

УДК 633.34:631.53.027:631.811.98 (477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.150.25>

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНОКУЛЯЦІЇ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Угрін О.М. – аспірант,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0002-0710-5852

Біднина І.О. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-8351-2519

В умовах сучасних кліматичних змін одним із ключових напрямів підвищення ефективності виробництва сої є впровадження біологічних технологій, спрямованих на активізацію природних процесів азотфіксації, покращення живлення рослин та підвищення їх адаптивності до абіотичних стресів. Передпосівна інокуляція насіння комплексними мікробними препаратами є екологічно безпечним і економічно доцільним агротехнологічним заходом, який сприяє формуванню високоефективного симбіотичного апарату, оптимізації мікробіологічних процесів у ризосфері та забезпечує стабільне підвищення врожайності культури. Водночас оцінка ефективності таких препаратів має базуватися не лише на показниках продуктивності, а й на комплексному аналізі їх агробіологічної та економічної доцільності. Метою дослідження було провести комплексну оцінку агробіологічної, продукційної та економічної ефективності передпосівної інокуляції сортів сої Софія і Монарх. Полеві дослідження виконували у Херсонській області протягом 2023–2025 рр. У досліді порівнювали контрольний варіант, застосування препарату РизобінК та його композицій із *Bacillus velezensis* IMB B-8134, *Pseudomonas* sp. 6 і *Bacillus megaterium* УКМ B-5724. Економічну ефективність визначали на основі фактичних виробничих витрат, розрахованих відповідно до технологічних карт вирощування культури, з подальшою оцінкою рівня беззбитковості, рентабельності та розрахунком інтегрального економічного індексу.

Встановлено, що використання мікробних композицій супроводжувалося незначним збільшенням виробничих витрат – лише на 2,77–3,16 %, що свідчить про високу економічну доступність запропонованого агрозаходу. Найвищі показники ефективності забезпечила композиція РизобінК + *Bacillus velezensis* IMB B-8134, за використання якої урожайність зерна досягла 3,73 т/га у сорту Софія та 2,50 т/га у сорту Монарх. За цих умов умовно чистий прибуток становив відповідно 37,31 та 16,40 тис. грн/га, рівень рентабельності – 143,0 і 62,8 %, а окупність додаткових витрат – 13,83 та 9,57 грн на 1 грн додаткових вкладень. Композиція РизобінК + *Bacillus velezensis* IMB B-8134 мала найвищий інтегральний економічний індекс в обох сортів та забезпечувала найбільшу прибутковість за прогнозованої ціни реалізації зерна сої 16–18 тис. грн/т. Отримані результати свідчать, що саме ця композиція є найбільш перспективною для широкого виробничого впровадження, оскільки забезпечує оптимальне поєднання агробіологічної, продукційної та економічної ефективності, сприяючи підвищенню конкурентоспроможності технології вирощування сої в умовах кліматичних змін.

Ключові слова: соя, Софія, Монарх, інокуляція, урожайність, економічна ефективність, інтегральний індекс.



© Угрін О.М., Біднина І.О., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Uhrin O.M., Bidhyna I.O. Comprehensive assessment of pre-sowing seed inoculation efficiency in modern soybean varieties under the conditions of the Southern region of Ukraine

In the conditions of modern climate change, one of the key areas for increasing the efficiency of soybean production is the introduction of biological technologies aimed at activating the natural processes of nitrogen fixation, improving plant nutrition and increasing their adaptability to abiotic stresses. Pre-sowing inoculation of seeds with complex microbial preparations is an environmentally safe and economically feasible agrotechnological measure that contributes to the formation of a highly productive symbiotic apparatus, optimization of microbiological processes in the rhizosphere and ensures a stable increase in crop yield. At the same time, the assessment of the effectiveness of such preparations should be based not only on productivity indicators, but also on a comprehensive analysis of their agrobiological and economic feasibility. The aim of this study was to comprehensively evaluate the biological, productive, and economic efficiency of pre-sowing seed inoculation of the soybean cultivars Sofia and Monarch. Field experiments were conducted in the Kherson region of Ukraine during 2023–2025. The control treatment, RyzobinK, and its combinations with *Bacillus velezensis* IMV B-8134, *Pseudomonas* sp. 6, and *Bacillus megaterium* UCM B-5724 were compared. Economic efficiency was evaluated based on production costs, cost of production, conventional net profit, profitability, return on additional investment, and break-even indicators. An integrated economic index was also developed. The total cost of inoculation increased production costs by only 2.77–3.16%. The RyzobinK + *B. velezensis* treatment produced the best results, achieving grain yields of 3.73 t ha⁻¹ for the cultivar Sofia and 2.50 t ha⁻¹ for Monarch, conventional net profits of 37.31 and 16.40 thousand UAH ha⁻¹, profitability levels of 143.0% and 62.8%, and returns on additional investment of 13.83 and 9.57 UAH per UAH invested, respectively. This treatment ranked first according to the integrated economic index for both cultivars and maintained its economic advantage at soybean market prices of 16–18 thousand UAH t⁻¹. The RyzobinK + *Bacillus velezensis* IMV B-8134 combination is recommended as the preferred option for commercial soybean production because it provides the most balanced combination of biological, productive, and economic efficiency.

Key words: soybean, Sofia, Monarch, RyzobinK, *Bacillus velezensis*, *Pseudomonas*, *Bacillus megaterium*, yield, production cost, profit, profitability, integrated index.

Постановка проблеми. Підвищення ефективності вирощування сої в Південному регіоні України потребує технологічних рішень, які забезпечують стабільну реалізацію потенціалу сортів за високих температур, нерівномірного зволоження та зростання вартості матеріально-технічних ресурсів. Передпосівна інокуляція насіння є одним із найбільш доступних засобів біологізації технології, проте її виробничу доцільність не можна обґрунтувати лише окремим показником. Для науково обґрунтованого вибору оптимального інокуляційного варіанта необхідне комплексне оцінювання розвитку симбіотичного апарату, реакції ризосферної мікробіоти, показників урожайності та якості насіння, а також економічної доцільності застосування біопрепаратів. У сучасних дослідженнях дедалі більшої уваги приділяють застосуванню композицій мікробних інокулянтів, у яких *Bradyrhizobium* забезпечує специфічний симбіоз і біологічну фіксацію азоту, а бактерії родів *Bacillus*, *Priestia* та *Pseudomonas* забезпечують стимулювання розвитку кореневої системи, мобілізацію фосфору, регуляцію гормонального балансу, підвищують стійкість до стресових чинників і продуктивність рослин [2–8]. Водночас результативність таких мікробних композицій є штам-, сорто- та середовищно-специфічною, тому їх виробниче впровадження потребує регіональної перевірки конкретних комбінацій за системою біологічних, продукційних та економічних критеріїв. Актуальність роботи зумовлена необхідністю науково обґрунтованого добору мікробних інокулянтів для сучасних сортів сої, вирощуваних за високих температур, нерівномірного зволоження у Південному регіоні України на фоні зростання вартості матеріально-технічних ресурсів. Практична цінність інокуляційної комбінації визначається не лише здатністю посилювати бобово-ризобіальний симбіоз, а й стабільністю трансформації біологічного ефекту

взаємодії в приріст урожайності, поліпшення якості насіння та підвищення економічної ефективності технології. Тому комплексне порівняння РизобінуК і його композицій із *Bacillus velezensis* IMB B-8134, *Pseudomonas sp. 6* та *Bacillus megaterium* УКМ B-5724 за узгодженою системою біологічних, продукційних і економічних показників є необхідною передумовою розроблення обґрунтованих рекомендацій для регіонального виробництва сої.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз польових досліджень і масштабна виробнича валідація підтвердили, що сумісне застосування ризобіальних і асоціативних рістстимулювальних бактерій здатне підвищувати врожайність сої, однак амплітуда реакції рослин істотно залежить від генотипу, ґрунтових умов, погодних чинників і способу застосування препаратів [4, 5]. Дослідження взаємодії *Bradyrhizobium* із *Pseudomonas* засвідчили можливість одночасного посилення симбіотичної ефективності, мінерального живлення та насіннєвої продуктивності [6]. Для представників *Bacillus* і *Priestia* доведено здатність стимулювати бульбочкоутворення, підвищувати доступність фосфору та поліпшувати окремі елементи продуктивності сої [7, 8, 12]. Економічна доцільність застосування інокуляції визначається співвідношенням між додатковими витратами та вартістю приросту товарної продукції. Встановлено, що композиція РизобінК + *Bacillus velezensis* IMB B-8134 забезпечувала найкраще поєднання собівартості, умовно чистого прибутку й рентабельності. У вітчизняних роботах ефективність інокуляції переважно оцінюють за урожайністю, собівартістю та рентабельністю [1]. Значно рідше поєднують агробіологічні, продукційні та економічні індикатори в єдиній системі ранжування. Тому виникає необхідність встановити, чи зберігається перевага окремої мікробної композиції за різних критеріїв, сортів і сценаріїв ціни реалізації, а також визначити запас фінансової стійкості технології.

Формулювання цілей статті. Провести комплексну оцінку агробіологічної, продукційної та економічної ефективності передпосівної інокуляції сортів сої Софія і Монарх препаратом РизобіномК та його композиціями з *Bacillus velezensis* IMB B-8134, *Pseudomonas sp. 6* і *Bacillus megaterium* УКМ B-5724 в умовах Південного регіону України.

Виклад основного матеріалу. Польові дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. у Херсонській області на дослідних полях Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН на темно-каштановому ґрунті. Дослід закладали за двофакторною схемою: фактор А – сорти сої (ранньостиглий Софія, скоростиглий Монарх); фактор В – передпосівна інокуляція насіння (контроль без обробки; РизобінК; РизобінК + *Bacillus velezensis* IMB B-8134; РизобінК + *Pseudomonas sp. 6*; РизобінК + *Bacillus megaterium* УКМ B-5724).

Агробіологічний блок досліджень охоплював визначення кількості і маси бульбочок у фазах гілкування та утворення бобів, а також чисельності целюлозоруйнівних мікроорганізмів у шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см. Продукційний блок показників включав урожайність, вміст і збір білка та жиру. Первинні методики польових, лабораторних і статистичних визначень відповідали методиці польового досліджу [9].

Економічні розрахунки виконано на основі технологічних карт за цінами станом на 01.01.2026 р. Базові виробничі витрати контрольного варіанта визначені на рівні 25,30 тис. грн/га. Додаткові витрати на застосування РизобінуК становили 0,700 тис. грн/га; для композицій препаратів їх визначали шляхом обліку фактичних витрат, які складали 0,799 тис. грн/га для РизобінК + *B. velezensis*, 0,729 тис. грн/га для РизобінК + *Pseudomonas sp. 6* і 0,748 тис. грн/га для

РизобінК + *B. megaterium*. Розрахункову ціну реалізації насіння сої прийнято на рівні 17,0 тис. грн/т. Додатково проведено аналіз чутливості за цін 16,0 і 18,0 тис. грн/т.

Інтегральну економічну оцінку досліджуваних варіантів здійснювали за п'ятьма критеріями з урахуванням їх вагових коефіцієнтів: умовно чистий прибуток (0,30), рівень рентабельності (0,25), собівартість продукції (0,20), окупність додаткових витрат (0,15) та запас фінансової стійкості (0,10). Показники нормували методом min-тах окремо в межах кожного сорту. Для стимуляторів застосовували пряме нормування, для собівартості – зворотне. Інтегральний економічний індекс подано у шкалі 0–100 балів.

Комплексний аналіз показав, що агробіологічна й господарська результативність інокуляції не завжди збігалася за окремими показниками. Композиція з *Pseudomonas sp.* 6 забезпечувала найвиразніше поліпшення окремих елементів структури врожаю, а *B. megaterium* – високі значення окремих мікробіологічних і симбіотичних характеристик. Водночас композиція з *B. velezensis* IMB B-8134 найстабільніше поєднувала максимальний розвиток бульбочкового апарату з найвищою фактичною урожайністю та збором білка й жиру в обох сортах. Для кількісного обґрунтування економічної віддачі передпосівної інокуляції насамперед проаналізовано структуру виробничих витрат, що наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Розрахункові виробничі витрати на вирощування сучасних сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння, середнє за 2023–2025 рр.

Варіант інокуляції	Базові виробничі витрати, тис. грн/га	Додаткові витрати на інокуляцію, тис. грн/га	Сукупні виробничі витрати, тис. грн/га	Приріст до контролю, %
Контроль, без обробки	25,300	–	25,300	–
РизобінК	25,300	0,700	26,000	2,77
РизобінК + <i>B. velezensis</i> IMB B-8134	25,300	0,799	26,099	3,16
РизобінК + <i>Pseudomonas sp.</i> 6	25,300	0,729	26,029	2,88
РизобінК + <i>B. megaterium</i> УКМ B-5724	25,300	0,748	26,048	2,96

Як свідчать дані табл. 1, різниця між композиційними варіантами за сукупними виробничими витратами не перевищувала 0,070 тис. грн/га, а збільшення витрат порівняно з контролем становило 2,77–3,16 %. Отже, економічна результативність технології визначалася передусім не абсолютною вартістю мікробного компонента, а його здатністю забезпечити достатній приріст урожайності. Найбільш витратна композиція з *B. velezensis* потребувала лише на 0,099 тис. грн/га більше, ніж моноінокуляція РизобіномК.

Комплекс основних показників економічної ефективності вирощування сортів сої Софія і Монарх узагальнено в таблиці 2.

Дані таблиці 2 свідчать, що вирощування сої сорту Софія було прибутковим за всіх варіантів, а найвищий умовно чистий прибуток – 37,3 тис. грн/га було одержано за застосування РизобінК + *B. velezensis*. Порівняно з контролем цей показник зростав на 10,3 тис. грн/га, собівартість 1 т насіння знижувалася на 1,2 тис. грн, а рівень рентабельності підвищувався на 36,0 відсоткового пункту.

Варіанти з РизобіномК, *Pseudomonas* sp. 6 і *B. megaterium* формували близькі значення умовно чистого прибутку – 33,9–33,3 тис. грн/га, що відображає подібний рівень їх урожайності.

Таблиця 2

**Економічна ефективність вирощування сортів сої
залежно від передпосівної інокуляції насіння, середнє за 2023–2025 рр.**

Варіант	Урожай- ність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Виробничі витрати, тис. грн/га	Собівар- тість 1 т насіння, тис. грн	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рівень рента- бель- ності, %
Сорт Софія						
Контроль	3,08	52,4	25,3	8,21	27,1	107
РизобінК	3,47	59,0	26,0	7,49	32,9	127
РизобінК + <i>B. velezensis</i>	3,73	63,4	26,1	7,00	37,3	143
РизобінК + <i>Pseudomonas</i> sp. 6	3,47	59,0	26,0	7,50	33,0	127
РизобінК + <i>B. megaterium</i>	3,49	59,3	26,0	7,46	33,2	128
Сорт Монарх						
Контроль	2,05	34,9	25,3	12,3	9,6	37,7
РизобінК	2,19	37,2	26,0	11,9	11,2	43,2
РизобінК + <i>B. velezensis</i>	2,50	42,5	26,1	10,4	16,4	62,8
РизобінК + <i>Pseudomonas</i> sp. 6	2,27	38,6	26,0	11,5	12,6	48,3
РизобінК + <i>B. megaterium</i>	2,24	38,1	26,1	11,6	120,0	46,2

За вирощування сої сорту Монарх абсолютні економічні показники були нижчими через меншу урожайність. Водночас, відповідно до таблиці 2, композиція з *B. velezensis* збільшувала умовно чистий прибуток із 9,55 до 16,40 тис. грн/га, знижувала собівартість із 12,34 до 10,44 тис. грн/т і підвищувала рівень рентабельності з 37,7 до 62,8 %. Отже, перевага цієї композиції зберігалася незалежно від продуктивного потенціалу сорту. Для відокремлення ефекту саме заходу інокуляції від загальної прибутковості технології розраховано додаткову економічну віддачу відносно контролю (табл. 3).

Як видно з табл. 3, окупність додаткових виробничих витрат була позитивною в усіх варіантах з інокуляцією насіння сої. У сорту Софія вона становила 9,09–13,83 грн додаткової вартості валової продукції на 1 грн додаткових витрат, у сорту Монарх – 3,40–9,57 грн/грн. Максимальне значення в обох сортів забезпечила композиція з *B. velezensis*. Її перевага формувалася не за рахунок зменшення витрат, а внаслідок найбільшого приросту урожайності – 0,65 т/га у сорту Софія та 0,45 т/га у – Монарха.

Стійкість одержаного економічного результату за зміни ціни реалізації оцінено за трьома сценаріями (табл. 4).

Таблиця 3

**Додатковий економічний ефект застосування мікробних інокулянтів,
середнє за 2023–2025 рр.**

Варіант	Приріст урожай- ності, т/га	Додаткові			Окупність додаткових виробничих витрат, грн/грн
		вартість валової продукції, тис. грн/га	виробничі витрати, тис. грн/га	умовно чистий прибуток, тис. грн/га	
Сорт Софія					
РизобінК	0,39	6,630	0,700	5,930	9,47
РизобінК + B. velezensis	0,65	11,050	0,799	10,251	13,83
РизобінК + Pseudomonas sp. 6	0,39	6,630	0,729	5,901	9,09
РизобінК + B. megaterium	0,41	6,970	0,748	6,222	9,32
Сорт Монарх					
РизобінК	0,14	2,380	0,700	1,680	3,40
РизобінК + B. velezensis	0,45	7,650	0,799	6,851	9,57
РизобінК + Pseudomonas sp. 6	0,22	3,740	0,729	3,011	5,13
РизобінК + B. megaterium	0,19	3,230	0,748	2,482	4,32

Таблиця 4

**Чутливість умовно чистого прибутку до зміни ціни реалізації насіння сої,
середнє за 2023–2025 рр.**

Варіант	Умовно чистий прибуток (тис. грн/га) за ціни		
	16,0 тис. грн/т	17,0 тис. грн/т	18,0 тис. грн/т
Сорт Софія			
Контроль	23,98	27,06	30,14
РизобінК	29,52	32,99	36,46
РизобінК + <i>B. velezensis</i>	33,58	37,31	41,04
РизобінК + <i>Pseudomonas sp. 6</i>	29,49	32,96	36,43
РизобінК + <i>B. megaterium</i>	29,79	33,28	36,77
Сорт Монарх			
Контроль	7,50	9,55	11,60
РизобінК	9,04	11,23	13,42
РизобінК + <i>B. velezensis</i>	13,90	16,40	18,90
РизобінК + <i>Pseudomonas sp. 6</i>	10,29	12,56	14,83
Монарх – РизобінК + <i>B. megaterium</i>	9,79	12,03	14,27

Результати сценарного аналізу засвідчили, що всі варіанти залишалися прибутковими за ціни 16,0–18,0 тис. грн/т. Ранжування технологій не змінювалося: композиція з *B. velezensis* забезпечувала максимальний умовно чистий прибуток

у кожному сценарії. За мінімальної ціни її перевага над контролем становила 9,60 тис. грн/га у сорту Софія та 6,40 тис. грн/га – у Монарха, що підтверджує стійкість висновку до зміни ринкової кон'юнктури.

Для оцінювання меж економічної безпеки технології визначено показники безбитковості (табл. 5).

Таблиця 5

**Граничні показники безбитковості вирощування сортів сої
залежно від передпосівної інокуляції насіння**

Варіант	Ціна безбитковості, тис. грн/т	Урожайність безбитковості, т/га	Запас урожайності, т/га	Запас фінансової стійкості, %
Сорт Софія				
Контроль	8,21	1,49	1,59	51,7
РизобінК	7,49	1,53	1,94	55,9
РизобінК + <i>B. velezensis</i>	7,00	1,54	2,19	58,8
РизобінК + <i>Pseudomonas</i> sp. 6	7,50	1,53	1,94	55,9
РизобінК + <i>B. megaterium</i>	7,46	1,53	1,96	56,1
Сорт Монарх				
Контроль	12,34	1,49	0,56	27,4
РизобінК	11,87	1,53	0,66	30,2
РизобінК + <i>B. velezensis</i>	10,44	1,54	0,96	38,6
РизобінК + <i>Pseudomonas</i> sp. 6	11,47	1,53	0,74	32,6
РизобінК + <i>B. megaterium</i>	11,63	1,53	0,71	31,6

За результатами розрахунків, найнижчу ціну безбитковості та найбільший запас фінансової стійкості за вирощування обох сортів встановлено за композиції РизобінК + *B. velezensis*. Для сорту Софія ціна безбитковості становила 7,00 тис. грн/т, а запас фінансової стійкості – 58,8 %; для Монарха – відповідно 10,44 тис. грн/т і 38,6 %. Отже, цей варіант не лише максимізував умовно чистий прибуток, а й знижував ризик збитковості за несприятливого зменшення ціни реалізації або урожайності.

Сукупну дію економічних критеріїв узагальнено за допомогою інтегрального індексу (табл. 6).

Інтегральна оцінка економічної ефективності дала змогу усунути однобічність ранжування за окремим показником. За вирощування сої сорту Софія друге місце посіла композиція з *B. megaterium*, тоді як у Монарха – композиція з *Pseudomonas* sp. 6. Це відображає сортоспецифічність реакції та підтверджує, що вибір альтернативного інокулянта залежить від генотипу. Водночас РизобінК + *B. velezensis* отримав 100 балів у двох сортів, оскільки одночасно забезпечував максимальні значення умовно чистого прибутку, рентабельності, окупності та фінансової стійкості за найнижчої собівартості.

Нами було узагальнено сортові індекси і практичну інтерпретацію рейтингу досліджуваних варіантів (табл. 7).

Рейтингування підтвердило, що композиція РизобінК + *B. velezensis* IMB В-8134 була єдиним варіантом, який посідав перше місце незалежно від сорту сої та групи критеріїв. Її перевага мала системний характер: максимальні показники бульбачкового апарату поєднувалися з найвищою урожайністю сої, збором білка й жиру та найкращими економічними показниками. Композиція з *Pseudomonas*

sp. 6 посіла друге місце завдяки виразнішій реакції на неї сорту Монарх, тоді як *B. megaterium* був дещо ефективнішим за обробки насіння сорту Софія.

Таблиця 6

**Інтегральна оцінка економічної ефективності варіантів
передпосівної інокуляції насіння сортів сої**

Сорт, варіант	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабе- льності, %	Собівар- тість 1 т насіння, тис. грн	Окупність додаг- кових витрат, грн/грн	Запас фінан- сової стійкості, %	Інтегра- льний індекс, балів	Місце
Софія – контроль	27,06	107,0	8,21	0,00	51,7	0,0	5
Софія – РизобінК	32,99	126,9	7,49	9,47	55,9	59,2	3
Софія – РизобінК + <i>B. velezensis</i>	37,31	143,0	7,00	13,83	58,8	100,0	1
Софія – РизобінК + <i>Pseudomonas</i> sp. 6	32,96	126,6	7,50	9,09	55,9	58,4	4
Софія – РизобінК + <i>B. megaterium</i>	33,28	127,8	7,46	9,32	56,1	61,3	2
Монарх – контроль	9,55	37,7	12,34	0,00	27,4	0,0	5
Монарх – РизобінК	11,23	43,2	11,87	3,40	30,2	25,6	4
Монарх – РизобінК + <i>B. velezensis</i>	16,40	62,8	10,44	9,57	38,6	100,0	1
Монарх – РизобінК + <i>Pseudomonas</i> sp. 6	12,56	48,3	11,47	5,13	32,6	45,6	2
Монарх – РизобінК + <i>B. megaterium</i>	12,03	46,2	11,63	4,32	31,6	37,3	3

Таблиця 7

**Узагальнений рейтинг економічної ефективності варіантів
передпосівної інокуляції за двома сортами сої**

Варіант інокуляції	Економіч- ний індекс сорт Софія, балів	Економіч- ний індекс сорт Монарх, балів	Середній індекс, балів	Місце	Рекомендо- ваний напрям викорис- тання
Варіант інокуляції	Економічний індекс, балів			Місце	Рекомендований напрям використання
	сорт Софія	сорт Монарх	середнє		
РизобінК + <i>B. velezensis</i> IMB B-8134	100,0	100,0	100,0	1	Універсальний пріоритетний варіант
РизобінК + <i>Pseudomonas</i> sp. 6	58,4	45,6	52,0	2	Доцільний для посилення генеративної продуктивності
РизобінК + <i>B. megaterium</i> УКМ B-5724	61,3	37,3	49,3	3	Стабільний біологізований варіант
РизобінК	59,2	25,6	42,4	4	Базова ризобіальна інокуляція
Контроль	0,0	0,0	0,0	5	Відсутність додаткового біологічного впливу

При вирощуванні сої з метою максимізації урожайності, умовно чистого прибутку та стійкості економічного результату, пріоритетним є застосування РизобінК + *B. velezensis* IMB B-8134. За прийнятої ціни 17,0 тис. грн/т ця композиція забезпечувала додатковий умовно чистий прибуток 10,25 тис. грн/га за вирощування сорту Софія та 6,85 тис. грн/га – сорту Монарх, тоді як додаткові виробничі витрати становили лише 0,799 тис. грн/га. Встановлено, що використання РизобінК без додаткового бактеріального компонента залишається економічно доцільним базовим варіантом, особливо за обмеженого доступу до комплексних препаратів. Проте його перевага над контролем була істотно меншою, насамперед у сорту Монарх. Композицію з *Pseudomonas sp.* 6 доцільно розглядати як сорто-специфічний варіант для посилення генеративної продуктивності, а *B. megaterium* УКМ B-5724 – як перспективний компонент біологізованих систем, спрямованих на підтримання активності ризосферної мікробіоти й стабільної продуктивності.

Висновки. Комплексний аналіз агробіологічних, продукційних та економічних показників засвідчив, що ефективність передпосівної інокуляції насіння сучасних сортів сої визначається не окремими параметрами, а сукупною взаємодією розвитку симбіотичного апарату, продуктивності рослин та економічної віддачі технології. Загальні виробничі витрати за інокуляційних варіантів збільшувалися порівняно з контролем лише на 2,77–3,16 %, тоді як приріст урожайності сої досягав 0,65 т/га у сорту Софія та 0,45 т/га – у Монарха. Найвищу економічну результативність забезпечила композиція РизобінК + *Bacillus velezensis* IMB B-8134. У сорту Софія умовно чистий прибуток становив 37,31 тис. грн/га, рівень рентабельності – 143,0 %, собівартість – 7,00 тис. грн/т; у сорту Монарх – відповідно 16,40 тис. грн/га, 62,8 % і 10,44 тис. грн/т. Окупність додаткових виробничих витрат на композицію з *B. velezensis* становила 13,83 грн/грн у сорту Софія та 9,57 грн/грн – у Монарха. Додатковий умовно чистий прибуток відносно контролю досягав відповідно 10,25 і 6,85 тис. грн/га. Перевага композиції з *B. velezensis* зберігалася за сценаріїв ціни реалізації 16,0–18,0 тис. грн/т. Вона забезпечувала найнижчу ціну беззбитковості та найбільший запас фінансової стійкості в обох сортах. За інтегральним економічним індексом РизобінК + *B. velezensis* отримав 100 балів у сортів Софія і Монарх. Друге місце в узагальненому рейтингу посіла композиція з *Pseudomonas sp.* 6, третє – з *B. megaterium* УКМ B-5724, що відображає сортоспецифічність їх дії. Для умов Південного регіону України композицію РизобінК + *Bacillus velezensis* IMB B-8134 доцільно рекомендувати як пріоритетний варіант передпосівної інокуляції насіння сортів Софія і Монарх, який забезпечує найкраще поєднання біологічної, продукційної та економічної ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Голобородько С. П., Дубинська О. Д., Іутинська Г. О., Титова Л. В., Шевчук Н. В. Наукові основи підвищення ефективності бобово-ризобіального симбіозу рослинами сої на зрошуваних землях Південного Степу України : монографія. Одеса : ОЛДІ ПЛЮС, 2025. 162 с.
2. Szczerba A., Płazek A., Kopeć P., Wójcik-Jagła M. et al. Effect of different Bradyrhizobium japonicum inoculants on physiological and agronomic traits of soybean associated with different expression of nodulation genes. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. Art. 1201. DOI: 10.1186/s12870-024-05911-x.
3. Omari R. A., Yuan K., Anh K. T., Reckling M., Halwani M., Egamberdieva D., Ohkama-Ohtsu N., Bellingrath-Kimura S. D. Enhanced Soybean Productivity by Inoculation With Indigenous Bradyrhizobium Strains in Agroecological Conditions of Northeast Germany. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 12. Art. 707080. DOI: 10.3389/fpls.2021.707080.

4. Barbosa J. Z., Hungria M., Sena J. V. S. et al. Meta-analysis reveals benefits of co-inoculation of soybean with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. in Brazil. *Applied Soil Ecology*. 2021. Vol. 163. Art. 103913. DOI: 10.1016/j.apsoil.2021.103913.
5. Prando A. M., Barbosa J. Z., Oliveira A. B. de, Nogueira M. A., Possamai E. J., Hungria M. Benefits of soybean co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: Large-scale validation with farmers in Brazil. *European Journal of Agronomy*. 2024. Vol. 155. Art. 127112. DOI: 10.1016/j.eja.2024.127112.
6. Kumawat K. C., Singh I., Nagpal S., Sharma P., Gupta R. K., Sirari A. Co-inoculation of indigenous *Pseudomonas oryzae* and *Bradyrhizobium* sp. modulates the growth, symbiotic efficacy, nutrient acquisition, and grain yield of soybean. *Pedosphere*. 2022. Vol. 32, No. 3. P. 438–451. DOI: 10.1016/S1002-0160(21)60085-1.
7. Sibponkrung S., Kondo T., Tanaka K., Tittabutr P., Boonkerd N., Yoshida K., Teamroong N. Co-Inoculation of *Bacillus velezensis* Strain S141 and *Bradyrhizobium* Strains Promotes Nodule Growth and Nitrogen Fixation. *Microorganisms*. 2020. Vol. 8, No. 5. Art. 678. DOI: 10.3390/microorganisms8050678.
8. Marchão R. L., Silva G. C. da, Andrade S. R. M. de et al. Improving Soybean Development and Grain Yield by Complementary Inoculation with Growth-Promoting Bacteria *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Priestia*, and *Bacillus*. *Plants*. 2025. Vol. 14, No. 3. Art. 402. DOI: 10.3390/plants14030402.
9. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство) : навчальний посібник. Херсон : Грін Д. С., 2014. 448 с.
10. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Рубцов Д. К., Біднина І. О., Клубук В. В. Сучасні аспекти вирішення проблеми економії азотних добрив при вирощуванні сої в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2020. № 1. С. 11–16. DOI: 10.32848/agraar.innov.2020.1.2.
11. Książek J., Bojarszczuk J. The Effect of Mineral N Fertilization and *Bradyrhizobium japonicum* Seed Inoculation on Productivity of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agriculture*. 2022. Vol. 12, No. 1. Art. 110. DOI: 10.3390/agriculture12010110.
12. Silvestrini G. R., Rosa E. J. da, Corrêa H. C. et al. Potential Use of Phosphate-Solubilizing Bacteria in Soybean Culture. *AgriEngineering*. 2023. Vol. 5, No. 3. P. 1544–1554. DOI: 10.3390/agriengineering5030095.

Дата першого надходження статті до видання: 15.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 03.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.08.2026