

Optimization of soybean sowing and fertilization rate in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

T. Shepilova  | D. Petrenko | K. Vasylovskva | O. Andreychenko

Article info

Correspondence Author

T. Shepilova

E-mail:

shepilova.tamara@gmail.comCentral Ukrainian National
Technical University,
8, Prospekt Universytetskyi,
Kropyvnytskyi, 25006,
Ukraine

Citation: Shepilova, T., Petrenko, D., Vasylovskva, K., & Andreychenko, O. (2026). Optimization of soybean sowing and fertilization rate in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 29(1), 30–34. doi: 10.31210/spi2026.29.01.05

Studying optimal seeding rates and fertilization systems for soybean crops is important. Incorrectly selected plant density leads to irrational use of resources or, conversely, to excessive competition, while unbalanced mineral and biological nutrition inhibits the efficiency of nodule formation and crop formation. Thus, scientific substantiation and implementation of economically justified sowing and fertilization rates are a key lever for maximizing the genetic potential of modern soybean varieties, which directly affects the growth of the profitability of agricultural production and the competitiveness of the industry. The purpose of the research is to establish the effectiveness of various seeding rates, fertilizer application, growth stimulant, and seed inoculation for the Samorodok soybean variety. The task is to determine the impact of seeding rates and fertilizers on seed germination, biometric indicators, and elements of the crop structure. The research was conducted during 2023–2025 in the Kirovohrad region. The soil is ordinary medium-humus heavy loamy black soil. The early-ripening soybean variety Samorodok was studied. The experiment was set up using the split-plot method. Factor A is seeding rates, factor B is the nutritional background. Mineral fertilizers ($P_{40}K_{40}$) were applied by spreading method for pre-sowing cultivation. Inoculation with Rizoactiv was carried out at a rate of 2 l/t of seeds, the biostimulant Vitazym was used at a rate of 1 l/t. As a result of the research, it was found that as the seeding rate increased, field seed germination decreased by 1.9–2.0 %. Complex fertilizer ($P_{40}K_{40}$ + Rizoactiv + Vitazym) provided an increase in germination by 3.9–4.2 % compared to the control. With an increase in the seeding rate, the weight of one plant decreased by 6.0–7.6 g. The largest plant mass was provided by the complex fertilizer option, at a rate of 500 thousand/ha it was 33.8 g (increase compared to the control of 5.5 g). Unlike mass, plant height increased by an average of 2.3 cm with increasing seeding rate. The use of fertilizers provided greater height; in dense sowing (900 thousand/ha), it was 56.1 cm, which exceeded the control by 5.6 %. The number of tubers decreased as the seeding rate increased by 8.7–10.2 pcs. At a rate of 500 thousand/ha, it was 38.4 pcs., which is higher than the control by 10 pcs. or 35.2 %. Analysis of the elements of the crop structure showed that the number of beans during thickening decreased by 6.7–9.1 pcs. which was 27.7–29.8 %. At the same time, the mass of seeds decreased on average by 1.1 g (28.9 %). The highest seed productivity per unit area was at a seeding rate of 700 thousand/ha (average 241 g/m²). Higher yield (27.8 c/ha) was obtained at a seeding rate of 700 thousand c/ha when using mineral fertilizers $P_{40}K_{40}$ and seed treatment with Rizoactiv and Vitazym. The yield increase was 4.4 c/ha, or 18.8 %.

Keywords: soybean, seeding rates, fertilizers, inoculation, biostimulant.

Оптимізація норм висіву та удобрення сої в умовах Північного Степу України

Т. П. Шепілова | Д. І. Петренко | К. В. Васильковська | О. Г. Андрейченко

Центральноукраїнський
національний технічний
університет,
м. Кропивницький, Україна

Вивчення оптимальних норм висіву та систем удобрення посівів сої має важливе значення. Некоректно підібрана густина стояння рослин призводить до нераціонального використання ресурсів або, навпаки, до надмірної конкуренції, тоді як незбалансоване мінеральне та біологічне живлення стримує ефективність утворення бульбочок та формування врожаю. Таким чином, наукове обґрунтування та впровадження економічно виправданих норм сівби і удобрення є ключовим важелем для максимального розкриття генетичного потенціалу сучасних сортів сої, що безпосередньо впливає на зростання рентабельності аграрного виробництва та підвищення конкурентоспроможності галузі. Мета досліджень – встановити ефективність різних норм висіву, застосування добрив, стимулятора росту та інокуляції насіння для сорту сої Самородок. Завдання – визначити вплив норм висіву та добрив на схожість насіння, біометричні показники та елементи структури врожаю. Дослідження були проведені протягом 2023–2025 рр. у Кіровоградській області. Ґрунт – чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинковий. Вивчали ранньостиглий сорт сої Самородок. Дослід було закладено методом розщеплених ділянок. Фактор А – норми висіву, фактор В – фон живлення. Мінеральні добрива ($P_{40}K_{40}$) вносили розкидним способом під передпосівну культивування. Інокуляцію Ризоактивом проводили в нормі 2 л/т насіння, біостимулятор Вітазім використовували в нормі 1 л/т. В результаті досліджень встановлено, що у міру збільшення норми висіву польова схожість насіння зменшувалася на 1,9–2,0 %. Комплексне удобрення ($P_{40}K_{40}$ + Ризоактив + Вітазім) забезпечило зростання схожості на 3,9–4,2 % відносно контролю. Зі збільшенням норми висіву маса однієї рослини знижувалася на 6,0–7,6 г. Найбільшу масу рослин забезпечив комплексний варіант удобрення, при нормі 500 тис./га вона становила 33,8 г (приріст до контролю 5,5 г). На відміну від маси, висота рослин зростала в середньому на 2,3 см зі збільшенням норми висіву. Застосування добрив забезпечило більшу висоту, у загущеному посіві (900 тис./га) вона становила – 56,1 см, що на 5,6 % перевищило контроль. Кількість бульбочок зменшувалася у міру збільшення норми висіву на 8,7–10,2 шт. За норми 500 тис./га вона становила 38,4 шт., що вище за контроль на 10 шт., або 35,2 %. Аналіз елементів структури врожаю показав, що кількість бобів при загущенні знижувалася на 6,7–9,1 шт., що складало 27,7–29,8 %. При цьому маса насіння знижувалася в середньому на 1,1 г (28,9 %). Найбільша насіннева продуктивність з одиниці площі була при нормі висіву 700 тис./га (в середньому 241 г/м²). Вища врожайність (27,8 ц/га) отримана за норми висіву 700 тис./га при застосуванні мінеральних добрив $P_{40}K_{40}$ та обробки насіння Ризоактивом і Вітазімом. Прибавка врожаю становила 4,4 ц/га, або 18,8 %.

Ключові слова: соя, норми висіву, добрива, інокуляція, біостимулятор.

Бібліографічний опис для цитування: Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Васильковська К. В., Андрейченко О. Г. Оптимізація норм висіву та удобрення сої в умовах Північного Степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2026. № 29 (1). С. 30–34.



Вступ

Соя у глобальному сільськогосподарському виробництві займає ключове місце, що підтверджується значним розширенням її посівних площ [1]. В Україні також відзначається помітне та динамічне зростання інтересу до сої. Ця культура впевнено зайняла своє місце у структурі посівних площ вітчизняних сільськогосподарських підприємств [2, 3]. Незважаючи на тенденцію до збільшення рівня врожайності сої в Україні, зумовлену впровадженням сучасних технологічних рішень та високопродуктивних сортів, фактичні показники досі істотно нижчі, ніж ті, що демонструють провідні світові гравці на ринку цієї культури [4]. Незважаючи на проблеми низької продуктивності у виробничих умовах, які часто спричинені недостатнім забезпеченням поживними елементами та неоптимальним водним режимом, комплексні технології створюють можливість для розкриття генетичного потенціалу сої. Невірно обрана густина посіву культури спричиняє або нераціональне витрачання ресурсів (світло, вода, поживні речовини), або ж, навпаки, призводить до надмірної внутрішньовидової конкуренції. При цьому дисбаланс мінерального та біологічного живлення є чинником, який обмежує ефективність симбіотичної азотфіксації та повноцінного наливання зерна. Відтак наукове обґрунтування та впровадження економічно доцільних норм сівби і систем живлення є вирішальним механізмом для максимального розкриття генетичного потенціалу сучасних сортів сої. Це безпосередньо сприяє зростанню рентабельності аграрного сектору та загальному підвищенню конкурентоспроможності галузі [5–8].

Густина сівби сої в Україні суттєво залежить від групи стиглості сорту, що безпосередньо пов'язано з його архітектурою та потенціалом до гілкування. Для ультраранніх і ранньостиглих сортів, які слабко гілкуються, рекомендується використовувати вищі норми висіву (700–900 тис./га). Водночас середньостиглі та пізньостиглі сорти, які мають кращу здатність до гілкування та формування більшої кількості бобів на бічних пагонах, висівають із меншою густиною (зазвичай 350–600 тис./га) [9, 10]. Дослідження Senyk (2020) [11] в умовах Лісостепу свідчить, що збільшення норми висіву від 500 до 700 тис./га підвищує врожайність ранньостиглого сорту КиВін на 0,36–0,43 т/га. Подальший ріст норми до 800 тис./га, навпаки, викликав зниження врожайності. Найвищу врожайність – 3,0 т/га – відмічено за норми висіву 700 тис./га.

Для максимальної врожайності сої необхідно ретельно здійснити вибір норми висіву, оптимізуючи її до сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов.

Дослідження з сортами сої Алігатор, Сенатор та Мензор в умовах Правобережного Лісостепу України визначили оптимальну густиною стояння 600 тис./га, що забезпечило врожайність в діапазоні 2,8–4,2 т/га [12].

У дослідженнях, проведених в умовах Північного Степу України, виявлено оптимальну норму висіву

для середньостиглого сорту Ювілейна – 400 тис./га. Тоді як для ранньостиглого сорту Золушка вона становила 800 тис./га [13].

Комплексне застосування інокулянтів для ефективної біологічної азотфіксації та стимуляторів росту, які активізують кореневу систему і підвищують стресостійкість, має вирішальне значення для максимального розкриття генетичного потенціалу та досягнення стабільно високої продуктивності сої [14–17].

Дослідження Kalenska & Novytska (2020) [18] свідчать про ефективність поєднання підживлення посівів сорту сої Хорол добривом Супер Мікро Плюс на фоні поєднання інокулянтів ХайСтік та мікродобрива Аватар, що забезпечило більший показник площі листової поверхні – 35–37 тис. м²/га.

Спільне використання фосфорно-калійних добрив та інокуляції забезпечує взаємне підсилення ефективності, створюючи оптимальні умови для розвитку рослин сої. Така синергія має вирішальне значення, оскільки вона гарантує ефективну біологічну азотфіксацію і підвищує загальну продуктивність культури [19–21]. Зокрема, в умовах Лісостепу Правобережного технологія, яка передбачала інокуляцію насіння разом із внесенням P₆₀K₆₀ в основне удобрення, забезпечила прибавку врожаю – 0,2–0,3 т/га, по відношенню до інокуляції як окремого заходу [22].

Отже, огляд літературних джерел свідчить про те, що норми висіву та системи удобрення сої є багатofакторними елементами технології, ефективність яких значною мірою залежать від генетичних особливостей сорту (групи стиглості, схильності до гілкування), ґрунтово-кліматичної зони вирощування (від доступності вологи та оптимального температурного режиму), забезпеченості ґрунту елементами живлення та застосування інокулянтів й стимуляторів росту.

Мета дослідження

Мета досліджень – встановити ефективність різних норм висіву, застосування добрив, стимулятора росту та інокуляції насіння для сорту сої Самородок.

Завдання – визначити вплив норм висіву та добрив на схожість насіння, біометричні показники та елементи структури врожаю сої.

Матеріали і методи

Дослідження проведені у 2023–2025 рр. в Кіровоградській області. Ґрунт – чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинковий. Вивчали ранньостиглий сорт сої Самородок.

Дослід було закладено методом розщеплених ділянок. Фактор А – норми висіву, фактор В – фон живлення. Мінеральні добрива (P₄₀K₄₀) вносили розкидним способом під передпосівну культивування. Інокуляцію Ризоактивом проводили в нормі 2 л/т насіння, біостимулятор Вітазим використовували в нормі 1 л/т.

Результати та їх обговорення

Відомо, що норма висіву сої критично важлива, оскільки перевищення густоти рослин посилює конкуренцію за ресурси та знижує індивідуальну продуктивність рослин, а зниження, навпаки, призводить до недостатньої кількості продуктивних стебел на площі. Оптимальна норма забезпечує кожній рослині повноцінний розвиток, одночасно пригнічуючи бур'яни та підвищуючи загальний урожай.

Таблиця 1

Вплив норм висіву та добрив на біометричні показники сої (2023–2025 рр.)

Норми висіву, тис./га	Удобрення	Польова схожість насіння, %	Маса рослин, г	Висота рослин, см	Кількість бульбочок, шт.
500	Контроль (без добрив)	81,4	28,3	50,8	28,4
	P ₄₀ K ₄₀	82,4	31,2	52,1	31,5
	Ризоактив + Вітазим	83,8	30,1	51,6	35,6
	P ₄₀ K ₄₀ + Ризоактив + Вітазим	85,6	33,8	53,8	38,4
700	Контроль (без добрив)	80,6	25,1	51,7	24,1
	P ₄₀ K ₄₀	83,1	27,6	52,4	28,7
	Ризоактив + Вітазим	83,4	27,7	52,1	31,2
	P ₄₀ K ₄₀ + Ризоактив + Вітазим	84,5	29,1	54,7	33,5
900	Контроль (без добрив)	79,5	22,3	53,1	19,7
	P ₄₀ K ₄₀	81,2	24,9	54,7	22,4
	Ризоактив + Вітазим	82,3	25,0	54,3	25,4
	P ₄₀ K ₄₀ + Ризоактив + Вітазим	83,6	26,2	56,1	28,2

Застосування лише біопрепаратів також дає позитивний ефект, який у більшості випадків перевищує вплив лише мінеральних добрив. Наприклад, при найвищій нормі висіву, де схожість у контролі була найменшою (79,5 %), біопрепарати підвищили її на 2,8 %. Це підкреслює важливу роль інокулянтів та стимуляторів у підвищенні стійкості насіння до несприятливих умов середовища. У міру збільшення норми висіву польова схожість насіння зменшувалася на 1,9–2,0 %, що пояснюється конкуренцією рослин за фактори життя.

Визначення маси рослин проводили у фазі цвітіння. Варто відзначити, що зі збільшенням норми висіву маса однієї рослини знижується. У контрольному варіанті маса рослин знижувалася на 6,0 г, при комплексному удобренні – на 7,6 г, адже посилена конкуренція між рослинами за ресурси негативно впливає на індивідуальний розвиток. Найбільшу масу рослин забезпечив комплексний варіант (P₄₀K₄₀ + Ризоактив + Вітазим). При нормі 500 тис./га маса становила 33,8 г (приріст до контролю 5,5 г), при 700 тис./га – 29,1 г (приріст 4,0 г), а при 900 тис./га – 26,2 г (приріст 3,9 г). Варіант із внесенням лише P₄₀K₄₀ та варіант із Ризоактивом та Вітазим показали близькі, але менші результати. Наприклад, при нормі 700 тис./га у цих варіантах маса була 27,6–27,7 г та приріст до контролю 2,5–2,6 г. Це підтверджує, що фосфорно-калійне живлення та біологічна стимуляція є важливими чинниками для росту вегетативної маси. Найбільша маса рослини – 33,8 г отримана при меншій нормі висіву (500 тис./га) у поєднанні з комплексним удобренням.

На відміну від маси, висота рослин зростала в середньому на 2,3 см зі збільшенням норми висіву. В умовах більшої густоти стояння рослин нижні листки отримують недостатньо світла, рослини

дослідження демонструють, що додаткове живлення або обробка насіння позитивно впливає на польову схожість сої порівняно з контролем, підтверджуючи, що стартове забезпечення насіння добривами є важливим для формування оптимальної густоти сходів. Комплексна обробка (P₄₀K₄₀ + Ризоактив + Вітазим) забезпечила зростання схожості – від 3,9 % до 4,2 % відносно контролю (*табл. 1*).

інтенсивніше витягуються вгору, що, хоча і збільшує висоту, може негативно вплинути на міцність стебла та схильність до вилягання. Комплексне застосування добрив забезпечує більшу висоту. Найвищою вона була у загущеному посіві (900 тис./га) – 56,1 см.

Кількість бульбочок є важливим показником ефективності біологічної азотфіксації, від якої залежить забезпечення сої азотом. Вона знижувалася у міру збільшення норми висіву, у контролі – на 8,7 шт., при удобренні – на 10,2 шт. У варіанті з інокуляцією при нормі 500 тис./га кількість бульбочок становила 35,6 шт., перевищення до контролю – 7,2 шт. (25,4 %). Це підтверджує прямий вплив біопрепаратів на формування активності симбіозу у сої. При нормі висіву 900 тис./га перевищення до контролю було 5,7 шт. (28,9 %).

Фосфорно-калійні добрива в меншій мірі, але також підвищували кількість бульбочок, оскільки фосфор і калій є необхідними елементами для енергетичних та структурних процесів утворення бульбочок. Перевищення до контролю за норми висіву 500 тис./га становило 3,1 шт. (10,9 %), за норми висіву 900 тис./га – 2,7 шт. (13,7 %).

Комплексний варіант удобрення сприяв отриманню найбільшої кількості бульбочок. Так, при нормі 500 тис./га їх нараховувалося – 38,4 шт., що вище від контролю на 10 шт., або 35,2 %, при нормі висіву 700 тис./га – на 9,4 шт., або 39,0 %, при нормі висіву 900 тис./га – на 8,5 шт., або 43,1 %.

Проведено аналіз впливу норм висіву та різних схем удобрення на ключові елементи структури врожаю (*табл. 2*). Відмічалась така закономірність, що зі збільшенням норми висіву кількість бобів на одній рослині знижувалась. Через загущення посіву обмежується формування генеративних органів, що виражається у зменшенні кількості закладених квіток, абортивності бобів та зниженні якості насіння.

У варіанті комплексного удобрення кількість бобів знижується на 9,1 шт., у контролі – на 6,7 шт., що становить відповідно 29,8 % та 27,7 %.

Комплексний варіант удобрення (P₄₀K₄₀ + Ризоактив + Вітазим) забезпечує найбільшу кількість

бобів за всіх норм висіву. При нормі 500 тис./га – 30,5 шт., що на 6,3 шт., або 26,1 % більше порівняно з контролем, при нормі 900 тис./га – 3,9 шт., або 22,3 %.

Таблиця 2

Вплив норм висіву та добрив на елементи структури врожаю сої (2023–2025 рр.)

Норми висіву, тис./га (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Кількість бобів, шт.	Кількість насіння, шт.	Маса насіння, г	Маса насіння, г/м ²	Урожайність, ц/га
500	Контроль (без добрив)	24,2	50,2	3,8	167	21,2
	P ₄₀ K ₄₀	26,7	54,8	3,9	177	22,8
	Ризоактив + Вітазим	27,8	57,6	4,1	194	23,5
	P ₄₀ K ₄₀ + Ризоактив + Вітазим	30,5	63,4	4,4	215	25,8
	Контроль (без добрив)	21,8	43,2	3,5	210	23,4
700	P ₄₀ K ₄₀	24,1	47,9	3,7	226	25,4
	Ризоактив + Вітазим	26,7	50,3	4,0	251	25,9
	P ₄₀ K ₄₀ + Ризоактив + Вітазим	28,1	54,7	4,2	278	27,8
	Контроль (без добрив)	17,5	36,4	2,7	204	19,8
	P ₄₀ K ₄₀	18,6	38,9	2,9	223	20,9
900	Ризоактив + Вітазим	19,5	40,3	3,2	247	21,4
	P ₄₀ K ₄₀ + Ризоактив + Вітазим	21,4	44,1	3,3	259	22,7
						0,8
НІР ₀₅ по фактору А						0,8
НІР ₀₅ по фактору В						1,1
НІР ₀₅ по фактору АВ						1,4

У варіанті з інокуляцією та біостимулятором кількість бобів була вищою, ніж у варіанті з P₄₀K₄₀. При нормі висіву 700 тис./га приріст до контролю становив 4,9 шт. бобів, що складає 22,5 %.

Кількість насіння значно зменшувалася при загущенні посівів від 500 до 900 тис./га – на 13,8–19,3 шт., або 27,5–30,4 %.

Комплексний варіант удобрення забезпечив більшу кількість насіння за всіх норм висіву. Найвищий показник був при нормі 500 тис./га – 63,4 шт., що на 13,2 шт. більше порівняно з контролем. Отже, краще забезпечення рослини фосфором, калієм та азотом за рахунок інокуляції та симбіозу є важливим для процесу формування насіння.

Загущення посіву викликало зменшення індивідуальної продуктивності рослин. Маса насіння знижувалася в середньому на 1,1 г або 28,9 %. Найбільша маса насіння – 4,4 г відмічена при найменшій нормі висіву 500 тис./га та комплексному удобренні. Перевищення відносно контролю становило 0,6 г або 15,8 %. За норми висіву 700 тис./га приріст до контролю був 0,7 г, що складало 20,0 %, за 900 тис./га – 0,6 г або 22,2 %.

Маса насіння з одиниці площі є інтегрованим показником, що найбільш точно відображає потенційну врожайність. На відміну від індивідуальної продуктивності рослини, маса насіння з одиниці площі зростала при збільшенні норми висіву з 500 до 700 тис./га. Це свідчить про те, що оптимальна густина посіву складала 700 тис./га, оскільки збільшення кількості рослин компенсувало зниження їхньої індивідуальної продуктивності. Комплексне застосування добрив забезпечувало більшу насінневу продуктивність за всіх норм висіву. Максимальний результат – 278 г/м² отримали при нормі висіву 700 тис./га, що більше за контроль на 68 г/м² (32,4 %). При нормі висіву 500 тис./га приріст становив 48 г/м² (28,7 %), при нормі 900 тис./га – 55 г/м² (26,9 %).

Найбільша врожайність – 27,8 ц/га – була при нормі висіву 700 тис./га у поєднанні з комплексною

схемою удобрення, прибавка до контролю становила 4,4 ц/га. При нормі висіву 500 тис./га прибавка врожаю за комплексного удобрення становила 4,6 ц/га, при нормі висіву 900 тис./га – 2,9 ц/га.

Середня норма висіву 700 тис./га забезпечила вищий рівень врожайності. Загущення її до 900 тис./га призвело до істотного її зниження на 3,6–5,1 ц/га. Менша норма висіву 500 тис./га також поступалася за врожайністю на 2,0–2,2 ц/га, оскільки не забезпечувала достатньою кількістю продуктивних рослин на площі.

Поєднання інокуляції та біостимулятора також дало істотну прибавку врожаю за норми 500 тис./га – 2,3 ц/га, за норми 700 тис./га – 2,5 ц/га, за норми 900 тис./га – 1,6 ц/га. Тобто, при загущенні посіву ефективність інокуляції погіршувалася. Найменша прибавка врожаю отримана при застосуванні фосфорно-калійних добрив – 2,0 ц/га при нормі висіву 700 тис./га, 1,6 та 1,1 ц/га при нормі 500 і 900 тис./га відповідно.

Висновки

Результати досліджень свідчать, що ефективним є поєднання оптимальної норми висіву та комплексної системи живлення. Найбільшу врожайність (27,8 ц/га) забезпечила норма висіву 700 тис./га при застосуванні мінеральних добрив P₄₀K₄₀ та обробки насіння Ризоактивом і Вітазимом. Цей варіант забезпечив оптимальний баланс густоти стояння та індивідуальної продуктивності рослин, що виразилося в найвищому показнику маси насіння з одиниці площі (278 г/м²).

Збільшення норми висіву від 500 до 900 тис./га викликало зниження маси рослин, кількості бульбочок та елементів структури врожаю. Так, маса рослин зменшувалася в середньому на 20,3 %, кількість бульбочок – на 28,7 %, кількість бобів – на 29,7 %, маса насіння – на 25,9 %, тоді як висота рослин навпаки підвищувалася на 5,1 %. Найбільша насіннева продуктивність з одиниці площі була при

нормі висіву 700 тис./га (в середньому 241 г/м²), зниження або підвищення норми висіву викликало зменшення показника на 22 і 3,3 % відповідно.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть зосереджені на комплексному вивченні ефективності елементів технології вирощування високопродуктивних сортів сої. Основний акцент буде зроблено на оцінці взаємодії добрив, стимуляторів росту, біопрепаратів та позакореневого підживлення за різних параметрів густоти рослин та строків сівби. Кінцевою метою є наукове обґрунтування та розробка ресурсозберігаючих та високопродуктивних агротехнічних рішень для умов Степу України.

ДЕКЛАРАЦІЇ

Етична заява

Не застосовується.

Фінансування

Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

Подяки

Немає.





Декларація щодо використання ШІ та технологій на основі ШІ

Автори заявляють, що не використовували штучний інтелект або технології на основі ШІ під час підготовки цього рукопису.

References

- Humenyuk, I. I., Hruzinsky, C. Yu., Brovko, I. S., & Chabanyuk, Ya. V. (2018). Soybean root system under the influence of *Bradyrhizobium japonicum*. *Agroecological Journal*, 1, 138–143. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2018.161572>
- Shepilova, T., Mostipan, M., Petrenko, D., & Vasylykova, K. (2020). The influence of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in the northern steppe of Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (4), 787–792. Retrieved from: <https://www.agrojournal.org/26/04-12.pdf>
- Velychko, O. V., & Butenko, A. O. (2019). *Agrobiological foundations of soybean cultivation*. Vinnytsia: VNAU, 250
- Kunychak, H., Dutchak, O., & Matviets, N. (2023). Soybean productivity under different soil tillage methods and fertilization systems with elements of biologization. *Feeds and Feed Production*, 96, 94–101. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-09>
- Moldovan, Z., & Moldovan, V. (2022). Assessment of the competitiveness of the soybean seed pre-sowing treatment and foliar feeding at different levels of mineral nutrition. *Feeds and Feed Production*, 94, 27–36. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202294-03>
- Pidlisnyi, R. M. (2020). Produktivnist soi zalezno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia. *Efektivne funkcionuvannia ekolohichno-stabilnykh terytorii u konteksti stratehii stiikoho rozvytku: ahroekolohichni, sotsialnyi ta ekonomichni aspekty: zbirnyk materialiv IV Mizhnarodnoi naukoivo-praktychnoi Internet-konferentsii (Poltava, 18 hrudnia 2020 r.)*. (S. 107–109). Poltava [in Ukrainian]
- Dushko, P. M. (2017). Evaluation fertilizers in soybean cultivation technology according to its adaptive capacity. *Agroecological Journal*, 2, 205–210. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220307>
- Vozhehova, R., Kokovikhin, S., & Drobitko, A. (2019). Formation of productivity of soya varieties under influence of inoculation in the conditions of Steppe of Ukraine. (2019). *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 28, 97–108. <https://doi.org/10.36710/ioc-2019-28-108>
- Hychorieva, O. M., Dimova, S. B., & Almaieva, T. M. (2019). The efficiency of biological preparations in the technology of soybean growing on heavy loamy chornozem on the right-bank steppe of Ukraine. *Agricultural Microbiology*, 29, 46–55. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.29.46-55>
- Naydenova, G., & Georgieva, N. (2019). Study on seed yield components depending on the duration of vegetation period in soybean. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(1), 49–54. Retrieved from: <https://www.agrojournal.org/25/01-07.pdf>
- Senyk, I. I. (2020). Influence of sowing norm and row of row rows on soybean yield in conditions of Western Forest Steppe. *Plant and Soil Science*, 11(3), 43–50. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.043>
- Shashkov, Y., & Tanchyk, S. (2018). Soybean yield depending on the variety and geometrical disposition of plants in the right-bank forest-steppe zone of Ukraine. *Plant and Soil Science*, 268, 100–106.
- Shepilova, T. P. (2009). Formation of highly productive soybean crops under the influence of agrotechnical techniques in the conditions of the Kirovograd region / *Candidate's thesis*. Institute of Grain Economy, Dnipropetrovsk.
- Didur, I. M. (2023). The influence of seed inoculation and extra-root nutrition on the duration of vegetation and the dynamics of soybean plants density in the conditions of right bank Forest Steppe. *Taurian Scientific Herald*, 130, 50–56. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.8>
- Kryzhanivskiy, M. V., & Bakhmat, O. M. (2022). Soybean productivity depending on the use of organic fertilizers, seed inoculation and plant growth regulators. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*, 37, 26–31. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2.4>
- Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. G., & Lotysh, I. I. (2018). The productivity of soy sorts depending on elements of growing technology. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 15–21. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.02>
- Romanko, A. Yu. (2017). The state of soybean cultivation in Ukraine and Sumy region. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*, 2 (33), 120–123.
- Kalenska, S. M., & Novytska, N. V. (2020). Efficiency of nano preparations in soybean growing technology. *Plant and Soil Science*, 11(3), 7–21. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.007>
- Rebonatti, M. D., Cordeiro, C. F. dos S., Volf, M. R., Gomes da Silva, P. C., & Tiritan, C. S. (2023). Effects of silage crops between crop seasons on soybean grain yield and soil fertility in tropical sandy soils. *European Journal of Agronomy*, 143, 126685. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126685>
- Kuczyński, J., Twardowski, T., Nawracała, J., Gracz-Bernaciak, J., & Tyczewska, A. (2020). Chilling stress tolerance of two soya bean cultivars: Phenotypic and molecular responses. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206(6), 759–772. <https://doi.org/10.1111/jac.12431>
- Romanko, A. Yu. (2021). Formuvannia produktivnosti soi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy / *PhD Thesis*. Sums'kyi natsionalnyi ahraryni universytet. Sumy [in Ukrainian]
- Svystunova, I., Furman, O., & Furman, V. (2022). Yield and quality of soybean seeds depending on inoculation and fertilizing in the conditions of the Right Bank Forest Steppe. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraini*, 2022(2). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.02.004>

ORCID

- T. Shepilova  <https://orcid.org/0000-0002-1439-0439>
D. Petrenko  <https://orcid.org/0000-0002-3151-8123>
K. Vasylykova  <https://orcid.org/0000-0002-3524-4027>
O. Andreychenko  <https://orcid.org/0009-0003-0651-0263>



2026 by the author(s). This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.