

## ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ СОЇ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ПРЕПАРАТІВ БІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

**ЦИГАНСЬКА О.І.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
провідний науковий співробітник,

[orcid.org/0000-0002-4046-1034](https://orcid.org/0000-0002-4046-1034)

Вінницький національний аграрний університет

**ШЕВЧУК О.В.** – аспірант

[orcid.org/0009-0003-8950-1513](https://orcid.org/0009-0003-8950-1513)

Вінницький національний аграрний університет

**МАШЕНКО В.В.** – аспірант

[orcid.org/0009-0004-6914-5184](https://orcid.org/0009-0004-6914-5184)

Вінницький національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** У сучасних реаліях розвитку аграрного сектору в багатьох провідних країнах світу спостерігається чітка тенденція до поступового переходу від інтенсивного застосування хімічних засобів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур до активного впровадження альтернативних біологічних препаратів із різноманітними механізмами дії [1]. Ці засоби сприяють збереженню та відновленню органічної речовини в ґрунті, прискорюють розкладання залишків кореневої та стеблової маси, стимулюють синтез складних органічних сполук, зокрема гумусу. Важливим елементом цих процесів виступають бактерії, які в ході своєї життєдіяльності забезпечують трансформацію атмосферного азоту в органічні азотові сполуки, доступні для поглинання рослинами [2, 3]. Проблема симбіотичної фіксації азоту є однією з головних тем сучасної біології завдяки її значущості як у науково-дослідницькій сфері, так і в практичному використанні. Ця тема має особливу важливість, проте багато її аспектів залишаються недостатньо вивченими. Впровадження біологічних препаратів у системи удобрення сільськогосподарських культур створює можливості для часткової заміни мінерального азоту з добрив на той, що фіксується мікроорганізмами з атмосфери.

Водночас, слід пам'ятати, що застосування біопрепаратів не виключає необхідності оптимального внесення мінеральних добрив. Це пояснюється тим, що нестача макро- та мікроелементів на початкових етапах росту рослин може негативно вплинути на ключові фізіолого-біохімічні процеси, такі як метаболізм і фотосинтез, що у свою чергу гальмує їхній розвиток. Збалансоване живлення рослин із залученням поживних речовин та активної участі мікроорганізмів сприяє реалізації їхнього генетичного потенціалу й забезпечує формування високих стабільних врожаїв. Одним із найефективніших технологічних засобів для збільшення кількості та фізіологічної активності корисних мікроорганізмів у прикореневій зоні є використання мікробних біопрепаратів у складі комплексних систем удобрення [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За результатами досліджень проведених в Уманському

національному університеті садівництва встановлено, що обробка насіння сої симбіотичними бактеріями та мікоризою забезпечила суттєве зростання біометричних показників рослин. За цих умов площа листової поверхні підвищилася на 10,6–16,6 %, кількість бобів на рослині була більшою контролю на 23,7–27,8 %, а їх маса відповідно на 16,2–19,4 %. Встановлено, що комплексне використання препаратів Різолан і Мусофренд було найефективнішим у досліді і сприяло зростанню урожайності на 15,0 % і 15,8 % або 1,7 і 3,1 т/га [5].

Дослідженнями проведеними у Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН встановлено, що використання біопрепаратів, забезпечують зростання рівня урожайності на 0,14–0,60 т/га (6,6–28,2 %). Максимальна у досліді урожайність зерна сої була зафіксована на варіантах, де обробку насіння проводили препаратами ХайКот Супер Соя + Екстендер (2,73 т/га) та ХіСтік Соя (2,52 т/га), при цьому прибавка становила 28,2 та 18,3 % [6].

Дослідженнями проведеними у Вінницькому національному аграрному університеті, доведено позитивний вплив біодобрив різного механізму дії на формування показників індивідуальної продуктивності рослин сої. Так, внесення у передпосівну культивуацію біодобрива Граунфікс (5 л/га), а також обробка насіння препаратом Мікофренд (1,5 л/т) на фоні мінерального удобрення  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , та забезпечили максимальні показники елементів структури врожаю, при цьому: кількість бобів на одній рослині становила 27,2 шт. (на контролі 19,3 шт.), кількість зерен з однієї рослини – 47,2 шт. (37,5 шт. на контролі), маса зерен з рослини – 7,6 г (5,43 г на контролі), а маса 1000 зерен – 160,9 г (145,1 г на контролі) [7].

**Мета.** Метою нашого дослідження було вивчення впливу передпосівної обробки насіння інокулянтном у поєднанні із сучасними біологічними препаратами на основі фосфор-калій мобілізуючих та мікоризоутворюючих бактерій на формування індивідуальної продуктивності рослин та урожайності зерна сої.

**Матеріали та методика проведення досліджень.** Польові дослідження проводились впродовж



2024 – 2025 років на дослідному полі НДГ «Агрономічне» ВНАУ, розташованому в с. Агрономічне. Територія дослідного поля рівнинна. Ґрунт дослідного поля сірий лісовий. Схема польового дослідження: *Фактор А – Сорт*: 1) Артеміда; 2) Монро. *Фактор В – Біологічні препарати* 1) Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння) (контроль); 2) Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння) + Мікофренд (1,5 л/т насіння); 3) Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння) + Граундфікс Екстрим (4 л/га); 4) Біоінокулянт-БТУ(3 л/т насіння) + Мікофренд (1,5 л/т насіння) + Граундфікс Екстрим (4 л/га). Фенологічні спостереження і відповідні обліки проводили згідно із фаховими методиками [8].

**Результати досліджень.** Встановлено, що проведення обробки насіння збільшувало кількість продуктивних вузлів на 11,2–24,2 %. Встановлено, що максимальна кількість бобів 41,9 шт. у сорту Артеміда формувалася у варіанті де застосовували комплекс препаратів Біоінокулянт-БТУ + Мікофренд + Граундфікс Екстрим, що перевищувало контроль на 1,6 шт. У сорту Монро найбільша кількість бобів також зафіксована на аналогічному варіанті і становила, відповідно, 39,3 шт., що на 8,5 шт. більше контролю (рис 1.).

Найбільша кількість насінин в одному бобі була зафіксована у сорту Артеміда на контролі, і становила 3,4 шт., тоді як найменший показник кількості насінин був у сорту Монро у варіанті де застосовувався комплекс препаратів Біоінокулянт-БТУ+Мікофренд + Граундфікс Екстрим, і становив 3,0 шт.

Максимальна маса зерен з рослини 10,3–11,8 г у сортів Артеміда та Монро зафіксована у варіантах де проводили комплексну обробку насіння і вносили біодобриво. Найнижча маса насінин з рослини у даних сортів відмічалась на контролі, і становила відповідно 8,2-9,2 г.

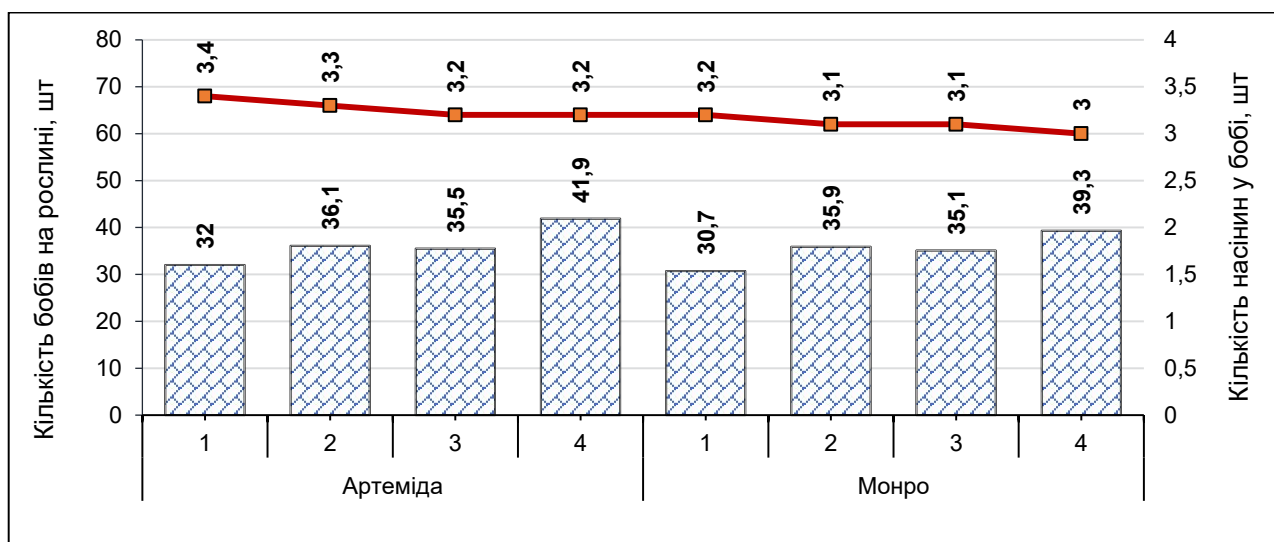
На контрольних варіантах у сорту Монро маса 1000 зерен становила 126,8 г, у сорту Артеміда на 2,9 г

менше. На варіантах дослідження із проведенням обробки насіння препаратами Біоінокулянт-БТУ і Мікофренд та внесення ґрунтового біодобрива Граундфікс Екстрим на варіантах із сортом Монро маса 1000 зерен становила 132,4 г, а із сортом Артеміда 129,2 г, це найвищі показники по всіх варіантах дослідження. Відповідно і рівень урожайності зерна зростає із збільшенням показників індивідуальної продуктивності рослин.

За період досліджень сорти сої забезпечували врожайність зерна у межах 3,26–4,03 т/га, у розрізі варіантів дослідження. Використання досліджуваних препаратів позитивно вплинуло на формування врожайності культури. Встановлено, що використання комплексу біодобрив Біоінокулянт-БТУ у поєднанні з Граундфікс Екстрим забезпечувало додатковий приріст врожайності на рівні 9,0–10,1 %, залежно від досліджуваного сорту.

Суттєве підвищення врожайності зафіксовано при використанні препарату Мікофренд. У досліджуваних варіантах, де застосовували комплекс біодобрив Біоінокулянт-БТУ разом із Мікофрендом, було зафіксовано приріст урожайності на рівні 6,5–7,5 %. Найвищий показник врожайності зафіксований у сорту Монро на варіанті, де комплексно застосовували препарати Біоінокулянт-БТУ, Мікофренд та Граундфікс Екстрим, за цих умов врожайність становила 4,03 т/га. Загалом комбінація вищенаведених препаратів забезпечила підвищення рівня урожайності у межах 17,8–18,2 %.

**Висновки.** За результатами аналізу структури врожайності сої у середньому за 2024-2025 роки було виявлено позитивний ефект від поєднання препаратів Біоінокулянт-БТУ, Мікофренд разом із внесенням ґрунтового біодобрива Граундфікс, при цьому зафіксовано максимальну кількість бобів на рослину: 41,9 шт./рослину у сорту Артеміда і 39,3 шт./рослину у сорту Монро. Також було відзначено найбільшу масу насіння з однієї



**Рис. 1.** Динаміка кількості бобів на рослині та насінин у бобі залежно від оптимізації системи удобрення, шт., у середньому за 2024–2025 рр.

**Примітка:** 1. Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння) (контроль); 2. Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння) + Мікофренд (1,5 л/т насіння); 3. Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння) + Граундфікс Екстрим (4 л/га); 4. Біоінокулянт-БТУ(3 л/т насіння) + Мікофренд (1,5 л/т насіння) + Граундфікс Екстрим (4 л/га).

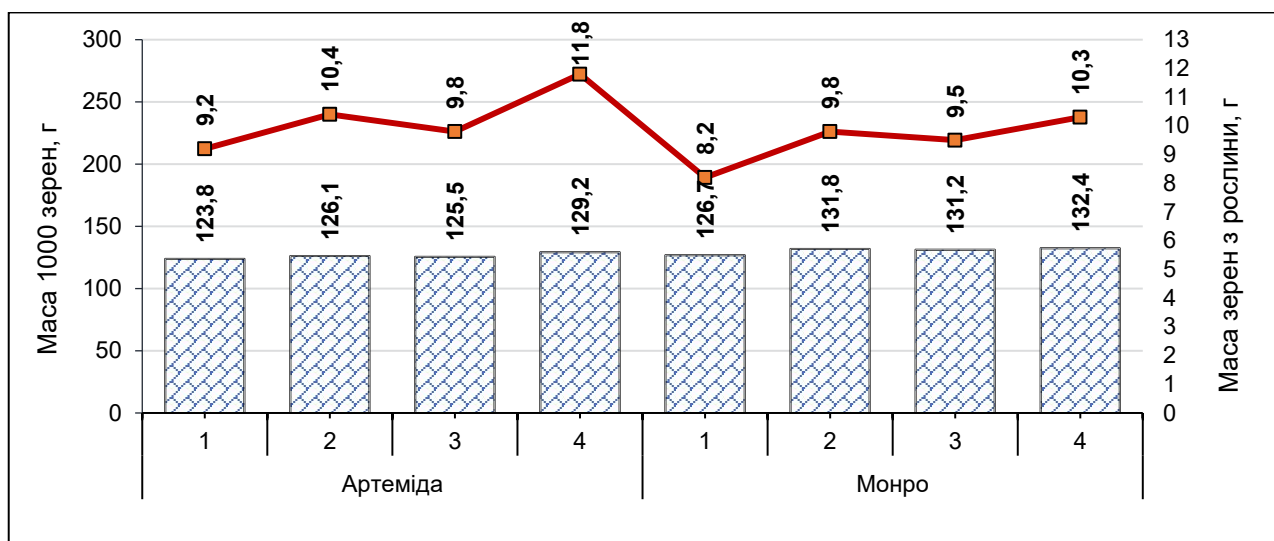


Рис. 2. Вплив досліджуваних факторів на формування маси зерен з рослини і маси 1000 зерен, г, у середньому за 2024 – 2025 рр.

Примітка: 1. Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння) (контроль); 2. Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння) + Мікофренд (1,5 л/т насіння); 3. Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння) + Граундфікс Екстрим (4 л/га); 4. Біоінокулянт-БТУ(3 л/т насіння) + Мікофренд (1,5 л/т насіння) + Граундфікс Екстрим (4 л/га).

Таблиця 1

Урожайність сої залежно від сорту та біопрепаратів, т/га, у середньому за 2024–2025 рр.

Сорт	Обробка насіння	Урожай-ність, т/га	Приріст	
			т/га	%
Артеміда	Біоінокулянт-БТУ(контроль)	3,26	-	-
	Біоінокулянт-БТУ + Мікофренд	3,52	0,26	7,5
	Біоінокулянт-БТУ + Граундфікс Екстрим	3,60	0,34	10,1
	Біоінокулянт-БТУ + Мікофренд+ Граундфікс Екстрим	3,86	0,60	17,8
Монро	Біоінокулянт-БТУ(контроль)	3,41	-	-
	Біоінокулянт-БТУ + Мікофренд	3,63	0,23	6,5
	Біоінокулянт-БТУ + Граундфікс Екстрим	3,72	0,32	9,0
	Біоінокулянт-БТУ + Мікофренд+ Граундфікс Екстрим	4,03	0,63	18,2

НІР<sub>0,05</sub> т/га (2024–2025 рр.) А– 0,12–0,15; В– 0,14–0,18; АВ–0,18–0,23.

рослини, яка становила 10,3–11,8 г. Комплексне застосування препаратів Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння), Мікофренд (1,5 л/т насіння) та Граундфікс Екстрим (4 л/га під час передпосівної культивування) дало змогу досягти найвищої врожайності зерна: 4,03 т/га для сорту Монро та 3,86 т/га для сорту Артеміда. При цьому приріст врожайності порівняно з контролем склав 17,8–18,2 %.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

- Дідур І.М., Ткачук О.П., Циганський В.І., Циганська О.І., Агробіологічне обґрунтування біологізованих систем живлення сої та гороху: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2025. 468 с.
- Шовкова О.В., Шевніков М.Я., Міленко О.Г. Особливості формування насінневої продуктивності рослинами сої залежно від елементів технології

вирощування. Наукові доповіді НУБіП України. 2020. № 2 (84). С. 167-175. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovid2020.02.015>

- Крижанівський М.В., Бахмат О.М. Продуктивність сої залежно від застосування органічних добрив, інокуляції насіння та регуляторів росту рослин. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2022. № 37. С. 26-31. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-4>.
- Бородай В.В., Косовська Н.А., Парфенюк А.І., Тертична О.В. Вплив біопрепаратів Фітохелп і Мікохелп на мікробіоту ґрунту за вирощування сої (glycine max (L.) Merr.). Агроекологічний журнал. 2022. № 1. С. 99-109. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255183>
- Яценко В.В. Формування продуктивності сої овочевої за використання біоінокулянтів та

- мікоризоутворюючого препарату. Таврійський науковий вісник. 2022. № 125. С. 111-118. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.16>
6. Кобак С. Я. Якісна інокуляція – перший крок до високого врожаю. *Агрономія сьогодні*. 2016. № 1-2. С. 53–55.
  7. Дідур І.М., Циганський В.І. Вплив мікоризації насіння та ґрунтового біодобрива на формування індивідуальної продуктивності рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 31. С. 5-15. DOI:10.37128/2707-5826-2023-4-1
  8. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник /За ред. В.О. Єщенка. К.: Дія. 2005. 288 с.

## REFERENCES:

1. Didur I. M., Tkachuk O. P., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O. I. (2025), Ahrobiolohichne obgruntuvannia biolohizovanykh system zhyvlennia soi ta horokhu [Agro-biological justification of biologized soybean and pea nutrition systems]: monohrafiia. Vinnytsia: TVORY. 468 s [in Ukrainian].
  2. Shovkova O.V., Shevnikov M.Ya., Milenko O.H. (2020) Osoblyvosti formuvannia nasinnievoi produktyvnosti roslynami soi zalezno vid elementiv tekhnologii vyroshchuvannia [Peculiarities of the formation of seed productivity by soybean plants depending on the elements of cultivation technology]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. № 2 (84). S. 167-175. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.015>. [in Ukrainian].
  3. Kryzhanivskyi M.V., Bakhmat O.M. (2022) Produktyvnist soi zalezno vid zastosuvannia orhanichnykh dobryv, inokuliatcii nasinnia ta rehulatoriv rostu roslyn [Soybean productivity depending on the application of organic fertilizers, seed inoculation and plant growth regulators]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. № 37. S. 26-31. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-4>. [in Ukrainian].
  4. Borodai V.V., Kosovska N.A., Parfeniuk A.I., Tertychna O.V. (2022) Vplyv biopreparativ Fitokhelp i Mikokhelp na mikrobiotu ґрунту za vyroshchuvannia soi (glycine max (L.) merr.) [The effect of Phytohelp and Mycohelp biological preparations on the soil microbiota during the cultivation of soybeans (glycine max (L.) merr.)]. *Ahroekolohichniy zhurnal*. № 1. S. 99-109. [in Ukrainian].
  5. Yatsenko V.V. (2022) Formuvannia produktyvnosti soi ovochevoi za vykorystannia bioinokuliantiv ta mikoryzoutvoriuiuchoho preparatu [Formation of the productivity of vegetable soybeans using bioinoculants and a mycorrhizal preparation]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. № 125. S. 111-118. [in Ukrainian].
  6. Kobak S. Ya. (2016) Yakisna inokuliatciiia – pershyi krok do vysokoho vrozhaui [High-quality inoculation is the first step to a high yield]. *Ahronomiia sohodni*. № 1–2. S. 53–55. (In Ukraine)
  7. Didur I.M., Tsyhanskyi V.I. (2023) Vplyv mikoryzatsii nasinnia ta hruntovoho biodobryva na formuvannia indyvidualnoi produktyvnosti roslyn soi [The influence of seed mycorrhization and soil biofertilizer on the formation of individual productivity of soybean plants]. *Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo*. № 31. S. 5-15. DOI:10.37128/2707-5826-2023-4-1. [in Ukrainian].
  8. Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Opryshko V.P., Kostohryz P.V. (2005) *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]: pidruchnyk /Za red. V.O. Yeshchenka. K.: Diia. 288 s. [in Ukrainian].*
- Циганська О.І., Шевчук О.В., Машенко В.В. Оптимізація системи удобрення сої на основі використання препаратів біологічного походження**
- Мета.** Метою нашого дослідження було вивчення впливу передпосівної обробки насіння інокулянтом у поєднанні із сучасними біологічними препаратами на основі фосфор-калій мобілізуючих та мікоризоутворюючих бактерій на формування індивідуальної продуктивності рослин та урожайності зерна сої.
- Методи.** Польові дослідження проводилися впродовж 2024–2025 років на дослідному полі НДГ «Агрономічне» ВНАУ с. Агрономічне. Технологія обробітку ґрунту була традиційною для Лісостепової зони України, площа облікової дослідної ділянки складала 40 м<sup>2</sup>, загальної площі – 25 м<sup>2</sup>. Факторіальна схема експерименту включала комбінацію 2:4, що становило 8 варіантів випробувань (загальна кількість ділянок у чотирьох повтореннях – 32). Варіанти розміщувалися систематично, з чотириразовим повторенням кожного.
- Результати.** За результатами проведених польових досліджень виявлено, що на сірих лісових ґрунтах Лісостепу правобережного біологічні препарати, які були об'єктом досліджень суттєво впливали на ріст і розвиток рослин сої та формування їх зернової продуктивності. Дослідження підтвердили позитивну дію комбінативного використання інокулянта, мікоризи та ґрунтового біодобрива, що сприяло покращенню індивідуальної продуктивності культури, при цьому у сортів Артеміда та Монро кількість бобів на рослину становила відповідно 41,9 і 39,3 шт, а маса насіння з однієї рослини становила 10,3–11,8 г.
- На контролі у сорту Монро маса 1000 зерен становила 126,7 г, тоді як у сорту Артеміда – 123,8 г. Комбінативна обробка насіння композицією Біоінокулянт-БТУ + Мікофренд на фоні ґрунтового біодобрива Граундфікс Екстрим забезпечили зростання цих показників до 132,4 та 129,2 г відповідно. Комплексне застосування препаратів Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння), Мікофренд (1,5 л/т насіння) та Граундфікс Екстрим (4 л/га під час передпосівної культивуації) забезпечило формування найвищої урожайності у досліді 4,03 т/га для сорту Монро та 3,86 т/га для сорту Артеміда, що перевищувало контроль, відповідно, на 17,8–18,2 %.
- Висновки.** Встановлено позитивний ефект від поєднання препаратів Біоінокулянт-БТУ, Мікофренд разом із внесенням ґрунтового біодобрива Граундфікс, при цьому зафіксовано максимальну кількість бобів на рослину: 41,9 шт./рослину у сорту Артеміда і 39,3 шт./рослину у сорту Монро. Також було відзначено найбільшу масу насіння з однієї рослини, яка становила 10,3–11,8 г. Комплексне застосування препаратів Біоінокулянт-БТУ (3 л/т насіння), Мікофренд (1,5 л/т насіння) та Граундфікс Екстрим (4 л/га під час передпосівної культивуації) дало змогу досягти найвищої врожайності зерна: 4,03 т/га для сорту Монро та 3,86 т/га для сорту Артеміда.
- Ключові слова:** соя, інокуляція, мікоризоутворюючий препарат, біодобриво, продуктивність, урожайність.

**Tsyhanska O.I., Shevchuk O.V., Mashenko V.V.**  
**Optimization of the soybean fertilization system based on the use of preparations of biological origin.**

**Objective.** The aim of our study was to study the effect of pre-sowing seed treatment with an inoculant in combination with modern biological preparations based on phosphorus-potassium mobilizing and mycorrhizal bacteria on the formation of individual plant productivity and soybean grain yield.

**Methods.** Field research was conducted during 2024–2025 on the experimental field of the Research and Development Group "Agronomichne" of the Ukrainian National Academy of Agricultural Sciences in the village of Agronomichne. The tillage technology was traditional for the Forest-Steppe zone of Ukraine, the area of the registered experimental plot was 40 m<sup>2</sup>, the total area was 25 m<sup>2</sup>. The factorial design of the experiment included a 2:4 combination, which amounted to 8 test variants (the total number of plots in four repetitions was 32). The variants were placed systematically, with four repetitions of each.

**Results.** According to the results of field research, it was found that on gray forest soils of the Right-Bank Forest-Steppe, biological preparations that were the object of research significantly affected the growth and development of soybean plants and the formation of their grain productivity. Studies have confirmed the positive effect of the combined use of inoculant, mycorrhiza and soil biofertilizer, which contributed to the improvement of individual crop productivity, while in the Artemis and

Monroe varieties the number of beans per plant was 41.9 and 39.3 pcs, respectively, and the mass of seeds from one plant was 10.3–11.8 g. In the control (Monroe variety), the mass of 1000 grains was 126.7 g, while in the Artemis variety – 123.8 g. Combinatorial treatment of seeds with the composition Bioinoculant-BTU + Mycofriend on the background of the soil biofertilizer Groundfix Extreme ensured an increase in these indicators to 132.4 and 129.2 g, respectively. The complex use of the preparations Bioinoculant-BTU (3 l/t of seeds), Mycofriend (1.5 l/t of seeds) and Groundfix Extreme (4 l/ha during pre-sowing cultivation) ensured the formation of the highest yield in the experiment of 4.03 t/ha for the Monroe variety and 3.86 t/ha for the Artemis variety, which exceeded the control by 17.8–18.2 %, respectively.

**Conclusions.** A positive effect was established from the combination of the preparations Bioinoculant-BTU, Mycofriend together with the application of the soil biofertilizer Groundfix, while the maximum number of beans per plant was recorded: 41.9 pcs./plant in the Artemida variety and 39.3 pcs./plant in the Monroe variety. The largest seed mass from one plant was also noted, which was 10.3–11.8 g. The complex use of the preparations Bioinoculant-BTU (3 l/t of seeds), Mycofriend (1.5 l/t of seeds) and Groundfix Extreme (4 l/ha during pre-sowing cultivation) made it possible to achieve the highest grain yield: 4.03 t/ha for the Monroe variety and 3.86 t/ha for the Artemis variety.

**Key words:** soybean, inoculation, mycorrhizal preparation, biofertilizer, productivity, yield.

Дата першого надходження статті до видання: 28.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026