



Ukrainian Journal of Natural Sciences
№ 11
Український журнал природничих наук
№ 11

ISSN: 2786-6335 print
ISSN: 2786-6343 online

УДК 631.581.5:631524.84:633.34
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.13>

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА ДИНАМІКУ ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК СОЇ

О. М. Зубко¹, С. І. Бердін², Є. Ю. Бутенко³, А. А. Ставицький⁴

*Вплив біопрепаратів на продуктивність рослин сої здебільшого виражається в реакції сорту на формування стебла та закладання на ньому репродуктивних органів. Метою роботи було дослідити динаміку морфологічних ознак протягом вегетативного розвитку кущів сої сорту Сибірська, засіяних насінням, окремо обробленим інокулянтном ризогміном (2 кг/т) або стимулятором росту рослин біоглобіном (1,0 л/т). Досліджували також варіанти сумісного застосування цих препаратів. Для встановлення загальної закономірності було поставлено за мету вивчити особливості формування ростових показників рослин під впливом біопрепаратів на етапах розвитку сої, а також визначити вплив біопрепаратів на формування листкового апарату рослин сої. Відповідно до основних завдань дослідження в роботі розглянуто формування біологічних параметрів куща в динаміці розвитку генеративних органів у розрізі продуктивної структури залежно від схеми передпосівної обробки насіння. Збільшення товщини листкової пластинки відбувалося через зміни у її мезофілі. Збільшувався розмір клітин стовпчастої асимільованої тканини власної пластинки, яка відіграє основну роль у фотосинтетичному процесі, тоді як лінійні розміри губчастої паренхіми, ймовірно, залишалися незмінними. Таким чином, встановлено, що анатомо-морфологічні зміни під впливом інокуляції насіння штамами *Bradyrhizobium japonicum* перед сівбою призвели до підвищення параметрів продуктивності та формування зовнішніх*

¹ аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: andb201727@ukr.net
ORCID: 0009-0003-2728-2116

² кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри селекції і насінництва
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: serber00@ukr.net
ORCID: 0000-0002-2337-4107

³ доктор філософії,
доцент кафедри агротехнологій та ґрунтознавства
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: evg.butenko2011@ukr.net
ORCID: 0000-0001-8904-519X

⁴ кандидат сільськогосподарських наук,
старший викладач кафедри селекції і насінництва
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: stavytzkyi.a.a@ukr.net
ORCID: 0000-0001-8580-5366

ознак у рослин сої під впливом біопрепаратів. Спостерігалася різна реакція рослин сої на передпосівну обробку насіння інокулянтном ризогуміном (2 кг/т) та/або стимулятором росту біоглобіном (1,0 л/т). Окреме застосування біопрепаратів зазвичай призводило до збільшення параметрів куща порівняно з контролем (виняток становить початковий ріст рослин у варіанті з біоглобіном С. Показники сортів, окремо обприсканих ризогуміном і біоглобіном, були в середньому на 14% вищими за контроль. Сумісне застосування препаратів не виявило суттєвих відмінностей у формуванні листового апарату порівняно з контролем.

Ключові слова: регулятор росту, інокулянт, біопрепарат, морфологічні ознаки, асиміляційна поверхня.

INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS FOR PRE-SOWING SEED TREATMENT ON THE DYNAMICS OF SOYBEAN MORPHOLOGICAL TRAITS FORMATION

O. M. Zubko, S. I. Berdin, Ye. Yu. Butenko, A. A. Stavitskyi

The influence of biological products on soybean plant productivity is mainly expressed in the reaction of the variety to stem formation and the establishment of reproductive organs on it. The aim of the study was to investigate the dynamics of morphological traits during the vegetative development of soybean bushes of Sibirska variety sown with seeds separately treated with the inoculant rhizogmine (2 kg/t) or the plant growth stimulator bioglobulin (1.0 l/t). We also studied options for the combined use of these drugs. In order to establish a general pattern, the goal was to study the peculiarities of the formation of plant growth parameters under the influence of biological products at the stages of soybean development, as well as to determine the effect of biological products on the formation of the leaf apparatus of soybean plants. Based on the main objectives of the study, the formation of biological parameters of the bush in the dynamics of development of generative organs in the context of the productive structure depending on the scheme of pre-sowing seed treatment was considered. The increase in the thickness of the leaf blade was due to changes in its mesophyll. The size of the cells of the columnar assimilated tissue of the blade itself, which plays a major role in the photosynthetic process, increased, while the linear dimensions of the spongy parenchyma probably remained unchanged. Thus, it was found that anatomical and morphological changes under the influence of seed inoculation with Bradyrhizobium japonicum strains before sowing led to an increase in productivity parameters and the formation of external traits in soybean plants under the influence of biological products. There was a different reaction of soybean plants to pre-sowing seed treatment with the inoculant rhizogmin (2 kg/t) and/or growth stimulator bioglobulin (1.0 l/t). Separate use of biological products usually leads to an increase in the parameters of the bush compared to the control (the exception is the initial growth of plants in the variant with bioglobulin C. The performance of varieties separately sprayed with rhizogmin and bioglobulin was on average 14% higher than the control. The combined use of the preparations did not reveal any significant differences in the formation of the leaf apparatus compared to the control.

Key words: growth regulator, inoculant, biological product, morphological features, assimilation surface.

Вступ

Науковий підхід до раціонального використання сортових ресурсів в умовах регіонів рослинництва України сприяє раціональному використанню біокліматичних і ресурсних можливостей, реалізації генотипового потенціалу та формуванню продуктивної та стабільної агроєкосистеми сої (Бутенко та ін., 2020; Циганська, 2021).

Важливим фактором підвищення врожайності цієї культури є удосконалення технологій вирощування (Вишнівський і Фурман, 2020). Вплив складних умов росту і розвитку на рослину проявляється у зміні

параметрів факторів продуктивності сої. Взаємозв'язки між основними групами факторів визначають рівень урожайності сої. Однак сучасні вимоги до екологічної безпеки продукції, що відповідає європейським стандартам, взяли гору над розробкою нових технологій вирощування цієї культури. Адже поява нових сортів сої та нових видів добрив потребує проведення великої кількості досліджень щодо їх застосування (Дмитрук і Гавій, 2018).

Контроль морфогенезу рослин є невід'ємною частиною агротехнологічних прийомів вирощування культури. Основними

методами регулювання морфогенезу кущів є вплив на висоту стебла, схожість насіння, прискорення цвітіння й інтенсивність фотосинтетичних процесів (Заболотний та ін., 2021).

На ростові процеси переважно впливають регулятори росту рослин (інгібітори та стимулятори). Інгібітори (пригнічувачі) діють на апікальну меристему і зменшують ріст рослин (Нагорний і Мурач, 2011). Ця дія підвищує стійкість рослин до вилягання через зменшення довжини та збільшення діаметра між окремими вузлами стебла. Загалом інгібуючий ефект виражається у збільшенні ширини стеблових кілець, росту основної речовини, кількості судинних пучків та елементів механічної організації, що їх оточують. Слід зазначити, що вкорочення стебел сої зменшує площу листових органів.

Оскільки більшість учених стверджують, що продуктивність сої істотно залежить від ефективності листового апарату (Шевніков та ін., 2015; Zhou et al., 2020; Kots et al., 2021; Заболотний та ін., 2021), доцільність застосування інгібіторів росту в посівах може бути поставлена під сумнів. Однак використання інгібіторів росту в поєднанні з інокулянтами може збільшити як кількість листків сої, так і асимільовану площу, що дає змогу уникнути негативного впливу інгібіторів росту (Heatherly et al., 2003).

На фоні дії інгібіторів інокуляція насіння перед сівбою призводила до кращого розвитку листків у сої і водночас до підвищення міцності стебла. Відомо, що фотосинтетична активність листків значною мірою визначається їхньою проміжною структурою. В основі морфогенетичних змін у рослинах сої за дії ретардантів лежить перебудова фітогормональних комплексів, зокрема зниження активності гібереліну та підвищення вмісту абсцизової кислоти в тканинах, що було встановлено в попередніх дослідженнях (Didur et al., 2019).

Проте вплив ретардантів на проміжні структурні властивості листків вивчено недостатньо. Було відмічено, що застосування нового ретарданту флурпримідолу на рослинах сої збільшувало інтенсивність фотосинтезу та зменшувало площу листової поверхні порівняно з контролем (Шарубін і Нагорний, 2012).

Збільшення висоти стебла у сої може підвищити врожайність, оскільки здатне сформувати більше бобів. Водночас високі рослини більш схильні до зламу стебла та вилягання, особливо за несприятливих

погодних умов, як-от сильний вітер і зливи. Товщина стебла допомагає йому протистояти цим несприятливим умовам. Тому, чим товще стебло, тим більші його міцність і стійкість до вилягання. Це особливо важливо не тільки в несприятливих погодних умовах, але й за високого навантаження на плоди (Шевніков та ін., 2015).

Міцні стебла допомагають утримувати рослину у вертикальному положенні та запобігають пошкодженням, що призводять до втрати врожаю. Іншим показником просторового розташування стебел є розгалуженість. Розгалужені стебла сприяють утворенню більшої кількості квіток. Соя з більшою кількістю квітучих гілок і кращим розгалуженням дає більше бобів і вищу врожайність. Однак на продуктивність впливає не кількість гілок, а рівномірний розподіл гілок по всій рослині. По-перше, більша кількість гілок запобігає загущенню куща, а по-друге, гілки не повинні розташовуватися занадто низько від основи рослини. Останнє полегшує збирання врожаю і допомагає уникнути пошкодження бобів (Заболотний та ін., 2021).

Загалом оптимальна структура стебла сої сприяє збільшенню кількості плодоносних гілок, стійкості до вилягання та максимальній продуктивності. Однак слід пам'ятати, що вплив структури стебла може змінюватися залежно від генетичних особливостей сорту, умов вирощування й агротехніки, що практикується в конкретному господарстві.

Структура стебла тісно пов'язана зі структурою листової організації та репродуктивною системою. Дослідження, спрямовані на сприяння газообміну, який може бути індикатором підвищеної фотосинтетичної активності та непрямим критерієм відбору на продуктивність у селекційній практиці, показали, що морфологія листка (щільність прорихів, провідність, довжина закритих клітин тощо) є дуже мінливою. Численні результати дослідників засвідчили, що на продуктивність сої в кінцевому підсумку впливає провідність прорихів. Це вказує на важливість структури листків у газообміні як фактора, що підвищує продуктивність сухої речовини та використання води (Zhou et al., 2020; Kots et al., 2021; Заболотний та ін., 2021).

Матеріал і методи

Матеріалом для досліджень слугувало оригінальне насіння сорту сої Сіверка, біостимулятор біоглобін (водно-сольовий екстракт із плаценти сільськогосподарських

культур, зі спеціальною хімічною обробкою тканини), інокулянт ризогмін, який вирощували на спеціально підготовленому торфі з двома штамами бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, біологічно активні речовини біологічного походження (ауксини, цитокініни, амінокислоти та гумінові кислоти), хелатні мікроелементи та сполуки макроелементів у стартових концентраціях. Дослідження проводили у 2023–2024 рр. у зоні нестійкого зволоження північно-східній лісостеповій зоні України. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний зі вмістом гумусу 3,8%, кислотною реакцією ґрунту 6,2, вмістом рухомого фосфору 21,4 мг/100 г та обмінного калію 10,2 мг/100 г. Насіння сої висівали суцільним способом із пророщеного насіння, попередньо обробленого Авідом (1 л/т) з нормою висіву 0,850 млн насінин/га. Безпосередньо перед сівбою насіння обробляли водою та біопрепаратами: ризогуміном (2 кг/т), біоглобіном (1,0 л/т) або їх сумішшю (табл. 1).

Технології вирощування сої є загальноприйнятими в лісостеповій і степовій зонах північного сходу. Польові дослідження проводили відповідно до «Методики випробування державних сортів сільськогосподарських культур» (Волкодав, 2001). Математичну обробку результатів проводили методом дисперсійного аналізу з використанням програми Statistica 6.0 (Царенко та ін., 2000).

Результати та їх обговорення

Стеблоутворення в сільськогосподарських культур переважно визначається густотою рослин на одиниці площі. Наші результати показують, що норма висіву (згідно з методикою досліджень) 850 000 рослин/га дає врожайність від 741 000 рослин/га до 784 000 рослин/га, залежно від сорту (рис. 1).

Аналіз результатів показав позитивний вплив ризогуміну (2 кг/т) на схожість. На обох сортах спостерігалось збільшення кількості рослин, що проростали, на 4,5–4,7%

в обох варіантах з інокулянтом. Обробка насіння стимулятором росту біоглобін (1,0 л/т) не призвела до збільшення кількості пророслих рослин на одиниці площі. Зниження схожості на 0,4% у цього сорту порівняно з контролем було в межах похибки експерименту. Слід зазначити, що відсоток схожості не є остаточним показником кількості рослин, які сформували врожай сої. Тому було досліджено показник густоти стояння рослин протягом вегетації (табл. 2). Кількість рослин у фазу сходів коливалася від 74,1 до 78,4 рослин/м², з різницею між дослідями 5,1%, але під час вегетації кількість рослин (густота рослин) зменшилися до 59,5–61,4 тис. рослин.

Варіанти мали майже однаковий рівень кількості полеглих рослин, трохи вищий за 80%, і лише показник для контрольного варіанта був вищим за 82% виживання рослин. Усі ці показники були в межах похибки експерименту.

Одним з основних показників структури куща рослин є його висота. Дослідження формування висоти рослин сої залежно від передпосівних обробок і фаз вегетативного розвитку наведено на рисунку 2.

Висоту рослин досліджували на чотирьох фазах розвитку: третя фаза трьох листків, початок цвітіння, кінець цвітіння та стиглість. Результати показали, що препарат ризогмін (2 кг/т) стимулював ріст стебел на ранніх стадіях росту рослин. Ця стимуляція призвела до майже 14% переваги рослин, оброблених інокулянтом, над контрольними рослинами в обох сортах. Водночас комбінація ризогміну та біоглобіну не відрізнялася від ефекту чистого ризогміну (+1,6%). Ефекту біоглобіну в цей період не спостерігалось. Ріст рослин у цьому варіанті був на рівні контролю. Збільшення висоти рослин під час цвітіння відрізнялося від попередньої фази дослідження. Найбільший приріст спостерігався у рослин з насіння, обробленого біоглобіном (1,0 л/т) у період від утворення третього трійчастого листка до фази

Таблиця 1

Схема польового дослідження дії біологічних препаратів на параметри посівів сої

№ з/п	Варіанти	Способи обробки
1	контроль	без обробки препаратами (обробка насіння водою)
2	ризогумін (2 кг/т)	інокуляція насіння
3	біоглобін (1,0 л/т)	обробка насіння біостимулятором
4	ризогумін (2 кг/т) + + біоглобін (1,0 л/т)	інокуляція та обробка насіння біостимулятором

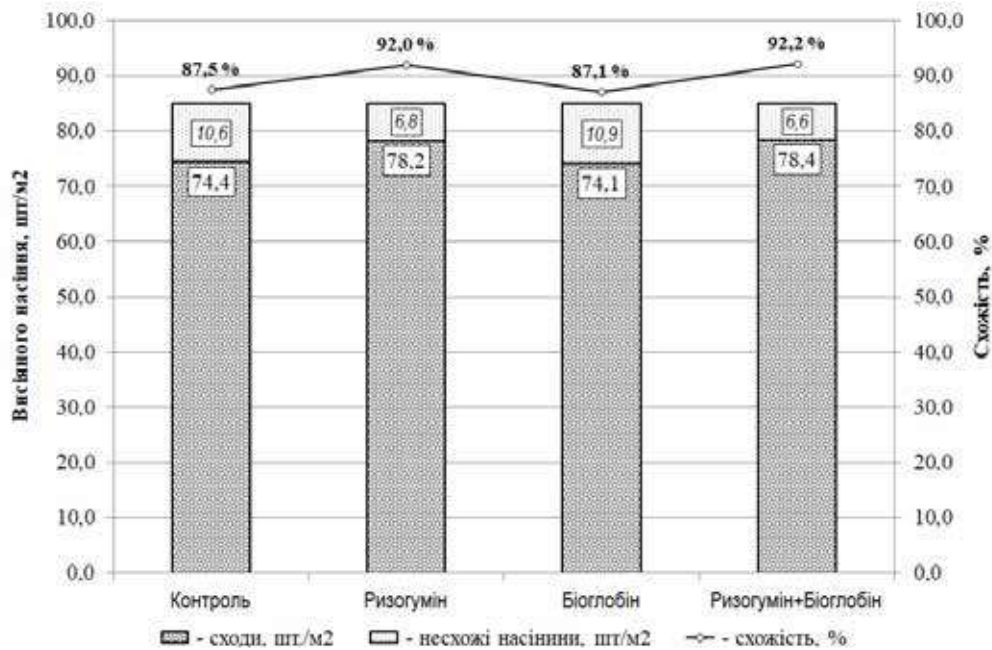


Рис. 1. Параметри показників схожості в посівах сої (2023–2024 рр.)

Таблиця 2

Динаміка формування густоти стояння рослин сої (2023–2024 рр.)

Варіанти дослідів	Польова схожість, %	Густота рослин, шт./м²		Збереження рослин, % до кількості сходів
		повні сходи	повна стиглість	
контроль	87,5	74,4	61,4	82,5
ризогумін	92,0	78,2	62,7	80,2
біоглобін	87,1	74,1	59,5	80,4
ризогумін+біоглобін	92,2	78,4	62,7	80,0

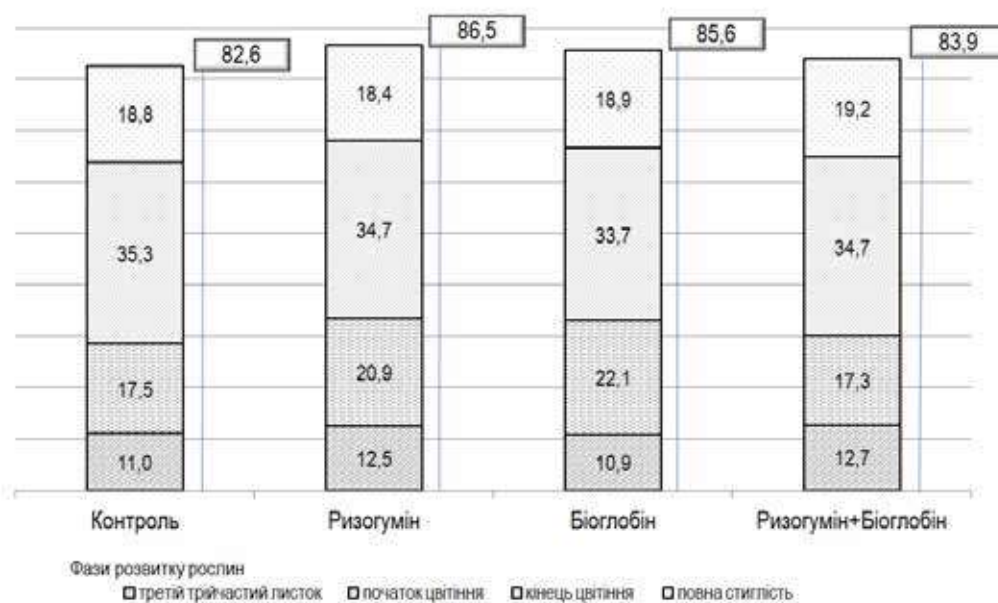


Рис. 2. Динаміка формування висоти рослин в посівах сої, см (2023–2024 рр.)

цвітіння. Інтенсивність росту в цьому варіанті була майже на 26% вищою, ніж у контролі. Ріст сортів, оброблених ризогуміном (2 кг/т), був на 5,5% нижчим за ріст рослин, оброблених біоглобіном (1,0 л/т), але значно вищим як за контроль, так і за комбінованого застосування стимуляторів росту. У цей період ріст на останньому варіанті був на рівні контролю.

Результати показали, що рослини з обробкою інокулянтами мали висоту до 33,4 см, а зі стимуляторами росту – до 33,0 см на початку цвітіння. Рослини сої у варіантах з комбінованими препаратами були на рівні 30,0 см, тоді як рослини у варіанті без обробки препаратами (контроль) досягли лише 28,5 см. Наприкінці цвітіння рослини кожного варіанта рівня обробки показали такі значення: контроль – 63,8 см, ризогумін (2 кг/т) – 68,1 см, біоглобін (1,0 л/т) – 66,7 см, комбінована обробка (ризогумін + біоглобін) – 64,7 см. Максимальний приріст спостерігався на варіанті без обробки біопрепаратами (35,3 см). Приріст рослин сої з обробкою насіння ризогуміном становив 34,7 см як у чистому вигляді, так і зі стимуляторами росту, що на 2% менше, ніж у контролі. Однак у варіантах із біостимуляторами цей показник був на 4,6% нижчим за контроль.

Як бачимо, тенденція зміни висоти стебел в кінці цвітіння була такою ж, як і на початку цвітіння, але це було пов'язано з незначною різницею в темпах приросту висоти рослин під час цвітіння. Показник висоти стеблестю під час збирання був на рівні 82,6–86,5 см. Варіація коливання висоти рослин на завершальному етапі розвитку становила 4,7%. Від кінця цвітіння до повної стиглості рослини мали приріст більше ніж на 18 см. Найнижчий приріст спостерігався у варіанті з ризогуміном (2 кг/т) – 18,4 см, а найвищий – за сумісного застосування інокулянта та стимулятора росту – 19,2 см.

Динаміка росту рослин сої, оброблених ризогуміном (2 кг/т) і біоглобіном (1,0 л/т) за різних систем показала, що висота рослин була майже однаковою, але інтенсивність їх росту за фазами розвитку відрізнялася. Рослини на ділянках з обробкою інокулянтом інтенсивніше росли у фазі сходів трьох справжніх листків і на початку цвітіння – наприкінці цвітіння, тоді як стимулятор росту найбільше впливав на інтенсивність росту рослин у фазі трьох справжніх листків – початок цвітіння.

За біометричними показниками кущі сої характеризуються не тільки параметрами габітусу рослин, але й кількістю гілок на кущі, що є важливим показником урожайності зерна сої. Результати досліджень показують, що обробка насіння збільшує кількість гілок на рослині (рис. 3).

У середньому 3,11 гілки на кущ формувалося у варіанті без передпосівної обробки насіння. Варіанти, де рослини були оброблені ризогуміном (2 кг/т), мали в середньому на 20,3% більше гілок, ніж контрольні показники. У варіантах, оброблених біоглобіном (1,0 л/т), подовження цього показника було на рівні 19,6% від контролю.

Встановлено, що спільне використання біопрепаратів значно зменшувало утворення гілок порівняно з використанням кожного з них окремо. Так, у випадку комбінованої обробки насіння кількість гілок на рослинах збільшилася лише на 8,0% порівняно з контролем, що на 11,6–12,3% менше, ніж ефект від стимуляції або інокуляції сої.

Серед морфологічних ознак куща найбільший вплив на загальну продуктивність має площа листової поверхні рослин. Згідно з результатами досліджень, облиственість куща в досліді залежала від схеми застосування передпосівної обробки та фази розвитку рослин (табл. 3).

У контрольному варіанті в період цвітіння було сформовано 502 см² листків. Обробка насіння ризогуміном (2 кг/т) збільшила площу листків на 74 см² (14,7%). Стимулятор росту біоглобін (1,0 л/т) призвів до збільшення асимільованої площі на 629 см², що на 25% вище за контроль.

Позакореневе утворення рослин за використання обробленого насіння в поєднанні з біопрепаратами було на 7,8% вищим за контроль, хоча і нижчим за показник для кожного з препаратів окремо. З огляду на кількість рослин на момент збору даних загальна асиміляційна поверхня посіву розподілилася таким чином: мінімальна – 30,8 тис. м²/га, з незначною різницею (3,6%) на рівні 36–37,5 тис. м²/га, у варіантах з обробкою ризогуміном (2 кг/т) або біоглобіном (1,0 л/т). При цьому перевагу мали варіанти зі стимуляторами росту. Сумісне застосування препаратів дало змогу сформувати 34,0 тис. м²/га, що на 9% більше, ніж у контролі та на 10% менше, ніж у варіанті з біоглобіном. У період наливу бобів асимільована площа зменшується, оскільки рослина вступає в генеративну фазу і нижні листки починають відмирати, а рослинний

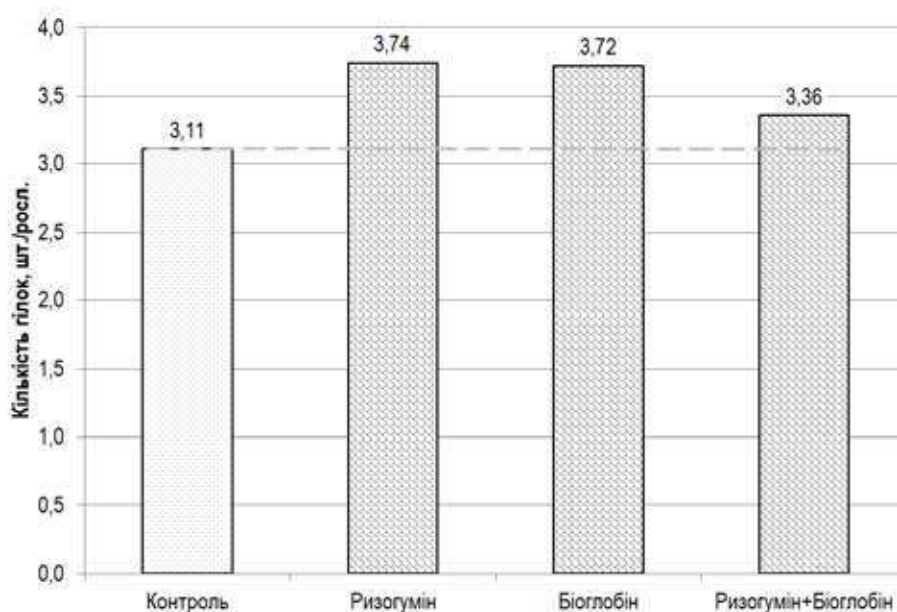


Рис. 3. Формування гілок в кущі сої (2023–2024 рр.)

Таблиця 3

Площа листової поверхні рослин та посівів сої (2023–2024 рр.)

Варіанти	Фази росту і розвитку рослин			
	цвітіння		налив бобів	
	см ² /рослин	тис. м ² /га	см ² /рослин	тис. м ² /га
контроль	502,3	30,8	476,9	29,3
ризогумін	575,9	36,1	537,6	33,7
біоглобін	628,9	37,4	550,3	32,8
ризогумін + біоглобін	541,5	34,0	487,9	30,6
НІР ₀₅		1,83		1,52

організм припиняє ріст. Темпи зменшення листового апарату рослинного організму показано на рисунку 4.

Згідно з результатами дослідження, найвищий показник відмирання листової поверхні спостерігався у варіанті з біоглобіном (1,0 л/т). Показник зниження становив 12,5%. Таким чином, у фазі наливу площа листової поверхні на одній рослині становила 550,3 см², що на 2,3% менше, ніж на рослині інокульованих сортів (537,6 см²). Ця різниця була в межах похибки експерименту. Також спостерігалось значне зменшення площі листової поверхні (9,9%) у варіантах, які сумісно оброблялися препаратами.

Ці показники призвели до незначного перевищення площі листової поверхні над контролем (2,3%). Загальна площа листової поверхні під час фази наливу бобів була подібною до швидкості редукції листової поверхні рослин (рис. 5).

У фізичному вираженні ці показники були вищими на контролі – 29,3 та 30,6 тис. м²/

га, у варіантах із сумісним застосуванням препаратів – 33,7 та 32,8 тис. м²/га, а також у варіантах з обробкою насіння ризогуміном і біоглобіном відповідно. Відмінності між сортами в цих групах були несуттєвими.

Так, використання біоглобіну (1,0 л/т) у передпосівній обробці насіння дало змогу рослинам цього варіанта сформувати значну площу листового апарату на рослині, але ця перевага не була наявна під час підрахунку загальної площі листків на гектарі посіву порівняно із застосуванням ризогуміну. Зменшення асимільованої площі спостерігалось в період наливу зерна порівняно з періодом цвітіння. Індекс трансформації за окремого застосування ризогуміну та біоглобіну був у середньому на 14% вищим за контроль. Сумісне застосування препаратів не виявило суттєвих відмінностей у формуванні листових органів порівняно з контролем.

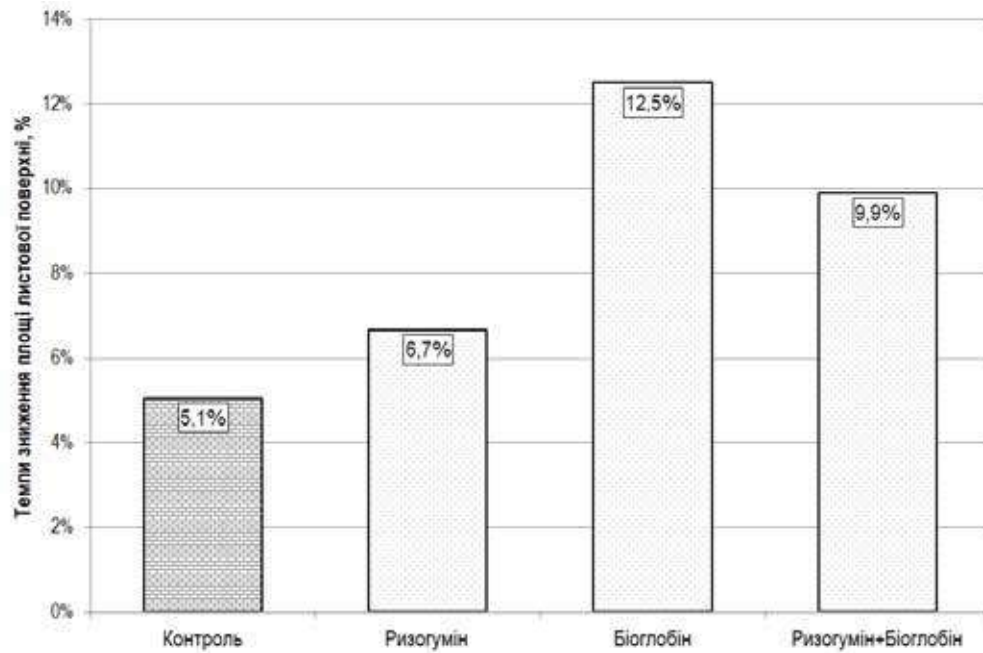


Рис. 4. Динаміка відмирання листового апарату на час генеративного розвитку рослин сої (2023–2024 рр.)

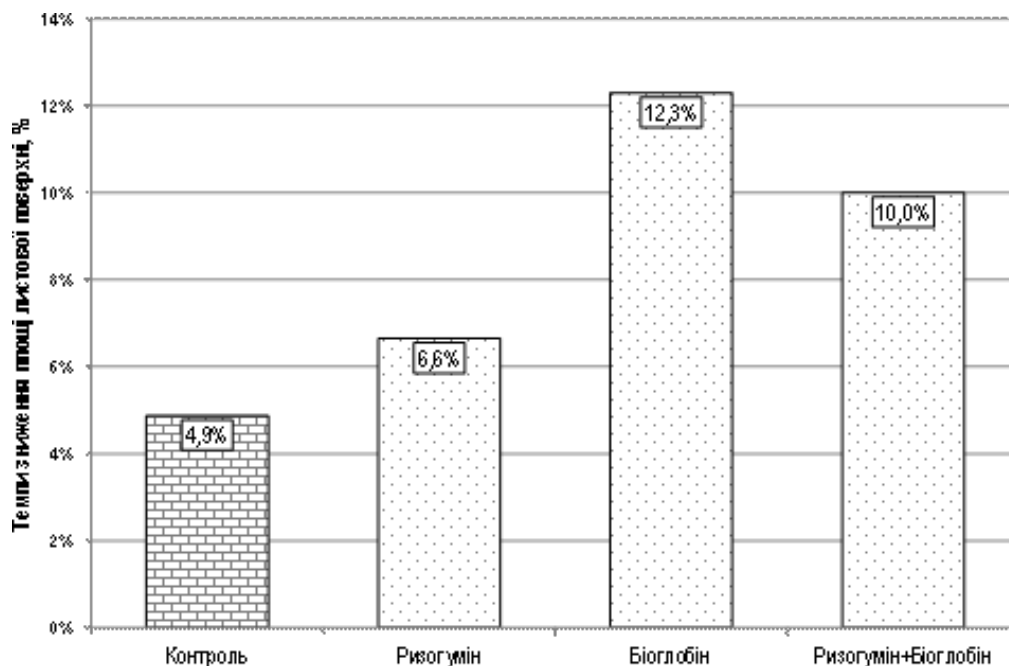


Рис. 5. Динаміка зменшення асиміляційної поверхні листового апарату в посівах сої з початком генеративного розвитку рослин (2023–2024 рр.)

Висновки

Відповідно до основної мети дослідження в цій роботі розглянуто формування біометричних параметрів куща в динаміці розвитку генеративних органів у контексті продуктивної структури, що зумовлено схемою передпосівної обробки насіння. Встановлено

істотну реакцію рослин сорту сої Сіверка на передпосівну обробку насіння інокулянтном ризогуміном (2 кг/т) та стимулятором росту біоглобіном (1,0 л/т). Окреме застосування біопрепаратів збільшувало параметри куща порівняно з контролем (виняток – початковий ріст рослин у варіанті з біоглобіном).

Список використаної літератури

- Бутенко А.О., Масик І.М., Собко М.Г., Тихонова О.М. Формування врожайності сортів сої різних груп стиглості залежно від строків сівби та ширини міжрядь. *Зрошуване землеробство*. 2020. № 74. С. 73–83.
- Вишнівський П.С., Фурман О.В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. № 11 (1). С. 13–22. <http://dx.doi.org/10.31548/agr2020.01.013>.
- Волкодав В.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури). Київ, 2001. 69 с.
- Дмитрук Я.І., Гавій В.М. Вплив препаратів агат та фітоспорин на окремі показники структури врожаю сої культурної у фазі дозрівання плодів. *III Міжн. наук.-практ. конференція «Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні новації» (до 85-річчя природничо-географічного факультету) : матеріали доповідей*. Ніжин : НДУ імені Миколи Гоголя, 2018. С. 61.
- Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2021. 276 с.
- Нагорний В.І., Мурач О.М. Вплив азотфіксуючого препарату, стимулятора росту і молібдену на продуктивність сої в північно-східному Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2011. № 4. С. 77–81.
- Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в агрономії та с.-г. біології. *Суми : Університетська книга*, 2000. 203 с.
- Циганська О.І. Вплив мінеральних добрив та біопрепарату на ріст та розвиток рослин сої. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. № 6 (94). С. 22–34.
- Шарубін І.О., Нагорний В.І. Перспективи і напрями збільшення виробництва сої в північно-східному Лісостепу України. *Насінництво*. 2012. № 1. С. 8–10.
- Шевніков М.Я., Галич О.П., Лотиш І.І., Міленко О.Г. Деякі параметри господарки цінних ознак сорту сої для умов Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 3. С. 40–43.
- Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I., Malynka L.V., Butenko A.O., Klochkova T.I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (1). P. 76–80.
- Heatherly L.G., Spurlock R.S., Reddy N.K. Influence of early-season nitrogen and weed management on irrigated and nonirrigated glyphosate-resistant and susceptible soybean. *Agron. J.* 2003. № 95. P. 446–453. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.0446>.
- Kots S.Ya., Kyrchenko O.V., Pavlyshchenko A.V., Yakymchuk R.A. Formation of soybean productivity by early treatment of seeds with fungicides Standak Top and Fever and inoculation with rhizobias on the day of sowing. *Agricultural Microbiology*. 2021. No. 34. P. 29–43. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.29-43>.
- Zhou C., Liu C., Liang Y., Liu Z., Wei P., Wang X.J.M.L. Application of natural weathered red-bed soil for effective wall protection filter-cake formation. *Mater. Lett.* 2020. No. 258. 126679. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.126679>.

References

- Butenko, A.O., Masyk, I.M., Sobko, M.H., & Tykhonova, O.M. (2020). Formuvannya vrozhaynosti sortiv soyi riznykh hrup styhlosti zalezchno vid strokiv sivby ta shyryny mizhryad [Yield formation of soybean varieties of different maturity groups depending on sowing dates and row spacing. Interdepartmental thematic scientific collection Irrigated agriculture]. *Zroshuvane zemlerobstvo [Irrigated agriculture]*, 74, 73–83 [in Ukrainian].
- Vyshnivskiy, P.S., & Furman, O.V. (2020). Produktyvnist soi zalezchno vid elementiv tekhnolohii vyro-shchuvannya v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Soybean productivity depending on the elements of growing technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Roslynnystvo ta gruntознаvstvo [Plant science and soil science]*, 11 (1), 13–22. <http://doi.org/10.31548/agr2020.01.013> [in Ukrainian].
- Volkodav, V.V. (2001). Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya silskohospodarskykh kultur (zernovi, krupiani ta zernobobovi kultury) [Methodology of state variety testing of agricultural crops (cereals, cereals and legumes)]. Kyiv, 69 [in Ukrainian].

Dmytruk, Ya.I., Havii, & V.M. (2018). Vplyv preparativ ahata ta fitosporyn na okremi pokaznyky struktury vrozhaiv soi kulturnoi u fazi dozrivannia plodiv [The effect of the preparations Agat and Phytosporin on individual indicators of the yield structure of cultivated soybeans in the fruit ripening phase]. *III Mizhn. nauk.-prakt. konferentsiia "Suchasni problemy pryrodnych nauk: teoriia, praktyka, osvichni novatsii" (do 85-richchia pryrodnycho-heohrafichnoho fakultetu): materialy dopovidei*. Nizhyn: NDU imeni Mykoly Hoholia [III International Scientific-Practical Conference "Current Problems of Natural Sciences: Theory, Practice, Educational Innovations" (to the 85th anniversary of the Faculty of Natural Sciences and Geography): Materials of the conference. Nizhyn: NDU named after Mykola Khoholia], 61 [in Ukrainian].

Zabolotnyi, H.M., Mazur, V.A., Tsyhanska, O.I., Didur, I.M., Tsyhanskyi, V.I., & Pantsyryeva, H.V. (2021). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannia soi ta shliakhy maksymalnoi realizatsii yii produktyvnosti: monohrafiia [Agrobiological foundations of soybean cultivation and ways to maximize its productivity: monograph]. Vinnytsia: TOV "TVORY", 276 [in Ukrainian].

Nahornyi, V.I., & Murach, O.M. (2011). Vplyv azotfiksuiochoho preparatu, stymuliatoru rostu i molibdenu na produktyvnist soi v pivnichno-skhidnomu Lisostepu Ukrainy [The effect of nitrogen-fixing drug, growth stimulant and molybdenum on soybean productivity in the northeastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia "Ahronomiia i biolohiia"* [Bulletin of the Sumy National Agricultural University. Series "Agronomy and Biology"], 4, 77–81 [in Ukrainian].

Tsarenko, O.M., Zlobin, Yu.A., Skliar, V.H., & Panchenko, S.M. (2000). Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii: Navchalnyi posibnyk [Computer methods in agriculture and biology: Training manual]. *Universytetska knyha [University book]*. Sumy, 203 [in Ukrainian].

Tsyhanska, O.I. (2021). Vplyv mineralnykh dobryv ta biopreparatu na rist ta rozvytok roslyn soi [The effect of mineral fertilizers and biological products on the growth and development of soybean plants]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific advice from NUBiP of Ukraine]*, 6 (94), 22–34 [in Ukrainian].

Sharubin, I.O., & Nahorny, V.I. (2012). Perspektyvy i napryamy zbil'shennya vyrobnytstva soyi v pivnichno-skhidnomu Lisostepu Ukrainy. [Prospects and directions of increasing soybean production in the north-eastern forest-steppe of Ukraine]. *Nasinnytstvo [Seed production]*, 1, 8–10 [in Ukrainian].

Shevnikov, M.Ia., Halych, O.P., Lotysh, I.I., & Milenko, O.H. (2015). Deiaki parametry hospodarky tsinnykh oznak sortu soi dlia umov Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Some parameters of the management of valuable traits of soybean varieties for the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk PDAA [Herald PSAA]*, 3, 40–43 [in Ukrainian].

Didur, I.M., Tsyhanskyi, V.I., Tsyhanska, O.I., Malynka, L.V., Butenko, A.O., & Klochkova, T. I. (2019). The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (1), 76–80 [in English].

Heatherly, L.G., Spurlock, R.S., & Reddy, N.K. (2003). Influence of early-season nitrogen and weed management on irrigated and nonirrigated glyphosate-resistant and susceptible soybean. *Agron. J.*, 95, 446–453. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.0446> [in English].

Kots, S.Ya., Kyrychenko, O.V., Pavlyshchenko, A.V., & Yakymchuk, R.A. (2021). Formation of soybean productivity by early treatment of seeds with fungicides Standak Top and Fever and inoculation with rhizobias on the day of sowing. *Agricultural Microbiology*, 34, 29–43. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.29-43> [in English].

Zhou, C., Liu, C., Liang, Y., Liu, Z., Wei, P., & Wang, X.J.M.L. (2020). Application of natural weathered red-bed soil for effective wall protection filter-cake formation. *Mater. Lett.*, 258, 126679. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.126679> [in English].

Отримано: 27.01.2025

Прийнято: 10.02.2025