

УДК 633.34. 631.5. 631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.1.12>

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ

Єремко Л.С. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

orcid.org/0000-0001-5641-7436

Руденок О.О. – аспірант кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

orcid.org/0009-0002-8359-3448

Забезпечення продовольчої безпеки, що все більше перебуває під загрозою внаслідок зміни клімату та геополітичних потрясінь потребує інноваційних стратегій стабілізації виробництва зернової продукції. Соя [*Glycine max* (L.) Merrill] є стратегічною білково-олійною культурою універсального використання. Основним фактором підвищення рівня її продуктивності є покращання поживного режиму рослин. На чорноземних ґрунтах Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М.І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН був проведений двофакторний польовий експеримент для визначення впливу різних доз мінеральних добрив ($N_{0}P_{0}K_{0}$, $N_{0}P_{40}K_{40}$, $N_{20}P_{60}K_{60}$) (фактор А); біологічного інокулянту Ризоактив соя (2,0 л/т), що містить у своєму складі високоактивні штами азотфіксуючих біктерій *Bradyrhizobium japonicum*, стимулятора росту рослин NORDAGRI Growth Stage (2,0 л/га) (фактор В) та їх комбінації на параметри фотосинтетичної діяльності посівів, величину елементів продуктивності рослин та урожайності сої. Результати дослідження показали, що комплексне застосування $N_{20}P_{60}K_{60}$ + Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage дозволило створити найбільш сприятливі умови для лінійного наростання надземної частини рослин, розвитку листкової поверхні, накопичення рослинами сухої біомаси, що у свою чергу сприяло збільшенню їх індивідуальної продуктивності та загальної урожайності посівів сої до 1,98 т/га. Роздільне застосування елементів технології виявилось менш ефективним. Зокрема проведення допосівної інокуляції насіння надало можливість збільшити урожайність сої до 1,43 т/га, а у варіантах її поєднання із обробкою посівів стимулятором росту рослин величина даного показника становила 1,53 т/га. Прибавка урожайності насіння від внесення мінеральних добрив була на рівні 0,25-0,29 т/га.

Ключові слова: соя, мінеральні добрива, біологічний інокулянт, регулятор росту рослин, фотосинтез, урожайність.

Yeremko L.S., Rudenok O.O. The effect of cultivation technology elements on soybean seed yield

Ensuring food security, which is increasingly at risk due to climate change and geopolitical instability, requires innovative strategies to stabilize grain production. Soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] is a strategic protein-oil crop with universal use. The primary factor in increasing the yield of this crop is improving the plants' nutrient regime. A two-factor field experiment was conducted on chernozem soils at the Poltava State Agricultural Research Station named after M.I. Vavilov of Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of NAAS to determine the effect of different doses of mineral fertilizers ($N_{0}P_{0}K_{0}$, $N_{0}P_{40}K_{40}$, $N_{20}P_{60}K_{60}$) (factor A); the biological inoculant Rhizoaktiv Soy (2,0 l/t), which contains highly active strains of the nitrogen-fixing bacterium *Bradyrhizobium japonicum*, the plant growth stimulator NORDAGRI Growth Stage (2,0 l/ha) (factor B), and their combinations on the parameters of photosynthetic activity



© Єремко Л.С., Руденок О.О., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

of crops, plant productivity elements, and soybean yield. The results of the study showed that the combined application of $N_{20}P_{60}K_{60}$ + Rhizoaktiv Soy + NORDAGRI Growth Stage provided the most favorable conditions for the linear growth of the plants' aboveground parts, leaf area development, and dry biomass accumulation, which in turn contributed to an increase in individual plant productivity and the overall soybean yield to 1,98 t/ha. The separate use of technology elements proved to be less effective. In particular, pre-sowing seed inoculation made it possible to increase soybean yield to 1,43 t/ha, while in the variants of its combination with crop treatment using a plant growth stimulant, this indicator amounted to 1,53 t/ha. The increase in seed yield resulting from the application of mineral fertilizers was 0,25–0,29 t/ha.

Key words: soybeans, mineral fertilizers, biological inoculant, plant growth regulator, photosynthesis, yield.

Актуальність теми дослідження. Соя [Glycine max (L.) Merrill] є стратегічною білково-олійною культурою світового землеробства, що широко використовується у харчовій промисловості, кормовиробництві, а також для виробництва біодизелю [1]. Феномен споживання її насіння полягає в унікальному поєднанні органічних сполук, що характеризуються високою перетравністю, розчинністю та відіграють ключову роль у фізіолого-біохімічних процесах, які забезпечують життєдіяльність організму людини і тварин. Насіння сої містить близько 40 % білка із збалансованим амінокислотним складом, 22 % олії, близько 28 % вуглеводів, вітаміни групи В, ферменти, мінеральні речовини, зокрема азот, калій, магній, залізо, кальцій, фосфор [2]. Білок сої визнаний у світі як стандарт білку рослинного походження, що відіграє ключову роль у харчовій промисловості і кормовиробництві. Разом з тим він є сировиною у процесі виробництва фармацевтичних препаратів, що стимулюють діяльність центральної нервової системи, покращують роботу головного мозку, поліпшують хімічний склад крові застосовуються у лікуванні діабету і променевої хвороби, сприяють виведенню із організму радіонуклідів [3].

Постановка проблеми. Формування високопродуктивних агрофітоценозів сої є неможливим без забезпечення необхідними поживними речовинами впродовж вегетаційного періоду. Азот є складовою частиною білків, амінокислот, нуклеїнових кислот вітамінів, алкалоїдів, хлорофілу, що у свою чергу відіграють ключову роль у функціонуванні рослинного організму [4]. Дана культура має симбіотрофний і автотрофний типи азотного живлення. У першому випадку її рослини вступають в симбіотичну взаємодію із бульбочковими бактеріями роду *Bradyrhizobium japonicum* у ході якої відбувається перетворення недоступного атмосферного азоту, у аміак, що надалі використовується у реакціях синтезу амінокислот. Ефективним методом забезпечення оптимальної колонізації коренів бактеріями є допосівна інокуляція насіння, що має особливе значення на ґрунтах, де соя раніше не вирощувалася, і сумісні популяції *Bradyrhizobium* є рідко доступними [5]. Вчені зазначають, що пік азотфіксації соєю припадає на час формування бобів (R3–R5), поступово сповільнюючись до наливу і досягання насіння (R5–R7), таким чином вказуючи на важливість достатньої наявності азоту в ґрунті [6]. Окрім того, процес симбіотичної азотфіксації є досить чутливим до різних агрономічних та екологічних факторів, зокрема температури та вологозабезпеченості ґрунту, що досить сильно впливають на життєдіяльність бульбочкових бактерій та нодуляцію коренів [7]. Рослини сої починають активно фіксувати азот повітря лише після досягнення фази 4 трійчастих листків (V4). Тому рекомендованим є внесення стартових доз азотних добрив [5,8]. Це також підтверджують дослідження Панасевича та ін. [9], де комбіноване застосування інокуляції насіння (Hi@Stick Soy) та азотного добрива (30 кг N на гектар) забезпечило найвищий рівень урожайності насіння сої. З іншого боку, результати,

отримані Mourtzinis та ін. [10] показали, що внесення азотних добрив не сприяє очікуваному збільшенню врожайності сої.

Фосфор є складовою частиною основних біомолекул, що приймають участь в енергетичному обміні (АТФ, НАДФН), синтезі нуклеїнових кислот (ДНК, РНК) і фосфоліпідів у клітинних мембранах. Даний елемент відіграє вирішальну роль у проходженні процесу фотосинтезу, тож його дефіцит призводить до зниження інтенсивності асиміляції вуглекислоти та зменшення продукування рослинами надземної біомаси [11]. Рослини реагують на дефіцит фосфору збільшенням співвідношення маси кореня і пагонів, а також зміною кореневої архітекτονіки, що виражається у збільшенні щільності розташування корневих волосків, а також кількості і довжини бічних коренів. Це дає змогу поглинати більшу кількість фосфору з верхнього шару ґрунту, де його концентрація є вищою [12].

Калій відіграє ключову роль у підтримці гомеостазу клітин, визначаючи електронейтральність, осмотичну регуляцію, аніон-катіонний баланс і біохімічний показник рН, а також сприяє стабільності білків і ферментів завдяки оптимальній гідратації колоїдів. Разом з тим він забезпечує тургорний стан рослинних тканин, регулюючи відкриття і закриття продихів, підтримує міцність стебел, стійкість рослин до вилягання а також до несприятливого впливу посухи та засолення. Усі рухи рослини передаються потоками K^+ . Достатня забезпеченість даним елементом покращує умови фотосинтетичної діяльності за рахунок збільшення продихової провідності і резистентності мезофілу [13].

Ефективним прийомом підвищення стійкості рослин до впливу несприятливих факторів навколишнього середовища та підвищення їх продуктивності може бути застосування стимуляторів росту, що являють собою природні або синтетичні речовини, які викликають зміни у спрямованості чи інтенсивності протікання життєво важливих структурних процесів [14]. Відома їх роль у покращанні зв'язку джерело-поглинач і стимулюванні транслокації фотоасимілятів, що покращує формування генеративних органів, розвиток плодів і насіння в кінцевому підсумку підвищує врожайність культури [15, 16].

Мета і задачі дослідження полягали у визначенні впливу різних доз мінеральних добрив, біологічного інокулянту та стимулятора росту рослин на урожайність насіння сої.

Методика дослідження. Польове дослідження було проведено на чорноземних ґрунтах Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М.І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН. Схема дослідження включала застосування біологічного інокулянту і стимулятора росту рослин на різних фонах мінерального удобрення ($N_0P_0K_0$, $N_0P_{40}K_{40}$, $N_{20}P_{60}K_{60}$). Метод проведення досліджень – польовий. Повторність досліду чотириразова. Облікова площа ділянки 40м². Розміщення варіантів рендомізоване.

Азотні добрива вносили у вигляді аміачної селітри, фосфорні – у вигляді суперфосфату, калійні – у вигляді калію хлористого до проведення передпосівної культивування. Інокуляцію насіння проводили у день сівби, застосовуючи біологічний інокулянт Ризоактив соя (2,0 л/т) на основі високоактивних штамів азотфіксуючих біктерій *Bradyrhizobium japonicum*. На час настання фази бутонізації – початку цвітіння (R1–R2) посіви сої обробляли стимулятором росту рослин NORDAGRI Growth Stage, що являє собою водорозчинний суспензійний концентрат гумінових і фульвових кислот із дозою внесення 2 л/га. Математичну обробку результатів досліджень проводили при використанні методу дисперсійного аналізу. Дослідження проводили згідно загальноприйнятих методик [17].

Агротехніка вирощування культури була загальноприйнятою для зони, за виключенням елементів, що вивчалися. Попередник – пшениця озима. У дослідженні вивчали сорт сої Діона.

Результати дослідження. Ріст і розвиток рослин включає інтеграцію багатьох екологічних та ендогенних сигналів, які разом з вродженою генетичною програмою визначають форму рослини. Ростові процеси, що протікають у рослинах завжди супроводжуються збільшенням їх розмірів та маси і є передумовою формування більшого врожаю [18].

Результати досліджень свідчать про значний позитивний вплив факторів, що вивчалися на лінійні прирости рослин у висоту (табл. 1). Найбільш істотним він був у варіантах комплексного застосування біологічного інокулянту і стимулятора росту рослин на фоні внесення $N_{20}P_{60}K_{60}$, де висота рослин була більшою за контрольний варіант на 13 %. Проведення інокуляції насіння на різних фонах внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню значень даного показника на 8,66-11,47 %.

У основі формування біологічної продуктивності рослин знаходиться процес фотосинтезу, у ході якого із простих біогенних елементів під дією сонячної радіації синтезуються багаті на енергією складні і різноманітні за хімічною будовою органічні сполуки. Головними органами, у яких відбуваються синтетичні процеси є листкові пластинки, а кількість утворених органічних сполук визначається їх розмірами та тривалістю активного функціонування [19].

Таблиця 1

Параметри розвитку рослин сої залежно від застосування мінеральних добрив, біологічного інокулянту і стимулятора росту (формування бобів), (2024-2025 рр.)

Варіанти застосування біодобрива і стимулятора росту рослин	Висота рослин	Площа листової поверхні, тис. м ² /га	Суха маса рослин, г
$N_0P_0K_0$			
контроль	47,3	34,5	10,15
Ризоактив соя (2,0 л/т)	51,4	35,8	11,25
Ризоактив соя (2,0 л/т) + NORDAGRI Growth Stage	54,6	36,5	11,88
$N_0P_{40}K_{40}$			
контроль	55,3	37,7	12,25
Ризоактив соя (2,0 л/т)	56,7	38,9	12,62
Ризоактив соя (2,0 л/т) + NORDAGRI Growth Stage	58,1	41,3	13,32
$N_{20}P_{60}K_0$			
контроль	56,1	38,1	12,44
Ризоактив соя (2,0 л/т)	57,3	39,7	12,93
Ризоактив соя (2,0 л/т) + NORDAGRI Growth Stage	61,7	42,4	14,48

Формування листової поверхні посівів сої обумовлювалося не тільки впливом погодних умов, а й дією застосованих мінеральних добрив, біологічного інокулянту і стимулятора росту рослин. Її величина у фазі бутонізації змінювалася залежно від рівня мінерального удобрення від 34,5 тис.м²/га у варіанті нульового внесення мінеральних добрив до 38,1 тис.м²/га у варіанті внесення N₂₀P₆₀K₆₀. Проведення інокуляції насіння сприяло збільшенню величини листової поверхні посівів сої на 3,76 %. Вплив комплексного застосування біологічного інокулянту і стимулятора росту рослин на значення даного показника був більш вираженим. На це вказує збільшення величини листової поверхні посівів сої на 2,00-7,90 тис.м²/га щодо контролю. Найбільш сприятливі умови для розвитку листової поверхні сої створювалися у варіанті N₂₀P₆₀K₆₀ + Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage, де її величина становила 42,4 тис.м²/га.

Відповідно до збільшення величини листової поверхні посівів залежно від досліджуваних факторів, зростала кількість нагромадженої рослинами органічної сухої біомаси. Збільшення значень даного показника по відношенню до контрольного варіанту становило 10,83 % від проведення інокуляції насіння і 17,04 % від поєднання інокуляції насіння і обробки посівів стимулятором росту. Ефект від застосування мінеральних добрив був більш вираженим (20,68-22,56 % щодо контролю).

Індивідуальна продуктивність рослин є відображенням впливу екзогенних факторів на ступінь реалізації генетичного потенціалу сорту і певною мірою надає можливість своєчасно впливати на формування врожаю зерна. Одним із факторів, що визначає структуру елементів урожаю рослин сої є забезпеченість поживними речовинами впродовж вегетаційного періоду. Результати дослідження показали позитивний вплив внесення мінеральних добрив на величину елементів структури врожаю рослин сої (табл. 2). Зокрема відмічено збільшення кількості бобів, сформованих на одній рослині, насінин у них та маси 1000 насінин на 27,2-41,6 %, 29,4% і 10,82-15,81 % відповідно. У варіантах застосування біологічного інокулянту значення даних показників підвищувалися на 18,93, 11,76 і 7,08 % відповідно. Поєднання інокуляції насіння і обробки посівів стимулятором росту виявилось більш ефективним, на що вказує підвищення значень досліджуваних елементів структури врожаю щодо контролю на 42,4 %, 23,5 % і 8,56 % відповідно. Найвищі значення кількості бобів, сформованих на одній рослині, насінин у них та маси 1000 насінин були відмічені за комплексного застосування біологічного інокулянту і стимулятора росту на фоні внесення N₂₀P₆₀K₆₀.

Кількість рослин на одиниці площі, сформованих на них плодоелементів, маса 1000 насінин визначили величину урожайності насіння сої. Її значення зростали по мірі покращання поживного режиму рослин і в середньому за 2 роки досліджень були найвищими (1,98 т/га) у варіанті Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage + N₂₀P₆₀K₆₀. (табл. 3).

В цілому по досліді внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню урожайності насіння сої на 0,25-0,29 т/га. Проведення допосівної інокуляції насіння надало можливість підвищити рівень насіннєвої продуктивності посівів сої на збільшувало значення даного показника на 0,06 т/га. У варіантах комплексного застосування біологічного інокулянту і регулятора росту рослин значення даного показника підвищувались на 0,16 т/га.

Таблиця 2

Індивідуальна продуктивність рослин сої залежно від застосування мінеральних добрив, біологічного інокулянту та стимулятора росту рослин, (2024-2025 рр.)

Варіанти застосування біодобрива і стимулятора росту рослин	Кількість бобів на 1 рослині, шт.	Кількість насінин у 1 бобу, шт.	Маса 1000 насінин, г
$N_0P_0K_0$			
контроль	13,2	1,7	128,4
Ризоактив соя	15,7	1,9	137,5
Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage	18,8	2,1	139,4
$N_{0P_{40}K_{40}}$			
контроль	16,8	2,2	142,3
Ризоактив соя	18,5	2,2	146,8
Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage	19,7	2,4	153,7
$N_{20P_{60}K_{60}}$			
контроль	18,7	2,2	148,7
Ризоактив соя	20,5	2,4	155,3
Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage	22,3	2,5	158,4

Таблиця 3

Урожайність насіння сої залежно від застосування мінеральних добрив, біологічного інокулянту та стимулятора росту рослин, т/га (2024-2025 рр.)

Варіанти застосування мікробіологічного препарату	Урожайність насіння, т/га		Середнє за 2 роки, т/га
	2024	2025	
$N_0P_0K_0$			
контроль	1,08	1,65	1,37
Ризоактив соя	1,13	1,72	1,43
Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage	1,21	1,84	1,53
$N_{0P_{40}K_{40}}$			
контроль	1,35	1,89	1,62
Ризоактив соя	1,42	1,97	1,70
Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage	1,57	2,13	1,85
$N_{20P_{60}K_{60}}$			
контроль	1,39	1,93	1,66
Ризоактив соя	1,49	2,07	1,78
Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage	1,72	2,24	1,98

HIPO,95, m/za A – 0,08; B – 0,010; AB – 0,12

Висновки та перспективи подальших досліджень. На основі представлених результатів можна зробити висновок, що внесення мінеральних добрив у комплекс із застосуванням біологічного інокулянту і стимулятора росту рослин є дієвим способом зростання рівня урожайності насіння сої. На це вказує збільшення величини даного показника до 1,98 т/га у варіанті Ризоактив соя + NORDAGRI Growth Stage + N₂₀P₆₀K₆₀ у роки із низьким рівнем зволоження. Проведення допосівної інокуляції насіння надало можливість збільшити урожайність насіння до 1,43 т/га, а у варіантах її поєднання із обробкою посівів стимулятором росту рослин величина даного показника становила 1,53 т/га. Прибавка урожайності насіння від внесення мінеральних добрив була на рівні 0,25-0,29 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Vogel J.T., Liu W., Olhoft P., Crafts-Brandner S.J., Pennycooke J.C., Christiansen N. Soybean yield formation physiology – a foundation for precision breeding based improvement. *Frontiers in Plant Science*, 2021. 12:719706. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.719706>
2. Zainab A., Morteza S.D., Amir A.M. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on morphological traits and yield of soybean cultivar. *Advances in Environmental Biology*. 2014. 8. 334–337.
3. Xu L., Du B., Xu B. A systematic, comparative study on the beneficial health components and antioxidant activities of commercially fermented soy products marketed in China. *Food Chemistry*. 2015. 174. 202–213. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.014>
4. Namvar A., Seyed Sharifi R., Khandan T., Jafari Moghadam M. Seed inoculation and inorganic nitrogen fertilization effects on some physiological and agronomical traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in irrigated condition. *Journal of Central European Agriculture*. 2013. 14(3). 28–40. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/14.3.1281>
5. Szpunar-Krok E., Bobrecka-Jamro D., Piķuła W., Jańczak-Pieniāzek M. Effect of nitrogen fertilization and inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* on nodulation and yielding of soybean. *Agronomy*. 2023. 13. 1341. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051341>
6. Gaspar A., Laboski C., Naeve S., Conley S. Dry matter and nitrogen uptake, partitioning, and removal across a wide range of soybean seed yield levels. *Crop Science*. 2017. 57. 2170–2182. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.05.0322>
7. Helios W., Serafin-Andrzejewska, M., Kozak M., Lewandowska S. Impact of nitrogen fertilisation and inoculation on soybean nodulation, nitrogen status, and yield in a central european climate. *Agriculture*. 2025. 15. 1654. <https://doi.org/10.3390/agriculture15151654>
8. Jarecki W., Borza I.M., Rosan C.A., Vicas S.I., Domuta C.G. Soybean response to seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and/or nitrogen Fertilization. *Agriculture*. 2024. 14. 1025. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071025>
9. Panasiewicz K., Faligowska A., Szymańska G., Ratajczak K., Sulewska H. Optimizing the amount of nitrogen and seed inoculation to improve the quality and yield of soybean grown in the southeastern Baltic region. *Agriculture*. 2023. 13. 798. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040798>
10. Mourtzinis S., Kaur G., Orłowski J.M., Shapiro C.A., Lee C.D. Wortmann C., Holshouser D., Nafziger E.D., Kandel H., Niekamp J. Soybean response to nitrogen application across the United States: A synthesis-analysis. *Field Crops Research*. 2018. 215. 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.09.035>
11. Carstensen A., Szameitat A.E., Frydenvang J., Husted S. Chlorophyll a fluorescence analysis can detect phosphorus deficiency under field conditions and is an effective tool to prevent grain yield reductions in spring barley (*Hordeum vulgare*, L.). *Plant and Soil*. 2019. 434: 79–91. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3783-6>

12. Djouider S.I., Gentzbittel L., Jana R., Rickauer M., Ben C., Lazali M. Contribution to improving the chickpea (*Cicer arietinum* L.) efficiency in low-phosphorus farming systems: assessment of the relationships between the P and N nutrition, nodulation capacity and productivity performance in P-deficient field conditions. *Agronomy*. 2022. 12. 3150. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123150>
13. Anschutz U., Becker D., Shabala S. Going beyond nutrition: regulation of potassium homeostasis as a common denominator of plant adaptive responses to environment. *Journal of Plant Physiology*. 2014. 171: 670–687. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.01.009>
14. Van Oosten M.A., Pepe O., Pascale S.D., Silletti S., Maggio A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2017. 4:5. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>
15. Singh J., Takhur J.K. Photosynthesis and abiotic stress in plants. In: Vats S., editor. *Biotic and abiotic stress tolerance in plants*. Singapore: Springer Nature Singapore Private Ltd; 2018. pp. 27–46 https://doi.org/10.1007/978-981-10-9029-5_2
16. Du Jardin P. The science of plant biostimulants A bibliographic analysis, Ad hoc Study Report. 2012. Brussels: European Commission. Available from: <http://hdl.handle.net/2268/169257>
17. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вищ. шк., 1994. 334.
18. William M. Gray hormonal regulation of plant growth and development *PLoS Biology*. 2004. 14. 2(9):e311. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020311>
19. Buczek J., Bobrecka-Jamro D., Jańczak-Pieniżek, M. Photosynthesis, yield and quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under different soil-tillage systems. *Sustainability*. 2022. 14. 4903. <https://doi.org/10.3390/su14094903>

Дата першого надходження статті до видання: 29.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026