

УДК 633.111.1:631.547

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.20>

ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ ТА БІОПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Правдива Л. А. – д.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва та цифрових технологій в агрономії,

Білоцерківський національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-5510-3934

Михайлюк Д. В. – аспірант кафедри рослинництва та цифрових технологій в агрономії,

Білоцерківський національний аграрний університет

orcid.org/0009-0000-1027-1670

У статті наведено результати досліджень щодо фотосинтетичної продуктивності рослин пшениці озимої, а саме площі листової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу залежно від норм висіву та обробки насіння і посівів біопрепаратами. Дослідження проводились впродовж 2022–2025 років в умовах Навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ) – зона Правобережного Лісостепу України. Грунт – чорнозем звичайний. Дослід трьохфакторний: фактор А – сорт, фактор В – норма висіву, фактор С – застосування біопрепаратів (передпосівна обробка насіння, посівів). Дослід закладався за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти досліду розміщувалися по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – чотириразова. Передпосівну обробку насіння здійснювали методом вологої інокуляції.

Встановлено, що площа листової поверхні пшениці озимої сортів Зоря ланів та Лісова пісня в досліді залежала від сортових особливостей, норм висіву насіння, та застосування біопрепаратів. Так, у сорту Зоря ланів площа листової поверхні, у перерахунку на гектар, максимуму сягала у фазі колосіння, і за норм висіву 5,0, 5,5 та 6,0 млн шт./га в середньому по досліді становила 61,0, 62,1 та 63,6 тис. м²/га. У сорту Лісова пісня відповідно 58,0, 58,4 та 61,1 тис. м²/га.

Найвищим фотосинтетичний потенціал був у варіанті де застосовували регулятор росту з обробкою насіння та посівів і залежно від норм висіву у сорту Зоря ланів був в межах від 2,15 до 2,24 млн м² × діб/га, у сорту Лісова пісня – від 2,14 до 2,24 млн м² × діб/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу максимуму сягала у варіанті з обробкою насіння та посівів регулятором росту і становила 5,3 та 5,6 г/м² за добу у сорту Зоря ланів і 5,4 та 5,8 г/м² за добу у сорту Лісова пісня.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, норма висіву насіння, біопрепарати, площа листової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу.

Pravdyva L. A., Mykhailiuk D. V. Photosynthetic productivity of winter wheat depending on the sowing rates of seeds and biological products in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

The article presents the results of research on the photosynthetic productivity of winter wheat plants, namely the leaf surface area, photosynthetic potential and net photosynthesis productivity depending on the sowing rates and treatment of seeds and crops with biological products. The research was conducted during 2022–2025 in the conditions of the Educational and Production Center of the Bila Tserkva National Agrarian University (BNAU) – the zone of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The soil is ordinary black soil. The experiment is three-factorial: factor A – variety, factor B – sowing rate, factor C – application of biological products (pre-sowing



© Правдива Л. А., Михайлюк Д. В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

treatment of seeds, crops). The experiment was set up using the method of systematic repetitions: in each repetition, the experiment variants were placed in the plots sequentially. The repeatability of the experiments was fourfold. Pre-sowing seed treatment was carried out by the method of wet inoculation.

It was established that the leaf surface area of winter wheat varieties Zorya Laniv and Lisova Pisnya in the experiments depended on varietal characteristics, seed sowing rates, and the use of biological products. Thus, in the Zorya Laniv variety, the leaf surface area, calculated per hectare, reached a maximum in the earing phase, and at sowing rates of 5.0, 5.5 and 6.0 million pcs./ha, the average for the experiment was 61.0, 62.1 and 63.6 thousand m²/ha. In the Lisova Pisnya variety, respectively, 58.0, 58.4 and 61.1 thousand m²/ha.

The highest photosynthetic potential was in the variant where a growth regulator was used with seed and crop treatment and, depending on the seeding rates, in the Zorya Laniv variety it was in the range from 2.15 to 2.24 million m² × day/ha, in the Lisova Pisnya variety – from 2.14 to 2.24 million m² × day/ha.

The net photosynthesis productivity reached its maximum in the variant with seed and crop treatment with a growth regulator and was 5.3 and 5.6 g/m² per day in the Zorya Laniv variety and 5.4 and 5.8 g/m² per day in the Lisova Pisnya variety.

Key words: winter wheat, variety, seeding rate, biological products, leaf surface area, net photosynthesis productivity.

Постановка проблеми. Пшениця озима була і залишається стратегічним підґрунтям зернового господарства України, забезпечуючи понад половину валового збору зерна при 40 % структури посівів. Однак спостерігається суттєвий розрив між генетичним потенціалом сучасних сортів та фактичними показниками врожайності. Подолання такого технологічного розриву, а саме збільшення врожайності та підвищення якісних показників зерна є пріоритетним вектором розвитку вітчизняного агропромислового комплексу [1, 2].

Традиційно селекція пшениці озимої базувалась на зростанні врожайності, покращенні технологічних показників зерна, підвищенні стійкості до вилягання та вдосконаленні морфологічної структури рослин [3, 4]. Водночас показники фотосинтетичної продуктивності рослин тривалий час залишалися поза увагою дослідників. Однак поява сучасного інструментарію дозволила вченим інтегрувати вивчення процесів фотосинтезу в сучасні селекційні програми [5].

Класичні технології вирощування озимої пшениці базуються на інтенсифікації агротехнічних заходів, зокрема широкому застосуванні мінеральних добрив та хімічних засобів захисту. Такий підхід орієнтований на максимально повну реалізацію генетичного потенціалу культури, що забезпечує стабільно високі показники врожайності та збільшення обсягів виробництва зерна.

Сьогодні особливої ваги набувають питання збереження родючості ґрунтів та екологізації агровиробництва, що стимулює перехід до вирощування органічної озимої пшениці [6]. Ключовим інструментом протидії кліматичним викликам при цьому є поєднання селекційного вдосконалення культури з розробкою адаптивних технологій її обробітку.

Тому, враховуючи цінність використання пшениці озимої актуальним є вивчення й поєднання елементів технології вирощування – використання біопрепаратів на насінні й посівах за різних норм висіву. Однією з основних умов за вирощування пшениці є створити сприятливі умови для фотосинтетичної діяльності з метою підвищення продуктивності та якості зерна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковці [7–9] зазначають, що оптимальна норма висіву пшениці озимої зумовлена специфікою конкретного сорту. Зокрема, для високорослих форм із високим коефіцієнтом кушення, що мають схильність до вилягання, доцільно застосовувати розріджений посів.

Натомість напівкарликові сорти демонструють вищу продуктивність при збільшенні норм висіву на 0,5–1,0 млн схожих насінин на гектар. Водночас надмірне загущення короткостеблових сортів (понад 6,0 млн/га) є неефективним, оскільки дефіцит світла, інтенсивне поширення хвороб та перевитрата вологи й елементів живлення призводять до зниження врожайності.

За встановлення оптимальних норм висіву варто надавати перевагу формуванню розріджених посівів. Такі посіви є більш технологічними, оскільки дозволяють ефективно корегувати стан рослин за допомогою мінерального живлення, ретардантів та мікоризних препаратів. Натомість необґрунтоване завищення норм висіву спричиняє зростання собівартості продукції, підвищує ризики вилягання та посилює розвиток патогенної мікрофлори [10].

Застосування регуляторів росту в сучасному рослинництві є перспективним науковим напрямом, що дозволяє підвищити біологічну продуктивність культур та їхню адаптивну здатність до несприятливих чинників довкілля [11]. Дія цих препаратів базується на регуляції внутрішніх фізіологічних процесів, інтенсивність яких неможливо забезпечити виключно за рахунок стандартних агротехнічних заходів [12].

За даними авторів [13–15], основним чинником, що визначає рівень продуктивності сільськогосподарських культур є функціонування фотосинтетичного апарату. Процеси його формування тісно корелюють із загальними етапами онтогенезу, розвитком асиміляційних органів, рівнем мінерального живлення тощо [16]. При цьому інтенсивність фотосинтезу залежить не тільки від генетичного потенціалу сорту та його морфологічних особливостей, а й від застосування біопрепаратів, які активізують розвиток листової поверхні та ріст рослин загалом [17].

Постановка завдання. Метою досліджень було вивчення впливу мікоризоутворюючого препарату та стимулятора росту рослин за різних норм висіву насіння пшениці озимої, на фотосинтетичну продуктивність рослин в умовах Правобережного Лісостепу України.

Дослідження закладались впродовж 2022–2025 років в умовах Навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ).

Схема досліду передбачала вивчення сортів пшениці озимої Лісова пісня та Зоря ланів (фактор А), норм висіву насіння 4,5, 5,0, 5,5 та 6,0 млн нас./га (фактор В), застосування мікоризоутворюючого препарату Мікофренд (обробка насіння) і стимулятора росту Агростимулін (обробка насіння і посівів) (фактор С).

Посівна площа ділянки – 100 м², облікової – 90 м². Дослід закладався за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти досліду розміщувалися по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – чотириразова. Передпосівну обробку насіння здійснювали методом вологої інокуляції. Після обробки насіння підсушували до повної сипучості. В дослідженнях використовували загальноприйняті методи й методики в галузі агрономічних досліджень.

Виклад основного матеріалу. Фотосинтетична активність рослин має важливе значення, так як зумовлює підвищення продуктивності посівів пшениці озимої, яка суттєво залежить від формування площі листової поверхні, що забезпечує сприятливе формування вегетативних та генеративних органів рослин.

На основі отриманих результатів досліджень встановлено, що площа листової поверхні пшениці озимої сортів Зоря ланів та Лісова пісня в дослідях залежала від сортових особливостей, норм висіву насіння, та застосування біопрепаратів. Так, у сорту Зоря ланів площа листової поверхні, у перерахунку на гектар, максимуму

сягала у фазі колосіння, і за норм висіву 5,0, 5,5 та 6,0 млн шт./га в середньому по досліді становила 61,0, 62,1 та 63,6 тис. м²/га (табл. 1).

Таблиця 1
Площа листкової поверхні пшениці озимої сорту Зоря ланів,
тис. м²/га, середнє за 2022–2025 рр.

Сорт	Норма висіву насіння, млн шт. нас./га	Обробка насіння та посівів	У фазу:		
			вихід у трубку	колосіння	воскова стиглість зерна
Зоря ланів	4,5	Контроль	20,5	52,1	18,4
		Мікофренд (насіння)	24,4	54,3	21,6
		Агростимулін (насіння)	23,6	54,9	21,5
		Агростимулін (насіння+посіви)	26,2	59,2	22,9
	5,0	Контроль	23,4	58,0	21,0
		Мікофренд (насіння)	26,8	61,2	22,4
		Агростимулін (насіння)	25,5	60,1	22,1
		Агростимулін (насіння+посіви)	28,6	64,7	23,2
	5,5	Контроль	26,3	58,9	22,8
		Мікофренд (насіння)	28,8	62,7	23,2
		Агростимулін (насіння)	27,5	61,0	22,7
		Агростимулін (насіння+посіви)	31,4	65,7	25,6
	6,0	Контроль (вода)	28,2	60,2	22,0
		Мікофренд (насіння)	29,6	63,1	23,4
		Агростимулін (насіння)	29,8	64,6	24,5
		Агростимулін (насіння+посіви)	33,8	66,5	27,6
<i>HP</i> _{0,05}			0,48	2,23	0,70

В середньому по досліді обробка насіння препаратом Мікофренд призводила до підвищення площі листкової поверхні на 4,0–6,0 % порівняно з контролем. А регулятором росту Агростимулін – на 3,4–6,8 %.

Найвищий показник асиміляційного апарату рослин пшениці озимої впродовж періоду вегетації спостерігався на варіанті, де оброблялось насіння та обприскувались посіви регулятором росту Агростимулін і у фазу колосіння цей показник становив від 57,2 до 65,8 тис. м²/га.

У сорту Лісова пісня спостерігалась аналогічна тенденція щодо зміни площі листкової поверхні залежно від досліджуваних факторів (табл. 2). Проте в середньому вона була нижчою на 2,7 тис. м²/га, що пояснюється сортовими особливостями.

Для забезпечення врожайності важливим є тривалість функціонування сформованої площі листкової поверхні посівів, що виражається показником фотосинтетичного потенціалу, який дає за період вегетації сумарну характеристику фотосинтетичної діяльності рослин. Він може змінюватись в широких межах, залежно умов вирощування даної культури.

Залежно від площі листкової поверхні змінювався і фотосинтетичний потенціал (рис. 1). Найвищим він був у варіанті де застосовували регулятор росту з обробкою

Таблиця 2

**Площа листової поверхні пшениці озимої сорту Лісова пісня,
тис. м²/га середнє за 2022–2025 рр.**

Сорт	Норма висіву насіння, млн нас./га	Обробка насіння та посівів	У період:		
			вихід у трубку	колосіння	молочна стиглість зерна
Лісова пісня	4,5	Контроль	19,4	51,3	19,4
		Мікофренд (насіння)	23,1	52,0	20,6
		Агростимулін (насіння)	22,5	51,6	19,5
		Агростимулін (насіння+посіви)	25,2	57,2	23,1
	5,0	Контроль	22,0	56,0	20,0
		Мікофренд (насіння)	25,7	59,2	23,4
		Агростимулін (насіння)	24,3	57,8	22,1
		Агростимулін (насіння+посіви)	27,1	60,7	24,2
	5,5	Контроль	23,3	55,4	21,8
		Мікофренд (насіння)	26,8	58,6	23,6
		Агростимулін (насіння)	25,5	57,0	23,7
		Агростимулін (насіння+посіви)	28,4	62,7	26,6
	6,0	Контроль	25,2	58,9	22,0
		Мікофренд (насіння)	26,6	60,1	24,4
		Агростимулін (насіння)	25,8	59,6	25,5
		Агростимулін (насіння+посіви)	30,8	65,8	28,6
<i>НІР</i> _{0,05}			0,60	1,40	0,80

насіння та посівів і залежно від норм висіву у сорту Зоря ланів був в межах від 2,15 до 2,24 млн м² × діб/га, у сорту Лісова пісня – від 2,14 до 2,24 млн м² × діб/га.

Одним із важливих показників фотосинтетичного потенціалу рослинного організму є чиста продуктивність фотосинтезу, яка відображає інтенсивність роботи листового апарату на різних етапах розвитку рослин, тобто показує відношення добового приросту сухої речовини до площі листків.

Результати досліджень свідчать, що в цілому найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу отримано за оптимальної норми висіву (5,0 та 5,5 млн шт./га) на всіх варіантах дослідження (рис. 2). Максимуму сягала у варіанті з обробкою насіння та посівів регулятором росту і становила 5,3 та 5,6 г/м² за добу у сорту Зоря ланів й 5,4 та 5,8 г/м² за добу у сорту Лісова пісня.

Варто зазначити, за норми висіву 6,0 млн шт./га чиста продуктивність знижувалась на всіх варіантах дослідження, що пояснюється погіршенням світлового режиму, тобто знижується інтенсивність роботи листків, та посилюється конкуренція за вологу і елементи живлення, що спричиняє сповільнення накопичення сухої речовини на одиницю площі листків.

Висновки. Отже за результатами досліджень встановлено, що використання захисно-стимулюючих препаратів Мікофренд і Агростимулін позитивно впливає на фотосинтетичну продуктивність рослин пшениці озимої. Найбільша чиста продуктивність фотосинтезу в обох сортів спостерігається за норм висіву 5,0 та 5,5 млн шт./га насінин.

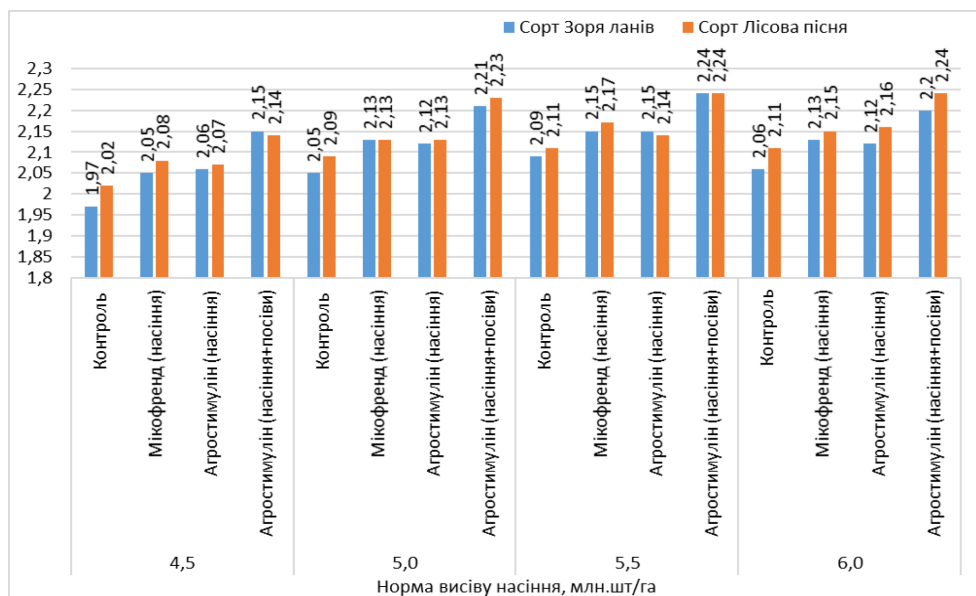


Рис. 1. Фотосинтетичний потенціал пшениці озимої, $\text{млн м}^2 \times \text{дб/га}$, середнє за 2022–2025 рр.

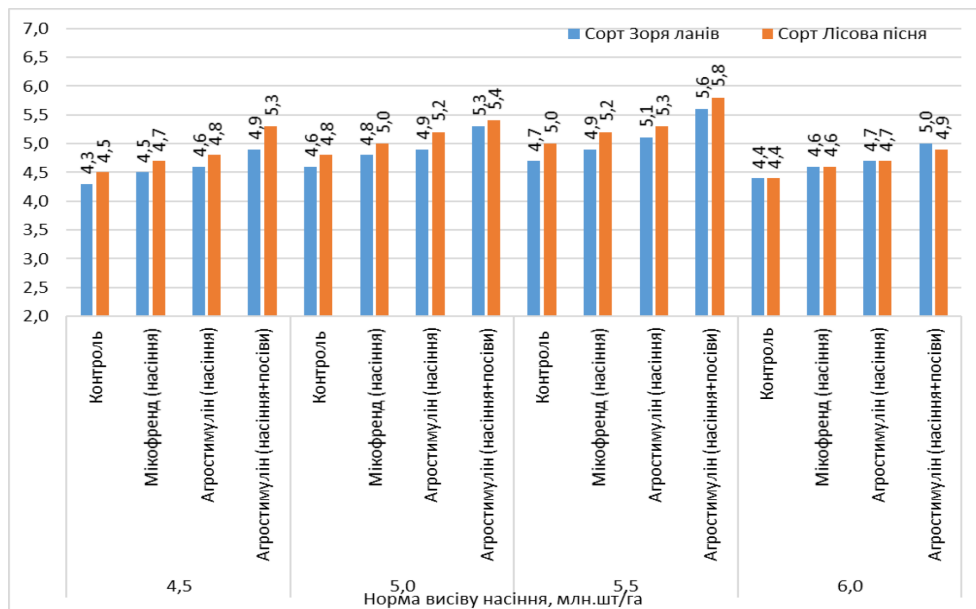


Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу пшениці озимої, г/м^2 за добу, середнє за 2022–2025 рр.

В перспективі подальших дослідженнях варто вивчити ефективність впливу норм висіву насіння у поєднанні з біопрепаратами на формування врожайності та якості зерна пшениці озимої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шувар А. М., Беген Л. Л., Тимків М. Ю., Войтович Р. М. Формування врожаю і якості зерна пшениці озимої залежно від строків сівби та рівня живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 63. С. 161–173.
2. Zecevic V., Boskovic J., Knezevic D., Micanovic D. Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean journal of agricultural research*. 2014. № 74. P. 23–28. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000100004>
3. Рибалка О. І., Поліщук С. С., Моргун Б. В. Нові напрями в селекції зернових культур на якість зерна. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 120–133. DOI: 10.31073/agrovisnyk201811-16
4. Рибалка О. І., Моргун В. В., Моргун Б. В. Кольорове зерно пшениці і ячменю – нова стратегія селекції зернових культур із високою 178 біологічною цінністю зерна. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. Т. 52, № 2. С. 95–127. DOI: 10.15407/frg2020.02.095
5. Long S. P., Marshall-Colon A., Zhu X.-G. Meeting the global food demand of the future by engineering crop photosynthesis and yield potential. *Cell*. 2015. Vol. 161, Iss. 1. P. 56–66. DOI: 10.1016/J.CELL.2015.03.019
6. Szczepanek M., Lemańczyk G., Lamparski R. et al. Ancient wheat species (*Triticum sphaerococcum* Perc. and *Triticum persicum* Vav.) in organic farming: Influence of sowing density on agronomic traits, pests and diseases occurrence, and weed infestation. *Agriculture*. 2020. Vol. 10, Iss. 11. Article 556. DOI: 10.3390/agriculture10110556
7. Shewry P. R., Hey S. J. The contribution of wheat to human diet and health. *Food Energy Secur.* 2015. Vol. 4 (3). P. 178–202. <https://doi.org/10.1002/fes3.64>
8. Климишена Р. І. Польова схожість та виживання рослин озимого пивоварного ячменю залежно від внесених мінеральних добрив та норм висіву насіння. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 71–73.
9. Рожков А. О., Рижик Т. В. Вплив строків сівби та норм висіву на польову схожість і виживаність пшениці озимої. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 218–227. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134385>
10. Черенков А. В., Козечко В. І., Козельський О. М. Продуктивність пшениці озимої після ріпаку ярого в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства Степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 3–7.
11. Герман М. М. Поліпшення посівних якостей насіння пшениці м'якої озимої залежно від передпосівної обробки насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 54–57
12. Баган А. В., Гурба В. С. Вплив біопрепаратів на урожайність сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 7–11. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2025.29.1>
13. Domaratskyi Y. Leaf area formation and photosynthetic activity of sunflower plants depending on fertilizers and growth regulators. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22, Iss. 6. P. 99–105. DOI: 10.12911/22998993/137361
14. Akhter M. M., Hosain A., Timsina J. et al. Chlorophyll meter – a decision-making toll for nitrogen application in wheat under light soils. *International Journal of Plant Production*. 2016. Vol. 10, Iss. 3. P. 289–302. DOI: 10.22069/ijpp.2016.2898
15. Onyshchenko O., Pokoptseva L., Kolesnikov M., Gerasko T. Photosynthetic activity of sunflower hybrids under growth regulators in the Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, Iss. 6. P. 58–70. DOI: 10.48077/scihor6.2023.58
16. Bielashov O., Rozhkov A., Kalenska S. et al. Influence of pre-sowing application of mineral fertilizers, root and foliar nutrition on productivity of winter tritical plants. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022. Vol. 23, Iss. 6. P. 1–14. DOI: 10.12912/27197050/152118
17. Алмашова В. С., Скок С. В. Ефективність використання та рідрегулюючих препаратів для вирощування сільськогосподарських культур у зоні південного степу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. Т. 47, № 1. С. 11–17. DOI: 10.32845/agrobio.2022.1.2

Дата першого надходження статті до видання: 29.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026