment and foliar top dressing on the formation of leaf surface area by hybrids of corn of precocious groups.

Methods. Experimental work included conducting field studies using Field, Laboratory, morphological, physical, comparative calculation methods according to the corresponding methods.

Results. It was found that in the conditions of the Western Forest-Steppe, the indicators of the leaf surface area of maize plants changed significantly depending on the phase of their development, pre-sowing seed treatment, foliar top dressing and hybrid composition. In particular, in the 5–6-leaf phase, the leaf surface area of the early – maturing hybrid DN Meotida was 2.72–3.45 thousand m²/ha, in the medium-early hybrid DB Khotin – 3.00–3.79 thousand m²/ha, depending on the option of pre-sowing seed treatment and foliar top dressing. Both studied maize hybrids formed the largest leaf surface area during the panicle flowering phase – 31.83–40.37 thousand m²/ha – an early maturing hybrid of Meotida days and 35.06–44.40 thousand m²/ha – a medium-early hybrid of DB Khotin. The growth of leaf surface area indicators, respectively, was 10.1–26.7% and 9.7–26.9% compared to the control. The Leaf index in the phase of maximum indicators of the leaf surface area ranged from 3.18 to 4.04 for the early – maturing hybrid of the Meotida DN, and from 3.51 to 4.44 for the mid-early hybrid of the Khotin DB, with an optimal value for corn per grain of 3–4.

Findings. The most effective option among the subjects was the one where pre-sowing seed treatment with a complex of preparations (Vympel-K + seed Oracle + zinc Oracle) was provided, followed by treatment of corn crops in the 3–5-leaf phase (Vympel-2 + Oracle phosphorus) and in the phase of 7–9 leaves (Vympel-2 + Oracle zinc + Oracle magnesium), which provided an increase in the leaf surface area in the early-maturing hybrid DN Meotida by 26.7% and in the mid-early hybrid DB Khotin by 26.9%.

Key words: hybrid, growth stimulator, microfertilizers, nutrition, development phase, leaf surface.

Morozov O.V., Morozov V.V., Kozlenko Ye.V. Model of formation of water quality of Ingulets irrigation system in 2021

Purpose is to identify patterns and obtain models of formation of mineralization and hydrochemical composition of irrigation water of the Ingulets main canal for 2021.

Methods: Field experiment, laboratory analyzes of water by standard methods, regression and correlation analyzes, system approach and system analysis, generalization of data, comparison.

Results. In order to identify the features and patterns of formation of the hydrochemical composition of irrigation water of the Ingulets main canal in 2021, correlation and regression analyzes of data were performed. Correlation-regression analysis showed that there is a strong functional relationship between irrigation water mineralization and chlorine ions ($r = 0.99$), and sulfate ions ($r = 0.99$); weak – between the mineralization of irrigation water and bicarbonate ions ($r = 0.47$). To prevent the excess of chlorine ions 350 mg-eq/dm³ and sulfate ions 500 mg eq/

dm³ the mineralization of irrigation water should not exceed 1500 mg/dm³. Correlation-regression analysis revealed a strong functional relationship between irrigation water mineralization and calcium ions ($r = 0,92$) and magnesium ions ($r = 99$); weak – between the mineralization of irrigation water and sodium and potassium ions ($r = 0,02$). The decrease in the content of chlorides in the irrigation water in August–September is explained by the fact that in the second half of August, due to favorable conditions along the Ingulets riverbed, the Dnieper water was drawn to the mouth of the GNS “anti-river”. But this situation does not happen every year, it is a special case. At the same time, for the formation of more or less satisfactory water quality with the use of “anti-river” technology requires constant round-the-clock work of at least four GNS units, but this will not provide a constant stable satisfactory water quality.

Conclusions. Models of formation of mineralization and hydrochemical composition of irrigation water of Ingulets main canal for 2021, which were obtained by applying regression and correlation analyzes, showed that as the mineralization of irrigation water increases, the content of chlorine, magnesium, calcium and sulfate ions will increase proportionally. Hydrocarbonate ions and sodium and potassium ions play a secondary role in the formation of the hydrochemical composition of irrigation water of the Ingulets main canal. A strong functional relationship between the chloride content in the surface waters of the Ingulets River and water consumption (correlation coefficient (r) 0,85, determination coefficient (R^2) 0,728) has been established. Peculiarities and regularities of chloride content formation in the surface waters of the Ingulets River depending on water consumption have been revealed. As water consumption increases from Karachunovsky reservoir the content of chlorine ions decreases proportionally. To prevent the excess of chlorine ions more than 350 mg-eq / dm³ flow rates of water discharges from Karachunovsky reservoir must be not less than 10,0 m³/s.

Key words: irrigation, water quality indicators, correlation and regression analyzes, anionic and cationic composition.

Pavlichenko K.V., Grabovskyi M.B. Yields of green and dry mass of maize hybrids and biogas output depending of the use of macro and microfertilizers

The purpose is the determination of the influence of macro and microfertilizers on the yield of green and dry mass of maize hybrids and biogas output.

Methods. Experimental field research was conducted in 2019–2021 according to appropriate methods with subsequent statistical data processing. Agricultural techniques for growing corn for silage were generally accepted for the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, except for the factors studied. Biogas output was obtained by calculation method.

Results. It was found that the most intensive increase in green and dry mass of corn hybrids occurred before the phase of milk-wax ripeness of grain, followed by a decrease of 5.2–68% in the phase of wax ripeness. The use of macrofertilizers provides the formation of high yields of green and dry mass in the phase of milk-wax ripeness of grain in maize hybrids at the level of 40.9–48.9 and 14,7–17.7 t/ha.

Seed treatment of YaraVita Teprosyn NP + Zn (5 l/t) + spraying of plant corn of the phase of 3–5 leaves of YaraVita Maize Boost (4 l/ha) allows to obtain an increase in yield of green and dry mass higher by 1.2–3.8% and when processing YaraTera Tenso Cocktail seeds (0.15 kg/t) + spraying plant corn in the phase of 3–5 leaves of YaraVita Kombiphos (3 l/ha) by 1.5–4.2% compared to the variants without their use. There is no significant difference between 2 and 3 variants with the use of microfertilizers. When N₉₀P₆₀K₆₀ and N₁₂₀P₉₀K₉₀ were introduced, the biogas output was higher by 15.2–22.4% and 21.7–30.9% compared to the control. When using microfertilizers the biogas yield was higher by 1.8–3.6%, compared to variants without their use.

Conclusions. Maximum yields of green and dry mass and biogas output were obtained in the phase of milk-wax ripeness of grain in the Carifols hybrid against the background of N₁₂₀P₉₀K₉₀ application and processing YaraTera Tenso Cocktail seeds (0.15 kg/t) + spraying plant corn in the phase of 3–5 leaves of YaraVita Kombiphos (3 l/ha) – 48.9, 17.7 t/ha and 15.6 thousand m³/ha.

Key words: fertilizers, productivity, bioenergy, hybrid, seeds, spraying.

Shvets O.M. Sustainable future in the next decade, based on soil science

Soils are home to more than 25% of the Earth's total biodiversity and support life on land and in water, circulation and nutrient retention, food production, pollution elimination, and climate regulation.

The purpose of the article is to review and analyze a sustainable future in the next decade based on Soil Science.

Methods. The research is based on systematic and comparative analysis, dialectical method, as well as methods of classification and generalization.

Results. The accumulation of evidence suggests that several sustainable development goals can be met simultaneously when soil biota is placed at the center of land management assessments; this is due to the fact that the activities and interactions of soil organisms are closely linked to the numerous processes that ecosystems and society rely on. Since soil biodiversity is at the center of many globally significant sustainable development programs, it is possible to achieve the Sustainable Development Goals more effectively and comprehensively. The paper examines scenarios in which soil biota can clearly support Global Sustainable Development Goals, global changes and pressures that threaten soil biodiversity, as well as actions to preserve soil biodiversity and achieve sustainable development goals. This synthesis shows how the latest empirical evidence from soil biology research can shape tangible actions around the world for a sustainable future.

Conclusion. Soil biodiversity is at the heart of natural solutions for climate, biodiversity, and humanity, including protecting natural areas, restoring degraded ecosystems, applying sustainable farming practices, and adapting urban areas to nature and people. More research is being proposed to determine the relationship between soil biodiversity experiences and real solutions for a sustainable future, and this needs to be done now both to protect soil biodiversity and to promote sustainable development programs.

Key words: underground world, diversity, microbes, soil, soil biodiversity, land use, climate change.

Kosenko N.P., Bondarenko K.O. The productivity and quality of new hybrids of asparagus under drip irrigation on south of Ukraine

Purpose. Development of the basic elements of the technology of cultivation of new asparagus hybrids under drip irrigation on south of Ukraine is the purpose of research. **Methods.** We used general scientific methods: field, laboratory, measurement and calculation, comparative, mathematical-statistical and system analysis. **Results.** The research showed that 91,4-96,6% of plants survived winter conditions well after autumn planting of one-row seedlings. The use of black polystyrene mulch for mulching rows in the spring allows the harvest to begin 5-7 days earlier than without mulching. Morphological peculiarities and adaptive potential of the tested hybrids have the greatest influence on the formation of plant productivity. In the second year of cultivation the yield of young spears of Grolim hybrid was 0,9 t/ha, Gijnlim – 0.88 t/ha, Baklim – 0,92 t/ha. In the third year of cultivation (the fourth year of culture) yield was respectively 58,9, 38,6 and 70,6% more than the previous year. According to the results of correlation and regression analysis, a connection between the height and the number of generative asparagus shoots at the end of the growing season and the yield of marketable products in the next year was determined. The application of the liquid form of the organic fertilizer (Bioproferm 6 t/ha) increases plant productivity by 15,3% and improves the quality of commercial asparagus spears. The highest amount of dry matter was found in shoots of Bucklim hybrid, the highest amount of total sugars and ascorbic acid was found in Grolim. **Conclusions.** The studied hybrids Grolim, Gijnlim and Baklim have high adaptive potential in the conditions of southern Ukraine. Baklim hybrid was characterized the highest productivity, which is higher than hybrid Gijnlim by 27,6%. Application of Bioproferm preparation and covering plants with black polyethylene mulch resulted in the highest yield and improved quality of early asparagus products.

Key words: *Asparagus officinalis* L., hybrid, Bioproferm, mulching, yield, quality of spears.

Kholod S.M., Illichov Yu.G., Kirian V.M., Muzafarova V.A. Characteristics of spring barley cultivar for productivity of the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine

Purpose is to evaluate samples of spring barley of different origin in the conditions of the southern part of the Forest-Steppe zone of Ukraine according to a set of productivity and adaptability indicators for their involvement as a source material in scientific programs.

Methods. During 2018–2020 on the base of Ustymivka Experimental Station for Plant Production of the V.Ya. Yuriev Plant Production Institute of NAAS the authors studied, evaluated and described 25 spring barley samples of various eco-geographical origins by productivity traits. In the field and laboratory conditions, indicators of yield and productivity were growing period length, lodging resistance, performance and its structural elements were determined. Calculus of variations analysis of variance were per-formed in STATISTICA 10 and EXCEL.

Results. The peculiarities of 25 cultivars of spring barley were described by expression levels of the following quantitative traits: morpho-biological (performance, productive tillering capacity, the number of spikelets and grains in the ear, spike length, 1000 grains weight, weight of ear and grain, plant height) and economic (yield, growing period length, lodging resistance) ones.

Stimulus, Contrast, MIP Visnyk (UKR), Tselinny 30, Ranniy (KAZ), Polygena, Trebon (CZE), Lilly (DEU) (432–495 g²) were distinguished by the high level of spring barley grain yield. By weight of 1000 grains varieties Sozonivskyi (53.5 g), CH 28 (49.4 g) (UKR), Ranniy (45.3 g) (KAZ), Povolzhsky 16 (46.4 g). In the varieties Statok (UKR), CDC Gainer (CAN) increased productivity is formed due to high productive bushiness, longer ear length and number of grains, in varieties Tselinny 30 (KAZ) and Sozonivskyi (UKR) – due to high productive bushiness. Stable samples were isolated – Aristei, MIP Vdiachnyi, Tiver, CH 28, Statok (UKR), Povolzhsky 16 (RUS), Tselinny 30, Ranniy (KAZ), CDC Garter, CDC Gainer (CAN).

Conclusions. Samples of spring barley material were selected according to productivity indicators, which can be recommended as a source material in breeding to increase the productive potential of the culture in the conditions of the Southern Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: spring barley, cultivar, productivity, yield, growing period length, trait levels.

ПРАВИЛА ПОДАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Для опублікування приймаються оригінальні статті, в яких висвітлено результати наукових досліджень зі статистичною обробкою даних, що мають теоретичне та/чи практичне значення, є актуальними для сільськогосподарства та раніше не були опубліковані.

Статті оглядового характеру приймають за авторства провідних українських та зарубіжних учених, визнаних фахівців у своїй галузі, як правило, докторів наук. Статті подають українською, англійською або російською мовою.

Обсяг статті – від 8 до 20 сторінок формату А4, включаючи анотації, таблиці, рисунки та бібліографічні списки.

Якщо стаття містить вагомий науковий результат, за рішенням редакційної колегії її обсяг може бути збільшено.

Поля верхнє та нижнє, ліве і праве – 2,0 см; міжрядковий інтервал – 1,5; шрифт «Times New Roman» – 14; абзацний відступ – 0,5 см (не допускається створення абзацного відступу за допомогою клавіші Tab і знаків пропуску); текст вирівнюється по ширині. Обов'язковим є використання в тексті тире, а не дефіса між цифрами на означення кількісних меж від... до (наприклад, 10–15 тонн) або часового інтервалу (наприклад, 2010–2015 рр.). Між ініціалами, а також між ініціалами та прізвищем (наприклад, Іваненко І. І.), цифрами та одиницями виміру (наприклад, 10 кг, 23 °С), датами (наприклад, 2016 р., XX ст.), а також у назвах населених пунктів (наприклад, м. Київ) потрібно ставити нерозривний пробіл (Ctrl+Shift+Пробіл). У разі написання скорочень на зразок 90-ті рр., 2-го тощо ставлять нерозривний дефіс (Ctrl+Shift+дефіс). Таблиці та рисунки повинні мати заголовок і порядковий номер. Розміщують їх після першого посилання на них у тексті. Посилання на таблицю та рисунки наводять у дужках (табл. 1).

СТРУКТУРА СТАТТІ:

- постановка проблеми (опис проблеми, яку аналізують, у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями);
- аналіз останніх досліджень і публікацій (в яких започатковано розв'язання проблеми і на які спирається автор, виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячена стаття);
- мета статті;
- матеріали та методика досліджень (у тексті оглядової статті цей розділ можна пропустити);
- результати досліджень (з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів);
- висновки (підсумки дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі; висновки мають відповідати меті).

ПОРЯДОК СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СТАТТІ:

- тематична рубрика;
- індекс УДК (зліва без абзацного відступу);
- назва статті великими літерами (має бути стислою та інформативною);
- прізвища та ініціали всіх авторів (зазначають спочатку прізвище, а потім ініціали автора(-ів). Науковий ступінь, вчене звання авторів вказувати обов'язково. Шрифт – напівжирний, зліва без абзацного відступу);
- код ORCID ID автора. Якщо автор не зареєстрований в ORCID, необхідно обов'язково створити обліковий запис за посиланням <https://orcid.org/>;
- повна назва установи (установ), де працює(-ють) автор(-и);
- текст статті з виділеними обов'язковими розділами (структурою);
- список використаної літератури (Бібліографічний опис списку використаних джерел оформлюється з урахуванням розробленого в 2015 році Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання»);
- References (ті самі джерела, але англійською мовою, оформлені за міжнародним бібліографічним стандартом APA);
- анотація та ключові слова українською мовою;
- анотація та ключові слова російською мовою;
- анотація та ключові слова англійською мовою.

Авторські анотації (резюме) до наукових статей подають трьома мовами – українською, російською та англійською. Обсяг – до 1000 знаків з пробілами.

Обов'язковою є така структура анотації: Мета, Методи, Результати та Висновки (російською – Цель, Методы, Результаты, Выводы; англійською – Purpose, Methods, Results, Conclusions).

До анотації обов'язково додають 5–8 ключових слів чи словосполучень, жодне з яких не дублює слова з назви статті.

КОНТАКТИ РЕДАКЦІЇ:

Адреса: 73483 м. Херсон, сел. Наддніпрянське

Тел.: +38 (066) 576 42 95

E-mail: info@izpr.ks.ua

Сайт: www.izpr.ks.ua

Статті, які не відповідають Правилам для авторів, редакцією повертаються на доробку, або відхиляються

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

БАГАН А.В.....	5	ЛАВРИНЕНКО Ю.О.....	13
БАРАБОЛЯ О.В.....	5	ЛАВРИСЬ В.Ю.....	32
БАРАТ Ю.М.....	9	ЛИХОВИД П.В.....	19
БІЛЯЄВА І.М.....	19	МАЛЯРЧУК М.П.....	58
БОЙЦЕНЮК Х.І.....	19	МАРЧЕНКО К.Ю.....	62
БОНДАРЕНКО К.О.....	94	МАРЧЕНКО Т.Ю.....	13
БУТЕНКО А.О.....	23	МІЩЕНКО С.В.....	13
ВОЖЕГОВА Р.А.....	13, 19	МОЛДОВАН В.Г.....	68
ГЛУПАК З.І.....	23	МОЛДОВАН Ж.А.....	68
ГОЛОБОРОДЬКО С.П.....	27	МОРОЗОВ В.В.....	73
ГРАБОВСЬКИЙ М.Б.....	79	МОРОЗОВ О.В.....	73
ДИМОВ О.М.....	27	МУЗАФАРОВА В.А.....	99
ЄЩЕНКО В.О.....	48	НАТАЛЕВИЧ В.В.....	9
ЖУЙКОВ О.Г.....	32, 36	ОНУФРАН Л.І.....	40
ЗАЄЦЬ С.О.....	40	ПАВЛІЧЕНКО К.В.....	79
ІВАЩЕНКО В.М.....	5	ПІЛЯРСЬКА О.О.....	13
ІЛЛІЧОВ Ю.Г.....	99	ПОКОТИЛО А.В.....	5
КАЗНОВСЬКИЙ О.В.....	58	РУДІК О.Л.....	40
КИРИЛЮК В.П.....	45	ХОДОС Т.А.....	36
КІР'ЯН В.М.....	99	ХОЛОД С.М.....	99
КОВАЛЬ Г.В.....	48	ШАКАЛІЙ С.М.....	5
КОВАЛЬОВ М.М.....	53	ШВЕЦЬ О.М.....	86
КОЗЛЕНКО Є.В.....	73	ШКУРАТ С.В.....	23
КОСЕНКО Н.П.....	94	ЮРЧЕНКО С.О.....	5
КРИЧКІВСЬКИЙ В.М.....	45		

НОТАТКИ

Наукове видання
ЗРОШУВАНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

Збірник наукових праць

Випуск 77

Відповідальний за випуск – Пілярська О.О.

Підписано до друку 11.05.2022 р. Формат 60х84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 14,65. Наклад 300. Зам. № 0522/181
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
Телефони: +38 (0552) 39 95 80,
+38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.