



УДК 635.655:661.169.23:581.13.

## BACTERIZATION AND EXTRA-ROOT NUTRITION IN SOYBEAN GROWING TECHNOLOGY

### БАКТЕРИЗАЦІЯ І ПОЗАКОРЕНЕВЕ ПІДЖИВЛЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

**Sydorak I. Ya./ Сидорак І.Я.**<sup>1</sup>

ORCID: 0009-0007-5161-1812

**Chynchuk O.S./ Чинчик О.С.**<sup>1</sup>*d.ag..s., prof. / д. с-г. н., проф*

ORCID: 0000-0003-0566-2516

**Vilchynska L.A./ Вільчинська Л.А.**<sup>1</sup>*s.ag..s., as.prof. / к.с-г. н., доц.*

ORCID: 0000-0001-6069-2203

<sup>1</sup>Higher Education Institution "Podillia State University"

Katianets-Podilskiy, Shevchenka str. 13, 32300

<sup>1</sup>Подільський державний аграрно-технічний університет,

м. Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 13, 32300

**Panasiuk R. M./Р.М. Панасюк**<sup>2</sup>*s.ag..s., as.prof. / к.с-г. н., доц.*

ORCID: 0000-0002-0858-8916

<sup>2</sup>Lviv National Environmental University,

m. Dubliany, V. Velikogo str. 80381,

Львівський національний університет природокористування

м. Дубляни, вул. В. Великого 1, 80381

**Анотація.** В роботі розглядається вплив бактеризації насіння та позакореневого підживлення на основні морфологічні і урожайні показники сортів сої в умовах Лісостепу Правобережного. **Методи:** Польові дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. на полях «Селянсько-фермерського господарства «Україна» с. Слобідка-Мушкатівська Чортківського району Тернопільської області. Схема трифакторного дослідження: фактор А – інокуляція насіння: 1) без інокуляції (б/і), 2) препарат Ризоактив; фактор В – вісім сортів сої: 'Самородок' (контроль), 'Рогізнянка', 'Аратта', 'Азимут', 'Аврора', 'Триада', 'Орфей', 'Еврідика'; фактор С – позакоренево підживлення: 1) без підживлення (б/п) 2) препарат Фульвогумін. Закладання польових досліджень, спостереження, оцінки, обліки урожайності проводили відповідно до загальноприйнятих методик дослідної справи у рослинництві. **Результати.** Суттєво більшу кількість активних колоній бактерій після бактеризації насіння і позакореневого підживлення рослин спостерігали у сортів сої 'Еврідика', 'Рогізнянка' на 13,4 і 13,2 шт. /рослини. Сорти сої 'Орфей' і 'Азимут' характеризувалися збільшенням кількості активних бульбочкових бактерій у порівнянні із варіантами, де обробку не проводили відповідно на 12,0 шт. /рослину. У сорту сої 'Аврора' перевищення становило лише 11,7 шт. /рослини, а у сорту 'Аратта' не перевищувало контрольний варіант сорт 'Самородок'. Найвищі господарсько-цінні показники кількість бобів, кількість насінин з рослини та масу зерна з рослини, урожайність спостерігали у сортів сої 'Аврора', 'Триада', 'Азимут', 'Аратта' за умови інокуляції насіння перед сівбою Ризоактивом (1л/т) та дворазового позакореневого підживлення Фульвогуміном у фазі 2-3 справжніх листочків 1,25 л/га і у фазі бутонізації – 1л/га. Найвищу урожайність сортів сої за роки досліджень отримано у сортів сої 'Азимут', 'Аврора' і 'Триада' і на варіантах сукупного застосування



інокулянта Ризоактив разом з  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (фон) та варіанті із додаванням до фону Фульвогуміну. Приріст урожайності був вище контролю на 20,5-22,8% або на 0,7-0,76 т/га відповідно.

**Висновки.** Для умов Лісостепу Правобережного з метою зростання показників симбіотичної активності, господарсько-цінних показників, урожайності обов'язковим є застосування бактеризації насіння та позакореневого підживлення рослин.

Найвищі показниками спостерігали у сортів сої 'Азимут', 'Аврора' і 'Триада' за умови інокуляції насіння перед сівбою Ризоактивом (1л/т) та дворазового позакореневого підживлення Фульвогуміном у фазі 2-3 справжніх листочків 1,25 л/га і у фазі бутонізації – 1л/га.

**Ключові слова:** морфологічні і господарсько-цінні показники; кількість активних бульбочок; урожайність; сорт.

## Вступ.

Одержання екологічно чистої і біологічно повноцінної продукції рослинництва – основне завдання сучасного сільськогосподарського виробництва [1]. Її вирішення пов'язане із збільшенням посівних площ під білковими культурами. Соя характеризується ідеально збалансованим за вмістом вуглеводів (25-30%), білку (30-55%), унікальним амінокислотним складом, який забезпечує почесну першість її у піраміді білкових культур. Соя є однією з чотирьох основних культур світового ринку і першою серед бобових за розмірами посівних площ [2]. Україна входить до дев'ятки найбільших країн виробників сої у світі і посівні площі під культурою зростають з року в рік. Пофакторним розподілом у дослідженнях Романко Ю. доведено, що 59% виробництва сої зосереджено у відповідних зонах України: Лісостепу – 59%, 25,8% – Полісся, 15,2% – Степ [3].

Родючі ґрунти, сприятливі ґрунтово-погодні умови, сучасні технології вирощування і сортовий асортимент культури сприяють отриманню високих врожаїв культури в Україні [1, 3, 6]. Урожайність сої значно обумовлена доступністю у ґрунті макро- і мікроелементів, особливу роль серед яких відведено сполукам азоту. Високі ціни на добрива, низька ресурсозабезпеченість господарств у зв'язку із війною негативно впливають на внесення будь-яких мінеральних добрив. Відомо те, що рослини сої за сприятливих умов азотфіксації можуть акумулювати 70-280 кг/га азоту, третя частина якого залишається у ґрунті із пожнивними рештками [4].

В умовах Степу обробка насіння сої інокулянтами сприяє підвищенню



урожайності на 7-16,5%, що отримано на прикладі сортів 'Аполлон' та 'Валюта' за умови застосування препаратів Оптімайз та INTEX PEAT. Дослідники також відмічають екологічні переваги від застосування цього технологічного заходу. Виявлено позитивний вплив від внесення інокулянтів на вміст білку у зерні сої. Суттєвий приріст білку було отримано у варіанті із застосуванням препарату Оптімайз у сорту 'Аполлон', що вище контрольного варіанту на 2,1% і складає відповідно 34,2%. [5].

Низкою вчених відмічено позитивний вплив від сумісного використання в технології вирощування культури інокулянтів та регуляторів росту. Прибавка урожайності була найвищою у вищезазначеному варіанті порівняно із контролем та рештою варіантів і становила 0,25 т/га. Обробка насіння сої препаратом Ризогумін сприяла зростанню урожайності на 0,24 т/га, що на 0,15 т/га вище від варіанту застосування в посівах регулятора росту Вимпел. Також виявлено позитивний вплив цих препаратів на формування площі асиміляційної поверхні, вмісту пігментів у листках, кількості бульбочок у різні фази росту і розвитку, нагромадження сухої маси у рослин, густоти стояння посівів, показників індивідуальної насінневої продуктивності [6].

В умовах Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН на дослідках із вивчення впливу генотипу (сортів 'Демос', 'Аполлон', 'Фаєтон') інокуляції (препарати Нітрофікс та Оптімайз) та різних видів захисту рослин (біологічного і хімічного) виявлено, що найвища урожайність була у сорту 'Демос' за умови інокуляції насіння Оптімайзом сумісно із хімічним захистом посівів. Найменшу урожайність отримали у сорту 'Фаєтон' на контрольному варіанті без проведення жодних технологічних заходів. Виявлено суттєвий вплив досліджуваних препаратів Нітрофікс та Оптімайз на урожайність сої. Приріст при цьому варіював від 6,2 до 19,8% залежно від сорту [7].

Встановлено вплив від використання інокуляції на показники активного симбіотичного потенціалу у сортів сої різних груп стиглості: ранньостиглого на 36,8–43,3 %, середньораннього – на 32,4–43,7% і середньостиглого – на 27,5–40,4 %, порівняно з контрольним варіантом. Найбільшу кількість біологічно



фіксованого азоту нагромадженого у бульбочках рослин було отримано від застосування препаратів: Легум фікс – 101,6–110,6 кг/га, Біоінокулянт БТУ-т – 95,5–107,1 кг/га і Біомаг соя – 98,7–109,2 кг/га. Найвищі показники активного симбіотичного потенціалу (АСП) та кількості біологічно фіксованого азоту отримано у середньостиглого сорту 'Сігалія' – 16,4–23,4 тис. кг×діб/га і 76,4–113,4 кг/га відповідно[8].

Для умов Центрального Лісостепу України застосування інокулянтів Оптімайз 400 і БіоМаг Соя позитивно вплинули на тривалість вегетаційного періоду, лабораторні і польові показники якості насіння, елементи продуктивності та урожайності сої. Відмічено суттєвий вплив інокуляції насіння сої препаратом Оптімайз 400 у нормі 1,8 л/га на формування вегетативних і генеративних показників у посівів сої. Цей препарат рекомендовано для використання у виробництві [9].

Вченими виявлено позитивний вплив на урожайність сорту сої 'Меркур' препарату для іннокулювання насіння Нітрофікс П. Максимальна площа листової поверхні отримано на варіантах досліду на варіанті сумісного застосування передпосівної обробки насіння інокулянтом Нітрофікс П і внесення добрив  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Гулівер Стимул за фотосинтетичного потенціалу на рівні 2,283 млн м<sup>2</sup> днів/га та накопичення сухої речовини – 6,89 т/га. Сукупне використання інокулянта, повного мінерального удобрення та стимулятора росту Гулівер Стимул сприяло отримання найвищого приросту урожайності 0,83 т/га. [10].

Високоінтенсивні сорти потребують внесення високих доз азотних добрив. Половина потреби рослин сої у азоті компенсується інокуляцією насіння через явище симбіотичної взаємодії бактерій *V. japonicus* із кореневою системою. Доведено позитивний вплив навіть більших норм інокулянту на навколишнє середовище, покращення симбіотичних показників та урожайності сортів сої на 25%. Паралельно із цим інокуляція покращує показники польової схожості і відсотку виживання рослин, їх господарсько-цінні показники при цьому зменшуючи матеріальні витрати на хімічні засоби захисту рослин [11].



Встановлено позитивний вплив на урожайні показники на варіантах від застосування препаратів (Ризобофіт + Фосфоентерин + Біополіцид) для сортів 'Алмаз', 'Александрит' та варіанту (Ризобофіт + Фосфоентерин + Флавобактерин) для сорту 'Антрацит' в умовах ФГ «Грига» Полтавського району Полтавської області [12].

Дослідженнями Фурмана О.В. встановлено, позитивний ефект від застосування препарату фосфонітрагін та мінерального добрива  $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{15}$  у фазі бутонізації рослин на високу симбіотичну продуктивність (кількість і маса активний бульбочок) сортів сої 'Вільшанка' і 'Сузір'я', що мало сприятливий вплив на активний симбіотичний потенціал за весь симбіотичний період [13].

Позакореневі підживлення рослин є альтернативою для швидкого реагування на нестачу елементів живлення. Вони сприяють швидкому надходженню поживних речовин через обхід ними кореневої системи, що унеможливорює процеси їх міграції, перетворення і закріплення у ґрунтово-вбирному комплексі [11]. Позакореневе обприскування рослин сумісно із інокуляцією позитивно впливають не лише на покращення морфологічних і господарсько-цінних показників у рослин сої, але й мають суттєвий вплив на ґрунтоутворення та міграції фосфору у ґрунтовому профілі [2, 6, 12].

Душко П.М., Шумигай І.В., вивчаючи індивідуальну насінневу продуктивність рослин сої зазначають те, що на цей фактор суттєво впливає оптимальне поєднання елементів структури урожаю та повне забезпечення рослин мінеральними речовинами та мікроелементами [14].

Вивченням функціонування симбіотичного апарату у сортів сої 'Сузір'я' і 'Вільшанка' [15], встановлено що в значній мірі його можна регулювати агротехнічними заходами. Максимальну продуктивність рослин сої (2,91–3,17 т/га), отримано на варіантах дослідів із внесенням повного мінерального добрива в нормі  $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$  (фаза бутонізації) бактеризацією насіння препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*).

В умовах Лісостепу правобережного на ґрунтах сірих лісових



середньосуглинкових вивчення впливу бактеризації препаратом Оптімайз 200 (штам *Bradyrhizobium japonicum*) свідчить про покращення процесів формування та функціонування симбіотичного апарату у рослин сої. Зростає накопичення рослинами біологічно фіксованого азоту на 27–37%, урожайність – на 38–47 % , вміст сирого протеїну – до 38,8%. Виявлено сильну пряму залежність та суттєву високу кореляцію між продуктивністю сортів сої та нагромадженого рослинами біологічно активним азотом [16].

Вивчення продуктивності бобово-ризобіального симбіозу рослин сої різних строків дозрівання за кількістю накопичення симбіотично фіксованого азоту, свідчить про те, що продуктивність рослин формується як результат комплексного застосування інокуляції насіння та роздрібненого внесення азоту на фоні повного удобрення [17].

Максимальну урожайність сої 2,48 т/га, найвищі показники економічного оцінювання отримано за умови застосування ґрунтообробного агрегату АК-6 + бактеризації насіння в умовах центрального Лісостепу [18].

Відмічено позитивний вплив технологічних прийомів (інокуляції та ретардантів) на густоту стояння рослин і висоту рослин сої сортів 'Азимут' і 'Голубка' в умовах правобережного Лісостепу України. Виявлено, що за рахунок інокуляції насіння висота рослин під час фази бутонізації 55,8 см, цвітіння – 64,5-66,4 см, наливі бобів 67,9-77,4 см у сорту 'Голубка'. Схожу тенденцію помічено у сорту 'Азимут'. Найбільші показники висоти рослин спостерігали у період ВВСН 75 наливу зерна за умови інокуляції препаратом Ризогуміном та дворазової обробки посівів ретардантом [19].

Позитивний вплив на структурні показники рослин сої сорту 'Кордоба' відмічено у дослідженнях Климчука М. Так, без застосування позакореневого підживлення кількість бобів на рослині була 21,4 шт. при кількості насінин 1,8 шт. Дворазова позакоренева обробка рослин стимуляторами росту і мікродобривами сприяла зростанню кількості насінин з рослини з 38,5 до 46,4 шт., що вище від контрольних варіантів на 20,5%. За масою 1000 насінин спостерігали перевищення над контрольними варіантами на 0,3-2,0 г.





Урожайність досліджуваного сорту була найвищою за умови дворазового позакореневого підживлення стимулятором росту (Атонік плюс) та мікродобривами (Інтермаг соя, Інтермаг молібден, Інтермаг бор, Інтермаг титан). Прибавка врожаю складала 0,64 т/га або на 23,7% вище контрольних варіантів без внесення препаратів [20].

Нетіс В.І. [21] відмічає суттєвий позитивний вплив інокуляції насіння на показники кількості бобів і насінин у рослин сої і меншу залежність цих величин від мінерального удобрення.

Схожі результати досліджень отримано на прикладі сортів сої 'Максус', 'Кордоба', 'Саска' у технологіях вирощування яких інокуляцію поєднували разом із внесенням мікродобрива. Отримано приріст урожайності залежно від груп стиглості – ранньостиглий сорт 'Максус' 8,8 ц/га (50,2%), середньостиглий сорт 'Кордоба' 5,1 ц/га (21,2%), пізньостиглий сорт 'Саска' 4,6 ц/га (20,2%) вище контролю. Зроблено висновок про позитивний вплив на урожайність інокуляції насіння та використання мікродобрив [22].

Дослідження впливу передпосівної інокуляції насіння сортів сої 'Аратта' і 'Діона' препаратом Ризобін К + *Vasillus sp.*, свідчать про суттєвий вплив інокуляції на формування загальної кількості бобів, насінин в одному бобі та урожайність. Відмічено зростання урожайності у сорту 'Аратта' на 0,48 т/га, сорту 'Діона' на 0,87–1,66 т/га [23].

Інокуляція насіння сої різними видами швидкодійних штамів 614А, 634 б, М-8 сукупно із внесенням зеленого добрива мали позитивний вплив на вміст сирого білку, жиру, вихід кормових одиниць [24]. Ці заходи не лише підвищують урожайність сої, але й мають сприятливий вплив на збільшення в насінні вмісту білку та жиру, кальцію, фосфору, БЕР та зменшують кількість нітратів.

*Мета досліджень* - Встановлення впливу бактеризації насіння та позакореневого підживлення на основні морфологічні і урожайні показники сортів сої в умовах Лісостепу Правобережного.

### **Матеріали та методика досліджень.**

Експериментальні дослідження проведено впродовж 2021–2023 рр. в



умовах Правобережного Лісостепу України у польовій сівозміні «Селянсько-фермерського господарства «Україна» с. Слобідка-Мушкатівська Чортківського району Тернопільської області, що є філіалом кафедри землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» (ЗВО «ПДУ»). Науково-дослідна робота виконана в рамках державної наукової роботи ЗВО «ПДУ» за темою: «Оптимізація сортової продуктивності сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Лісостепу Правобережного» за номером державної реєстрації 0121U114443.

Ґрунт на дослідних ділянках – чорнозем типовий, малогумусний, важко суглинковий на карбонатних лесовидних суглинках. Погодні роки впродовж періоду проведення досліджень дещо відрізнялися від середніх багаторічних: температура мала тенденцію до зростання, опади до зменшення. Найбільш сприятливим за рівнем зволоження і температурним режимом був 2022 рік, високі температури липня і серпня 2021, 2023 років виступали одним із лімітуючих факторів урожайності досліджуваних сортів сої. Аналіз ґрунтово-погодних умов господарства свідчить про те, що вони сприятливі для вирощування більшої частини сільськогосподарських культур.

Схемою досліджень передбачено закладення трифакторного досліду: фактор А – інокуляція насіння: 1) без інокуляції (б/і), 2) препарат Ризоактив; фактор В – вісім сортів сої: ‘Самородок’ (контроль), ‘Рогізнянка’, ‘Аратта’, ‘Азимут’, ‘Аврора’, ‘Тріада’, ‘Орфей’, ‘Еввідіка’; фактор С – позакореневе підживлення: 1) без підживлення (б/п) 2) препарат Фульвогумін (табл. 1).

Площа елементарної дослідної ділянки – 35 м<sup>2</sup>, облікової – 30 м<sup>2</sup>. Повторність – трикратна. Норма висіву досліджуваних сортів сої 700 тис. схожих насінин/га. Передпосівну бактеризацію насіння сої препаратом Ризоактив проводили в день висіву з розрахунку 1 л/т. Перед посівом насіння препарат Ризоактив розчиняли у дистильованій воді із обов’язковим застосуванням прилипача – клейстеру із борошна або крохмалю (3-5%) (об’єм води становив 1–1,5 % маси насіння). Ризоактив ретельно перемішували у розрахованій кількості Н<sub>2</sub>О з додаванням клейстеру із борошна або крохмалю і цим розчином проводили





бактеризацію насіння.

**Таблиця 1 - Схема факторів і варіантів досліджень**

N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (фон)	Фактори досліджу		Варіанти досліджу							
	Іннукуляція (А)	без	A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>3</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>4</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>5</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>6</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>7</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>8</sub> C <sub>0</sub>
		Ризоактив	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>4</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>5</sub> B <sub>5</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>6</sub> B <sub>6</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>7</sub> B <sub>7</sub> C <sub>0</sub>	A <sub>8</sub> B <sub>8</sub> C <sub>0</sub>
	Сорт (В)	1 'Самородок'	2 'Рогіззянка'	3 'Триада'	4 'Орфей'	5 'Еввідіка'	6 'Арагга'	7 'Азимут'	8 'Аврора'	
	Позакоренево підживлення (С)	без	A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>4</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>5</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>6</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>7</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>8</sub> C <sub>1</sub>
Фульвогумін		A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>4</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>5</sub> B <sub>5</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>6</sub> B <sub>6</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>7</sub> B <sub>7</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>8</sub> B <sub>8</sub> C <sub>1</sub>	

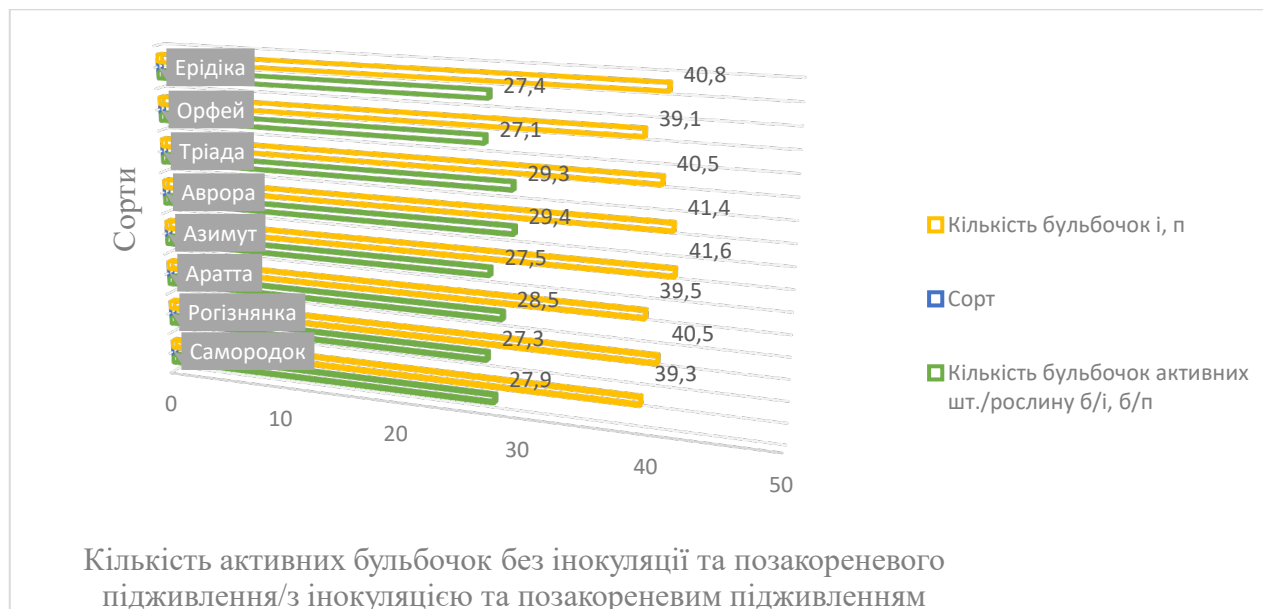
Авторська розробка

Оброблене штамами бактерій насіння захищали від потрапляння прямих сонячних променів. Контрольний варіант сорт сої 'Самородок' обробляли лише дистильованою водою. Препарат Фульвогумін вносили двічі позакоренево: перше внесення – фаза 2–3 пари справжніх листків (1,25 л/га), друге – фаза бутонізації культури (1 л/га). Закладання польових досліджень, спостереження, оцінки, обліки урожайності проводили відповідно до загальноприйнятих методик дослідної справи [25]. Збір урожаю проводили суцільно-подільняковим методом селекційним комбайном Sampro-150. Після збирання урожаю сортів сої проводили його первинну, вторинну очистки, облік урожайності за стандартної вологості та її перерахунок на 1 гектар. Для статистичного аналізу результатів досліджень використовували програмні продукти Excel та Statistica 10 [26].



## Результати досліджень.

Ключовим фактором симбіотичної взаємодії у сої є кількість бульбочок на одній рослині [1, 4]. Спостереження за динамікою формування бульбочкових бактерій показало, що у фази росту й розвитку рослин відмічено збільшення загальної кількості бульбочок за варіантами досліду (рисунок 1).



**Рис 1. Формування активних бульбочок у сортів сої залежно від досліджуваних факторів (середнє 2021-2023 рр.).**

Найменшу кількість активних бульбочок на варіантах без використання бактеризації та позакореневого підживлення спостерігали у сортів сої 'Орфей'(27,1 шт./рослину), 'Евідіка', 'Азимут' (по 27,4 і 27,5 шт./рослину), 'Рогізнянка' (27,3 шт./рослину). Лише у сортів 'Тріада' та 'Аврора' спостерігали суттєво вищі показники кількості активних бульбочок у варіанті без бактеризації насіння та позакореневого підживлення порівняно із контролем сортом 'Самородок'.

Бактеризація насіння та позакореневе підживлення мали вагомий вплив на формування активних бульбочок у досліджуваних сортів сої. Суттєво більшу кількість активних колоній бактерій спостерігали у сортів сої 'Евідіка', 'Рогізнянка' на 13,4 і 13,2 шт. /рослини. Сорти сої 'Орфей' і 'Азимут' характеризувалися збільшенням кількості активних бульбочкових бактерій у порівнянні із варіантами, де обробку не проводили відповідно на 12,0 шт. /



рослину. У сорту сої 'Аврора' перевищення становило лише 11,7 шт. /рослини, а у сорту 'Аратта' не перевищувало контрольний варіант сорт 'Самородок'.

Бактеризація насіння і позакореневе підживлення рослин сої сприятливо діють на зростання частки активних бульбочок на 10-13% у порівнянні із контрольним варіантом.

До основних господарсько-цінних показників облік яких проводили у дослідженнях, відносять кількість бобів та насінин з рослини шт., маса насіння з рослини, г. Найнижчі господарсько-цінні показники незалежно від сорту та року проведення досліджень спостерігали на варіантах без інокуляції за умови внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (фон).

Аналіз зміни господарсько-цінних показників у досліджуваних сортів сої свідчить про те, що кількість бобів з рослини варіювала від 14,4 до 15,8 шт./рослину, кількість насінин від 27,3 до 30,7 шт./рослину, маса 1000 зерен з 4,8 до 6,8 г, кількість насінин у бобі з 1,89 до 2,05 шт. /біб.

На варіантах дослідів із сумісним застосуванням інокулянта Ризоактив +стартового внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (фон) у сортів сої спостерігали зростання основних господарсько-цінних ознак у порівнянні із контрольним варіантом та варіантами без їх внесення.

Однак, найбільше зростання облікованих показників отримано на варіантах сумісного застосування інокулянта Ризоактив, внесення стартового добрива  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (фон) з дворазовим позакореневим підживленням рослин Фульвогуміном (таблиця 2).

Сумісне використання інокулянта Ризоактив та  $N_{30}P_{30}K_{30}$ +Фульвогумін (1,25 л/га +1 л/га) сприяло формуванню більшої кількості активних бульбочок через активацію процесів заселення *Bradyrhizobium japonicum* коренів сої.

Онтегенез рослин сої не завжди співпадає із оптимальними показниками для росту і розвитку. Зміна клімату, нестача макро- і мікроелементів, стреси вимагають адаптаційних корекцій технологічних прийомів вирощування культури. Альтернативою є застосування позакореневих підживлень. Іннокуляція і позакореневі підживлення у бобових успішно рекомендують як



ключові елементи органічного виробництва. За даними Інституту с-г. мікробіології НААН України продуктивність азотфіксації в агроценозах із соєю становить 60-90 кг/га. Інокульовані рослини є біопомпою для повернення фосфатів у верхні горизонти ґрунтового профілю [1, 6, 12].

**Таблиця 2 - Господарсько-цінні показники досліджуваних сортів сої залежно від факторів впливу (середнє за 2021-2023 рр.)**

Інокуляція	Сорт	Удобрєння	Кількість шт./роsl.		Маса насіння з рослини, г
			бобів	насінин	
Без інокуляції	'Самородок' (к)	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (фон)	14,4	27,3	4,8
	'Рогізнянка'		14,6	27,5	4,8
	'Аратта'		15,3	28,1	5,1
	'Азимут'		15,3	28,3	5,1
	'Аврора'		15,4	28,4	5,2
	'Тріада'		14,8	27,6	5,2
	'Орфей'		14,9	27,7	4,9
	'Еввідіка'		15,2	27,9	4,9
Ризоактив	'Самородок' (к)		14,7	27,5	4,9
	'Рогізнянка'		14,9	27,8	5,0
	'Аратта'		15,4	28,2	5,3
	'Азимут'		15,4	28,4	5,1
	'Аврора'		15,5	28,6	5,2
	'Тріада'		15,1	28,9	5,3
	'Орфей'		15,2	27,9	5,0
	'Еввідіка'		15,3	28,0	4,9
Без інокуляції	'Самородок' (к)	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (фон)+Фульвогумін	14,7	27,7	4,8
	'Рогізнянка'		15,2	27,9	4,9
	'Аратта'		15,4	28,1	5,0
	'Азимут'		15,6	29,2	5,6
	'Аврора'		15,8	30,2	5,8
	'Тріада'		15,4	30,3	5,4
	'Орфей'		14,9	28,4	5,1
	'Еввідіка'		14,8	28,2	5,2
Ризоактив	'Самородок' (к)		15,1	28,5	5,1
	'Рогізнянка'		15,4	28,7	5,3
	'Аратта'		15,6	29,2	5,9
	'Азимут'		15,7	30,3	6,5
	'Аврора'		15,6	30,7	6,8
	'Тріада'		15,2	30,5	6,3
	'Орфей'		15,2	29,1	5,5
	'Еввідіка'		15,3	28,8	5,5
	<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>0,3</i>	<i>0,38</i>	<i>0,35</i>

Авторська розробка



Позакореневе підживлення рослин дозволяє оперативно забезпечити надходження потрібних поживних речовин, без значної їх втрати через процеси: мігрування, перетворення і деградації з ґрунтового горизонту. Дослідники відмічають критичні періоди у рослин сої, сприятливі для позакореневого (листового) підживлення: третій трійчастий листок --бутонізація і бутонізація – початок цвітіння; налив зерна. [5, 11, 15]. Позакореневе обприскування рослин сприяє збільшенню кількості бобів на рослині та зменшенню відсотку пустих бобів. Вчені пояснюють це покращеними умовами для живлення рослин, що скорочує аборткування молоді зав'язі [6, 16, 23].

Нами проведено облік урожайності досліджуваних сортів сої залежно від бактеризації насіння та листового підживлення рослин і виявлено суттєве її зростання на варіантах від сумісного їх використання. Найвищу урожайність спостерігали 2022 року, а найнижчу 2021. Найменшою за роками досліджень вона була у контрольному варіанті у сорту 'Самородок', а найвищою у сортів 'Азимут', 'Аврора', 'Тріада' на варіантах сумісного застосування передпосівної бактеризації насіння та дворазового позакореневого підживлення препаратом Фульвогумін і повному фоні удобрення  $N_{30}P_{30}K_{30}$ .

Стабільно високою урожайністю незалежно від року досліджень, застосування бактеризації насіння та позакореневого підживлення характеризується сорт 'Аврора', приріст урожайності складає від 18,2 до 24,5%. Високу урожайність у сортів сої 'Азимут', 'Аврора' і 'Тріада' отримано також на варіантах лише від використання препарату Ризоактив, що вище контрольного сорту 'Самородок' на 15,2; 22,2 і 22,8% відповідно (таблиця 3).

Найвищу урожайність сортів сої за роки досліджень отримано у сортів сої 'Азимут', 'Аврора' і 'Тріада' і на варіантах сукупного застосування інокулянта Ризоактив разом з  $N_{30}P_{30}K_{30}$ (фон) та варіанті із додаванням до фону позакореневого підживлення препаратом Фульвогумін. Приріст урожайності був вище контролю на 20,5-22,8% або на 0,7-0,76 т/га відповідно.



**Таблиця 3 - Урожайність сортів сої залежно від бактеризації насіння та листового підживлення рослин (середнє за 2021-2023 рр.)**

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Середня урожайність, т/га	± до контролю	
				т/га	%
Без інокуляції	'Самородок' (к)	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (фон)	2,86	-	-
	'Рогізнянка'		2,98	0,12	4,2
	'Аратга'		2,99	0,13	4,5
	'Азимут'		3,34	0,48	16,8
	'Аврора'		3,56	0,7	24,5
	'Тріада'		3,42	0,56	19,6
	'Орфей'		3,12	0,26	9,1
	'Еввідіка'		3,05	0,19	6,6
Ризоактив	'Самородок' (к)		3,16	-	-
	'Рогізнянка'		3,37	0,21	6,6
	'Аратга'		3,49	0,33	10,4
	'Азимут'		3,88	0,72	22,8
	'Аврора'		3,86	0,7	22,2
	'Тріада'		3,64	0,48	15,2
	'Орфей'		3,23	0,07	2,2
	'Еввідіка'		3,47	0,31	9,8
Без інокуляції	'Самородок' (к)	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (фон)+Фульвогумін	3,18	-	-
	'Рогізнянка'		3,28	0,1	3,1
	'Аратга'		3,43	0,25	7,9
	'Азимут'		3,71	0,53	16,7
	'Аврора'		3,76	0,58	18,2
	'Тріада'		3,69	0,51	16,0
	'Орфей'		3,31	0,13	4,1
	'Еввідіка'		3,53	0,35	11,0
Ризоактив	'Самородок' (к)		3,51	-	-
	'Рогізнянка'		3,68	0,17	4,8
	'Аратга'		3,88	0,37	10,5
	'Азимут'		4,23	0,72	20,5
	'Аврора'		4,27	0,76	21,7
	'Тріада'		4,25	0,74	21,1
	'Орфей'		3,45	-0,06	-1,8
	'Еввідіка'		3,62	0,11	3,1
	НІР <sub>05</sub>			0,25	

Авторська розробка

## Висновки

Було розглянуто вплив бактеризації насіння і позакореневого підживлення на симбіотичні, господарсько-цінні показники, урожайність сортів сої в умовах Лісостепу Правобережного.





Виявлено суттєвий вплив досліджуваних технологічних заходів вищезазначені ознаки у досліджуваних сортів сої української селекції. Було отримано найвищі показники симбіотичної активності у сортів 'Азимут', 'Триада', 'Аврора' за умови інокуляції насіння перед сівбою Ризоактивом (1 л/т) та дворазового позакореневого підживлення Фульвогуміном у фазі 2-3 справжніх листочків 1,25 л/га і у фазі бутонізації – 1л/га.

Для підвищення симбіотичної активності, урожайності і якісних показників сортів сої в господарствах різних форм власності в умовах Лісостепу Правобережного рекомендуємо сумісне використання бактеризації насіння та позакореневого підживлення, що забезпечить приріст урожайності на 20,5-22,8% або на 0,7-0,76 т/га.

### **Використана література.**

1. Andriy Melnyk, Yuriy Romanko, Anhelina Dudka, Vika Chervona, Maxim Brunyov, Evhen Sorokolit. Ecological elasticity of soy varieties' performance according to climatic factors in Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*. 2022. Volume 11. No. 2. P. 91–99. DOI: <https://doi.org/10.17930/AGL2022212>

2. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pansyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(5). P. 54–61. [English] <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/26355.pdf>  
[https://doi.org/10.15421/2020\\_206](https://doi.org/10.15421/2020_206).

3. Melnyk A. V., Romanko A. Y., Dudka A. A. Functional diagnostics of mineral nutrition and yield capacity of soybean plants due to the application of micro fertilizers. *East European Scientific Journal (Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe)*. 2020. № 1 (53). P. 50–55. <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.05.063> [English]

4. Petrychenko V.F., Kobak S.Ya., Chorna V.M., Kolisnyk S.I., Likhochvor V.V., Pyda S.V. Formation of the Nitrogen-Fixing Potential and Productivity of



Soybean Varieties Selected at the Institute of Feeds and Agriculture of Podillia of NAAS. *Mikrobiol. Z.* 2018. 80(5). 63–75. <https://doi.org/10.15407/mikrobiolj80.05.063> [English].

5. Дробітько А.В., Коковіхін С.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння на продуктивність сортів сої в умовах Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 1. С. 40–45. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.6>

6. Бердін С.І., Мурач О.М., Колісник О.М., Триус В.О. Врожайність сої в залежності від схем передпосівної обробки насіння різнодіючими біологічними препаратами. *Аграрні інновації*. 2024. №24. С. 24–30. <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/585/603>

7. Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Оптимізація технології вирощування сортів сої на поливних землях залежно від інокуляції насіння та захисту рослин. *Аграрні інновації*. 2024. №24. С. 53–59. <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/591/608>

8. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Формування симбіотичного апарату сортів сої за органічного вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. №18. С. 89–97. <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/400/429>

9. Міленко О.Г., Сідаш А.А., Невкритий М.М., Плішко О.В., Костенко Р.В. Вплив препаратів на ефективність інокуляції посівного матеріалу сої. *Аграрні інновації*. 2022. №16. С. 49–53. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.8>

10. Гарбар Л.А., Довбаш Н.І., Венгер В.В. Формування продуктивності сої за впливу дії інокуляції, удобрення, стимуляторів росту. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 12–17. <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/280/318>

11. Кобилинський, І. В. (2024). Особливості проведення інокуляції при вирощуванні сої. *Scientific Progress & Innovations*. Том 27 №2 (2024). С. 22–26. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.04>

12. Білявська, Л.Г., Білявський, Ю.В., Брижак, Я.В. Вплив біопрепаратів комплексної дії на посівні якості насіння сої. *Вісник Полтавської державної*



аграрної академії. №4 (2022). С. 32–40. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.04>

13. Фурман О.В. Симбіотична продуктивність та урожайність насіння сої залежно від інокуляції та удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. №118. С. 200–205. [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/118\\_2021/26.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/118_2021/26.pdf)

14. Душко П.М., Шумигай І.В. Вплив систем удобрення на продуктивність рослин сої (*Glycine max* L.). *Агроекологічний журнал*. № 4. 2023. С. 175–180. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293796>

15. Фурман В. А., Фурман О. В., Губар М. І., Свистунова І. В. Вплив інокуляції та удобрення на формування симбіотичної та насінневої продуктивності сої. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 137–145. [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/123\\_2022/19.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/123_2022/19.pdf)

16. Петриченко, В. Ф., Кобак, С. Я., Чорна, В. М., Колісник, С. І., Лихочвор, В. В., Пида С. В. Формування азотфіксувального потенціалу та продуктивності сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. *Мікробіологічний журнал : науковий журнал*. 2018. Т. 80. № 5. С. 63–75. <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.05.063>

17. Furman, V., Furman, O., Svystunova, I. Symbiotic productivity of soybeans depending on inoculation and fertiliser in conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Plant and Soil Science*. 2023. 14(1). P. 66–81. <https://doi.org/10.31548/plant1.2023.66>

18. Гангур В. В., Пипко О. С., Прокопів О. О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. №4. С. 85–90. <https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/1576>

19. Ткачук О.П., Панцирева Г.П., Волинець Є.О., Федюк В.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на густоту стояння та висоту рослин сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 7. С. 168–174. <https://naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns/article/view/140/128>  
<https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.18>



20. Климчук М. Ефективність позакореневого підживлення сої у західному регіоні України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2020. Випуск 27 (41). С. 192–202. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/1173629>

21. Негіс В. І. Оптимізація елементів технології вирощування сої на зрошувальних землях півдня України. *Таврійський науковий вісник*, Херсон, 2018. Вип. 99. С. 77–83. [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/100\\_2018/part\\_2/6.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/100_2018/part_2/6.pdf)

22. Федорук І.В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2019. № 108. 110–116. [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/108\\_2019/17.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/108_2019/17.pdf)

23. Титова Л. В., Дубинська О. Д. Продуктивність сортів сої залежно від інокуляції насіння бульбочковими й ендоефітними бактеріями в умовах зрошення південного степу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (II). С. 228–239. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67%282%29/15.pdf>

24. 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. Вип 2. С. 26–31. [https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian\\_bulletin/article/view/9](https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/9)

25. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. / Е. Р. Ермантраут та ін. Житомир: ЖНАЕУ, 2010. 124 с.

26. Присяжнюк О. І., Каражбей Г. М., Лещук Н. В. та ін. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 10: методичні вказівки. Київ: Нілан-ЛТД, 2016. 54 с.

**Abstract.** Establishing the dependence between the main morphological and yield indicators of soybean varieties depending on the seed bacteriization effect and foliar fertilization in the conditions of the right-bank Steppe Forest is the task of our research. Field research was conducted during 2021–2023 in the fields of the «Peasant farming «Ukraine»» village. Slobidka-Mushkativska, Chortkiv district, Ternopil region. The scheme of the three-factor experiment: factor A - seed



*inoculation: 1) without inoculation (b/i), 2) the drug Rizokativ; factor B - eight soybean varieties: 'Samorodok' (control), 'Rogiznyanka', 'Aratta', 'Azimuth', 'Aurora', 'Triada', 'Orpheus', 'Euridica'; factor C – foliar feeding: 1) without feeding (b/p) 2) the drug Fulvohumin. The establishment of field studies, observations, evaluations, and productivity records were carried out in accordance with generally accepted methods of research in crop production*

*The results. A significantly higher number of active bacterial colonies after seed sterilization and foliar feeding of plants was observed in soybean varieties 'Euridica', 'Rogiznyanka' by 13.4 and 13,2 pcs. /plants Soybean varieties 'Orpheus' and 'Azimuth' were characterized by an increase in the number of active nodule bacteria in comparison with variants where processing was not carried out by 12.0 pcs, respectively. / plant. In soybean variety 'Aurora', the excess was only 11,7 pcs. /plant, and the variety 'Aratta' did not exceed the control variant variety 'Samorodok'. The highest economically valuable indicators of the number of beans, the number of seeds per plant and the mass of grain per plant, productivity were observed in soybean varieties 'Aurora', 'Triada', 'Azimuth', 'Aratta' under the condition of seed inoculation before sowing with Rhizoactive (1 l/t) and two-time foliar fertilizing with Fulvohumin in the phase of 2-3 true leaves 1.25 l/ha and in the budding phase – 1l/ha. The highest productivity of soybean varieties over the years of research was obtained in soybean varieties 'Azimuth', 'Aurora' and 'Triada' and in variants of the combined application of Rhizoaktiv inoculant together with  $3 N_{30}P_{30}K_{30}$  (background) and the variant with the addition of Fulvohumin to the background. The yield increase was higher than the control by 20.5-22.8% or by 0.7-0.76 t/ha, respectively. Conclusions. For the conditions of the Right Bank Forest Steppe, in order to increase the indicators of symbiotic activity, economic and valuable indicators, productivity, it is mandatory to use seed sterilization and foliar fertilization of plants. The highest indicators were observed in soybean varieties 'Azimuth', 'Aurora' and 'Triada' under the condition of seed inoculation before sowing with Rhizoactive (1 l/t) and two-time foliar feeding with Fulvohumin in the phase of 2-3 true leaves 1.25 l/ha and in the phase budding - 1 l/ha.*

**Key words:** *morphological and economic indicators; number of active nodules; yield; variety.*

Статтю надіслано: 24.09.2024 р.

© Сидорак І.Я., Чинчик О.С., Вільчинська Л.А., Панасюк Р.М.