

**А. А. Березовський**

аспірант кафедри біології
Уманський національний університет (м. Умань, Україна)
E-mail: radak7484402@ukr.net
orcid.org/0009-0003-5691-4311

ЧИСТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ГОЛОЗЕРНОГО ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Наведено результати досліджень з вивчення розрізненої та комплексної дії біологічних препаратів Біозлак (обробка насіння перед сівбою – 1,0; 1,25; 1,5 л/т) та Бактива (обприскування посівів – 250 г/га) на формування чистої продуктивності фотосинтезу посівів ячменю ярого голозерного сорту Натаір.

Дослідження виконували в польових та лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету впродовж 2024 та 2025 років.

Польові дослідження закладали систематичним методом у триразовій повторності. Схема дослідження включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою біологічним препаратом Біозлак у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т, на фоні яких застосовували біологічний препарат Бактива в нормі 250 г/га. Насіння ячменю голозерного за добу до сівби обробляли вищевказаними нормами біологічного препарату Біозлак. На фонах обробки насіння ячменю голозерного Біозлаком посіви у фазу кущіння обприскували акумуляторним обприскувачем DS-3WF-3 біологічним препаратом Бактива в нормі 250 г/га із розрахунку витрати робочого розчину 200 л/га.

Чисту продуктивність фотосинтезу посівів розраховували за методикою О. О. Ничипоровича.

У результаті досліджень встановлено, що у 2024 та 2025 роках за передпосівної обробки насіння ячменю ярого голозерного біологічним препаратом Біозлак та по його фонах біологічним препаратом Бактива показники чистої продуктивності фотосинтезу зростали в середньому на 10–19%, що є свідченням позитивного впливу комплексного використання біологічних препаратів на проходження в рослинах ячменю ярого голозерного фізіологічних-біохімічних процесів, на фоні яких активізується наростання листового апарату рослин та проходження в них фотосинтетичних процесів. У середньому за роки досліджень найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу формувалися у міжфазний період «вихід в трубку-виколювання» у варіанті з передпосівною обробкою насіння біологічним препаратом Біозлак (1,5 л/т) з наступним посходовим внесенням біологічного препарату Бактива (250 г/га), де перевищення до контрольного варіанту складало за роками 19 і 16% відповідно.

Ключові слова: ячмінь ярий голозерний, біопрепарати, чиста продуктивність фотосинтезу.

A. A. Berезovskiy

Postgraduate student at the Department of Biology,
Uman National University (Uman, Ukraine)
E-mail: radak7484402@ukr.net
orcid.org/0009-0003-5691-4311

NET PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY UNDER THE ACTION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS

The results of studies on the separate and combined effects of the biological products Biozlak (seed treatment before sowing – 1.0; 1.25; 1.5 l/t) and Baktiva (spraying crops – 250 g/ha) on the formation of net photosynthetic productivity of spring naked barley crops of the Natair variety.

The research was conducted in the field and laboratory conditions of the Department of Biology at Uman National University during 2024 and 2025.

Field experiments were conducted using a systematic method with three repetitions. The experimental design included variants with seed treatment before sowing with the biological product Biozlak at rates of 1.0, 1.25, and 1.5 l/t, against which the biological product Baktiva was applied at a rate of 250 g/ha. Naked barley seeds were treated with the above-mentioned rates of the Biozlak biological product one day before sowing. Against the background of treating naked barley seeds with Biozlak, the crops were sprayed in the tillering phase with a DS-3WF-3 battery sprayer with the biological product Baktiva at a rate of 250 g/ha, based on a working solution consumption rate of 200 l/ha.

The net photosynthetic productivity of crops was calculated using the method developed by O. O. Nychyporovich.

Research has shown that in 2024 and 2025 when spring naked barley seeds were treated with the Biozlak biological product before sowing and with the Baktiva biological product as a background, the net photosynthetic productivity indicators increased by an average of 10–19% which is evidence of the positive effect of the complex use of biological preparations on the physiological and biochemical processes in spring naked barley plants, against which the growth of the leaf apparatus of

plants and the passage of photosynthetic processes in them are activated. On average over the years of research, the highest net photosynthetic productivity indicators were formed in the interphase period of 'emergence into the tube-ear emergence' in the variant with pre-sowing treatment of seeds with the biological product Biozlak (1.5 l/t) followed by post-emergence application of the biological product Baktiva (250 g/ha), where the excess over the control variant was 19 and 16% for the years, respectively.

Key words: spring naked barley, biological products, net photosynthetic productivity.

Постановка проблеми. Найважливішим фізіолого-біохімічним показником, який відображає продуктивність сільськогосподарських рослин та ефективність агротехнічних заходів у технологіях їх вирощування, є чиста продуктивність фотосинтезу. Дослідження впливу сучасних біологічних препаратів на фотосинтетичні процеси рослин дозволяють обґрунтувати спрямованість проходження продукційних змін від зовнішніх та внутрішніх чинників у рослинах з метою одержання найвищих урожаїв [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними критеріями оцінки ефективності сучасних технологій у рослинництві мають бути їх ресурсозбережність і природоохоронність. Найважливішою особливістю таких технологій має стати біологізація окремих складових процесу вирощування сільськогосподарських культур [2].

Нині важливе значення у зростанні продуктивності агроценозів за технологій біологічного землеробства належить препаратам природного походження. Їх застосування дає можливість переважно регулювати фізіолого-біохімічні процеси в рослинному організмі, найповніше реалізувати потенційні можливості сорту, закладені в геномі природою та селекцією. Важливим аспектом дії біологічних препаратів є підвищення стійкості рослин до несприятливих чинників середовища – високих і низьких температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, ураження збудниками хвороб та шкідниками [3].

Встановлено, що продуктивність сільськогосподарських культур, у тому числі й ячменю голозерного, визначається інтенсивністю проходження фотосинтетичних процесів, тому чиста продуктивність фотосинтезу є важливим фізіологічним показником та індикатором їх проходження у рослинах [4].

Доведено, що на фоні дії біологічних препаратів активізується нагромадження рослинами хлорофілу, зростає їх біомаса та показники чистої продуктивності фотосинтезу посівів [5]. Це висвітлено в дослідженнях мікробного препарату Меланоріз (1,5 л/т) і регулятора росту рослин Агролайт (0,26 л/т) у посівах вівса голозерного [6], Радостиму (25 мл/га) – сояшнику [7], Біолану (10 мл/га) – тритикале озимого [8] та інших препаратів природного походження в посівах різних сільськогосподарських культурах [9, 10].

Позитивний вплив використання біологічних препаратів Байкал ЕМ-1 (20 мл/га) та Екозорф (200 г/га) був встановлений у посівах гречки: площа листків зростала до 43,2 і 50,5 тис./м²; вміст у них хлорофілу – 4–10%; чиста продуктивність фотосинтезу посівів – 3–11% [11].

Аналіз даних літератури [12–14] доводить, що біологічні препарати активізують поглинання рослинами азотовмісних сполук, завдяки чому листки набувають темно-зеленого забарвлення, при цьому площа листків зростає на 7–13%, чиста продуктивність фотосинтезу – 5–8%.

Таким чином, передумовою застосування біологічних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур має бути з'ясування механізмів їхньої дії на фізіолого-біохімічні, ростові та метаболічні процеси в рослинному організмі.

Мета статті – дослідити розрізнену й комплексну дію біологічних препаратів Біозлак (обробка насіння перед сівбою – 1,0; 1,25; 1,5 л/т) і Бактива (обприскування посівів – 250 г/га) на формування показників чистої продуктивності фотосинтезу посівів ячменю ярого голозерного.

Методика досліджень. Дослідження біологічних препаратів виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету впродовж 2024 та 2025 років. Дію біологічних препаратів Біозлак (*Pseudomonas aureofaciens* BS1393, титр $2,0 \times 10^9$ КУО/мл, виробник – ТОВ «БІОНАСЕРВІС ПЛЮС», Україна) та Бактива (*Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus Polymyxa*, *Bacillus lincheniformis*, *Pseudomonas fluorescens* – 1×10^8 КУО/г препарату, корисні гриби *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma reesei*, *Trichoderma viride*, *Gliocladium virens* – 1×10^8 спор/г препарату; *Ascochylium nodosum* – 5,1%, ТОВ «Хімагромаркетинг», Україна, виробник – ТОВ «Бактива», Німеччина) вивчали в посівах ячменю ярого голозерного сорту Натаір. Оригіном сорту є Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла Національної академії аграрних наук України. Даний сорт ячменю ярого голозерного (*Hordeum vulgare* L. VAR. *Nudum*) має зернохарчове та кормове призначення.

Польові досліди закладали систематичним методом у триразовій повторності. Схема досліду включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою біологічним препаратом Біозлак у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т та застосуванням на їх фоні біопрепарату Бактива нормою 250 г/га. Насіння ячменю голозерного за добу до сівби обробляли біопрепаратом Біозлак. На фоні обробки насіння ячменю голозерного Біозлаком посіви у фазу кущення обприскували акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 біологічним препаратом Бактива в нормі 250 г/га із розрахунку витрати робочого розчину 200 л/га. Деталізацію схеми досліду приведено під рисунками.

Чисту продуктивність фотосинтезу посівів розраховували за методикою О. О. Ничипоровича

[15], враховуючи тривалість міжфазного періоду вихід в трубку BBCH30 – виколювання BBCH50.

Статистичну обробку даних виконували в програмі Microsoft Office Excel 2007 за методикою дисперсійного аналізу, описаною В. О. Єщенком та ін. [16].

Результати досліджень. Виконані польові та лабораторні дослідження показали, що у 2024 та 2025 роках за передпосівної обробки насіння ячменю ярого голозерного біологічним препаратом Біозлак з наступним застосуванням по його фонах біологічного препарату Бактива спостерігалось зростання показників чистої продуктивності фотосинтезу (рис. 1, 2). Проте, слід зазначити, що показники чистої продуктивності фотосинтезу у варіантах досліді 2024 року були вищими, що узгоджується з погодними умовами кращого вологозабезпечення рослин, ніж у 2025 році. Так, у 2024 році (рис. 1) за передпосівної обробки насіння біологічним препаратом Біозлак у нормі 1,0 л/т (Фон I) продуктивність фотосинтезу посівів перевищувала варіант без застосування препаратів (контроль) на 0,22 г/м² за добу.

Передпосівна обробка насіння ячменю Біозлаком у нормах 1,25 і 1,5 л/т (Фон II, III) забезпечила зростання досліджуваного показника відносно контрольного варіанту на 0,32 та 0,38 г/м² за добу відповідно. Дещо нижчий показник чистої продуктивності фотосинтезу був відмічений у варіанті з посходовим внесенням біопрепарату Бактива у нормі 250 г/га, де перевищення відносно контролю складало 0,19 г/м² за добу. Разом з тим за внесення біологічного препарату Бактива по фоні I та II відмічено підвищення показника чистої

продуктивності фотосинтезу ячменю голозерного в порівнянні з контролем на 0,45 та 0,68 г/м² за добу, що може узгоджуватись з дією складових компонентів Біозлаку на формування більшої кореневої системи, менш ураженої патогенною мікробіотою, а звідси й на формування площі листової поверхні та вмісту хлорофілу й органічних речовин [1, 5, 8]. Однак, найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу формувались у варіанті досліді із застосуванням біологічного препарату Бактива (250 г/га), внесеного на фоні передпосівної обробки насіння біопрепаратом Біозлак у нормі 1,5 л/т (Фон III), де перевищення до контрольного варіанту становило 0,83 г/м² за добу.

У 2025 році дослідження була відмічена подібна залежність у формуванні показників чистої продуктивності фотосинтезу за дії біологічних препаратів (рис. 2): у варіанті із передпосівною обробкою насіння Біозлаком у нормах 1,0; 1,25; 1,5 л/т чиста продуктивність фотосинтезу перевищила контроль на 0,29; 0,32 0,41 г/м² за добу відповідно; за посходового застосування біопрепарату Бактива (250 г/га) – 0,19 г/м² за добу; у варіантах (Фон I–III) з наступним посходовим внесенням Бактиви у нормі 250 мл/т чиста продуктивність фотосинтезу зростала до контролю на 0,46; 0,50; 0,61 г/м² за добу відповідно.

Висновки. Комплексне використання біологічних препаратів у посівах ячменю ярого голозерного забезпечує активізацію проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, на фоні яких зростає наростання листового апарату та синтез рослинами органічних речовин, що є визначальними показниками у формуванні чистої продуктивності фотосинтезу. У середньому за роки досліджень найвищі показники

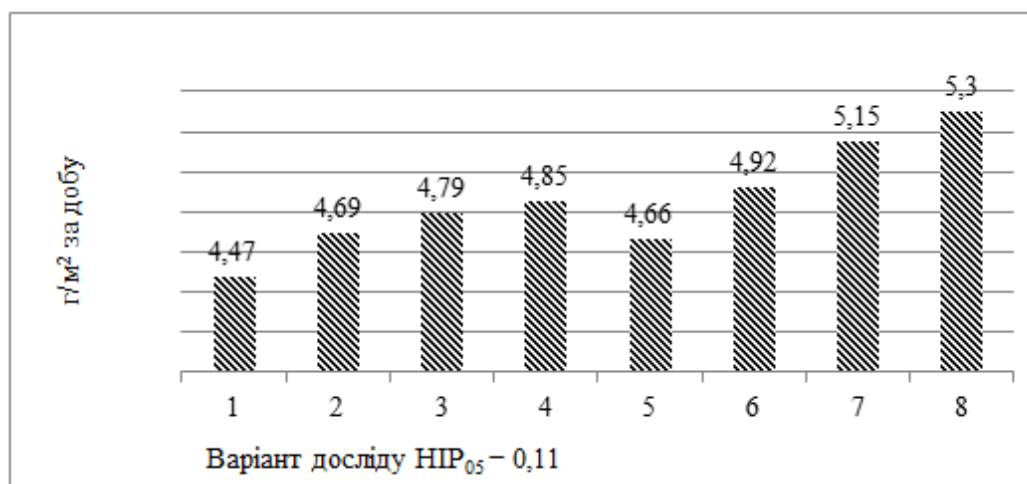


Рис. 1. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів ячменю голозерного за використання біологічних препаратів (БП) Біозлак і Бактива, г/м² за добу (2024 р., фаза вихід в трубку-виколювання)

1. Без застосування препаратів (контроль); 2. БП Біозлак (1,0 л/т – обробка насіння) Фон I;
3. БП Біозлак (1,25 л/т – обробка насіння) Фон II; 4. БП Біозлак (1,5 л/т – обробка насіння) (Фон III);
5. БП Бактива (250 г/га – обробка вегетуючих рослин); 6. Фон I + БП Бактива 250 г/га;
7. Фон II + БП Бактива 250 г/га; 8. Фон III + БП Бактива 250 г/га.

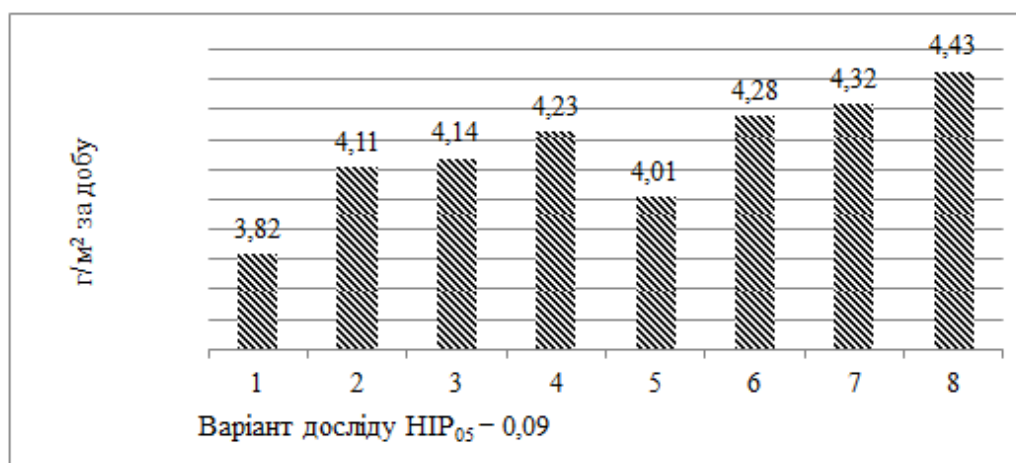


Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів ячменю голозерного за використання біологічних препаратів (БП) Біозлак і Бактива, г/м² за добу (2025 р., фаза вихід в трубку-виколювання)

1. Без застосування препаратів (контроль); 2. БП Біозлак (1,0 л/т – обробка насіння) Фон І;
3. БП Біозлак (1,25 л/т – обробка насіння) Фон ІІ; 4. БП Біозлак (1,5 л/т – обробка насіння) (Фон ІІІ);
5. БП Бактива (250 г/га – обробка вегетуючих рослин); 6. Фон І + БП Бактива 250 г/га;
7. Фон ІІ + БП Бактива 250 г/га; 8. Фон ІІІ + БП Бактива 250 г/га.

чистої продуктивності фотосинтезу формувалися у варіанті з передпосівною обробкою насіння ячменю біологічним препаратом Біозлак (1,5 л/т) з наступним посходовим внесенням біологічного препарату Бактива (250 г/га), де перевищення контрольних показників за роки складало 16 і 19% відповідно.

Література

1. Карпенко В. П., Полторецький С. П., При-туляк Р. М. та ін. Елементи біологізації в рослин-ництві : рекомендації виробництву (моногра-фія) ; за ред. В. П. Карпенка. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 112 с.
2. Karpenko V., Marchenko K. Productivity of hul-less oats under the effect of microbiological prepa-ration and a plant growth regulator. *Acta Sci. Pol. Agricultura*. 2021. № 20 (3). P. 113–122. DOI: 10.37660/aspa.2021.20.3.3.
3. Авраменко С., Попов С., Цехмейструк М. Біостимулятори на озимій пшениці. *Агробізнес сьо-годні*. № 7. 2012. С. 24–26.
4. Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А. Фотосинтетична діяльність насіннєвих посівів пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах Півдня України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 2 (72). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/viewFile/10644/9361>
5. Новікова Т. П. Фотосинтетична продук-тивність посівів сочевиці за дії біологічних пре-паратів. *Наукові горизонти. Scientific Horizons*. Житомир. 2019. № 10 (83). С. 28–34.
6. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів. *Зрошуване зем-леробство : міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон : Видавничий дім «Гельветика». 2022. Вип. 77. С. 62–67.

7. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Пігментний комплекс соняшника за дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 4 (235). С. 1–3.

8. Притуляк Р. М., Березюк О. С., Грушка Т. В. Фотосинтетичний потенціал рослин тритикале ози-мого за дії гербіцидів різних хімічних класів і регу-лятора росту рослин Біолан. *Збірник студентських наукових праць Уманського національного універ-ситету садівництва, присвячений 160-річчю від дня народження видатного садівника В. В. Пашкевича*. Умань, 2017. Частина 2. С. 11–13.

9. Asada K. Radical production and scavenging in the chloroplasts. *Photosynthesis and the Environment*. Netherlands. Kluwer Acad. Publ. 2020. P. 123–150.

10. Карпенко В. П., Бойко Я. О. Стан пігментної системи гороху озимого за використання гербіциду МаксіМокс, регулятора росту рослин Агріфлекс Аміно та мікробного препарату Оптімайз Пульс. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 79–87.

11. Тіней В. А. Інтенсифікація технологій ви-рощування гречки в умовах південно-західного Лісостепу України. *Автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. «Рос-линництво»*. Подільський державний аграрний уні-верситет. Кам'янець-Подільськ. 2007. 19 с.

12. Рогач Т. І. Вплив суміші хлормекватхло-риду і трептолему на морфогенез та продуктив-ність соняшнику. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія : Сільськогосподарські науки*. Вінниця. 2012. С. 121–127.

13. Miliuvienė L., Novickienė L., Jurevičius J. Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC. *Bot. Lithuan.* 2007. Vol. 13. № 2. P. 115–121.

14. Ткаліч Ю., Кохан А. Фізіологічно активні речовини в технології вирощування соняшнику. *Пропозиція*. 2011. № 5. С. 86–87.

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

16. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В. О. Єщенка. К. : Дія. 2005. 288 с.

References

1. Karpenko V. P., Poltoretskyi S. P., Prytuliak R. M. та in. (2017). Elementy biolohizatsii v roslinnyystvi : rekomendatsii vyrobnystvu (monohrafiia) ; za red. V. P. Karpenka. [Elements of biologisation in crop production: recommendations for production : monograph]. Uman : Vydavets «Sochinskyi M. M.». 112 s. [in Ukrainian].

2. Karpenko V., Marchenko K. (2021). Productivity of hulless oats under the effect of microbiological preparation and a plant growth regulator. *Acta Sci. Pol. Agricultura*. № 20 (3). P. 113–122. DOI: 10.37660/aspagr.2021.20.3.3.

3. Avramenko S., Popov S., Tsekhmeistru M. (2012). Biostymulatory na ozymii pshenytsi. [Biostimulants on winter wheat]. *Ahrobiznes sohodni*. № 7. S. 24–26. [in Ukrainian].

4. Vozhehova R. A., Serhieiev L. A. (2018). Fotosyntetychna diialnist nasinnievkykh posiviv pshenytsi ozymoi zalezno vid udobrennia ta zakhystu roslin v umovakh Pivdnia Ukrainy. [Photosynthetic activity of winter wheat seed crops depending on fertilisation and plant protection in southern Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. № 2 (72). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/viewFile/10644/9361> [in Ukrainian].

5. Novikova T. P. (2019). Fotosyntetychna produktyvnist posiviv sochevytsi za dii biolohichnykh preparativ. [Photosynthetic productivity of lentil crops under the influence of biological preparations]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*. Zhytomyr. № 10 (83). S. 28–34. [in Ukrainian].

6. Marchenko K. Yu. (2022). Vmist khlorofilu ta chysta produktyvnist fotosyntezy vivsa holozernoho za dii biolohichnykh preparativ. [Chlorophyll content and net photosynthetic productivity of naked oats under the influence of biological preparations]. *Zroshuvane zemlerobstvo : mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*. Kherson : Vydavnychiy dim «Helvetyka». Vyp. 77. S. 62–67. [in Ukrainian].

7. Hrytsaienko Z. M., Karpenko V. P., Pidani L. F. (2016). Pihmentnyi kompleks soniashnyka za dii herbitsydu Fiuzyld Forte 150 i rehuliatora rostu roslin Radostym. [Pigment complex of sunflower under the action of the herbicide Fusilad Forte 150 and the plant growth regulator Radostim]. *Karantyn i zakhyst roslin*. № 4 (235). S. 1–3. [in Ukrainian].

8. Prytuliak R. M., Bereziuk O. S., Hrushka T. V. (2017). Fotosyntetychnyi potentsial roslin trytykale ozymoho za dii herbitsydiv riznykh khimichnykh klasiv i rehuliatora rostu roslin Biolan. [Photosynthetic potential of winter triticale plants under the action of herbicides of various chemical classes and the plant growth regulator Biolane]. *Zbirnyk studentskykh naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva, prysviachenyi 160-richchiu vid dnia narodzhennia vydatnoho sadivnyka V. V. Pashkevycha*. Uman. Chastyna 2. S. 11–13. [in Ukrainian].

9. Asada K. (2020). Radical production and scavenging in the chloroplasts. Photosynthesis and the Environment. Netherlands. Kluwer Acad. Publ. P. 123–150.

10. Karpenko V. P., Boiko Ya. O. (2019). Stan pihmentnoi systemy horokhu ozymoho za vykorystannia herbitsydu Maksimoks, rehuliatora rostu roslin Ahrifleks Amino ta mikrobnoho preparatu Optimaiz Puls. [The state of the pigment system of winter peas when using the herbicide MaxiMox, the plant growth regulator AgriFlex Amino, and the microbial preparation Optimize Pulse]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. № 106. S. 79–87. [in Ukrainian].

11. Tinei V. A. (2007). Intensyfikatsiia tekhnolohii vyroshchuvannia hrechky v umovakh pivdenno-zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Intensification of buckwheat cultivation technologies in the south-western forest-steppe zone of Ukraine]. Avtoref. dys. na zdob. nauk. stupenia kand. s.-h. nauk : spets. 06.01.09. «Roslynnytstvo». Podilskyi derzhavnyi ahrarnyi universytet. Kamianets-Podilsk. 19 s. [in Ukrainian].

12. Rohach T. I. (2012). Vplyv sumishi khlormekvatkhlorody i treptolemu na morfohenez ta produktyvnist soniashnyku. [The effect of a mixture of chlormequat chloride and treptol on the morphogenesis and productivity of sunflowers]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Seriia : Silskohospodarski nauky*. Vinnytsia. S. 121–127. [in Ukrainian].

13. Miliuvienė L., Novickienė L., Jurevičius J. (2007). Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC. *Bot. Lithuan.* Vol. 13. № 2. P. 115–121.

14. Tkalič Yu., Kokhan A. (2011). Fiziolohichno aktyvni rechovyny v tekhnolohii vyroshchuvannia soniashnyku. [Physiologically active substances in sunflower cultivation technology]. *Propozytsiia*. № 5. S. 86–87. [in Ukrainian].

15. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., Karpenko V. P. (2003). Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslin i gruntiv. [Methods of biological and agrochemical research of plants and soils]. Kyiv : Nichlava. 320 s. [in Ukrainian].

16. Yeshchenko V. O., Kopytko P. H., Opryshko V. P., Kostohryz P. V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii. [Basics of scientific research in agronomy]. Za red. V. O. Yeshchenka. K. : Diia. 288 s. [in Ukrainian].

Дата першого надходження рукопису до видання: 25.09.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 30.10.2025
Дата публікації: 28.11.2025