



УДК 633.12:631.5:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.20>

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ БІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ LEANUM НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГРЕЧКИ РІЗНОГО МОРФОТИПУ

Р. О. Кузьменко¹, Л. А. Яковець², О. М. Тихонова³, Р. М. Бордун⁴, Л. В. Крючко⁵

Застосування біопрепаратів у технологіях вирощування культурних рослин сприяє підвищенню врожайності та якості продукції, збагаченню ґрунту корисною біотою, дає можливість зменшити дози мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Основу мікробіологічних препаратів становлять живі мікроорганізми, які відзначаються комплексом агрономічно-корисних властивостей – це азотфіксація, фосфатмобілізація, рістстимуляція, антагонізм до фітопатогенів. Метою дослідження було дослідити реакцію сортів гречки різного морфотипу на способи застосування регулятора росту біологічного походження Leanit. Проаналізувати дані вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, що стосуються вивчення досвіду з оптимізації елементів технології вирощування гречки шляхом комплексного застосування біопрепаратів, мікродобрив та регуляторів росту. Досліди проводили в умовах північно-східного Лісостепу України

¹ аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: andb201727@ukr.net
ORCID: 0009-0005-3987-7736

² кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин
(Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця)
e-mail: ludmila28334@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5283-7169

³ кандидат біологічних наук,
доцент кафедри екології та ботаніки
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: ur5apn@ukr.net
ORCID: 0000-0003-0961-4896

⁴ кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач відділу інноваційного провайдингу
та сільськогосподарського дорадництва
(Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН, с. Сад, Сумська обл.)
e-mail: r.bordun@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6936-9119

⁵ кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри біотехнології та хімії
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: ludmila-kruchko@meta.ua
ORCID: 0000-0003-0528-210X

в Інституті сільського господарства Північного Сходу НААН (2023 р.). Об'єктом дослідження були сорти гречки різного морфотипу (селекції Інституту сільського господарства Північного Сходу).

Методи досліджень – польові досліді, що включали фенологічні, біометричні спостереження та структурний аналіз рослин. У результаті досліджень вивчено особливості росту та розвитку, продуктивність рослин та врожайність сортів гречки різного морфотипу в залежності від способу застосування біопрепарату *Leanum*. Оцінка результатів визначення врожайності свідчить, що по сортах детермінантного типу Ярославна та Селяночка варіанти з використанням біопрепарату способом обробки насіння та обробки насіння перед посівом + обприскування в період вегетації мали суттєвий вплив на урожайність рослин. Обприскування рослин в період вегетації також мало позитивний результат, але істотно менший. У індетермінантних сортах спостерігалась подібна тенденція до зростання врожайності. Так, на контрольному варіанті сортів гречки Слобожанка та Сімка вона була значно меншою у порівнянні з обробкою насіння, обприскуванням у період вегетації та їх технологічному поєднанні. За результатами досліджень найбільш доцільним є вирощування детермінантних сортів гречки Ярославна та Селяночка з використанням біопрепарату *Leanum*. Найкращий результат був отриманий при вирощуванні сорту гречки Селяночка на варіанті обробка насіння перед посівом + обприскування рослин у період вегетації (врожайність 2,42 т/га).

Ключові слова: обробка насіння, урожайність, біопрепарат, період вегетації, генетичний потенціал.

THE EFFECT OF A GROWTH REGULATOR OF BIOLOGICAL ORIGIN LEANUM ON THE PRODUCTIVITY OF BUCKWHEAT VARIETIES OF DIFFERENT MORPHOTYPES

R. O. Kuz'menko, L. A. Yakovets, O. M. Tykhonova, R. M. Bordun, L. V. Kriuchko

The use of biological preparations in the technologies of cultivation of cultivated plants contributes to increasing the yield and quality of products, enriching the soil with useful biota, and makes it possible to reduce the doses of mineral fertilizers and plant protection agents. The basis of microbiological preparations is living microorganisms, which are characterized by a complex of agronomically useful properties – nitrogen fixation, phosphate mobilization, growth stimulation, antagonism to phytopathogens.

*The purpose of the research work was to investigate the reaction of buckwheat varieties of different morphotypes to methods of applying the growth regulator of biological origin *Leanum*. To analyze the data of domestic and foreign literary sources related to the study of experience in optimizing the elements of buckwheat cultivation technology through the complex use of biological preparations, microfertilizers and growth regulators. The experiments were carried out in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine at the Institute of Agriculture of the Northeast of the National Academy of Sciences (2023). The object of the research was buckwheat varieties of different morphotypes (breeding of the Institute of Agriculture of the Northeast). Research methods are field experiments, which included phenological, biometric observations and structural analysis of plants.*

*As a result of the research, the peculiarities of growth and development, plant productivity and yield of buckwheat varieties of different morphotypes were studied, depending on the method of application of the biological preparation *Leanum*. The evaluation of the results of determining the yield shows that for varieties of the determinant type *Yaroslavna* and *Selyanochka*, options using a biopreparation by the method of seed treatment and seed treatment before sowing + spraying during the growing season had a significant effect on plant productivity. Spraying plants during the growing season also had a positive result, but significantly less. Indeterminate varieties showed a similar tendency to increase yield. Thus, on the control version of buckwheat varieties *Slobozhanka* and *Simka*, it was significantly smaller compared to seed treatment, spraying during the growing season and their technological combination. According to the research results, it is most appropriate to grow the determinant varieties of buckwheat *Yaroslavna* and *Selyanochka* with the use of biological preparation *Leanum*. The best result was obtained when growing the *Selyanochka* buckwheat variety on the option of seed treatment before sowing + spraying of plants during the growing season (yield 2.42 t/ha).*

Key words: seed treatment, productivity, biological preparation, vegetation period, genetic potential.

Вступ

Одним із пріоритетних завдань товаровиробників України є підвищення обсягів

виробництва зерна та поліпшення його якості. Відомо, що підвищення продуктивності рослин можна досягти не лише методами

селекції, а й за рахунок внесення необхідних доз добрив та біологічних препаратів у комплексі послідовних технологічних операцій вирощування культур (Кабанець та ін., 2017; Радченко та ін., 2018).

Застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування сільськогосподарських культур є важливим фактором керування ростом і розвитком рослин у посівах. Регулятори росту дають можливість краще реалізувати потенційні можливості рослин, закладені природою та селекцією, регулювати строки дозрівання, поліпшувати якість продукції та підвищувати врожаї сільськогосподарських культур (Токмакова, 2008).

Зростання мікробіологічної активності ґрунту прискорює кругообіг поживних елементів у системі ґрунт – рослина – ґрунт, оптимізує живлення рослин, підвищує швидкість розкладання поживних решток та доступність поживних речовин для культурних рослин, збільшує інтенсивність газообміну між рослинами, ґрунтом і поверхнею поля (Long Jiang-xue et al., 2018; Радченко та ін., 2018).

Інтенсивне розмноження мікробіоти зумовлює прискорення росту і збільшення розмірів кореневої системи культурних рослин. Це допомагає рослинам виживати навіть у несприятливих умовах півдня України, що, безумовно, впливає на врожайність, а отже і прибутки агровиробництва (Токмакова, 2008; Тригуб та ін., 2022).

Наукові дослідження та виробничі випробування свідчать, що нові органічні добрива забезпечують суттєве зростання мікробіологічної активності ґрунту навіть у найбільш екстремальних умовах. Їх використання позитивно впливає на доступність ґрунтових запасів елементів живлення, сприяє формуванню сталих та високих урожаїв сільськогосподарських культур (Вінюков та ін., 2014; Яковець і Соломон, 2023).

Численні дослідження свідчать, що використання біопрепаратів у технологіях вирощування культурних рослин сприяє підвищенню врожайності та якості продукції, збагаченню ґрунту корисною біотою, дає можливість зменшити дози мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Основу мікробіологічних препаратів становлять живі мікроорганізми, які відзначаються комплексом агрономічно-корисних властивостей – це азотфіксація, фосфатмобілізація, рістстимуляція, антагонізм до фітопатогенів (Кабанець та ін., 2017; Jaroszewska et al., 2019; Тригуб та ін., 2022).

Отримання сталих і високих врожаїв гречки нерозривно пов'язане з родючістю ґрунту, яка залежить від інтенсивності процесів життєдіяльності організмів у ґрунті (Радченко та ін., 2018).

На думку Волкогона та інших дослідників (2006), реалізація потенціалу сучасних сортів сільськогосподарських культур можлива тільки при забезпеченні оптимального живлення рослин. Мікроорганізми є відповідальними за перетворення низки складних сполук у прості, доступні для живлення рослин, тому виникає необхідність у застосуванні прийомів, спрямованих на збільшення чисельності та активності їх агрономічно цінних угруповань у кореневій зоні рослин. Одним із таких заходів є застосування у технологіях вирощування культурних рослин мікробних препаратів для передпосівної обробки насіння та обприскування рослин в період вегетації.

Дослідники Гораш та Хоміна (2009) вивчали рівень сортової реакції гречки на застосування біогенних факторів, яка проявлялася у формуванні рослинами більшої кількості, гілок, суцвіть, повноцінних зерен і маси 1000 зерен.

Водночас, іноземні дослідники стверджують, що традиційні резерви інтенсифікації технологій вирощування з метою збільшення валового виробництва сільськогосподарських культур майже вичерпані. Адже здебільшого передбачається зростання використання невідновлюваних ресурсів, забруднення довкілля та втрату біорізноманіття видів флори та мікроорганізмів (Jaroszewska et al., 2019; Bielski et al., 2022; Sinkovič et al., 2022).

Отже, актуальним питанням є вивчення особливостей застосування препаратів з штамами мікроорганізмів для інокуляції насіння в поєднанні з оптимізацією її системи живлення.

Метою науково-дослідної роботи було дослідити реакцію сортів гречки різного морфотипу на способи застосування регулятора росту біологічного походження. Проаналізувати дані вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, що стосуються вивчення досвіду з оптимізації елементів технології вирощування гречки шляхом комплексного застосування біопрепаратів, мікродобрив та регуляторів росту.

Матеріал і методи

Досліди проводили в умовах північно-східного Лісостепу України в Інституті сільськогосподарства Північного Сходу НААН

(2023 р.). Ґрунти дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний слабовилугуваний крупнопилувато-середньосуглинковий на лесі, орний шар якого характеризується наступними основними показниками: вміст гумусу – 4,1%, рН сольове – 6,3, сума ввібраних основ – 31 мг-екв., вміст рухомих форм фосфору – 11,3 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 9,2 мг/100 г ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 11,2 мг/100 г.

Експеримент проводили за наступною схемою. Фактор А – сорти гречки різного морфотипу селекції Інституту сільськогосподарства Північного Сходу: детермінантні – Ярославна, Селяночка та індетермінантні – Слобожанка, Сімка. Фактор Б – способи обробки біопрепаратом *Leanum* (обробка насіння перед посівом, обприскування рослин у період вегетації та обробка насіння перед посівом + обприскування в період вегетації).

Дослідження проводили згідно існуючих методик дослідної справи (Ткачик, 2014). Повторність варіантів триразова. Площа посівної ділянки 30 м², облікової – 25 м². Загальна кількість ділянок: $N = LA \times LB \times LC = (2 \times 2) \times 4 \times 3 = 48$. Статистичні опрацювання результатів дослідів проводили дисперсійним методом, методами кореляції та регресії. При цьому використовували пакет прикладних програм Statistica 6,0 (Царенко та ін., 2000).

Результати та обговорення

За результатами структурного аналізу встановлено, що у рослин гречки детермінантних сортів найбільшою кількістю зерен із 1 рослини відзначився варіант: обробка насіння перед посівом біопрепаратом *Leanum* у нормі витрати 2,0 л/т + обприскування у період вегетації біопрепаратом у нормі витрати 2,0 л/га. Так, кількість зерен на одній рослині становила в середньому 58,1 шт. по сорту Ярославна і 63,9 шт. по сорту Селяночка. Сорти гречки Слобожанка та Сімка найбільшу кількість зерна формували також при обробці насіння перед посівом біопрепаратом *Leanum* у нормі витрати 2,0 л/т + обприскування у період вегетації біопрепаратом у нормі витрати 2,0 л/га, що становило відповідно 58,5 та 43,4 шт. на рослині. Високі показники зав'язуваності в усіх досліджуваних сортах гречки виявлено при одноразовій обробці насіння перед посівом біопрепаратом *Leanum* у нормі витрати 2,0 л/т.

Найвищий показник маси зерна з рослини (1,88 г) отримано по сорту гречки детермінантного типу Селяночка у варіанті із обробкою насіння перед посівом біопрепаратом *Leanum* у нормі витрати 2,0 л/т + обприскування у період вегетації біопрепаратом у нормі витрати 2,0 л/га. По сортах гречки індетермінантного морфотипу Слобожанка та Сімка найвищі і майже однакові показники врожаю з рослини отримано у двох варіантах: при одноразовому застосуванні біопрепарату *Leanum* способом передпосівної обробки насіння у нормі 2 л/т – 1,65 г і 1,11 г та при обробці насіння перед посівом біопрепаратом у нормі витрати 2,0 л/т + обприскування у період вегетації біопрепаратом у нормі витрати 2,0 л/га – 1,64 г та 1,11 г, відповідно.

Маса 1000 зерен була найменшою на контрольному варіанті і знаходилась в межах – 24,3–24,7 г. Найбільшою масою 1000 зерен відзначився варіант із обробкою насіння перед посівом біопрепаратом у нормі витрати 2,0 л/т + обприскування у період вегетації біопрепаратом у нормі витрати 2,0 л/га, що склало по сорту Ярославна 28,5 г та по сорту Селяночка 29,5 г. У індетермінантних сортах гречки Слобожанка та Сімка маса 1000 зерен була меншою – 24,6–28,3 г.

Таким чином простежується тенденція щодо позитивного впливу застосування біопрепарату *Leanum* на продуктивність та врожайність рослин гречки (табл. 1, 2).

Результати досліджень показали, що внесення біопрепарату *Leanum* позитивно вплинуло на продуктивність гречки і несуттєво вплинуло на тривалість фаз розвитку в період вегетації рослин гречки. Водночас, ці показники суттєво залежали від температурного режиму у період вегетації та від генетичного потенціалу сортів гречки різного морфотипу. Для удосконалення технології вирощування гречки в умовах північно-східного Лісостепу України запропоновано різні способи обробки гречки даним біопрепаратом, а також встановлена ефективність його застосування.

Оцінка результатів визначення врожайності свідчить, що по сортах детермінантного типу Ярославна та Селяночка варіанти з використанням біопрепарату: способом обробки насіння та обробки насіння перед посівом + обприскування в період вегетації мали суттєвий вплив на урожайність рослин (табл. 3). Так, по сорту гречки Ярославна у варіантах з обробкою насіння

Таблиця 1

Вплив біопрепарату Leanum на продуктивність рослин гречки сортів детермінантного типу

Спосіб обробки (фактор Б)	Сорти (фактор А)					
	Ярославна			Селяночка		
	кількість зерен із 1 росл, шт.	маса зерна із росл., г	маса 1000 зерен, г	кількість зерен із 1 росл., шт.	маса зерна із росл., г	маса 1000 зерен, г
Контроль	44,5	1,08	24,3	44,8	1,10	24,6
Обробка насіння перед посівом	55,7	1,59	28,5	60,7	1,71	28,2
Обприскування рослин у період вегетації	51,07	1,38	27,0	53,0	1,48	28,0
Обробка насіння перед посівом + обприскування рослин у період вегетації	58,1	1,65	28,5	63,9	1,88	29,5

Таблиця 2

Вплив біопрепарату Leanum на продуктивність рослин гречки сортів індетермінантного (звичайного) типу

Спосіб обробки (фактор Б)	Сорти (фактор А)					
	Слобожанка			Сімка		
	кількість зерен із 1 росл, шт.	маса зерна із росл., г	маса 1000 зерен, г	кількість зерен із 1 росл., шт.	маса зерна із росл., г	маса 1000 зерен, г
Контроль	44,7	1,11	24,7	41,2	1,01	24,6
Обробка насіння перед посівом	58,3	1,65	28,3	44,4	1,11	25,1
Обприскування рослин у період вегетації	51,9	1,38	26,5	42,0	1,05	24,9
Обробка насіння перед посівом + обприскування рослин у період вегетації	58,5	1,64	28,1	43,4	1,11	25,4

Таблиця 3

Вплив біопрепарату Leanum на урожайність сортів гречки різного морфотипу

Спосіб обробки (фактор Б)	Сорт (фактор А)			
	Ярославна	Селяночка	Слобожанка	Сімка
	Урожайність, т/га			
Контроль	1,29	1,49	1,34	1,15
Обробка насіння перед посівом	1,97	2,30	2,0	1,63
Обприскування рослин у період вегетації	1,58	1,99	1,61	1,20
Обробка насіння перед посівом + обприскування рослин у період вегетації	1,99	2,42	1,98	1,66

перед посівом вона складала – 1,97 т/га (приріст до контролю становив 0,68 т/га); при обробці насіння перед посівом + обприску-

вання рослин у період вегетації урожайність не істотно, але дещо збільшилась до 1,99 т/га, (приріст до контролю – 0,70 т/га).

Урожайність сорту гречки Селяночка також підвищувалась у варіантах з обробкою насіння біопрепаратом перед посівом і склала 2,30 т/га (приріст до контролю становив 0,81 т/га); при обробці насіння перед посівом + обприскування рослин у період вегетації урожайність становила 2,42 т/га (приріст до контролю – 0,93 т/га), що є найбільшим показником у досліді. Обприскування рослин у період вегетації також мало позитивний результат, але істотно менший.

У індетермінантних сортів спостерігалась подібна тенденція до зростання врожайності. Так, на контрольному варіанті сортів гречки Слобожанка та Сімка вона становила 1,34 т/га та 1,15 т/га відповідно, що значно менше у порівнянні з обробкою насіння, обприскуванням в період вегетації та їх технологічному поєднанні. Приріст у сорту гречки Слобожанка склав 0,27 т/га при обприскуванні рослин у період вегетації та 0,66 т/га при обробці насіння перед посівом. У сорту гречки Сімка майже не спостерігалось зростання врожайності при обприскуванні рослин в період вегетації, але вона була суттєво вищою на варіантах з обробкою насіння та обробкою насіння + обприскування рослин в період вегетації.

Висновки

Найвищий показник маси зерна з рослини (1,88 г) отримано по сорту гречки детермінантного типу Селяночка у варіанті із обробкою насіння перед посівом біопрепаратом Leapum при нормі витрати 2,0 л/т + обприскування у період вегетації біопрепаратом Leapum при нормі витрати 2,0 л/га. Найбільшою масою 1000 зерен відзначився варіант із обробкою насіння перед посівом біопрепаратом Leapum при нормі витрати 2,0 л/т + обприскування у період вегетації біопрепаратом Leapum при нормі витрати 2,0 л/га, що склало по сорту Ярославна 28,5 г та по сорту Селяночка 29,5 г.

Оцінка результатів визначення урожайності свідчить, що по сортах детермінантного типу Ярославна та Селяночка варіанти з використанням біопрепарату Leapum способом обробки насіння та обробки насіння перед посівом + обприскування у період вегетації мали суттєвий вплив на урожайність рослин. У індетермінантних сортів спостерігалась подібна тенденція до зростання врожайності.

За результатами досліджень найкращий результат був отриманий при вирощуванні детермінантного сорту гречки Селяночка на варіанті з обробкою насіння перед посівом + обприскування рослин у період вегетації (врожайність 2,42 т/га).

Список використаної літератури

- Вінюков О.О., Бондарева О.Б., Сіпун О.Л., Мамедова Е.І. Сучасні органічні технології – шлях екологізації сільськогосподарського виробництва. *Аграрний вісник Півдня*. 2014. № 1. С. 74–78.
- Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. Мікробні препарати у землеробстві. *Теорія і практика*. Київ. Аграрна наука, 2006. 312 с.
- Гораш О.С., Хоміна В.Я. Реакція сортів гречки на регулятори росту рослин. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 5. С. 45–47.
- Кабанець В.М., Страхоліс І.М. Агротехнічні прийоми вирощування круп'яних культур для умов північно-східного Лісостепу України. *Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН*. Сад, 2017. 20 с.
- Радченко М.В., Бутенко А.О., Глупак З.І. Вплив системи удобрення та ефективність регулятора росту на продуктивність гречки в умовах північно-східного лісостепу України. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (2). С. 89–94. <https://doi.org/10.15421/2018.314>.
- Ткачик С.О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. *ТОВ «Нілан-ЛТД»*. Київ, 2014. 82 с.
- Токмакова Л.М. Мікробіологічні засоби поліпшення фосфорного живлення рослин та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Посібник українського хлібороба*. 2008. С. 120–122.
- Тригуб О.В., Куценко О.М., Ляшенко В.В., Ногін В.В. Важливість вирощування гречки як унікальної й екологічно орієнтованої культури. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. № 1. С. 69–76. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.08>.
- Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: Навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2000. 203 с.
- Яковець Л.А., Соломон А.М. Господарсько-біологічна оцінка сортів гречки на нектаропродуктивність залежно від факторів інтенсифікації землеробства. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 1 (28). С. 195–209. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-1-14>.

Bielski S., Marks-Bielska R., Wiśniewski P. Investigation of energy and economic balance and GHG emissions in the production of different cultivars of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): A case study in Northeastern Poland. *Energies*. 2022. Vol. 16. № 1. P. 17. <https://doi.org/10.3390/en16010017>.

Jaroszewska A., Sobolewska M., Podsiadło C., Stankowski S. The effect of fertilization and effective microorganisms on buckwheat and millet. *Acta Agroph.* 2019. Vol. 26. № 3. P. 15–28. <https://doi.org/10.31545/aagr/114016>.

Long Jiang-xue, Cheng Hui-yan, Dai Zhi-neng, Liu Jian-fu. The Effect of Silicon Fertilizer on The Growth of Chives. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2018. Vol. 192. P. 1–6.

Sinkovič L., Deželak M., Kopinč R., Meglič V. Macro/microelements, nutrients and bioactive components in common and Tartary buckwheat (*Fagopyrum spp.*) grain and stone-milling fractions. *LWT*. 2022. Vol. 161. P. 113–122. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113422>.

References (translated & transliterated)

Viniukov, O.O., Bondareva, O.B., Sipun, O.L., & Mamiedova, E.I. (2014). Suchasni orhanichni tekhnologii – shliakh ekolohizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva [Modern organic technologies are a way of greening agriculture]. *Ahrarnyi visnyk Pivdnia [Agrarian Herald of the South]*, 1, 74–78 [in Ukrainian].

Volkohon, V.V., Nadkernychna, O.V., & Kovalevska, T.M. (2006). Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice]. Kyiv. *Ahrarna nauka*, 312 [in Ukrainian].

Horash, O.S., & Khomina, V.Ia. (2009). Reaktsiia sortiv hrechky na rehulatory rostu roslyn [The reaction of buckwheat varieties to plant growth regulators]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Herald of Agrarian Science]*, 5, 45–47 [in Ukrainian].

Kabanets, V.M. & Strakholis, I.M. (2017). Ahrotekhnichni pryimy vyroshchuvannya krupianykh kultur dlia umov pivnichno–skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Agrotechnical methods of growing cereal crops for the conditions of the northeastern forest–steppe of Ukraine]. Instytut silskoho hospodarstva Pivnichnoho Skhodu NAAN. Sad, 20 [in Ukrainian].

Radchenko, M.V., Butenko, A.O., & Hlupak, Z.I. (2018). Vplyv systemy udobrennia ta efektyvnist rehulatora rostu na produktyvnist hrechky v umovakh pivnichno-skhidnoho lisostepu Ukrainy [The influence of the fertilization system and the effectiveness of the growth regulator on the productivity of buckwheat in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 89–94. <https://doi.org/10.15421/2018.314> [in Ukrainian].

Tkachyk, S.O. (2014). Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for examination of plant varieties of the cereal, grain and leguminous group for suitability for distribution in Ukraine]. TOV «Nilan-LTD». Kyiv, 82 [in Ukrainian].

Tokmakova, L.M. (2008). Mikrobiolohichni zasoby polipshennia fosfornoho zhyvlennia roslyn ta pidvyshchennia produktyvnosti silskohospodarskykh kultur [Microbiological means of improving phosphorus nutrition of plants and increasing the productivity of agricultural crops]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba [Handbook of the Ukrainian farmer]*, 120–122 [in Ukrainian].

Tryhub, O.V., Kutsenko, O.M., Liashenko, V.V., & Nohin, V.V. (2022). Vazhlyvist vyroshchuvannya hrechky yak unikalnoi y ekolohichno orientovanoi kultury [The importance of growing buckwheat as a unique and ecologically oriented crop]. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 69–76. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.08> [in Ukrainian].

Tsarenko, O.M., Zlobin, Yu.A., Skliar, V.H., & Panchenko, S.M. (2000). Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii: Navchalnyi posibnyk [Computer methods in agriculture and biology: Training manual]. Sumy. Universytetska knyha, 203 [in Ukrainian].

Yakovets, L.A., & Solomon, A.M. (2023). Hospodarsko-biolohichna otsinka sortiv hrechky za nektaroproduktyvnistiu zalezho vid faktoriv intensyfikatsii zemlerobstva [Economic and biological assessment of buckwheat varieties for nectar productivity depending on the factors of agricultural intensification]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo [Agriculture and forestry]*, 1 (28), 195–209. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-1-14> [in Ukrainian].

Bielski, S., Marks-Bielska, R., & Wiśniewski, P. (2022). Investigation of energy and economic balance and GHG emissions in the production of different cultivars of buckwheat (*Fagopyrum esculen-*

tum Moench): A case study in Northeastern Poland. *Energies*, 16 (1), 17. <https://doi.org/10.3390/en16010017> [in English].

Jaroszewska, A., Sobolewska, M., Podsiadło, C., & Stankowski, S. (2019). The effect of fertilization and effective microorganisms on buckwheat and millet. *Acta Agroph*, 26 (3), 15–28. <https://doi.org/10.31545/aagr/114016> [in English].

Long, Jiang-xue, Cheng, Hui-yan, Dai, Zhi-neng, & Liu, Jian-fu. (2018). The Effect of Silicon Fertilizer on The Growth of Chives. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 192, 1–6 [in English].

Sinkovič, L., Deželak, M., Kopinč, R., & Meglič, V. (2022). Macro/microelements, nutrients and bioactive components in common and Tartary buckwheat (*Fagopyrum spp.*) grain and stone-milling fractions. *LWT*, 161, 113–122. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113422> [in English].

Отримано: 26.04.2024

Прийнято: 03.05.2024