УДК 581.132:633.34]:631.847](045)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.151.3

ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ В ЛИСТКАХ СОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Гайдай І.В. *– аспірант кафедри агробіології та біохімії,*
Уманський національний університет
orcid.org/0009-0006-9331-6881

Нині в Україні значна увага приділяється альтернативним способам ведення сільського господарства, які б забезпечували максимальну урожайність з екологічними показниками якості. Це можна простежити на прикладі бобових культур з їх здатністю до біологічної фіксації азоту.

Сучасні біологічні препарати з ріст стимулювальними властивостями широко застосовуються у сільськогосподарському виробництві, проте практичні та теоретичні основи їх дії на процеси фотосинтезу, вміст хлорофілу, формування та функціонування симбіотичних систем і продуктивність посівів сої потребують подальшого вивчення.

Досліди виконували в польових і лабораторних умовах кафедри агробіології та біохімії Уманського національного університету упродовж 2024–2026 років. Дію біологічних препаратів Ековітал та Біонеостим вивчали в посівах сої сорту Аннушка.

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

Метеорологічні умови в роки досліджень були типовими для регіону із незначними відхиленнями за вологозабезпеченням, однак у цілому були сприятливими для вирощування сої.

Польові досліди закладали систематичним методом. Повторність досліду – триразова. Схема досліду включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою біологічними препаратами Ековітал (0,2 л на посівну норму) і Біонеостим (1,0 л/т) з наступним застосуванням на їх фоні Біонеостиму нормою 1,5 л/га. Насіння сої за добу до сівби обробляли біопрепаратами та їх сумішами. На фоні обробки насіння сої Ековіталом і Біонеостимом посіви у фазі третього трійчастого листка обприскували акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 Біонеостимом у нормі 1,5 л/га із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га.

Вміст у листках сої суми хлорофілів (a+b) визначали за методикою, описаною З. М. Грицаєнко і ін.

Встановлено, що комплексне використання Ековіталу (обробка насіння 0,2 л на посівну норму) з Біонеостимом (обробка насіння 1,0 л/т) для обробки насіння перед сівбою та внесення по даному фону Біонеостиму (1,5 л/га) забезпечувало суттєве зростання вмісту в листках сої суми хлорофілів, яка за роками досліджень і фазами розвитку культури перевищувала в середньому контрольний варіант на 14–30%. Це є свідченням створення більш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, обумовлених безпосередньою стимулювальною дією біопрепаратів на функціонування пігментного комплексу листкового апарату культури.

Ключові слова: *соя, біологічні препарати, вміст хлорофілу.*

Haidai I.V. Chlorophyll content in soybean leaves under the application of biological preparations

Nowadays, considerable attention in Ukraine is being paid to alternative farming practices that can ensure maximum crop yields while maintaining high environmental quality standards. This can be demonstrated by leguminous crops and their ability to biologically fix atmospheric nitrogen.

© Гайдай І.В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Modern biological preparations with growth-stimulating properties are widely used in agricultural production; however, the practical and theoretical foundations of their effects on photosynthetic processes, chlorophyll content, the formation and functioning of symbiotic systems, and soybean crop productivity require further study.

The experiments were conducted under field and laboratory conditions at the Department of Agrobiology and Biochemistry of Uman National University during 2024–2026. The effects of the biological preparations Ecovital and Bioneostym were studied in soybean crops of the Annushka variety.

The soil of the experimental field was a heavy loamy chernozem, podzolized on loess, with a humus content of 3.5% in the arable layer. The content of mobile phosphorus and potassium compounds (according to Chirikov's method) was 88 and 132 mg/kg, respectively; the content of readily hydrolyzable nitrogen compounds (according to Kornfield's method) was 103 mg/kg. The salt pH pHKCl was 6.2, and the hydrolytic acidity was 2.26 cmol/kg of soil.

The meteorological conditions during the study years were typical for the region, with minor deviations in moisture availability; overall, however, they were favorable for soybean cultivation.

Field experiments were established using the systematic method. The experiment was conducted in triplicate. The experimental design included treatments involving pre-sowing seed treatment with the biological preparations Ecovital (0.2 L per seeding rate) and Bioneostym (1.0 L/t), followed by the application of Bioneostym at a rate of 1,5 L/ha. Soybean seeds were treated with the biological preparations and their mixtures one day before sowing. In the treatments where soybean seeds were treated with Ecovital and Bioneostym, the crops were sprayed at the third trifoliate leaf stage using a battery-powered backpack sprayer DS-3WF-3 with the plant growth regulator Bioneostym at a rate of 1.5 L/ha, based on a working solution application volume of 200 L/ha.

The total chlorophyll content (a+b) in soybean leaves was determined according to the method described by Z. M. Hrytsaienko et al.

It was established that the combined use of Ecovital (seed treatment at 0.2 L per seeding rate) and Bioneostym (seed treatment at 1.0 L/t) before sowing, followed by the application of Bioneostym (1.5 L/ha), resulted in a significant increase in the total chlorophyll content in soybean leaves. Across the years of the study and different growth stages of the crop, the chlorophyll content exceeded that of the control treatment by an average of 14–30%. This indicates the creation of more favorable conditions for physiological and biochemical processes in plants, including photosynthesis, due to the direct stimulatory effect of the biological preparations on the functioning of the pigment complex of the crop's leaf apparatus.

Key words: *soybean, biological preparations, chlorophyll content.*

Постановка проблеми. Нині в Україні значна увага приділяється альтернативним способам ведення сільського господарства, які б забезпечували максимальну урожайність з екологічними показниками якості. Це можна простежити на прикладі бобових культур з їх здатністю до біологічної фіксації азоту. Даний процес є екологічно чистим та здійснюється в комплексі з бактеріями на фоні енергії фотосинтезу, інтенсивність якої регулюється рослиною [1, с. 8–12; 2, с. 8–11]. Зважаючи на це, вивчення ключових складових фотосинтетичних процесів, у т.ч. вмісту хлорофілу в рослинах сої за розрізненої і комплексної дії біологічних препаратів, є нині досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковці [3, с. 30; 4, с. 7, 12–14] констатують, збільшення виробництва сільськогосподарської продукції базується на досягненнях генетичної інженерії, селекції нових сортів рослин з більш потужним проходженням у них фотосинтетичних процесів, вмісту в листках хлорофілу та застосуванні біологічних препаратів, які не лише підвищують урожайність, покращують якість вирощеної продукції, а й збільшують стійкість рослин до захворювань та стресових чинників. На їх фоні знижуються норми використання пестицидів, що сприяє збереженню чистоти навколишнього середовища та отриманню екологічно чистої продукції.

Застосування біологічних препаратів для обробки насіння і вегетуючих рослин сприяє активації процесів хлоропластогенезу [6, с. 110–112], завдяки чому

в рослинах підвищується вміст хлорофілу, стимулюється ріст і розвиток, підвищується стійкість до стресових чинників. Водночас біологічні препарати регулюють перебіг низки фізіологічних процесів у рослинах сої, таких як дихання і фотосинтез [7, с. 14; 8, с. 104].

Встановлено [9, с. 395; 10, с. 63], що біологічні препарати здійснюють стимулювальний вплив на ріст бобових рослин у фазах стеблування і цвітіння, підвищують фотосинтетичну діяльність, вміст у листках пігментів, покращують показники симбіотичної азотфіксації, а у фазу цвітіння – вони зумовлюють наближення даних показників до максимальних.

За даними науковців [11, с. 8. 19–21; 12, с. 15–17], біологічні препарати стимулюють наростання рослинами біомаси, впливаючи, таким чином, на перерозподіл асимілятів, накопичення органічної речовини і хлорофілу у вирощуваних культур.

Дослідженнями В. П. Карпенка і Р. М. Притуляка [13, с. 61–63] доведено, що за внесення біопрпаратів Агат-25К і Агростимулін у листках ячменю ярого до 20% зростав вміст хлорофілу, при цьому формувався оптимальний за площею листковий апарат (150,3 і 148,4 см^2), який забезпечував найвищу фотосинтетичну продуктивність посівів – відповідно 5,8 і 5,7 при 4,3 г/м^2 за добу в контролі.

Сучасні біологічні препарати з рістстимулювальними властивостями широко застосовуються у сільськогосподарському виробництві, проте практичні та теоретичні основи їх дії на процеси фотосинтезу, вміст хлорофілу, формування та функціонування симбіотичних систем і продуктивність посівів сої потребують подальшого вивчення.

Постановка завдання. Досліди виконували в польових і лабораторних умовах кафедри агробіології та біохімії Уманського національного університету упродовж 2024–2026 років. Дію біологічних препаратів Ековітал та Біонеостим вивчали в посівах сої сорту Аннушка.

Ґрунт дослідного поля чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом в орному шарі гумусу 3,5%, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 88 і 132 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг, рНсол – 6,2, гідролітична кислотність – 2,26 смоль/кг грунту [14, с. 61–63].

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

Польові досліди закладали систематичним методом. Повторність досліду – триразова. Схема досліду включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою біологічними препаратами Ековітал (0,2 л на посівну норму) і Біонеостим (1,0 л/т) з наступним застосуванням на їх фоні Біонеостиму нормою 1,5 л/га. Насіння сої за добу до сівби обробляли біопрепаратами та їх сумішами. На фоні обробки насіння сої Ековіталом і Біонеостимом посіви у фазі третього трійчастого листка обприскували акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 регулятором росту рослин Біонеостим у нормі 1,5 л/га із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га. Деталізовану схему досліду приведено у таблицях.

Вміст у листках сої суми хлорофілів ($a+b$) визначали за методикою, описаною З. М. Грицаєнко і ін. [15, с. 21–23].

Виклад основного матеріалу дослідження. Проведені дослідження засвідчили залежність вмісту хлорофілу в листках сої від норм і способів застосування препаратів, фази розвитку культури та погодних умов, що складалися у роки проведення досліджень (табл. 1, 2). Так, отримані дані з вмісту хлорофілу в листках

сої узгоджуються із погодними умовами, які були найсприятливішими за температурним та водним режимами для рослин у 2024 році.

Аналізуючи вміст суми хлорофілів (*a*+*b*) у листках сої у фазу бутонізації (табл. 1), можна зазначити, що за використання для обробки насіння перед сівбою біологічного препарату Ековітал (обробка насіння 0,2 л на посівну норму) він перевищував показники контролю на 13%. За посходового застосування біопрепарату Біонеостим у нормі 1,5 л/га вміст суми хлорофілів (*a*+*b*) зростав відносно контролю в 2024 році на 4%. Використання Біонеостиму в нормі 1,5 л/га, внесеного по фону біопрепарату Ековітал (обробка насіння 0,2 л на посівну норму), забезпечило зростання досліджуваного показника у 2024 році на 14% відповідно проти контрольного варіанту. Поряд з тим найвищий вміст хлорофілів у листках сої відмічено за використання для передпосівної обробки насіння суміші Ековіталу (обробка насіння 0,2 л на посівну норму) із Біонеостим (1,0 л/т) за наступного обприскування посівів Біонеостимом (1,5 л/га), що на 26% перевищувало показники контролю. Аналогічні дані були отримані нами у 2025 і 2026 роках досліджень.

Таблиця 1

Вміст суми хлорофілів (*a*+*b*) у листках сої за використання біопрепаратів Ековітал і Біонеостим (фаза бутонізації, мг/г сирої речовини)

Варіант досліду	2024 р.	2025 р.	2026 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	1,182	1,140	0,994	1,105
Ековітал (обробка насіння 0,2 л на посівну норму) Фон I	1,336	1,220	1,093	1,216
Біонеостим (обробка насіння 1,0 л/т) Фон II	1,253	1,186	1,064	1,168
Ековітал + Біонеостим (обробка насіння сумішшю препаратів) ФОН III	1,418	1,277	1,133	1,276
Біонеостим (обробка вегетуючих рослин 1,5 л/га)	1,229	1,162	1,043	1,151
Фон I + Біонеостим 1,5 л/га	1,347	1,243	1,113	1,240
Фон II + Біонеостим 1,5 л/га	1,300	1,197	1,083	1,193
Фон III + Біонеостим 1,5 л/га	1,489	1,301	1,182	1,324
$НІР_{05}$	0,047	0,040	0,031	

Аналіз одержаних даних із вмісту хлорофілів (*a*+*b*) у листках сої продемонстрував схожу залежність впливу досліджуваних біологічних препаратів Ековітал та Біонеостим і в фазу цвітіння рослин (табл. 2). Так, у середньому за роки досліджень за дії Біонеостиму в нормі 1,5 л/га вміст хлорофілів у листках сої відносно контролю збільшувався на 4%. Разом з тим, за комплексного використання Біонеостиму в нормі 1,5 л/га по фону Біонеостим (обробка насіння 1,0 л/т) перевищення за вмістом відносно контролю складало 0,214 мг/г сирої речовини. За сумісного застосування Ековіталу (обробка насіння 0,2 л на посівну норму) з Біонеостим (обробка насіння 1,0 л/т) вміст хлорофілів підвищувався у порівнянні з варіантами самостійної дії даних препаратів і перевищував контрольний варіант на 21%.

Використання Ековіталу (обробка насіння 0,2 л на посівну норму) з Біонеостимом (1,0 л/т) для обробки насіння з наступною обробкою посівів Біонеостимом (1,5 л/га) забезпечило найвищі показники вмісту суми хлорофілів у листках сої відносно контрольного варіанту – 25%.

Таблиця 2

Вміст суми хлорофілів (*a+b*) у листках сої за використання біопрепаратів Ековітал і Біонеостим (фаза цвітіння, мг/г сирої речовини)

Варіант досліду	2024 р.	2025 р.	2026 р.	Середнє за три роки
Без застосування препаратів (контроль)	2,230	2,109	1,794	2,044
Ековітал (обробка насіння 0,2 л на посівну норму) Фон I	2,609	2,362	2,045	2,339
Біонеостим (обробка насіння 1,0 л/т) Фон II	2,431	2,236	1,920	2,196
Ековітал + Біонеостим (обробка насіння сумішшю препаратів) ФОН III	2,765	2,489	2,171	2,475
Біонеостим (обробка вегетуючих рослин 1,5 л/га)	2,364	2,172	1,866	2,134
Фон I + Біонеостим 1,5 л/га	2,676	2,425	2,099	2,400
Фон II + Біонеостим 1,5 л/га	2,498	2,320	1,955	2,258
Фон III + Біонеостим 1,5 л/га	2,899	2,552	2,243	2,565
$НІР_{05}$	0,097	0,050	0,042	

Висновки. Комплексне використання Ековіталу (обробка насіння 0,2 л на посівну норму) з Біонеостимом (обробка насіння 1,0 л/т) для обробки насіння перед сівбою та внесення по даному фону Біонеостиму (1,5 л/га) забезпечує суттєве зростання вмісту суми хлорофілів, що за роками досліджень і фазами розвитку культури перевищує в середньому контрольний варіант на 14–30% та свідчить про створення більш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, обумовлених безпосередньою стимулювальною дією біопрепаратів на функціонування пігментного комплексу листкового апарату культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Коць С. Я., Михалків Л. М. Фізіологія симбіозу та азотне живлення люцернии. Київ : Логос, 2005. 300 с.

2. Тодосійчук О. В. Вміст хлорофілу й чиста продуктивність фотосинтезу чини посівної за дії біологічних препаратів. *Вісник Уманського НУС*. 2024. № 2. С. 7–12. DOI: 10.32782/2310-0478-2024-2-7-12

3. Таран Н. Ю., Свєтлова Н. Б., Оканенко О. А. та ін. Регулятори росту у формуванні адаптивних реакцій рослин до посухи. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 8. С. 29–32.

4. Біологізована технологія вирощування чини посівної : монографія / В. П. Карпенко та ін. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2025. 104 с.

5. Волкогон В. В., Сальник В. П. Значення регуляторів росту рослин у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціацій. *Фізіологія і біохімія культ. рослин*. 2005. № 3. С. 187–197.

6. Кохан А. В., Самойленко О. А., Лень О. І. [та ін.]. Продуктивність чини посівної залежно від мінерального живлення та інокуляції насіння в умовах Лівобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 109–115.

7. Івасюк Ю. І., Карпенко В. П., Грицаєнко З. М. Симбіотичний стан посівів за дії біологічно активних речовин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 2. С. 13–16.

8. Конончук О. Б., Пида С. В., Пономаренко С. П. Ростові процеси та бобово-ризобіальний симбіоз сої культурної за передпосівної обробки насіння рістрегуляторами Регоплант і Стімпо. *Агробіологія*. 2012. Вип. 9 (96). С. 103–107.

9. Тодосійчук О. В. Вплив біологічних препаратів на ростові процеси чини посівної. *The 16th International Scientific and Practical Internet conference "Modern Movement of Science"* (October 14-15), Dnipro, Ukraine. 2024. P. 394–395.

10. Іутинська Г. О. Вплив регуляторів росту рослин на продуктивність сої. *Агроекологічний журнал*. 2004. № 1. С. 62–64.

11. Фурдичко О. І. Агроекологія: монографія. Київ : Аграрна наука. 2014. 400 с.

12. Даценко А. А. Ростові процеси гречки за дії біологічних препаратів. Матеріали Міжнародної. наук.-практ. Інтернет-конференції [*Актуальні наукові дослідження у сучасному світі*] (Переяслав-Хмельницький. 13–14 июня, 2015 г.). Переяслав-Хмельницький, 2015. Вип. 1. Ч. 1. С. 114–117.

13. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Фізіологічні зміни в рослинах ячменю ярого за дії біологічно активних речовин. *Вісник Уманського НУС*. 2014. № 1 С. 60–64.

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

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

Дата першого надходження статті до видання: 04.09.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 19.10.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.11.2026