

СУЧАСНІ СТРАТЕГІЇ СУМІЩЕННЯ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ЖИВЛЕННЯ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

ЗУБКО О.М. – аспірант

orcid.org/0009-0003-2728-2116

Сумський національний аграрний університет

БУТЕНКО Є.Ю. – доктор філософії

orcid.org/0000-0001-8904-519X

Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Сучасний стан розвитку вітчизняного та світового рослинництва характеризується зростаючою потребою у виробництві високобілкової та олійної сировини, серед якої соя посідає ключове місце. Унікальні біохімічні властивості її зерна та здатність до симбіотичної азотфіксації роблять цю культуру стратегічним елементом як для забезпечення продовольчої безпеки, так і для збереження родючості ґрунтів. Водночас реалізація генетичного потенціалу продуктивності сої в умовах сучасних виробничих агроєкосистем стикається із низкою суттєвих обмежень, зумовлених посиленням абіотичного та біотичного стресового навантаження.

Кліматичні трансформації останніх років, що проявляються у зростанні посушливості, частих температурних інверсіях та нестабільності опадів у критичні фази органогенезу сої (бутонізація – формування бобів), призводять до суттєвого порушення засвоєння макро- та мікроелементів із ґрунту. Традиційні системи ґрунтового зрушення та удобрення за таких умов часто виявляються малоефективними, оскільки прихований дефіцит поживних речовин блокує роботу фотосинтетичного апарату та пригнічує функціонування симбіотичного азотфіксуючого комплексу. Додатково ситуація ускладнюється високим фітосанітарним тиском: змішаний тип забур'яненості, поширення патогенів (фузаріоз, септоріоз, пероноспороз) та пошкодження фітофагами здатні спричинити втрати понад 40–50 % потенційного врожаю.

Гострою практичною та науковою проблемою залишається високе хімічне навантаження на посівні площі, оскільки інтенсивне застосування пестицидів не лише підвищує собівартість продукції, але й викликає пестицидний стрес у самих культурних рослин, затримуючи їхній ріст та розвиток. Виникає технологічна суперечність між необхідністю забезпечення високого рівня захисту посівів та збереженням їхньої біологічної активності і фізіологічного тону.

У зв'язку з цим виникає потреба в обґрунтуванні та впровадженні ресурсозберігаючих біологізованих технологій. Ключове місце в їх структурі належить оптимізації систем позакореневого підживлення (застосуванню мікроелементів, біостимуляторів, антистресантів) у тісній інтеграції із заходами фітосанітарного контролю. Поєднання цих елементів у єдині технологічні регламенти та бакові

суміші дозволяє нівелювати гербіцидне пригнічення, пролонгувати асиміляційну діяльність листової поверхні та забезпечити стабільний прибуток. Проте різноманіття пропонованих на ринку препаратів та варіативність ґрунтово-кліматичних умов вимагають глибшого аналізу, систематизації та наукового узагальнення існуючого досвіду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання оптимізації елементів технології вирощування сої, зокрема живлення та захисту, висвітлено у працях багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців. Дослідження Dushko & Shumyhai [1] підтверджують, що позакореневі обробки мікроелементами (бором, молібденом, кобальтом, сіркою) є дієвим інструментом для швидкого усунення прихованого дефіциту живлення, підвищення фотосинтетичної активності та підтримки азотфіксуючого апарату. Значний внесок у вивчення взаємодії інокуляції, основних добрив та регуляторів росту зробили Furman та ін. [2], які довели, що поєднання інокуляції з підживленням забезпечує високий рівень фіксації біологічного азоту (до 124,2–130,3 кг/га N) та формує стабільну зернову продуктивність. Можливості біологізації систем живлення висвітлено у працях Дідура [11], де обґрунтовано, що використання біопрепаратів дозволяє скоротити норми мінеральних добрив на 30 % із збереженням високої рентабельності вирощування (до 119,4–125,0 %). Проблематику фітосанітарного захисту та його вплив на оптимізацію асиміляційного апарату детально досліджували Mostyran & Grabovskiy [5], встановивши позитивну динаміку розвитку площі листя за комбінованого застосування протруйників та вегетаційних фунгіцидів. Водночас комплексну економічну оцінку гербіцидних та фунгіцидних схем висвітлено у працях Grabovskiy & Mostyran [3], де доведено можливість збереження від 0,37 до 1,72 т/га зерна та забезпечення умовно чистого прибутку на рівні понад 30 тис. грн./га. Попри значну цінність зазначених досліджень, поза увагою науковців залишається комплексне системне узагальнення синергічного ефекту від одночасного суміщення позакореневих підживлень, біостимуляторів та сучасних пестицидів у єдиних бакових сумішах. Малодослідженими залишаються питання нівелювання гербіцидного та температурного стресів за допомогою позакореневих обробок саме в специфічних ґрунтово-кліматичних умовах Північно-Східного Лісостепу



України, що вимагає додаткового наукового аналізу та систематизації.

Мета дослідження полягає в науковому узагальненні та систематизації результатів сучасних наукових розробок щодо впливу позакореневого підживлення, інокуляції та засобів інтегрованого фітосанітарного захисту на фізіолого-біохімічні процеси, формування асиміляційного апарату, показники насінневої продуктивності та економічну ефективність вирощування сої, а також в обґрунтуванні пріоритетних напрямів оптимізації цих елементів технології в різних ґрунтово-кліматичних умовах України.

Результати дослідження. Систематизація наукових даних свідчить, що оптимізація технологічних прийомів вирощування сої базується на комплексному поєднанні передпосівної обробки насіння, раціонального підживлення та надійного контролю шкочинних організмів. У дослідженнях на чорноземах типових Центрального Лісостепу високі показники розвитку асиміляційного апарату сорту Меркур отримано за сумісного використання передпосівної інокуляції препаратом Нітрофікс П, внесення основного удобрення в дозі та дворазової вегетаційної обробки стимулятором Гулівер Стимул. За зазначеної схеми площа листової поверхні посіву становила 44,1 тис. /га, накопичення сухої біомаси сягало 6,89 т/га, а підсумкова насіннева продуктивність зафіксована на рівні 2,90 т/га [13]. В умовах Правобережного Лісостепу застосування Фосфонітрагіну подовжувало період активного симбіозу на 5 діб, а внесення до сівби у поєднанні з у фазу бутонізації забезпечило фіксацію біологічного азоту в межах 124,2–130,3 кг/га N при врожайності 2,91–3,17 т/га [2]. За умов Північного Степу для сорту Самородок доведено доцільність формування густоти посіву на рівні 700 тис. схожих насінин на гектар із передпосівною обробкою насінневого матеріалу комплексом Різоактив та Вітазим на тлі фосфорно-калійного удобрення. Така технологічна комбінація забезпечила врожайність зерна на рівні 2,78 т/га, що перевищило контрольний варіант на 18,8 % [17]. У зоні Передкарпаття використання біологічного деструктора Вермистим-Д, мікродобрива Вермимаг та заорювання сидеральних культур сприяло покращенню структури врожаю: кількість бобів на одній рослині зростає на 12,1–39,3 %, а маса 1000 насінин підвищилася на 5,1–21,4 %. У результаті урожайність сої зростає на 65–85 %, досягши 1,14–1,49 т/га [4]. Аналіз ростових процесів в умовах Уманського агро-екологічного регіону показав, що застосування азотних добрив підвищує інтенсивність накопичення маси рослин на 16–28 %. Зокрема, внесення стартової дози забезпечувало підвищення маси однієї рослини до 12,3–13,8 г [19]. У той же час у Західному Лісостепу при посіві локальне внесення складного туку NPK 12-24-12 у дозі 100 кг/га у фізичній вазі забезпечило формування 4,03 т/га зерна проти 3,01–3,08 т/га у контрольних варіантах [18]. Застосування позакорневих обробок органічно-мінеральними препаратами показує високу фізіологічну реакцію посівів. Обприскування рослин Гуміфілдом (0,4 л/га) та Хелп Рост соя (2 л/га) сприяло розростанню асиміляційної площі листя на 14,9–18,1 % [10]. Додавання до основного удобрення ґрунтового біопрепарату Граундфікс у нормі 5 л/га забезпечило збільшення

листової поверхні на 22,3–27,6 %. Скорочення норм мінерального азоту на 30 % при залученні біопрепаратів дозволило досягти рентабельності на рівні 119,4–125,0 % [11]. У Передкарпатському регіоні на тлі післядії 40 т/га напівперепрілого гною внесення мінеральних добрив у дозі забезпечило врожайність на рівні 2,13–2,25 т/га. На темно-сірих опідзолених ґрунтах поєднання із заорюванням соломи та післядією сидератів забезпечило 2,6 т/га зерна з вмістом білка 32,9 % та рівнем рентабельності 39 %. У ланці сівозміни соя – соя – пшениця озима приріст урожайності від органічно-мінерального живлення сягав 1,94 т/га [8]. На бідних дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся оптимізація реакції ґрунтового розчину шляхом вапнування разом із внесенням, збагаченням сіркою та мікроелементами підвищувала польову виживаність рослин до 80,7–80,9 %, а врожайність – до 2,48–2,60 т/га. При регулюванні водно-повітряного режиму на осушуваних землях внесення у поєднанні з побічною продукцією та Нано-Мінераліс РК дозволило отримати 2,89–3,28 т/га зерна [7]. У Лівобережному Лісостепу залучення побічної продукції попередника, сидератів та біологічних добрив забезпечило врожайність сорту Муза на рівні 1,84 т/га (приріст 29 %) із формуванням умовно чистого прибутку 40,4 тис. грн./га. Під час органічного вирощування інокуляція насіння препаратом Біомаг соя та підгортання рослин у фазі першого справжнього листка збільшували площу асиміляційного апарату до 43,8–47,4 тис./га [9]. Умова зрощення в Південному Степу суттєво підвищує ефективність інокуляції (препаратами Оптимайз чи Нітрофікс), забезпечуючи приріст врожаю на 6,2–19,8 %, а за повного хімічного захисту урожайність сорту Деймос сягала 3,88 т/га [15]. У цьому ж регіоні обробка насіння Фосфат гелем у поєднанні із захистом рослин забезпечувала чистий прибуток 41,4–42,4 тис. грн./га при рентабельності 249–254 % [16]. Оцінка ентомофауни в посівах сої Правобережного Лісостепу виявила 34 види фітофагів, серед яких преувальювали представники рядів Hemiptera (43,4 %) та Coleoptera (39,2 %) [12]. Моніторинг фітопатологічного стану в умовах Житомирської області встановив домінування фузаріозної інфекції (28 %), пероноспорозу (23 %) та септоріозу (21 %) [6]. Сумісне застосування передпосівного протруєння насіння препаратом Авідо та вегетаційного обприскування фунгіцидом Амістар Екстра гарантувало технічну ефективність захисту на рівні 75,2–78,0 % та підсумкову врожайність 2,51 т/га. Передпосівна обробка насіння загалом знижує втрати від комплексу патогенів на 50–65 % [14]. Дослідження засобів захисту свідчать, що використання фунгіциду Імпакт К (0,8 л/га) та Абакус (1,5 л/га) ефективно запобігає недобору врожаю, який без обробок від хвороб становить 20–40 %, а в роки епіфітотії перевищує 50–60 % [9]. Оцінка протибур'янового захисту доводить, що гербіцидні обробки забезпечують додаткове збереження 1,00–1,72 т/га зерна. Найвищі показники (урожайність до 3,33 т/га) отримано за використання бакових сумішей Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га) або Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте (1 л/га). Це гарантувало формування умовно чистого прибутку на рівні 26640,3–32807,6 грн/га при рентабельності 106,6–128,5 % [14].

Висновки. Систематизація та узагальнення наукових даних підтверджують високу ефективність інтеграції позакореневого живлення, біостимуляторів і засобів захисту рослин у єдині технологічні регламенти вирощування сільськогосподарських культур. Комплексне застосування зазначених компонентів дає змогу одночасно оптимізувати мінеральне живлення, підвищити фізіологічну активність рослин, посилити їхню стійкість до несприятливих умов середовища та забезпечити ефективніший контроль шкідливих організмів.

Оптимізація складу та параметрів бакових сумішей є важливим елементом ресурсозберігальної технології, оскільки забезпечує синергічну або адитивну дію препаратів, скорочує кількість технологічних операцій, зменшує витрати на їх проведення та сприяє раціональнішому використанню матеріально-технічних ресурсів. Водночас ефективність таких сумішей значною мірою залежить від фізико-хімічної сумісності компонентів, їх концентрацій, строків і способів застосування, а також від погодних умов та фізіологічного стану рослин.

Інтегровані технологічні рішення сприяють нівелюванню негативного впливу як абіотичних факторів – посухи, температурного стресу, дефіциту елементів живлення, надмірного зволоження, так і біотичних чинників, зокрема ураження хворобами та пошкодження шкідниками. За рахунок підтримання оптимального рівня живлення та стимулювання фізіолого-біохімічних процесів у рослинах формується вищий рівень їх адаптивного потенціалу, що позитивно позначається на рості, розвитку, продуктивності та якості врожаю.

Отже, науково обґрунтована оптимізація бакових сумішей та інтеграція позакореневого живлення, біостимуляторів і засобів захисту рослин є перспективним напрямом удосконалення сучасних технологій вирощування культур. Її практична цінність полягає не лише у підвищенні врожайності та якості продукції, а й у зниженні питомих виробничих витрат, підвищенні ефективності використання препаратів і забезпеченні стабільності технологічного процесу за мінливих умов вирощування. У результаті це створює передумови для підвищення економічної ефективності виробництва, стабілізації прибутковості та високої окупності вкладених ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Dushko P., Shumyhai I. Influence of fertilization systems on the productivity of soybean plants (*Glycine max* L.). *Agroecological Journal*. 2023. № 4. P. 175–180. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293796>
2. Furman V. A., Furman O. V., Hubar M. I., Svystunova I. V. Influence of inoculation and fertilizing on the symbiotic and seed productivity formation of soybean. *Taurian Scientific Herald*. 2022. № 123. P. 137–144. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.19>
3. Grabovskiy M. B., Mostypan O. V. Economic assessment of the use of fungicidal and herbicidal protection of soybean varieties of different maturity groups. *Taurian Scientific Herald*. 2023. № 134. P. 45–53. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.7>
4. Melnychuk T., Sendetskiy V., Sendetskiy I., Kurlyanova I., Tuts L. The influence of types of organic fertilization on soybean productivity under the conditions of the Pre-Carpathian region. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*. 2026. Vol. 79, № 2. P. 91–102. [https://doi.org/10.32636/01308521.2026-\(79\)-2-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2026-(79)-2-9)
5. Mostypan O., Grabovskiy M. The influence of fungicidal protection on the formation of photosynthetic parameters of soybean crops. *Агробіологія*. 2023. № 2 (183). С. 50–59. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-183-2-50-59>
6. Nevmerzhitska O. M., Plotnitska N. M., Gurmanchuk O. V. Assessment of the efficiency of fungicides in the soybean protection system. *Taurian Scientific Herald*. 2023. № 133. P. 71–77. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.10>
7. Nimenko S. S., Grabovskyi M. B. The influence of elements of technology on the formation of the leaf surface area of soybean plants under organic cultivation. *Taurian Scientific Herald*. 2023. № 130. P. 155–163. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.23>
8. Poloviy V. M., Furman V. M., Moroz O. S., Liusak A. V. Monitoring of soybean productivity under different fertilizer systems in the Western Forest-Steppe. *Taurian Scientific Herald*. 2022. № 126. P. 92–98. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.13>
9. Prytula O. V. Soybean crop productivity using different types of fungicides. *Taurian Scientific Herald*. 2025. Vol. 2, № 143. P. 61–66. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.8>
10. Zabolotny H., Peleh L., Didur V., Soroka S. Influence of optimization of the fertilizer system on the formation of photosynthetic productivity of soybean crops. *Agriculture and Forestry*. 2024. № 3 (34). P. 14–23. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-3-2>
11. Дідур І. М. Економічна оцінка моделей технології вирощування сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2. P. 214–221. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-2-19>
12. Ворожко С. П., Нечепоренко Л. П. Видова різноманітність шкідників на посівах сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *The Scientific Journal Grain Crops*. 2025. Т. 9, № 1. С. 169–175. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0374>
13. Гарбар Л. А., Довбаш Н. І., Венгер В. В. Формування продуктивності сої за впливу дії інкуляції, удобрення, стимуляторів росту. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 12–17. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.2>
14. Кобилянський І. В., Антоненко О. А. Вплив способів передпосівної підготовки насіння сої на врожайність. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 24–28. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.05>
15. Панфілова А. В., Тарабрін А.-М. О. Фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб сої залежно від технології вирощування в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2025. № 28. С. 85–91. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.13>
16. Правдива Л. А., Грабовський М. Б., Лозінський М. В., Качан Л. М. Контролювання забур'яненості посівів сої агротехнічними заходами в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 20. С. 62–68. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.10>
17. 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. <https://doi.org/10.31210/spi2026.29.01.05>

18. Шувар А. М., Сенік І. І., Сидорук Г. П., Чубарик М. В. Вплив удобрення на насіннєву продуктивність сої в умовах Лісостепу західного. *Аграрні інновації*. 2025. № 31. С. 158–162. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.31.24>
19. Яровий Я. О. Формування показників росту рослин сої залежно від інокуляції та удобрення. *Аграрні інновації*. 2025. № 28. С. 128–133. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.20>

REFERENCES:

1. Dushko, P., & Shumyhai, I. (2023). Influence of fertilization systems on the productivity of soybean plants (*Glycine max* L.). *Agroecological Journal*, (4), 175–180. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293796>
2. Furman, V. A., Furman, O. V., Hubar, M. I., & Svyatunova, I. V. (2022). Influence of inoculation and fertilizing on the symbiotic and seed productivity formation of soybean. *Taurian Scientific Herald*, (123), 137–144. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.19>
3. Grabovskiy, M. B., & Mostypan, O. V. (2023). Economic assessment of the use of fungicidal and herbicidal protection of soybean varieties of different maturity groups. *Taurian Scientific Herald*, (134), 45–53. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.7>
4. Melnychuk, T., Sendetskiy, V., Sendetskiy, I., Kurlyanova, I., & Tuts, L. (2026). The influence of types of organic fertilization on soybean productivity under the conditions of the Pre-Carpathian region. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 79(2), 91–102. [https://doi.org/10.32636/01308521.2026-\(79\)-2-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2026-(79)-2-9)
5. Mostypan, O., & Grabovskiy, M. (2023). The influence of fungicidal protection on the formation of photosynthetic parameters of soybean crops. *Agrobiology*, 2(183), 50–59. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-183-2-50-59>
6. Nevmerzhitska, O. M., Plotnitska, N. M., & Gurmanchuk, O. V. (2023). Assessment of the efficiency of fungicides in the soybean protection system. *Taurian Scientific Herald*, (133), 71–77. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.10>
7. Nimenko, S. S., & Grabovskiy, M. B. (2023). The influence of elements of technology on the formation of the leaf surface area of soybean plants under organic cultivation. *Taurian Scientific Herald*, (130), 155–163. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.23>
8. Poloviy, V. M., Furman, V. M., Moroz, O. S., & Liusak, A. V. (2022). Monitoring of soybean productivity under different fertilizer systems in the Western Forest-Steppe. *Taurian Scientific Herald*, (126), 92–98. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.13>
9. Prytula, O. V. (2025). Soybean crop productivity using different types of fungicides. *Taurian Scientific Herald*, 2(143), 61–66. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.8>
10. Zabolotny, H., Peleh, L., Didur, V., & Soroka, S. (2024). Influence of optimization of the fertilizer system on the formation of photosynthetic productivity of soybean crops. *Agriculture and Forestry*, 3(34), 14–23. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-3-2>
11. Didur, I. M. (2023). Ekonomichna otsinka modelei tekhnologii vyroshchuvannya soi za biolohizovanoi systemy zhyvlennia [Economic evaluation of models of soybean cultivation technology under a biologized nutrition system]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, (2), 214–221. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-2-19> [in Ukrainian]
12. Vorozhko, S. P., & Necheporenko, L. P. (2025). Vydova riznomanitnist shkidnykiv na posivakh soi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Species diversity of pests on soybean crops in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *The Scientific Journal Grain Crops*, 9(1), 169–175. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0374> [in Ukrainian]
13. Harbar, L. A., Dovbash, N. I., & Venher, V. V. (2022). Formuvannya produktyvnosti soi za vplyvu dii inokulatsii, udobrennia, stymuliatoriv rostu [Formation of soybean productivity under the influence of inoculation, fertilization, and growth stimulants]. *Ahrarni innovatsii*, (14), 12–17. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.2> [in Ukrainian]
14. Kobylinskiy, I. V., & Antonets, O. A. (2023). Vplyv sposobiv peredposivnoi pidhotovky nasinnia soi na urozhaist [Influence of pre-sowing seed preparation methods on soybean yield]. *Scientific Progress & Innovations*, 26(4), 24–28. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.05> [in Ukrainian]
15. Panfilova, A. V., & Tarabrina, A.-M. O. (2025). Fitopatolohichni stan gruntu ta rozvytok khvorob soi zalezno vid tekhnologii vyroshchuvannya v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Phytopathological state of the soil and development of soybean diseases depending on cultivation technology in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, (28), 85–91. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.13> [in Ukrainian]
16. Pravdyva, L. A., Hrabovskiy, M. B., Lozinskiy, M. V., & Kachan, L. M. (2023). Kontroliuvannya zaburianenosti posiviv soi ahrotekhnichnymy zakhodamy v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Control of weed infestation of soybean crops by agrotechnical measures in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, (20), 62–68. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.10> [in Ukrainian]
17. Shepilova, T. P., Petrenko, D. I., Vasylykovska, K. V., & Andreichenko, O. H. (2026). Optymizatsiia norm vysivu ta udobrennia soi v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Optimization of seeding rates and soybean fertilization in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Scientific Progress & Innovations*, 29(1), 30–34. <https://doi.org/10.31210/spi2026.29.01.05> [in Ukrainian]
18. Shuvar, A. M., Senyk, I. I., Sydoruk, H. P., & Chubaryk, M. V. (2025). Vplyv udobrennia na nasinnievu produktyvnist soi v umovakh Lisostepu zakhidnoho [The influence of fertilization on the seed productivity of soybean in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Ahrarni innovatsii*, (31), 158–162. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.31.24> [in Ukrainian]
19. Yarovyi, Ya. O. (2025). Formuvannya pokaznykiv rostu roslyn soi zalezno vid inokulatsii ta udobrennia [Formation of soybean plant growth indicators depending on inoculation and fertilization]. *Ahrarni innovatsii*, (28), 128–133. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.20> [in Ukrainian]

Зубко О.М., Бутенко Є.Ю. Сучасні стратегії суміщення позакореневого живлення та засобів захисту рослин у технологіях вирощування сої

Мета. Обґрунтувати шляхи підвищення реалізації генетичного потенціалу продуктивності та якості зерна сої шляхом оптимізації елементів технології вирощування (інокуляції, систем позакореневого підживлення, застосування біостимуляторів та інтегрованого фітосанітарного захисту) в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Методи. Дослідження базуються на системному узагальненні та аналізі даних польових експериментів, лабораторно-аналітичних вимірювань і статистичних методів обробки результатів наукових розробок щодо вивчення асиміляційного апарату, фізіолого-біохімічних показників, симбіотичної активності та насінневої продуктивності сої.

Результати. Встановлено закономірності формування фотосинтетичної та насінневої продуктивності сої під впливом позакорневих підживлень, інокуляції та засобів захисту рослин. Доведено, що передпосівна обробка насіння у поєднанні з вегетаційними обробками біопрепаратами та мікродобривами сприяє розростанню листової поверхні, підвищенню інтенсивності біологічної азотфіксації та формуванню високої зернової продуктивності. Обґрунтовано доцільність застосування комбінованих бакових сумішей фунгіцидів та гербіцидів з антистресантами, що дозволяє мінімізувати пестицидне навантаження, ефективно стримувати розвиток патогенів і бур'янів та досягати високого рівня рентабельності.

Висновки. Систематизація та узагальнення наукових даних підтверджують високу ефективність інтеграції позакореневого живлення, біостимуляторів і засобів захисту рослин у єдині технологічні регламенти вирощування сільськогосподарських культур. Комплексне застосування зазначених компонентів дає змогу одночасно оптимізувати мінеральне живлення, підвищити фізіологічну активність рослин, посилити їхню стійкість до несприятливих умов середовища та забезпечити ефективніший контроль шкідливих організмів.

Оптимізація складу та параметрів бакових сумішей є важливим елементом ресурсозберігальної технології, оскільки забезпечує синергічну або адитивну дію препаратів, скорочує кількість технологічних операцій, зменшує витрати на їх проведення та сприяє раціональнішому використанню матеріально-технічних ресурсів. Водночас ефективність таких сумішей значною мірою залежить від фізико-хімічної сумісності компонентів, їх концентрацій, строків і способів застосування, а також від погодних умов та фізіологічного стану рослин.

Інтегровані технологічні рішення сприяють нівелюванню негативного впливу як абіотичних факторів – посухи, температурного стресу, дефіциту елементів живлення, надмірного зволоження, так і біотичних чинників, зокрема ураження хворобами та пошкодження шкідниками. За рахунок підтримання оптимального рівня живлення та стимулювання фізіолого-біохімічних процесів у рослинах формується вищий рівень їх адаптивного потенціалу, що позитивно позначається на рості, розвитку, продуктивності та якості врожаю.

Ключові слова: *Glycine max* L., добрива, інокуляція, біостимулятори, фітосанітарний захист, асиміляційний апарат, урожайність, економічна ефективність

Zubko O.M., Butenko Ye.Yu. Modern strategies for combining foliar feeding and plant protection products in soybean cultivation technologies

Purpose. To substantiate ways to improve the realization of the genetic potential for productivity and grain quality of soybeans by optimizing elements of cultivation technology (inoculation, foliar feeding systems, application of biostimulants, and integrated phytosanitary protection) across various soil and climatic zones of Ukraine.

Methods. The study is based on a systematic generalization and analysis of field experiment data, laboratory and analytical measurements, and statistical data processing methods from scientific developments focused on the leaf area index, physiological and biochemical parameters, symbiotic activity, and seed productivity of soybeans.

Results. Regularities in the formation of photosynthetic and seed productivity of soybeans under the influence of foliar feeding, inoculation, and plant protection products were established. Pre-sowing seed treatment combined with vegetative treatments using biological products and microfertilizers was proven to promote leaf surface expansion, increase the intensity of biological nitrogen fixation, and yield high grain productivity. The advisability of using combined tank mixes of fungicides and herbicides with anti-stress agents was substantiated, which allows for minimizing pesticide loads, effectively suppressing pathogen and weed development, and achieving a high level of profitability.

Conclusions. The systematization and synthesis of scientific data confirm the high effectiveness of integrating foliar nutrition, biostimulants, and plant protection products into unified crop cultivation protocols. The combined application of these components makes it possible to simultaneously optimize mineral nutrition, enhance plant physiological activity, increase resilience to adverse environmental conditions, and ensure more effective control of harmful organisms. Optimizing the composition and parameters of tank mixtures is a key element of resource-saving technology, as it ensures a synergistic or additive effect of the products, reduces the number of operational steps and associated costs, and promotes the more efficient use of material and technical resources. At the same time, the effectiveness of such mixtures depends largely on the physicochemical compatibility of the components, their concentrations, the timing and method of application, as well as weather conditions and the physiological state of the plants. Integrated technological solutions help mitigate the negative impact of both abiotic factors – such as drought, temperature stress, nutrient deficiencies, and waterlogging-and biotic factors, particularly disease and pest damage. By maintaining optimal nutrition levels and stimulating physiological and biochemical processes, plants develop greater adaptive potential, which positively influences their growth, development, productivity, and crop quality.

Key words: *Glycine max* L., fertilizers, inoculation, biostimulants, phytosanitary protection, leaf area index, crop yield, economic efficiency.

Дата першого надходження статті до видання: 02.09.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 21.10.2026