



УДК 633.34:631.847:631.559

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.15.2026.21>

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ПІД ВПЛИВОМ УДОБРЮВАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. О. Триус¹, А. О. Бутенко², А. С. Готвянська³, І. М. Сологуб⁴

У статті представлено результати досліджень щодо впливу передпосівної інокуляції насіння препаратом Ризогумін та систем позакореневого підживлення стимуляторами Гуміфілд ВР-18 і Фульвігрін Бор на формування продуктивності сої сорту Сіверка в умовах Лісостепу України протягом 2024–2025 рр. Встановлено, що застосування інтегрованої схеми обробки (варіант А2В4) забезпечило формування найвищих середніх показників індивідуальної продуктивності: кількості бобів (12,8 шт.), кількості насінин на рослині (26,1 шт.) та маси зерна з рослини (4,85 г). Середня врожайність у даному варіанті досягла 2,88 т/га, а маса 1000 насінин – 185,5 г, що перевищувало показники контролю на 11,6% та 14,9 г відповідно. Однак результати статистичного оцінювання за критерієм Дункана свідчать про відсутність математично достовірної різниці між варіантами дослідження, оскільки зафіксований фактичний приріст урожайності (0,30 т/га) та маси насіння не подолав поріг критичного розмаху значущості (0,84 т/га та 61,7 г відповідно). Це дозволяє констатувати, що незалежно від інтенсивності використання інокулянтів та добрив, статистично істотної переваги жодного з варіантів не зафіксовано, а виявлена варіабельність показників зумовлена значною внутрішньою мінливістю ознак та домінуючим впливом гідротермічних умов вегетаційного періоду над дією агротехнічних факторів.

Ключові слова: соя, інокуляція, Ризогумін, Гуміфілд ВР-18, Фульвігрін Бор, структура врожаю, врожайність, маса 1000 насінин.

¹ аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: 112233tvo@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6670-1139

² кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агротехнологій та ґрунтознавства
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: andb201727@ukr.net
ORCID: 0000-0001-9639-9826

³ кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва
(Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро)
e-mail: hotvjanska.a.s@dsau.dp.ua
ORCID: 0000-0003-3887-3192

⁴ кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва
(Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро)
e-mail: sologub.i.m@dsau.dp.ua
ORCID: 0000-0002-0822-6480

SOYBEAN PRODUCTIVITY UNDER THE INFLUENCE OF FERTILIZING PRODUCTS IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

V. O. Tryus, A. O. Butenko, A. S. Hotvianska, I. M. Solohub

The article presents the research results on the influence of pre-sowing seed inoculation with *Rhizohumin* and foliar nutrition systems with *Humifield VR-18* and *Fulvigreen Bor* stimulants on the productivity of *Siverka* variety soybean in the Ukrainian Forest-Steppe conditions during 2024–2025. It was established that the application of an integrated treatment scheme (variant A2B4) ensured the formation of the highest average indicators of individual productivity: the number of pods (12.8 pcs), the number of seeds per plant (26.1 pcs), and the seed weight per plant (4.85 g). The average yield in this variant reached 2.88 t/ha, and the 1000-seed weight was 185.5 g, which exceeded the control indicators by 11.6% and 14.9 g, respectively. However, the results of statistical evaluation according to Duncan's test indicate the absence of a mathematically significant difference between the experimental variants, as the recorded actual yield increase (0.30 t/ha) and seed weight did not exceed the threshold of the critical range of significance (0.84 t/ha and 61.7 g, respectively). This allows for the conclusion that regardless of the intensity of inoculants and fertilizers used, no statistically significant advantage of any variant was recorded, and the revealed variability of indicators is due to significant internal variability of traits and the dominant influence of hydrothermal conditions of the growing season over the effect of agrotechnical factors.

Key words: soybean, inoculation, *Rhizohumin*, *Humifield VR-18*, *Fulvigreen Bor*, yield structure, productivity, 1000-seed weight.

Вступ

Зернобобові культури посідають стратегічне місце в сучасному світовому та вітчизняному агровиробництві, виступаючи фундаментальним елементом продовольчої та екологічної безпеки. Їхня унікальна біологічна цінність зумовлена збалансованим хімічним складом, зокрема високим вмістом високоякісного рослинного білка та незамінних амінокислот, що робить їх незамінними у харчуванні людини (Torún et al., 1981) та тваринництві (Delele, 2021). Особливого значення зернобобові набувають завдяки своїй здатності до біологічної азотфіксації: вступаючи у симбіотичні відносини з бульбочковими бактеріями (*Rhizobium*), вони трансформують атмосферний азот у доступні для рослин форми (James, 2013). Це не лише забезпечує культури природним живленням і знижує залежність від енергомістких мінеральних добрив, а й значно покращує родючість ґрунту, залишаючи цінний азотний резерв для наступних культур у сівозміні (Дацько, 2021).

Сою ж можна вважати однією із лідерів у питанні вмісту білка, залежно від агротехнічних умов, клімату та, звісно ж, сортового потенціалу кількість протеїну у ній може варіювати від 30% і більше (Шевніков та ін., 2014). Така значна амплітуда коливань вмісту білка підкреслює пластичність культури та її високу чутливість до елементів технології вирощування. Окрім генетичного фактора (Guo et al., 2022), визначальну роль

у формуванні якісних показників насіння відіграє повноцінне забезпечення рослин доступними формами азоту протягом усієї вегетації. В сучасних умовах Північно-східного Лісостепу України, де кліматичні зміни вносять корективи у гідротермічний режим, традиційне мінеральне живлення все частіше доповнюється або частково заміщується застосуванням інноваційних біологічних продуктів (Вишнівський і Фурман, 2020; Білявська та ін., 2021; Івасик, 2023).

Використання високоефективних штамів бульбочкових бактерій та комплексних біостимуляторів дозволяє не лише активізувати потенціал симбіотичного апарату, а й нівелювати вплив стресових чинників довкілля. Зазвичай удобрювальні продукти, тобто речовини, що містять мікробіологічні культури, гриби, ферменти та мінеральні елементи мають на меті покращення живлення рослин, стимулювання їхнього росту та підвищення врожайності. На відміну від традиційних добрив, вони діють комплексно: не лише постачають поживні речовини, а й активізують природні процеси в ґрунті та самій рослині, що особливо важливо для органічного землеробства (Дацько, 2023). Це сприяє інтенсифікації азотного обміну в рослині, що безпосередньо корелює з накопиченням сирого протеїну в зерні (Фурман та ін., 2022). Відтак, оптимізація системи удобрення через інтеграцію біопрепаратів постає як ключовий інструмент управління продуктивністю сої, забезпечуючи стабільно

високі врожаї навіть за мінливих погодних умов.

Дослідники в Україні та світі детально вивчали питання використання удобрювальних продуктів як для зернобобових так і для культур, що не утворюють симбіозу з ефективними мікроорганізмами. Згідно з міжнародними дослідженнями (Mirgiam et al., 2023), соя демонструє найвищий рівень потенційної врожайності серед бобових культур (до 4,6 т/га), проте ключовим дефіцитним фактором залишається низький рівень азоту та фосфору в ґрунті. Для подолання цієї проблеми перспективним є використання інокуляції штамми *Bradyrhizobium japonicum* у поєднанні з оптимізацією фосфорного живлення, що активізує процеси біологічної фіксації азоту та забезпечує сталий ріст продуктивності культури. (Jabborova et al., 2021) було доведено, що синергічна взаємодія *Bradyrhizobium japonicum* та фосфатмобілізуючих бактерій (зокрема *Pseudomonas putida*) є ефективним інструментом подолання абіотичного стресу, зокрема посухи. Спільна інокуляція цими штамми забезпечує суттєве зростання морфометричних показників сої: довжини кореня – на 56%, сухої маси пагонів – на 48%, а також кількості бульбочок – на 17% порівняно з контролем у стресових умовах. Використання таких мікробних консорціумів не лише покращує споживання поживних речовин, а й активує ґрунтові ферменти, що є критично важливим для сталого виробництва сої в умовах мінливого клімату. Дослідженнями в умовах південно-східного Балтійського регіону встановлено, що максимальна продуктивність сої сорту Aldana досягається за поєднання інокуляції штамми *B. japonicum* (зокрема препаратом HiStick Soy) із внесенням помірних доз мінерального азоту (30–60 кг/га). Такий комплексний підхід забезпечив суттєве покращення біометричних показників, компонентів структури врожаю та вмісту сирого протеїну в насінні порівняно з варіантами без інокуляції. Автори підкреслюють, що інтеграція азотних добрив та спеціфічних біопрепаратів є вирішальним фактором підвищення врожайності зерна, білка та жиру в умовах помірного клімату (Panasiewicz et al., 2023).

Тому, мета статті полягає в науковому обґрунтуванні та експериментальному підтвердженні ефективності застосування сучасних удобрювальних продуктів і засобів інокуляції насіння для оптимізації формування продуктивності сої в ґрунтово-кліма-

тичних умовах Північно-східного Лісостепу України протягом 2024–2025 рр.

Матеріал і методи

Експериментальну частину роботи виконували на базі Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН у 2024–2025 рр. в межах польової сівозміни. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземом типовим, що характеризується середнім вмістом гумусу (4,6%) та слабкокислою реакцією ґрунтового розчину (pH_{KCl} 5,5). Детальна агрохімічна характеристика орного шару щодо забезпеченості основними макроелементами до початку закладання дослідів відображена у таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст доступних форм макроелементів на досліджуваній ділянці

Показник	Кількість, мг/100 г ґрунту
Азот легкогідрозований (Корнфілд)	14,2
Фосфор рухомий	19,3
Калій обмінний	8,1

Аналіз гідротермічних умов вегетаційного періоду 2024–2025 років (квітень–вересень) виявив виражену сезонну динаміку, притаманну помірно-континентальному клімату Сумської області (рис. 1). Вегетаційний період 2024 року характеризувався помірним температурним режимом у квітні (9,8°C) та травні (15,5°C), проте супроводжувався дефіцитом вологи у критичні фази розвитку: у червні випало лише 17 мм опадів при середньодобовій температурі 21,2°C, що створювало передумови для виникнення повітряної посухи. Особливо гостра нестача вологи спостерігалася у вересні (5 мм), що на фоні температури 17,3°C призводило до прискореного завершення вегетації.

Натомість 2025 рік відзначався вищими температурними показниками на старті вегетації (квітень – 11,3°C) та суттєвим зростанням рівня зволоження у середині сезону. Пік опадів зафіксовано у липні (75 мм), що у поєднанні з максимальною середньодобовою температурою (23,9°C) забезпечило інтенсивне проходження процесів фотосинтезу та формування генеративних органів. Серпень також був достатньо зволеним (58 мм), а вересень характеризувався дещо вищим рівнем опадів порівняно з попереднім роком (10,5 мм), що створювало більш сприятливі умови для наливу зерна та реалізації потенційної продуктивності культури.

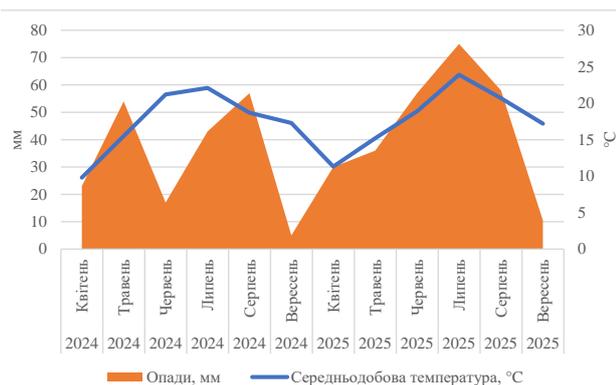


Рис. 1. Кліматичні дані вегетаційних сезонів 2024–2025 рр.

Джерело: сформовано автором

Агротехніка вирощування сої сорту Сіверка базувалася на загальноприйнятих галузевих рекомендаціях для умов Північно-східного Лісостепу України з використанням пшениці ярої як попередника в сівозміні. Експериментальні дослідження проводили на ділянках з обліковою площею 100 м² за двофакторною схемою, деталізованою у таблиці 2. Система передпосівної підготовки насінневого матеріалу передбачала обов'язковий фунгіцидний захист препаратом Максим XL 035 FS у нормі 1,0 л/т за два тижні до висіву, а також стимуляцію росту безпосередньо в день сівби. Контрольний варіант передбачав зволоження насіння водою (1% від маси), тоді як у дослідних варіантах застосовували регулятор росту Ризогумін (2 кг/т насіння). Подальший догляд за посівами включав позакореневі обробки вегетуючих рослин препаратами Гуміфілд ВР-18 в.с. та Фульвігрін Бор в.с.

згідно з регламентами дослідних варіантів та рекомендованими виробником концентраціями діючих речовин. Польові досліді закладалися у трикратному повторенні з рандомізованим розміщенням ділянок.

Фенологічні спостереження в польових дослідях проводили з метою отримання достовірної оцінки згідно з «Методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» за редакцією В. В. Волкодава (Методика ..., 2001).

Перед початком збиральних робіт із кожної дослідної ділянки відбирали пробні снопи для проведення детального аналізу індивідуальної продуктивності рослин. Збирання врожаю здійснювали методом прямого комбайнування з використанням селекційної техніки «Massey Ferguson» у фазі повної стиглості зерна. Облік урожайності проводили подільсько, попередньо вимірювали показники вологості зерна за допомогою вологоміра «Wile 55». Для подальшого вивчення якісних характеристик відбирали репрезентативні зразки зерна. Масу 1000 зерен визначали згідно з державним стандартом "Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення" (ДСТУ 2949-94). Статистичну обробку даних було проведено із використанням програмного забезпечення Statistica 10.0.

Результати та їх обговорення

Аналіз індивідуальної продуктивності сої сорту Сіверка засвідчив позитивний вплив досліджуваних препаратів на всі структурні елементи врожаю (рис. 2). Встановлено, що найменші показники були характерні для варіанта А1В1 (абсолютний контроль), де кількість насінин на рослині становила 21,4 шт., а маса зерна з рослини – 4,52 г.

Таблиця 2

Схема польового досліді

№ з/п	Фактор А: Обробка насіння (Доза)	Фактор В: Обробка рослин по вегетації	Комбінація (Варіант досліді)
1	Контроль (обробка насіння водою)	1. Контроль (без обробки препаратами)	A1B1 (Абсолютний контроль)
2	Контроль (обробка насіння водою)	2. Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га) – фаза бутонізації	A1B2
3	Контроль (обробка насіння водою)	3. Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) – фаза наливу бобів	A1B3
4	Контроль (обробка насіння водою)	4. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Фульвігрін Бор (0,5 л/га)	A1B4
5	Ризогумін (2 кг/т насіння)	1. Контроль (без обробки препаратами)	A2B1
6	Ризогумін (2 кг/т насіння)	2. Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га) – фаза бутонізації	A2B2
7	Ризогумін (2 кг/т насіння)	3. Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) – фаза наливу бобів	A2B3
8	Ризогумін (2 кг/т насіння)	4. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Фульвігрін Бор (0,5 л/га)	A2B4 (Максимальна обробка)

Застосування передпосівної інокуляції (фактор А2) забезпечило стабільне зростання продуктивності порівняно з варіантами без обробки насіння. Найбільш виражена динаміка спостерігалася за показником кількості насінин на рослині: поєднання інокуляції Ризогуміном із дворазовим позакореневим підживленням (варіант А2В4) дозволило досягти пікового значення у 26,1 шт., що на 22% перевищує контроль.

Графічна інтерпретація результатів демонструє, що показник кількості бобів

на рослині мав меншу амплітуду коливань між варіантами порівняно з кількістю насінин, проте також досяг максимуму (12,8 шт.) у варіанті А2В4. Маса зерна з однієї рослини корелювала зі збільшенням кількості насінин і варіювала від 4,52 г (А1В1) до 4,85 г (А2В4). Характер кривих на графіку підтверджує, що інтегрована система живлення (А2В4) є найбільш ефективною для реалізації біологічного потенціалу сорту в умовах Північно-східного Лісостепу України.

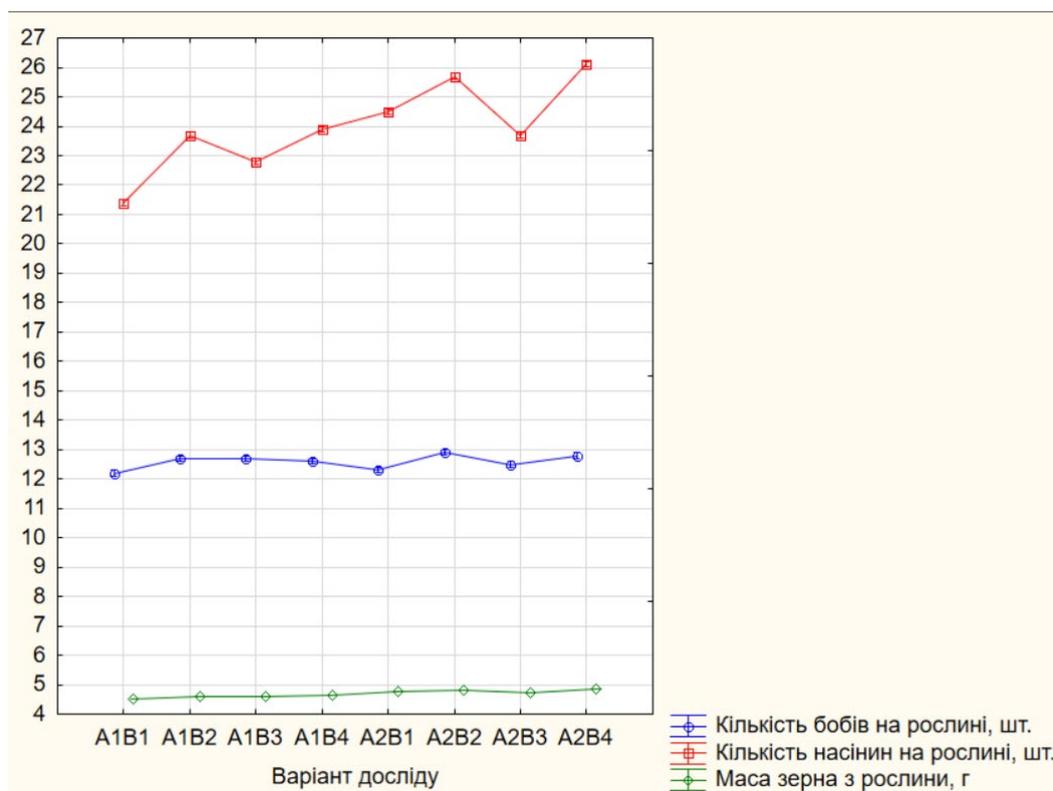


Рис. 2. Динаміка показників індивідуальної продуктивності сої залежно від застосування удобрювальних продуктів (середнє за 2024–2025 рр.)

Таблиця 3
Результати дисперсійного аналізу показників індивідуальної продуктивності сої сорту Сіверка (за 2024–2025 рр.)

Показник	Сума квадратів (ефект)	Середній квадрат (ефект)	Сума квадратів (помилка)	Середній квадрат (помилка)	F-критерій	p-рівень
Кількість бобів на рослині, шт.	2,4525	0,35036	0,32	0,008	43,795	0,00
Кількість насінин на рослині, шт.	95,61	13,65857	0,32	0,008	1707,321	0,00
Маса зерна з рослини, г	0,58793	0,08399	0,0032	0,00008	1049,866	0,00

Статистична обробка отриманих даних методом дисперсійного аналізу підтвердила високу достовірність впливу факторів передпосівної інокуляції та позакореневого підживлення на формування врожайності сої. Згідно з результатами аналізу дисперсії, за всіма досліджуваними параметрами – кількістю бобів, кількістю насінин та масою зерна з рослини – зафіксовано суттєве перевищення фактичних значень F-критерію над теоретичними.

Зокрема, для показника кількості насінин на рослині значення F досягло 1707,321, а для маси зерна з рослини – 1049,866, що вказує на визначальну роль обраної схеми живлення у варіабельності цих ознак. Розрахований р-рівень для всіх показників становить < 0,001, що значно менше критичного порогу значущості ($p < 0,05$). Це дозволяє стверджувати, що виявлені відмінності між варіантами досліду не є випадковими, а зумовлені безпосередньою дією удобрювальних продуктів (табл. 3).

Узагальнення результатів польових досліджень за допомогою дескриптивної статистики дозволило встановити чітку позитивну кореляцію між інтенсифікацією системи живлення та продуктивністю культури (табл. 4). Згідно з отриманими даними, мінімальні значення врожайності зафіксовано у контрольному варіанті А1В1 (2,57 т/га), тоді як інтегроване застосування інокуляції та позакореневого підживлення у варіанті А2В4 забезпечило формування максимальної продуктивності на рівні 2,88 т/га. Аналогічна тенденція простежується за показником маси 1000 насінин, де приріст відносно контролю склав 14,9 г (від 170,6 до 185,5 г). Показники стандартного відхилення, що коливаються в межах 0,71–0,74 для врожайності та 49,6–56,3 для маси

насіння, свідчать про достатню варіабельність ознак у межах вибірки, що зумовлено як генетичним потенціалом сорту, так і значним впливом досліджуваних факторів на фізіологічний стан рослин.

Результати статистичного оцінювання за критерієм Дункана свідчать про відсутність математично достовірної різниці між усіма досліджуваними варіантами, що вказує на однорідність вибірки за основними показниками продуктивності. Встановлено, що незалежно від інтенсивності використання інокулянтів чи продуктів для позакореневого підживлення, отримані прирости врожайності та маси 1000 насінин не долають поріг критичного розмаху значущості (0,84 т/га та 61,7 г відповідно). Це дозволяє зробити висновок, що зафіксована варіабельність показників у межах вегетаційного періоду зумовлена радше природною мінливістю ознак або іншими неврахованими факторами середовища, ніж прямим впливом застосованих агротехнічних заходів, оскільки статистично істотної переваги жодного з варіантів обробки над контрольним не зафіксовано.

Аналіз отриманих результатів у контексті сучасних наукових досліджень дозволяє глибше оцінити статистичну та господарську значущість застосованих агрозаходів. Схожі результати досліджень в умовах Полтавської області (Чайка та ін., 2023) підтверджують високу ефективність передпосівної інокуляції насіння, хоча й іншим препаратом (Legume Fix), де було зафіксовано приріст маси насіння з однієї рослини на 15,9–22,1% та збільшення маси 1000 насінин на 4,5–4,7%. Проте, на відміну від згаданих даних, де максимальна врожайність сорту Хорол сягала 3,39 т/га, результати наших досліджень по сорту Сіверка

Таблиця 4
Показники врожайності та маси 1000 насінин сої сорту Сіверка
(середнє за 2024–2025 рр.)

Варіант досліду	Середня врожайність, т/га	Стандартне відхилення по врожайності, т/га	Середня маса 1000 насінин, г	Стандартне відхилення по масі 1000 насінин, г
A1B1	2,58	±0,73	170,60	±51,49
A1B2	2,63	±0,74	173,35	±51,43
A1B3	2,63	±0,71	173,05	±49,57
A1B4	2,67	±0,72	176,25	±53,08
A2B1	2,76	±0,73	179,95	±53,40
A2B2	2,83	±0,73	183,50	±54,88
A2B3	2,79	±0,71	182,05	±53,08
A2B4	2,88	±0,74	185,50	±56,31
Критерій Дункана	0,84		61,7	

показали дещо нижчі абсолютні значення (2,58–2,88 т/га).

Порівняльний аналіз даних Івасик і Хоміної (Івасик і Хомина, 2025) свідчить, що оптимізація фону живлення є визначальним чинником підвищення продуктивності сої в умовах Лісостепу. Вони вказують на ефективність інокуляції препаратом Ризогумін, що забезпечує врожайність 3,12–3,14 т/га, тоді як за нашими даними у варіанті А2В1 (Ризогумін без підживлення) цей показник становив 2,76 т/га. Важливо зауважити, що незважаючи на математично зафіксований приріст урожайності у варіанті А2В4 до 2,88 т/га порівняно з контролем (2,58 т/га), статистична оцінка за критерієм Дункана (критичний розмах 0,84 т/га) вказує на відсутність статистично істотної різниці між цими варіантами. Це контрастує з даними літературних джерел, де аналогічні схеми інтегрованої інокуляції (А2В4) дозволяли досягати врожайності 3,56 т/га з масою 1000 насінин до 236,9 г.

Дослідження (Јагескі, 2023) також акцентують на високій ефективності поєднання інокуляції штамами *Bradyrhizobium japonicum* із фоліарним внесенням мікроелементів, що забезпечує зростання врожайності на 0,61 т/га порівняно з контролем. У наших дослідженнях фактичне зростання врожайності у найбільш інтенсивному варіанті А2В4 становило лише 0,30 т/га відносно контролю. Така невідповідність між отриманими нами даними та результатами інших авторів щодо істотності впливу препаратів може пояснюватися високою варіабельністю ознак у межах вибірки (стандартне

відхилення до $\pm 0,74$ т/га) та специфікою гідротермічних умов вегетаційних періодів 2024–2025 рр. Таким чином, хоча використання інокулянта Ризогумін разом із препаратами Гуміфілд ВР-18 та Фульвігрін Бор демонструє тенденцію до покращення структури врожаю, у наших умовах незалежно від використання удобрювального продукту статистично істотної різниці по врожайності та масі 1000 насінин не зафіксовано.

Висновки

Проведені дослідження свідчать, що в умовах мінливого гідротермічного режиму 2024–2025 рр. застосування передпосівної інокуляції та систем позакореневого підживлення сприяло покращенню показників індивідуальної продуктивності сої сорту Сіверка. Найвищі середні значення кількості бобів (12,8 шт.), насінин (26,1 шт.) та маси зерна з рослини (4,85 г) зафіксовано у варіанті А2В4 (Ризогумін + Гуміфілд ВР-18 + Фульвігрін Бор), де врожайність досягла 2,88 т/га, а маса 1000 насінин – 185,5 г. Проте, згідно з результатами статистичного аналізу за критерієм Дункана, встановлені прирости врожайності (на 0,30 т/га) та маси насіння (на 14,9 г) відносно контролю не подолали поріг критичного розмаху значущості. Це дозволяє констатувати, що незалежно від виду використаного удобрювального продукту чи інокулянта, статистично істотної різниці між варіантами не зафіксовано, а виявлена варіабельність показників зумовлена високою внутрішньою мінливістю ознак у межах вибірки та впливом чинників довкілля, які домінували над дією досліджуваних препаратів.

Список використаної літератури

Білявська А.Г., Білявський Ю.В., Діянова А.О., Мирний М.В. Сорти сої для Степу та Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 135–140. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16>

Вишнівський П.С., Фурман О.В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Plant and Soil Science*. 2020. № 11(1). С. 13–22. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.013>

Дацько О.М. Вплив застосування удобрювальних продуктів на продуктивність кукурудзи в умовах Північно-східного Лісостепу України : кваліфікаційна праця на правах рукопису / Сумський національний аграрний університет. Суми, 2023.

Дацько О.М. Рослинні пробіотики: вплив на рослини в умовах стресу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія біологія*. 2021. № 43(1). С. 10–18. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.2>

Івасик М.В. Формування продуктивності нових сортів сої в умовах Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 19–24. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.3>

Івасик М.В., Хомина В.Я. Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. № 49. С. 63–67. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.9>

Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) / за ред. В.В. Волкодава. Київ, 2001. 69 с.

Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення : ДСТУ 2949-94. [Чинний від 1994-12-29]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 1994. (Державний стандарт України).

Фурман В.А., Фурман О.В., Свистунова І.В. Урожайність і якість насіння сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Лісостепу Правобережного. *Наукові доповіді НУБіП України*. Київ, 2022. № 2. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.02.004>

Чайка Т.О., Ляшенко В.В., Хоменко Б.С. Вплив інокуляції насіння на врожайність сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 180–187. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.24>

Шевніков М.Я., Міленко О.Г., Лотиш І.І. Якісні показники насіння сої залежно від впливу мінеральних і бактеріальних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 25–29. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.04.04>

Delele T.A. Review on the Role Soybean on Animal Feed and Human Nutrition in Ethiopia. *American Journal of Zoology*. 2021. Vol. 4. № 3. P. 25–31. <https://doi.org/10.11648/j.ajz.20210403.11>

Guo B., Sun L., Jiang S. Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. Vol. 135. № 11. P. 4095–4121. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04222-9>

Jabborova D., Kannepalli A., Davranov K. Co-inoculation of rhizobacteria promotes growth, yield, and nutrient contents in soybean and improves soil enzymes and nutrients under drought conditions. *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. №1. 22081. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01337-9>

James B. The Development and Regulation of Soybean Nodules. *A Comprehensive Survey of International Soybean Research-Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships*. 2013. <https://doi.org/10.5772/52573>

Jarecki W. Soybean Response to Seed Inoculation or Coating with Bradyrhizobium japonicum and Foliar Fertilization with Molybdenum. *Plants*. 2023. Vol. 12 № 13. 2431. <https://doi.org/10.3390/plants12132431>

Mirriam A., Mugwe J., Nasar J. Role of Phosphorus and Inoculation with Bradyrhizobium in Enhancing Soybean Production. *Advances in Agriculture*. 2023. P. 1–14. <https://doi.org/10.1155/2023/3231623>

Panasiewicz K., Faligowska A., Szymańska G. Optimizing the Amount of Nitrogen and Seed Inoculation to Improve the Quality and Yield of Soybean Grown in the Southeastern Baltic Region. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. № 4. 798 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040798>

Torun B., Viteri F.E., Young V.R. Nutritional role of soya protein for humans. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1981. Vol. 58. № 3. 400 p. <https://doi.org/10.1007/BF02582389>

References

Biliavska, L.H., Biliavskiy, Yu.V., Diianova, A.O., & Myrnyi, M.V. (2021). Sorty soi dlia Stepu ta Lisostepu Ukrainy [Soybean varieties for the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]*, 1, 135–140. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16> [in Ukrainian].

Vyshnevskiy, P.S., & Furman, O.V. (2020). Produktyvnist soi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Soybean productivity depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Plant and Soil Science*, 11(1), 13–22. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.013> [in Ukrainian].

Datsko, O.M. (2023). Vplyv zastosuvannya udobriuvalnykh produktiv na produktyvnist kukurudzy v umovakh Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of application of fertilizing products on corn productivity in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Kvalifikatsiina pratsia na pravakh rukopysu. Sumskiy natsionalnyi ahrarniy universytet [Qualification work on the rights of a manuscript, Sumy National Agrarian University]*. Sumy [in Ukrainian].

Datsko, O.M. (2021). Roslynni probiotyky: vplyv na roslyny v umovakh stresu [Plant probiotics: influence on plants under stress conditions]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Ahronomija biolohija [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy Biology]*, 43(1), 10–18. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.2> [in Ukrainian].

Ivasyk, M.V. (2023). Formuvannya produktyvnosti novykh sortiv soi v umovakh Lisostepu. [Formation of productivity of new soybean varieties in the conditions of the Forest Steep. *[Tavriskiy*

naukovyi visnyk [Taurian Scientific Herald], 133, 19–24. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.2> [in Ukrainian].

Ivasyk, M.V., & Khomina, V.Ya. (2025). Urozhai zerna soi zalezno vid sortu, fonu zhyvlennia i normy vysivu nasinnia v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Soybean grain yield depending on the variety, nutritional background and seed sowing rate in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika [Podolsk Herald: agriculture, technology, economy]*, 49, 63–67. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.9> [in Ukrainian].

Volkodav, V.V. (Ed.). (2001). *Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur (zernovi, krupiani ta zernobobovi kultury) [Methodology of state variety testing of agricultural crops (cereals, groats and leguminous crops)]*. Kyiv [in Ukrainian].

Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (1994). *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Terminy ta vyznachennia (DSTU 2949-94) [Seeds of agricultural crops. Terms and definitions (DSTU 2949-94)]*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].

Furman, V.A., Furman, O.V., & Svystunova, I.V. (2022). Urozhainist i yakist nasinnia soi zalezno vid inokuliatsii ta udobrennia v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Yield and quality of soybean seeds depending on inoculation and fertilizing in the conditions of the Right Bank Forest Steppe]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific advice from NULES of Ukraine]*. Kyiv, 2. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.02.004> [in Ukrainian].

Chaika, T.O., Liashenko, V.V., & Khomenko, B.S. (2023). Vplyv inokuliatsii nasinnia na vrozhaunist soi za orhanichnoi tekhnologii vyroshchuvannia [The impact of seed inoculation on soybean yield under organic cultivation technology]. *Tavria Scientific Bulletin [Taurian Scientific Herald]*, 133, 180–187. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.2> [in Ukrainian].

Shevnikov, M.Ya., Milenko, O.H., & Lotysh, I.I. (2014). Yakisni pokaznyky nasinnia soi zalezno vid vplyvu mineralnykh i bakterialnykh dobryv [Qualitative indicators of soybean seeds depending on the influence of mineral and bacterial fertilizers]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]*, 4, 25–29. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.04.04> [in Ukrainian].

Delele, T.A. (2021). Review on the Role Soybean on Animal Feed and Human Nutrition in Ethiopia. *American Journal of Zoology*, 4(3), 25–31. <https://doi.org/10.11648/j.ajz.20210403.11> [in English].

Guo, B., Sun, L., & Jiang, S. et al. (2022). Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(11), 4095–4121. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04222-9> [in English].

Jaborova, D., Kannepalli, A., & Davranov, K. et al. (2021). Co-inoculation of rhizobacteria promotes growth, yield, and nutrient contents in soybean and improves soil enzymes and nutrients under drought conditions. *Scientific Reports*, 11(1), 22081. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01337-9> [in English].

James, B. (2013). The Development and Regulation of Soybean Nodules. In J. Board (Ed.), *A Comprehensive Survey of International Soybean Research-Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships. InTech*. <https://doi.org/10.5772/52573> [in English].

Jarecki, W. (2023). Soybean Response to Seed Inoculation or Coating with Bradyrhizobium japonicum and Foliar Fertilization with Molybdenum. *Plants*, 12(13), 2431. <https://doi.org/10.3390/plants12132431> [in English].

Miriam, A., Mugwe, J., & Nasar, J. (2023). Role of Phosphorus and Inoculation with Bradyrhizobium in Enhancing Soybean Production. *Advances in Agriculture*, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2023/3231623> [in English].

Panasiewicz, K., Faligowska, A., & Szymańska, G. (2023). Optimizing the Amount of Nitrogen and Seed Inoculation to Improve the Quality and Yield of Soybean Grown in the Southeastern Baltic Region. *Agriculture*, 13(4), 798. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040798> [in English].

Torun, B., Viteri, F.E., & Young, V.R. (1981). Nutritional role of soya protein for humans. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58(3), 400. <https://doi.org/10.1007/BF02582389> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 24.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 06.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.03.2026

Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

