



О. В. Тодосійчук
аспірант кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: radak7484402@ukr.net

ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ Й ЧИСТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ЧИНИ ПОСІВНОЇ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

У статті наведено результати досліджень з вивчення дії біологічних препаратів Біонеостим (обробка насіння перед сівбою – 1,0 л/т) і Вермистим Д (– 7,0 л/т, обприскування посівів – 8,0 л/га) на вміст суми хлорофілів а і b й чисту продуктивність фотосинтезу чини посівної.

Нині проблему підвищення урожайності і якості зерна бобових культур та збільшення надходження рослинного білка в харчуванні людей неможливо вирішити без нових зернобобових культур, серед яких високу зацікавленість виявляє чина посівна, на даний час її відносять до нетрадиційних культур, недооцінюючи її біологічний та енергетичний потенціал, що пов'язано з недостатнім вивченням біологічних особливостей культури та технологій її вирощування.

Дослідження виконували в польових умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва впродовж 2022–2024 років. Дію біопрепарату Біонеостим і регулятора росту рослин Вермистим Д вивчали в посівах чини посівної сорту Іволга.

Польові досліди закладали систематичним методом. Повторність досліду – триразова. Схема досліду включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою Біонеостимом у нормі 1,0 л/т окремо й сумісно з Вермистимом Д (7,0 л/т – обробка насіння та 8,0 л/га – обробка вегетуючих рослин). Насіння чини посівної за добу до сівби обробляли окремо і сумішшю Біонеостиму і Вермистиму Д. На фоні обробки насіння чини посівної Біонеостимом і Вермистимом Д посіви у фазу стеблуння обприскували регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га.

Встановлено, що передпосівна обробка насіння Біонеостимом із регулятором росту рослин Вермистим Д з наступним післясходовим внесенням останнього забезпечує створення найбільш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, обумовлених безпосередньо стимулювальною дією біопрепаратів на функціонування пігментного комплексу литкового апарату й чистої продуктивності культури. В середньому за роки досліджень у всі досліджувані фази розвитку чини посівної спостерігалось зростання вмісту у листках пігментів та чистої продуктивності фотосинтезу, що в середньому перевищувало контроль на 23–55% для хлорофілу та на 20% – для чистої продуктивності фотосинтезу.

Ключові слова: хлорофіл, чиста продуктивність фотосинтезу, чина посівна, біологічні препарати.

O. V. Todosiichuk

PhD student at the Department of Biology,
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: radak7484402@ukr.net

CHLOROPHYLL CONTENT AND NET PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF SOWING GRASSPEA UNDER THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS

The article presents the results of research on the effects of biological preparations Bioneostim (seed treatment before sowing – 1.0 l/t) and Vermistim D (7.0 l/t – seed treatment, 8.0 l/ha – crop spraying) on the total chlorophyll a and b content and the net photosynthetic productivity of sowing grasspea (*Lathyrus sativus*).

At present, solving the issue of increasing the yield and quality of legume grains and the supply of plant protein in human nutrition is impossible without introducing new grain legume crops, among which sowing grasspea (*Lathyrus sativus*) has garnered significant interest. Currently considered a non-traditional crop, its biological and energy potential remains underestimated due to insufficient research into the species' biological characteristics and its cultivation technologies.

The research was conducted under field conditions by the Department of Biology of Uman National University of Horticulture from 2022 to 2024. The effects of the biopreparation Bioneostim and the plant growth regulator Vermistim D were studied in crops of the grasspea variety "Ivolga".

Field experiments were conducted using the systematic method. The experiment was repeated three times. The experimental design included variants with seed treatment before sowing using Bioneostim at a rate of 1.0 l/t, both separately and in combination with Vermistim D (7.0 l/t – seed treatment and 8.0 l/ha – foliar treatment). Grasspea seeds were treated individually or with a mixture of Bioneostim and Vermistim D one day before sowing. Against the background of seed treatment

with Bioneostim and Vermistim D, crops were sprayed with the plant growth regulator Vermistim D at a rate of 8.0 l/ha during the tillering phase.

It was established that pre-sowing seed treatment with Bioneostim and the plant growth regulator Vermistim D, followed by post-emergence application of the latter, created the most favourable conditions for physiological and biochemical processes in plants, including photosynthetic processes. This was due to the direct stimulating effect of the biopreparations on the functioning of the pigment complex of the leaf apparatus and the net productivity of the crop. On average, over the years of research, during all studied phases of grasspea development, an increase in pigment content in leaves and net photosynthetic productivity was observed, exceeding the control by 23–55% for chlorophyll and by 20% for net photosynthetic productivity.

Key words: chlorophyll, net photosynthetic productivity, sowing grasspea, biological preparations.

Постановка проблеми. Сучасний стан вивчення процесів фотосинтезу дає підставу вважати, що фотосинтетична діяльність сільськогосподарських культур є основою їх продуктивності й значною мірою залежить від вмісту пігментів у рослинах та показників чистої продуктивності фотосинтезу посівів. Кількість, функціональна активність пігментів і чиста продуктивність фотосинтезу є показниками потенційної здатності рослин формувати як біологічний, так і фактичний урожай культури [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Нині впровадження біологічних препаратів різних груп у технології вирощування сільськогосподарських культур є вагомим кроком до посилення екологічного балансу агроєкосистем [2], також вони виявляють активний вплив на проходження фізіолого-біохімічних реакцій у рослинах, покращуючи їх ріст і розвиток [3].

Дослідженнями встановлено, що під час дії стресових чинників (температура, ультрафіолетове випромінювання, пестициди) фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, у тому числі й фотосинтез, зазнають значних змін, що відображається у спроможності проходження адаптивних реакцій у рослинах та впливає на інтенсивність нагромадження органічної речовини [4].

Одним із чинників, що визначає формування фотосинтетичних показників рослин, є застосування регуляторів росту рослин та біопрепаратів, які поряд із новими сучасними сортами і гібридами сільськогосподарських культур розглядаються як екологічно безпечні та економічно доцільні засоби підвищення їх продуктивності [5].

Аналіз наукових публікацій свідчить [6–8], що за дії регуляторів росту рослин і біопрепаратів у бобових культурах відмічаються коливання в інтенсивності формування і функціонування асиміляційної поверхні посівів, вмісту в ній хлорофілів, продуктивності фотосинтезу і з рештою – урожайності.

У зв'язку з цим, особливого значення набуває розробка маловитратних, екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур [2, 6] з використанням біопрепаратів і регуляторів росту рослин, особливо за різних способів їх поєднання.

Мета статті – дослідити вплив біологічно активних речовин – біопрепарату Біонеостим (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Вермистим Д (обробка насіння перед сівбою – 7,0 л/т л/т, обприскування посівів – 8,0 л/т л/га) на вміст пігментів і чисту продуктивність фотосинтезу чини посівної.

Методика досліджень. Дослідження виконували в польових умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва впродовж 2022–2024 років. Дію біопрепарату Біонеостим (N, P₂O₅, K₂O, Mg, Mn, CaO, S, B, Mo, Fe, Cu, Zn, водорозчинні гумінові речовини – 0,25–20 г/л, *Pseudomonas sp.* D-1, *Paenibacillus polymyxa* 5, *Trichoderma sp.* D-1 – 1,0×10⁵–1,0×10⁶ КУО/см³, виробник – Перфект Агро,ТОВ, Україна) і регулятора росту рослин Вермистим Д (амінові, гумінові, специфічні білкові і фульвокислоти, вітаміни, фітогормони, бактерії: *Lactobacillus plantarum* (>100 тис), *Lactobacillus casei* (>10 тис), *Rhodopseudomonas palustris* (>10тис), *Saccharomyces cerevisiae* (>10 тис), виробник – Біоконверсія, ПП, Україна) вивчали в посівах чини посівної сорту Іволга.

Польові досліді закладали систематичним методом. Повторність дослідів – триразова. Схема дослідів включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою біопрепаратом Біонеостим у нормі 1,0 л/т окремо й сумісно з регулятором росту рослин Вермистим Д нормі (7,0 л/т – обробка насіння та 8 л/га – обробка вегетуючих рослин). Насіння чини посівної за добу до сівби обробляли біопрепаратом, регулятором росту рослин та їх сумішами. На фоні обробки насіння чини посівної Біонеостимом і Вермистимом Д посіви у фазу стеблуння обприскували акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га. Деталізовану схему дослідів приведено у таблицях.

Вміст у листках чини посівної суми хлорофілів *a* і *b* визначали за методикою, описаною З. М. Грицаєнко [9]. Чисту продуктивність фотосинтезу посівів розраховували за методикою О. О. Ничипоровича [9].

Статистичну обробку даних виконували в програмі Microsoft Office Excel 2007 за методом, викладеним В. О. Єщенком та ін. [10].

Результати досліджень. Встановлено, що вміст хлорофілу в листках чини посівної залежав від норм використання біопрепарату Біонеостим, внесеного роздільно і в комплексі з регулятором росту рослин Вермистим Д, та від погодних умов, що склалися у роки проведення досліджень (табл. 1).

У загальному вміст суми хлорофілів *a* і *b* в листках чини посівної узгоджувався із погодними умовами, які були найсприятливішими за температурним та водним режимом для рослин у 2023 і 2024 рр., менш сприятливими – 2022 р.

Аналізуючи сумарний вміст хлорофілів *a* і *b* у листках чини посівної у 2022 р., можна зазначити, що у фазу бутонізації за передпосівної обробки насіння Біонеостимом (Фон I) вміст хлорофілів перевищував контрольний варіант на 0,238 мг/г сирової речовини. Передпосівна обробка насіння регулятором росту рослин Вермистим Д забезпечила зростання досліджуваних показників відносно варіанта без застосування препаратів – на 0,177 мг/г сирової речовини. Високі показники вмісту пігментів спостерігались у варіанті з сумісною передпосівною обробкою насіння Біонеостимом із Вермистимом Д, де перевищення за сумою хлорофілів *a* і *b* відносно контролю складало 0,272 мг/г сирової речовини.

Позитивний вплив на накопичення суми хлорофілів *a* і *b* у листках чини посівної також спостерігався за обприскування посівів регулятором росту рослин, де перевищення до контролю складало 0,091 мг/г сирової речовини відповідно. Разом з тим за внесення останнього по фоні II відмічено збільшення вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в порівнянні з контролем у фазі бутонізації чини на 0,300 мг/г сирової речовини, що може свідчити про позитивний рістрегулювальний вплив Вермистиму Д на кореневу й вегетативну системи рослин. Водночас, дещо вище зростання вмісту пігментів спостерігали у варіанті з передпосівною обробкою насіння біопрепаратом і наступним післясходовим внесенням Вермистиму Д, де вміст хлорофілів перевищував контрольний варіант на 0,313 мг/г сирової речовини.

Найвищі показники суми хлорофілів *a* і *b* формувались у варіанті досліді із застосуванням регулятора росту рослин Вермистим Д (8,0 л/га), внесеного на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю Біонеостиму та Вермистиму Д, де перевищення до контролю складало 0,431 мг/г сирової речовини.

У 2023 та 2024 рр. були відмічені подібні залежності за вмістом хлорофілів у листках чини посівної за дії застосовуваних препаратів. Так, у варіанті із передпосівною обробкою насіння Вермистимом Д сума хлорофілів *a+b* перевищувала показники контрольного варіанту на 0,158 та 0,280 мг/г сирової речовини відповідно до років досліджень, а за біопрепарату Біонеостим – 0,222 і 0,317 мг/г сирової речовини, тоді як

за сумісної дії вищезазначених препаратів перевищення до контролю за сумою хлорофілів *a* і *b* складало 0,262 у 2023 році та 0,353 мг/г сирової речовини відповідно у 2024 році.

За обприскування чини Вермистимом Д показник суми хлорофілів *a* і *b* у листках культури у фазі бутонізації перевищував контрольний варіант на 0,073 і 0,131 мг/г сирової речовини відповідно до років досліджень. Комплексне застосування Вермистиму Д (обробка насіння перед сівбою та посівів) забезпечило формування вищого вмісту досліджуваних показників у відношенні до контролю у 2023 році на 0,291 та на – 0,415 мг/г сирової речовини відповідно у 2024 році досліджень.

У варіанті із застосуванням біопрепарату для обробки насіння з наступним післясходовим внесенням регулятора росту рослин Вермистим Д вміст суми хлорофілів *a* і *b* зростав у порівнянні з контролем на 0,317 (2023 р.) та 0,457 (2024 р.) мг/г сирової речовини, водночас у варіанті з використанням цих же препаратів для обробки насіння з наступним обприскуванням посівів Вермистимом Д – 0,406 і 0,495 мг/г сирової речовини.

Вміст фотосинтетичних пігментів у листках чини посівної залежав не лише від застосовуваних препаратів, а й від фази росту і розвитку культури. Так, у фазу цвітіння – утворення бобів культури, коли відмічалась найвища активність ростових процесів рослин, вміст пігментів у листках рослин у порівнянні з фазою бутонізації значно збільшувався (табл. 2).

Зокрема, у 2022 році за передпосівної обробки насінневого матеріалу Вермистимом Д показники суми хлорофілів *a* і *b* у фазі цвітіння – утворення бобів перевищували контроль на 0,141 мг/г сирової речовини, а за інокуляції біопрепаратом Біонеостим – на 0,189 мг/г сирової речовини відповідно.

Водночас, у варіанті з комплексною передпосівною обробкою насіння біопрепаратом і регулятором росту рослин перевищення суми хлорофілів до контролю становило 0,269 мг/г сирової речовини, що було вищим за відповідні показники у варіанті самостійної обробки насіння регулятором росту рослин на 0,128 мг/г сирової речовини, а до варіанту із самостійною обробкою біопрепаратом – на 0,080 мг/г сирової речовини відповідно.

Таблиця 1

Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках чини посівної за використання Біонеостиму і Вермистиму Д (фаза бутонізації, мг/г сирової речовини)

Варіант досліді	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	0,765	0,813	0,854	0,811
БП Біонеостим (1,0 л/т – обробка насіння) Фон I	1,003	1,035	1,171	1,070
PPP Вермистим Д (7,0 л/т – обробка насіння) Фон II	0,942	0,971	1,134	1,016
БП Біонеостим Фон I + PPP Вермистим Д Фон II (Фон III)	1,037	1,075	1,207	1,106
PPP Вермистим Д (8,0 л/га – обробка вегетуючих рослин)	0,856	0,886	0,985	0,909
Фон I + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	1,078	1,130	1,311	1,173
Фон II + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	1,065	1,104	1,269	1,146
Фон III + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	1,196	1,219	1,349	1,255
НІР ₀₅	0,038	0,036	0,042	

У варіанті дослідження із застосуванням регулятора росту рослин Вермистим Д 8,0 л/га, внесення на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю біопрепарату і Вермистиму Д, вміст суми хлорофілів перевищував контроль на 0,355 мг/г сирої речовини, що на 0,086 мг/г сирої речовини перевищувало варіант лише з комплексною передпосівною обробкою насіння біопрепаратом і регулятором росту рослин.

Упродовж досліджень 2023 та 2024 років спостерігалась подібна залежність з накопиченням пігментів у листках чини посівної у фазу цвітіння – утворення бобів за дії біопрепарату і регулятора росту рослин, що й у 2022 році.

У середньому за роки досліджень найвищі показники вмісту суми хлорофілів *a* і *b* у фазу цвітіння – утворення бобів культури були відмічені у варіанті Фон III + посходове внесення Вермистиму Д, де перевищення складало до контролю 0,367 мг/г сирої речовини.

Досить важливим показником фотосинтетичної діяльності посівів є чиста продуктивність фотосинтезу, що характеризує інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю упродовж доби в розрахунку на 1 м² листової поверхні рослин.

Встановлено, що використання для передпосівної обробки насіння чини посівної біопрепарату Біонеостим як окремо, так і сумісно з регулятором росту рослин Вермистим Д, позитивно впливало на показники чистої продуктивності фотосинтезу. Так, у 2022 р. передпосівна обробка насіння чини посівної Біонеостимом у нормі 1,0 л/т сприяла

зростанню чистої продуктивності посівів у міжфазний період бутонізація – цвітіння на 0,15 г/м² за добу у відношенні до контролю (табл. 3). Дещо активніше фотосинтетична продуктивність посівів формувалася у варіантах, де біопрепарат застосовували сумісно з регулятором росту рослин. Так, якщо за окремого застосування Вермистиму Д у нормі 7,0 л/т чиста продуктивність фотосинтезу складала 1,92 г/м² за добу, що на 4% перевищувало контроль, то за внесення цієї ж норми препарату в суміші з Біонеостимом відмічено зростання досліджуваного показника до 2,06 г/м² за добу відповідно, що на 12% перевищувало контроль та на 4% – відповідні показники у варіантах окремої дії Біонеостиму.

Одержані дані свідчать про позитивний вплив композиції досліджуваних препаратів на проходження в рослинах чини посівної 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 сприяло покращенню мінерального забезпечення рослинного організму [5].

За використання регулятора росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га по сходах культури на фоні обробки насіння чини біопрепаратом Біонеостим у нормі 1,0 л/т показник чистої продуктивності фотосинтезу складав 2,14 г/м² за добу при 1,84 г/м² за добу в контролі.

Аналізуючи варіанти дослідження з використанням Біонеостиму та Вермистиму Д для обробки насіння

Таблиця 2

Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках чини посівної за використання Біонеостиму і Вермистиму Д (фаза цвітіння – утворення бобів мг/г сирої речовини)

Варіант дослідження	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,354	1,620	1,775	1,583
БП Біонеостим (1,0 л/т – обробка насіння) Фон I	1,543	1,769	1,946	1,753
PPP Вермистим Д (7,0 л/т – обробка насіння) Фон II	1,495	1,748	1,885	1,709
БП Біонеостим Фон I + PPP Вермистим Д Фон II (Фон III)	1,623	1,887	1,999	1,836
PPP Вермистим Д (8,0 л/га – обробка вегетуючих рослин)	1,455	1,677	1,811	1,648
Фон I + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	1,666	1,957	2,093	1,905
Фон II + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	1,645	1,923	2,042	1,870
Фон III + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	1,709	1,996	2,146	1,950
НІР ₀₅	0,51	0,060	0,053	

Таблиця 3

Чиста продуктивність посівів чини посівної за використання Біонеостиму і Вермистиму Д (г/м² за добу, фази бутонізація – цвітіння)

Варіант дослідження	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,84	2,01	2,26	2,04
БП Біонеостим (1,0 л/т – обробка насіння) Фон I	1,99	2,13	2,45	2,19
PPP Вермистим Д (7,0 л/т – обробка насіння) Фон II	1,92	2,09	2,39	2,13
БП Біонеостим Фон I + PPP Вермистим Д Фон II (Фон III)	2,06	2,20	2,51	2,26
PPP Вермистим Д (8,0 л/га – обробка вегетуючих рослин)	1,87	2,06	2,33	2,09
Фон I + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	2,14	2,37	2,59	2,37
Фон II + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	2,09	2,27	2,54	2,30
Фон III + PPP Вермистим Д (8,0 л/га)	2,21	2,49	2,64	2,45
НІР ₀₅	0,08	0,11	0,09	

перед сівбою з наступною обробкою посівів Вермистимом Д, слід відмітити найбільше зростання чистої продуктивності посівів, що на 0,37 г/м² за добу перевищувало показник контролю. Подібна залежність була відмічена і в 2023 та 2024 рр. досліджень, однак аналіз експериментальних даних засвідчує чітку залежність формування чистої продуктивності фотосинтезу від погодних умов, які у 2022 р. для рослин чини посівної були менш сприятливими за показниками вологи. Зокрема, найнижчу фотосинтетичну продуктивність посівів у контролі (1,84 г/м² за добу) було відмічено у 2022 році.

У середньому за роки досліджень, за обробки насіння сумішшю препаратів Біонеостим (1,0 л/т) з Вермистимом Д (7,0 л/т) чиста продуктивність фотосинтезу посівів перевищувала контроль на 11%. Проте найвищий рівень фотосинтетичної продуктивності посівів формувався у варіанті Фон III + регулятор росту рослин Вермистим Д (8 л/га) і складав 2,45 г/м² за добу при 2,04 г/м² за добу в контролі. Одержані показники фотосинтетичної продуктивності посівів у даному варіанті досліду узгоджуються з даними найвищої фізіолого-біохімічної активності посівів, встановленими нами у інших дослідженнях.

Висновки. Передпосівна обробка насіння біопрепаратом Біонеостим із регулятором росту рослин Вермистим Д з наступним післясходовим внесенням останнього забезпечує створення найбільш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, обумовлених безпосередньою стимулювальною дією біопрепаратів на функціонування пігментного комплексу листового апарату рослин та чистої продуктивності культури. В середньому за роки досліджень у всі досліджувані фази розвитку чини посівної спостерігалось зростання вмісту у листках пігментів та чистої продуктивності фотосинтезу, що в середньому перевищувало контроль на 23–55% – для хлорофілу та на 20% – чиста продуктивність фотосинтезу.

Література

1. Гуляев Б. І. Екофізіологія фотосинтезу: досягнення, стан та перспективи досліджень. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. 2001. №1. С. 60–74.
2. Марченко К. Ю. Фотосинтетична продуктивність посівів вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). с. Центральне. Україна. 2021. С. 72–73. Електронний ресурс: <http://confer.uisr.sops.gov.ua>.
3. Domaratskiy E., Shcherbakov V., Bazaliy V. [et al.]. Analysis of Synergetic Effects from Multifunctional Growth Regulating Agents in the of Sunflower Mineral Nutrition System. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical. 2019. №10(2). P. 301–308. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10\(2\)/\[41\]](http://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10(2)/[41]).
4. 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.

5. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2022. Вип. 77. С. 62–67.

6. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Коробко О. О. Елементи біологізованої технології вирощування нуту. Рекомендації виробництву. Черкаси: «Брама-Україна». 2019. 24 с.

7. Карпенко В. П., Полторецький С. П., Притуляк Р. М. та ін. Елементи біологізації в рослинництві : рекомендації виробництву (монографія); за ред. В. П. Карпенка. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 112 с.

8. Бойко Я. О. Вплив гербіциду МаксіМокс за сумісного використання з біологічними препаратами на вміст хлорофілу в рослинах гороху озимого. Новини науки та прикладні науки розробки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 28 жовтня 2018 р.). Львів. 2018. Т. 5. С. 76–78.

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

10. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії: [підруч.]; за ред. В. О. Єщенка. К.: Дія. 2005. 288 с.

References

1. Huliaiev B. I. (2001). Ekofiziologhiia fotosintezu: dosiahnennia, stan ta perspektyvy doslidzhen. [Ecophysiology of photosynthesis: achievements, state and prospects of research]. Fiziologhiia roslyn v Ukraini na mezhi tysiacholit. №1. S. 60–74 [in Ukrainian].
2. Marchenko K. Yu. (2021). Fotosyntetychna produktyvnist posiviv vivsa holozernoho za dii biolohichnykh preparativ. Seleksiia, henetyka ta tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur. [Photosynthetic productivity of whole-grain oat crops under the influence of biological preparations. Breeding, genetics and technologies of growing agricultural crops]. Materialy IX Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh i spetsialistiv (s. Tsentralne, 23 kvitnia 2021 r.). S. Tsentralne. Ukraina. S. 72–73. Elektronnyi resurs: <http://confer.uisr.sops.gov.ua> [in Ukrainian].
3. Domaratskiy E., Shcherbakov V., Bazaliy V. [et al.]. (2019). Analysis of Synergetic Effects from Multifunctional Growth Regulating Agents in the of Sunflower Mineral Nutrition System. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical. №10(2). P. 301–308. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10\(2\)/\[41\]](http://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10(2)/[41]) [in English].
4. Karpenko V. P., Novikova T. P., Prytuliak R. M., Hnatiuk M. H. (2019). Vmist pihmentiv u lystkakh sochevytsi za dii biolohichnykh preparativ. [Content of pigments in lentil leaves under the influence of biological preparations]. Naukovi horyzonty. Visnyk ZhNaEU. №7(80). Zhytomyr. S. 41–47 [in Ukrainian].

5. Marchenko K. Yu. (2022). Vmist khlorofilu ta chysta produktyvnist fotosyntezy vivsa holozernoho za dii biolohichnykh preparativ. Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. [Chlorophyll content and net photosynthetic productivity of whole-grain oats under the action of biological preparations. Irrigated agriculture: interdepartmental thematic scientific collection]. Kherson: Vydavnychiy dim «Helvetyka». Vyp. 77. S. 62–67 [in Ukrainian].

6. Karpenko V. P., Prytuliak R. M., Korobko O. O. (2019). Elementy biolohizovanoi tekhnolohii vyroshchuvannia nutu. Rekomendatsii vyrobnytstvu. [Elements of biological technology of chickpea cultivation. Recommendations for production]. Cherkasy: «Brama-Ukraina». 24 s. [in Ukrainian].

7. Karpenko V. P., Poltoretskyi S. P., Prytuliak R. M. ta in. (2017). Elementy biolohizatsii v roslynnytstvi : rekomendatsii vyrobnytstvu (monohrafiia) ; za red. V. P. Karpenka. [Elements of biologization in crop production: recommendations for production (monograph); under the editorship V. P. Karpenko]. Uman : Vydavets «Sochinskyi M. M.». 112 s. [in Ukrainian].

8. Boiko Ya. O. (2018). Vplyv herbitsydu MaksiMoks za sumisnoho vykorystannia z biolohichnymy preparatamy na vmist khlorofilu v roslynakh horokhu ozymoho. Novyny nauky ta prykladni naukovi rozrobky: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (m. Lviv, 28 zhovtnia 2018 r.). [Effect of MaxiMox herbicide in combination with biological preparations on the content of chlorophyll in winter pea plants. Science news and applied scientific developments: materials of the International Scientific and Practical Conference (Lviv, October 28, 2018)]. Lviv. T.5. S. 76–78 [in Ukrainian].

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

10. Yeshchenko V. O., Kopytko P. H., Opryshko V. P., Kostohryz P. V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: [pidruch.]; za red. V. O. Yeshchenka. [Basics of scientific research in agronomy: [subscription]/Undertheeditorship V.O.Yeshchenko]. K.: Diia. 288 s. [in Ukrainian].