МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Агробіотехнологічний факультет
Спеціальність Н1 «Агрономія»

Допускається до захисту
завідувач кафедри рослинництва та
цифрових технологій в агрономії
доцент_____ Панченко Т.В.
«__» _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ СОЇ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ СІВБИ В УМОВАХ СТОВ «УКРАЇНА» ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Рівень вищої освіти: другий (освітній рівень)
Кваліфікація: «Магістр з агрономії»

Виконала: Гармазонова Ксенія Михайлівна _____
прізвище, ім'я, по батькові *підпис*

Керівник: професор Грабовський М.Б. _____
вчене звання, прізвище, ініціали *підпис*

Біла Церква – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агробіотехнологічний факультет
Спеціальність Н1 «Агрономія»

Затверджую
Гарант ОП «Агрономія»
професор_____Грабовський М.Б.
«08» вересня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Гармазоновій Ксенії Михайлівні

Тема: «Формування продуктивності сортів сої за різних способів сівби в умовах СТОВ «Україна» Тернопільського району Тернопільської області»
Затверджено наказом ректора №496/С від 04.11.2025 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 17.11.2026 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані: огляд наукової літератури по застосуванню різних способів сівби сої; ґрунтово-кліматичні умови господарства; методика проведення досліджень; аналіз результатів досліджень з вивченню впливу різних способів сівби на ріст, розвиток і продуктивність сої; економічна оцінка результатів досліду.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	до 14.09.2026	виконано
Методична частина	до 21.09.2026	виконано
Дослідницька частина	до 25.10.2026	виконано
Оформлення роботи	до 17.11.2026	виконано
Перевірка на плагіат	до 01.11.2026	виконано
Подання на рецензування	до 09.11.2026	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	05.11.2026	виконано
Розміщення в репозитарії БНАУ з накладанням КЕП	до 16.11.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ професор Грабовський М.Б
підпис *вчене звання, прізвище, ініціали*

Здобувач _____ Гармазонова К.М.
підпис *прізвище, ініціали*

Дата отримання завдання «08» вересня 2025 р.

ДЕКЛАРАЦІЯ
про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Гармазонова Ксенія Михайлівна здобувачка другого рівня вищої освіти за освітньою програмою Н1 Агрономія, підтверджую, що кваліфікаційну роботу з теми:

«Формування продуктивності сортів сої за різних способів сівби в умовах СТОВ «Україна» Тернопільського району Тернопільської області» виконано мною з дотриманням принципів і правил академічної доброчесності.

Підтверджую, що:

- роботу виконано особисто на основі власних розробок і суджень;
- у роботі належним чином зазначено авторство та джерела використаних текстів, ідей, даних, зображень та інших матеріалів;
- наведені результати дослідження, дані та висновки є достовірними;
- робота не містить свідомо сфабрикованої чи сфальсифікованої інформації.

У процесі виконання роботи було використано інструменти штучного інтелекту, зокрема для оформлення та редагування тексту (Gemini), для перекладу тексту (Google Translate). Відомості про це наведено в роботі згідно з вимогами законодавства та встановленими правилами академічної доброчесності.

Я усвідомлюю відповідальність за зміст кваліфікаційної роботи та дотримання вимог академічної доброчесності під час її підготовки.

Дата: 15.11.2026

РЕФЕРАТ

Гармазонова К.М. Формування продуктивності сортів сої за різних способів сівби в умовах СТОВ «Україна» Тернопільського району Тернопільської області

Досліджено вплив просторового розміщення насіння та сортових особливостей на процеси формування продуктивності сої в агрокліматичних умовах правобережного Лісостепу України протягом 2025–2026 років. Об'єктом дослідження виступали інноваційні сорти сої з різним типом росту (детермінантний РЖТ Сателія, напівдетермінантні РЖТ Сакуза та Моцарт), які вирощувалися за трьох просторових конфігурацій: суцільної рядкової (ширина міжрядь 15 см) та широкорядної сівби (30 і 45 см).

Встановлено, що оптимізація індивідуальної площі живлення за рахунок звуження міжрядь створює найсприятливіші умови для розвитку асиміляційного апарату та накопичення вегетативної маси. Максимальну площу листкової поверхні у фазу повного наливу насіння (47,8–49,4 тис. м²/га) та найбільші обсяги абсолютно сухої біомаси (до 6,27 т/га) зафіксовано на варіантах із суцільною вузькорядною сівбою. Широкорядні посіви (45 см), навпаки, провокували гостру внутрішньовидову конкуренцію в рядку.

Доведено визначальний позитивний вплив звуженого простору між рядками на азотфіксуючу здатність культури. Найвища активність ґрунтової мікробіоти спостерігалася за міжрядь 15 та 30 см: у критичну фазу кінця цвітіння на цих варіантах формувалася максимальна кількість (до 72,8 шт./рослину) та маса (до 1,14 г/рослину) активних бульбочок, тоді як розширення міжрядь до 45 см суттєво пригнічувало симбіотичний потенціал та провокувало високий рівень абортивності квіток і бобів.

Експериментально підтверджено, що найвищий рівень фактичної врожайності зерна досягається виключно за суцільної вузькорядної сівби (15 см). Абсолютний максимум валового збору забезпечив сорт РЖТ Сателія (3,21 т/га); сорти РЖТ Сакуза та Моцарт також продемонстрували свої оптимуми продуктивності (2,92 та 2,87 т/га відповідно) саме за цієї архітектоніки.

Ключові слова: *соя, сорт, спосіб сівби, симбіотичний апарат, урожайність, економічна ефективність.*

ANNOTATION

Garmazonova K.M. Yield development of soybean varieties under different seeding methods at the agricultural production cooperative "Ukraine" in the Ternopil district Ternopil region

The influence of the spatial arrangement of seeds and varietal characteristics on the processes of soybean productivity formation under the agro-climatic conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine during 2025–2026 was investigated. The objects of the study were innovative soybean varieties with different growth habits (determinate RGT Satelia, semi-determinate RGT Sakuza and Mozart), which were grown under three spatial configurations: solid row (row spacing of 15 cm) and wide-row sowing (30 and 45 cm).

It was established that the optimization of the individual feeding area by narrowing the row spacing creates the most favorable conditions for the development of the assimilation apparatus and the accumulation of vegetative mass. The maximum leaf surface area during the full seed-filling stage (47.8–49.4 thousand m²/ha) and the highest volumes of absolutely dry biomass (up to 6.27 t/ha) were recorded in the variants with solid narrow-row sowing. Wide-row sowings (45 cm), on the contrary, provoked acute intraspecific competition within the row.

The determining positive influence of the narrowed space between the rows on the nitrogen-fixing capacity of the crop has been proven. The highest activity of the soil microbiota was observed at row spacing's of 15 and 30 cm: during the critical stage of the end of flowering in these variants, the maximum number (up to 72.8 pcs/plant) and mass (up to 1.14 g/plant) of active nodules were formed, whereas widening the row spacing to 45 cm significantly suppressed the symbiotic potential and provoked a high level of flower and pod abortion.

It was experimentally confirmed that the highest level of actual grain yield is achieved exclusively under solid narrow-row sowing (15 cm). The absolute maximum gross yield was provided by the RGT Satelia variety (3.21 t/ha); the RGT Sakuza and Mozart varieties also demonstrated their yield optimums (2.92 and 2.87 t/ha, respectively) precisely under this crop architecture.

Keywords: *soybean, variety, sowing method, symbiotic apparatus, yield, economic efficiency.*

ЗМІСТ

Вступ 7
Розділ 1. Огляд літератури..... 9
Розділ 2. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень..... 19
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ……..... 19
2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень..... 20
Розділ 3. Мета, завдання і методика проведення досліджень..... 24
3.1. Мета та завдання досліджень…… 24
3.2. Схема досліду та методики досліджень…… 24
3.3. Технологія вирощування сої в досліді…… 26
Розділ 4. Результати досліджень…….. 28
4.1. Динаміка ростових процесів рослин сої за різних способів сівби 28
4.2. Особливості формування генеративних органів у рослин сої…. 30
4.3. Вплив способів сівби на довжину міжвузля та діаметр стебла сої……. 32
4.4. Формування асиміляційної поверхні посівів сої під впливом способів сівби……... 35
4.5. Динаміка накопичення сухої речовини в онтогенезі сої…….. 38
4.6. Динаміка кількості та маси бульбочок у рослин сої…… 40
4.7. Вплив способу сівби на індивідуальну продуктивність сої….. 46
4.8. Урожайність насіння сої залежно від способів сівби…….. 48
4.9. Економічна ефективність вирощування сої……. 50
Висновки 53
Рекомендації виробництву…… 55
Список використаних джерел..... 56

ВСТУП

Соя залишається однією з найбільш стратегічних та високорентабельних білково-олійних культур як на внутрішньому, так і на глобальному аграрних ринках. Впровадження у виробництво інноваційних інтенсивних сортів із різним габітусом (детермінантних та напівдетермінантних) вимагає постійної оптимізації базових елементів технології вирощування. Сучасні глобальні кліматичні трансформації та перехід до ресурсоощадних систем землеробства диктують необхідність перегляду класичних схем просторового розміщення рослин. Оскільки архітектоніка посіву (ширина міжрядь) безпосередньо модулює мікроклімат, площу живлення, інтенсивність фотосинтезу та активність азотфіксуючих бактерій, пошук адаптивних моделей сівби для новітніх сортів в умовах правобережного Лісостепу України є вкрай актуальним завданням, вирішення якого гарантує розкриття генетичного потенціалу культури та максимізацію прибутковості агровиробництва.

Мета роботи полягала у встановленні закономірностей та особливостей формування продуктивності сучасних сортів сої під впливом різних способів сівби в умовах СТОВ «Україна» Тернопільського району Тернопільської області.

Об'єкт дослідження: процес формування продуктивності, фотосинтетичної та симбіотичної активності рослин сої залежно від сортової специфіки в умовах правобережного Лісостепу України.

Предмет дослідження: сорти сої (РЖТ Сателія, РЖТ Сакуза, Моцарт), способи сівби (15 см, 30 см, 45 см), показники росту і розвитку, площа асиміляційної поверхні, структура врожаю, урожайність.

Методи дослідження. У процесі виконання кваліфікаційної роботи застосовувався комплекс загальнонаукових та спеціальних агрономічних методів: *польовий* –для вивчення взаємодії сортів сої з умовами навколишнього середовища та просторовим розміщенням безпосередньо в агроценозі; *фенологічний та біометричний* – для моніторингу етапів органогенезу,

вимірювання лінійних параметрів стебла (висота, довжина міжвузлів, діаметр); *вимірювально-ваговий* – для точного визначення площі листкового намету, динаміки накопичення абсолютно сухої біомаси та обліку маси симбіотичних бульбочок; *статистичний* – для математичної обробки експериментальних масивів (дисперсійний та кореляційно-регресійний аналізи з використанням ПЗ Statistica та MS Excel) і підтвердження достовірності отриманих результатів.

Наукова новизна отриманих результатів. На прикладі Тернопільської області проведено комплексне дослідження реакції сортів сої (РЖТ Сателія, РЖТ Сакуза, Моцарт) на звуження міжрядного простору. Науково обґрунтовано тісний кореляційний зв'язок між конфігурацією площі живлення та інтенсивністю функціонування симбіотичного апарату: доведено, що вузькорядна сівба (15–30 см) виступає каталізатором максимізації кількості та маси активних азотфіксуючих бульбочок.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено та адаптовано до виробничих умов високоефективні, ресурсоощадні моделі просторового розміщення рослин сої, які дозволить СТОВ «Україна» суттєво підвищити рентабельність вирощування культури. Сільськогосподарському виробництву рекомендовано впроваджувати суцільну вузькорядну сівбу (міжряддя 15 см) для сортів РЖТ Сателія та Моцарт, що гарантує отримання врожайності на рівні 2,87–3,21 т/га за максимальної рентабельності до 108–129 %. Для сорту РЖТ Сакуза обґрунтовано застосування сівби (30 см), яка забезпечує врожайність близько 2,9 т/га та прибуток понад 25 тис. грн/га. Реалізація цих рекомендацій дозволяє оптимізувати витрати на насіннєвий матеріал, підвищити конкурентоспроможність посівів щодо бур’янів та мінімізувати втрати при механізованому збиранні.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

У сучасних технологічних схемах вирощування сої сорт відіграє фундаментальну роль. Він виступає не лише базовим інструментом для нарощування показників врожайності, але й критичною умовою, без якої розкриття закладеного генетичного потенціалу стає неможливим [2, 14]. Саме сортові особливості диктують межі продуктивності агроценозу, якісні параметри зібраного насіння, і водночас залишаються найбільш економічно вигідним та доступним методом підвищення рентабельності рослинництва [74]. Зусиллями вітчизняних науковців-селекціонерів створено інноваційні сорти сої, здатні формувати врожай на рівні 4,0–5,0 т/га. Проте досягнення таких результатів на практиці об'єктивно потребує впровадження адаптованих до цих сортів інноваційних агротехнологій [12, 53].

Процес інтродукції та розширення площ під певними сортами тісно пов’язаний з їх біологічною специфікою та агрокліматичними показниками середовища. Аби сорт міг максимально проявити свою біологічну та генетичну продуктивність, його необхідно вирощувати в межах рекомендованого природно-кліматичного регіону [15, 75].

Історично еволюція сої відбувалася в регіонах з мусонним типом клімату. Тому для вітчизняних умов найбільш критичною ознакою, що потребує селекційного вдосконалення, залишається стійкість до посухи. Використання генотипів, що відзначаються толерантністю до дефіциту вологи, виступає гарантом стабілізації валових зборів зерна цієї культури. Рослини такого типу зазнають значно меншого стресу від погодних аномалій, а процеси регенерації у них відбуваються з мінімальними витратами пластичних речовин [31, 65]. Дані експериментів підтверджують високий ступінь жаростійкості сої, який нерідко перевершує аналогічні показники у злакових. Під час впливу високих

температур у тканинах листків сої активно акумулюється вільний пролін, концентрація якого є маркером посухостійкості рослини [61].

Беручи до уваги екологічні вимоги культури та наявні ґрунтово-кліматичні ресурси держави, А. Бабич окреслив специфічний «соєвий пояс». У його межах сконцентровано близько двох третин усіх соєвих площ. Тут виділяють ареали стабільного та ризикованого виробництва на родючих ґрунтах, а також зону гарантованих врожаїв на масивах зі штучним зрошенням [2–8].

Загалом у вітчизняному соєвому поясі є потенціал для щорічного вирощування цієї культури на площі близько 3 млн гектарів. Цей пояс охоплює території, де тривалість безморозного вегетаційного періоду варіює від 100 до 140 діб, сума активних температур досягає 1800–3000˚С а річна кількість опадів перевершує 500–600 мм. Такі гідротермічні умови вважаються цілком достатніми для успішної вегетації більшості сортів сої [4].

При вирощуванні сої у будь-якій зоні важливим фактором успіху є період вегетації, оскільки він має прямий вплив на кінцеву продуктивність [18, 41]. Сучасні сорти вітчизняної та іноземної селекції повинні забезпечувати гарантоване дозрівання зерна за умови дотримання оптимальних календарних термінів сівби [5, 59].

Глобальні кліматичні зміни а також виведення протягом останніх років нових скоростиглих та високопродуктивних сортів зусиллями Інституту кормів НААН у тандемі з іншими науковими центрами, дозволили змістити межі соєвого поясу далі на північ Лісостепу та охопити південні райони українського Полісся [3, 30]. Традиційно ж найбільші масиви сої в Україні зосереджені саме в Лісостеповій зоні (від 55 до 64 %), у Степовій зоні висівають 7–24 %, а на Поліссі – 12–37 %. Протягом 2012–2023 років чітко простежувалася тенденція до розширення площ під соєю на Поліссі, певного скорочення в Лісостепу та різкого (майже втричі) падіння площ у Степу [17].

Кожного року сортовий асортимент оновлюється, проте частка інтродукованих сортів невпинно зростає. Падіння попиту на насіння української селекції частково пов’язане зі змінами до податкового законодавства (Закон № 2245-VIII від 21.12.2017), що скасовували відшкодування ПДВ при експорті сої в період 2018–2021 років [6]. Це мало негативний довгостроковий вплив на рентабельність та ефективність вітчизняних насіннєвих господарств.

Аналіз структури сортів у Реєстрі показує, що 34,6 % з них були внесені туди 6–10 років тому, 33,4 % є відносно новими (до 5 років), а 32,0 % перебувають у Реєстрі вже понад десятиліття [22].

Водночас потенціал української селекції залишається надзвичайно потужним. Ультраскоростиглі вітчизняні сорти здатні формувати 2,3–2,8 т/га, ранньостиглі – до 3,0 т/га, середньоранні забезпечують 3,0–4,0 т/га, а продуктивність середньостиглих може перевищувати 4,1–5,0 т/га [7].

Головними оригінаторами вітчизняних сортів виступають провідні установи НААН: Інститут землеробства, Інститут кормів та сільського господарства Поділля, Інститут зрошуваного землеробства, Інститут олійних культур, а також регіональні центри АПВ (Буковинський, Кіровоградський), Селекційно-генетичний інститут та НСНФ «Соєвий вік» [56]. За рейтинговими оцінками попередніх років, лідерські позиції міцно утримують Національний науковий центр Інститут землеробства НААН, компанія «Соєвий вік» та Селекційно-генетичний інститут [69].

Впровадження у виробництво інноваційних органічних технологій вирощування вимагає підбору сортів, які здатні формувати потужний симбіотичний апарат та забезпечувати високу продуктивність без використання синтетичних добрив та пестицидів. У цьому контексті дослідження показують, що оптимізація елементів органічної технології дозволяє досягати рівня врожайності, співставного з традиційними інтенсивними підходами [46]. Водночас застосування інтегрованих систем захисту (ґрунтових та

післясходових гербіцидів) впливає на тривалість міжфазних періодів та загальну вегетацію сортів [11, 13].

Раціональне конструювання посіву через вибір ширини міжрядь та норм висіву залишається дискусійним питанням. Історично перехід від квадратно-гніздового до широкорядного (45–70 см), а нині – до суцільного рядкового (15–30 см) способу сівби диктувався розвитком засобів механізації та хімічного захисту посівів [40, 52]. Дослідження підтверджують, що звуження міжрядь сприяє швидшому змиканню фітоценозу, ефективнішому засвоєнню сонячної радіації листковим апаратом та конкурентному пригніченню бур'янів [51]. Разом із тим, за таких умов змінюється площа живлення кожної окремої рослини, що впливає на роботу симбіотичної системи [25, 29].

Сучасний етап розвитку аграрної науки розглядає фітоценоз сої не просто як сукупність окремих рослин, а як складну, динамічну біологічну систему, що саморегулюється та постійно взаємодіє з едафічними й кліматичними чинниками [46, 52]. У цьому контексті спосіб сівби та просторове розміщення рослин виступають ключовими інструментами керування продукційним процесом. Кожен сорт сої, будучи носієм унікального генотипу, має власні вимоги до площі живлення, рівня освітленості та конкуренції в агроценозі [4, 9].

Історична еволюція систем сівби сої свідчить про поступовий перехід від широкорядних (з міжряддями 60–70 см) до звужених (30–45 см) та суцільних рядкових (15 см) посівів [6]. Застосування квадратно-гніздового та широкорядного способів сівби на ранніх етапах соєсіяння диктувалося насамперед технічною неможливістю ефективного контролю бур'янового компонента без міжрядних культивацій [37, 51]. Однак із появою високоефективних гербіцидних композицій та переходом до ґрунтозахисних і органічних технологій вектор досліджень змістився у бік оптимізації просторового розподілу насіння [46, 75].

Доведено, що просторова конфігурація посіву визначає характер конкурентних взаємовідносин як між самими рослинами сої (внутрішньовидова конкуренція), так і між соєю та бур'янами (міжвидова) [62, 68]. За суцільної рядкової сівби форма площі живлення однієї рослини наближається до квадрата або кола, що забезпечує найбільш рівномірне засвоєння кореневою системою ґрунтової вологи та елементів мінерального живлення. Водночас збільшення ширини міжрядь до 45–70 см трансформує площу живлення у витягнутий прямокутник, що спричиняє надмірне загущення рослин у рядку, посилює їх взаємне пригнічення, стимулює непродуктивне видовження стебла та знижує стійкість до вилягання [3, 45, 69].

Сучасна як вітчизняний, так і закордонний досвід демонструє сталий вектор, спрямований на суттєве зменшення міжрядного простору під час вирощування цієї бобової культури. Застосування такого формату просторової конфігурації гарантує максимально однорідний розподіл кожної особини на гектарі поля. Завдяки цій оптимізації вдається сконструювати архітектоніку фітоценозу з ідеальними оптико-біологічними характеристиками. Відповідно, листковий апарат культури здатний набагато результативніше перехоплювати та акумулювати фотосинтетично активну радіацію, що позитивно відображається на загальній енергетичній ефективності агроценозу [5, 23, 30, 31, 64].

Сортова специфіка відіграє вирішальну роль у виборі ширини міжрядь. Ультраскоростиглі та скоростиглі сорти, які характеризуються компактним габітусом куща, слабким гілкуванням та меншою площею листкової поверхні, вимагають звужених міжрядь (15–30 см) і підвищених норм висіву для максимального використання світлової енергії [2, 11]. Натомість середньостиглі та пізньостиглі сорти, що мають розлогий тип куща та потужну здатність до компенсаційного гілкування, здатні формувати високі врожаї навіть за

широкорядної сівби, оскільки їхня вегетативна маса ефективно закриває міжряддя впродовж тривалого періоду вегетації [5, 64].

Формування високого рівня врожайності зерна сої базується на ефективному функціонуванні двох взаємопов'язаних систем: фотосинтетичного апарату, що відповідає за вуглецеве живлення (асиміляцію CO_2), та симбіотичного апарату, який забезпечує азотне живлення шляхом фіксації атмосферного азоту [21, 33]. Спосіб сівби справляє кардинальний вплив на обидві ці системи.

Формування оптимального індексу листкової поверхні (LAI) є критичним завданням агрономії. За вузькорядного способу сівби (15 см) змикання листкового намету в міжряддях відбувається на 15–20 днів раніше, ніж за міжрядь 45 чи 70 см [48]. Це забезпечує більш раннє і повне перехоплення фотосинтетично активної радіації (ФАР), знижує втрати ґрунтової вологи через фізичне випаровування (евапорацію) та створює оптимальний мікроклімат для життєдіяльності ґрунтової мікробіоти [8, 72]. Встановлено, що в суцільних посівах коефіцієнт використання ФАР зростає на 15–22 % порівняно із широкорядними аналогами [29, 34].

Однак надмірне загущення посіву та звуження міжрядь може мати й негативні наслідки, особливо для сортів із надмірною вегетативною масою. В таких умовах нижні яруси листя відчувають гострий дефіцит світла, переходять нижче компенсаційної точки фотосинтезу і починають працювати як акцептори-паразити, споживаючи асиміляти, синтезовані верхніми листками [48, 75]. Це призводить до передчасного старіння і опадання листя нижнього ярусу, а також до абортації нижніх квіток і бобів [67, 71]. Тому підбір оптимальної моделі сівби має балансувати між швидким перекриттям міжрядь та забезпеченням достатньої освітленості всього агроценозу.

Не менш важливою є реакція симбіотичної системи. Розвиток бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium japonicum*) на кореневій системі сої є

енерговитратним процесом, який безпосередньо залежить від надходження вуглеводів від фотосинтезуючого апарату [25, 35]. У варіантах із широкорядним посівом (45 см) відмічається формування потужнішої індивідуальної кореневої системи кожної окремої рослини, що часто супроводжується зростанням кількості та сирої маси бульбочок у розрахунку на одну рослину [44]. Проте в перерахунку на одиницю площі загальний симбіотичний потенціал та обсяги фіксованого біологічного азоту часто виявляються вищими саме за вузькорядної сівби, завдяки більшій кількості рослин [50, 74]. Особливої актуальності цей аспект набуває за впровадження органічної технології вирощування, де біологічний азот виступає безальтернативним джерелом живлення [22, 50].

Зміна геометричної структури посіву кардинально трансформує мікроклімат всередині агроценозу. За звужених міжрядь формується так званий «ефект парасольки» – суцільний листковий екран, який ефективно захищає поверхню ґрунту від прямого сонячного опромінення [39]. Це призводить до зниження температури поверхневого шару ґрунту на 3–5 °C та суттєво зменшує непродуктивні втрати вологи [41]. У роки з посушливою другою половиною літа (що є типовим для сучасного клімату в Україні) збережена у такий спосіб волога стає вирішальним чинником у період наливу зерна [53].

Крім того, швидке змикання міжрядь є потужним фітоценотичним інструментом контролю забур’яненості. Культурні рослини виступають сильними едіфікаторами, що пригнічують сходи пізніх ярих бур’янів шляхом жорсткої конкуренції за світло [46]. Це дозволяє знизити гербіцидне навантаження на агроценоз, що особливо важливо в контексті переходу до екологічно безпечних (зелених) технологій виробництва та дотримання стандартів органічного землеробства [20, 38]. З іншого боку, надмірне загущення посіву та погана аерація за суцільної сівби можуть провокувати розвиток грибкових хвороб (пероноспороз, септоріоз, біла та сіра гнилі), що

вимагає ретельного фунгіцидного захисту та підбору толерантних сортів [17, 18].

За широкорядної сівби (45–70 см) створюються сприятливі умови для механічного догляду за посівами (міжрядні культивації), що руйнує ґрунтову кірку, покращує газообмін та стимулює роботу азотфіксуючих бактерій. Однак тривалий період «відкритого ґрунту» призводить до пересушування орного шару та спалахів забур'яненості, що потребує додаткових витрат на їх контроль [40, 56].

Формування кінцевої врожайності зерна сої є результатом складної взаємодії індивідуальної продуктивності рослини та густоти їх стояння на одиниці площі [13, 34]. Індивідуальна продуктивність визначається комплексом структурних елементів: кількістю продуктивних вузлів, кількістю гілок першого порядку, кількістю бобів на рослині, насінин у бобі та масою 1000 насінин [28, 63].

За вузькорядних способів сівби та підвищеної щільності рослини формуються вищими, з вищим прикріпленням нижнього бобу, що має критичне значення для мінімізації втрат під час прямого комбайнування. Проте в таких посівах різко пригнічується галуження, а основний врожай (до 85–90 %) зосереджується на головному стеблі [15, 65]. Кількість бобів на одній рослині закономірно зменшується.

Натомість при розширенні міжрядь і оптимізації площі живлення рослини формують розлогий габітус. Кількість гілок першого та другого порядків різко зростає, а частка врожаю, сформованого на бічних гілках, може сягати 40–50 % [68]. Відбувається значне збільшення кількості бобів на рослині (часто в 1,5–2 рази), що є класичним проявом компенсаційної здатності сої [60, 66]. Однак компенсація на рівні окремої рослини не завжди трансформується у вищу врожайність з гектара, оскільки знижена кількість рослин на площі не перекривається їхньою індивідуальною гіперпродуктивністю [55, 73]. Тому

пошук "золотої середини" між густотою стояння та шириною міжрядь залишається пріоритетом для кожного окремого сорту та агрокліматичної підзони [58, 65].

У сучасному аграрному менеджменті жодна технологічна розробка не має цінності без підтвердження її економічної ефективності та ресурсоощадності [11]. Оцінка ефективності способів сівби сої передбачає комплексний аналіз витрат на насіннєвий матеріал (який за вузькорядної сівби є значно вищим), амортизацію посівної техніки, витрати паливно-мастильних матеріалів, а також вартості систем хімічного чи біологічного захисту [16, 28].

Ряд дослідників відзначає, що хоча суцільна рядкова сівба може забезпечувати певну прибавку врожайності (на рівні 0,2–0,4 т/га), підвищені витрати на насіння (на 20–30 % вище порівняно із широкорядними посівами) та потреба у спеціалізованих високоточних зернових сівалках можуть знижувати загальний рівень рентабельності [60]. З іншого боку, застосування інтенсивних сортів із високим генетичним потенціалом дозволяє максимально окупити ці витрати за рахунок формування преміальної якості насіння (високий вміст білка та олії), що високо цінується на ринку [14, 19].

Особлива увага приділяється енергетичній оцінці, яка дозволяє об'єктивно порівняти кількість витраченої сукупної антропогенної енергії (добрива, пестициди, пальне) з кількістю енергії, акумульованої в отриманому врожаї [60]. Оптимізація архітектоніки посіву через правильний підбір сорту, міжряддя та норми висіву є найдешевшим способом підвищення коефіцієнта енергетичної ефективності вирощування сої, що повністю відповідає сучасним концепціям сталого та кліматично орієнтованого сільського господарства [35, 49].

Підсумовуючи аналіз літератури, слід зазначити, що формування продуктивності сої є багатовекторним процесом, що моделюється геометричною структурою посіву. Впровадження новітніх сортів української та

іноземної селекції вимагає постійного перегляду класичних канонів вирощування сої. Вектор досліджень на сьогодні зміщується від пошуку єдиної універсальної технології до розробки адаптивних, специфічних моделей управління агроценозом, що базуються на синергії генетики, екології та економіки [26, 32].

РОЗДІЛ 2
ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Експериментальна частина роботи виконувалася протягом 2025–2026 років на базі сільськогосподарського товариства «Україна», що територіально розташоване у Тернопільському районі Тернопільської області. Цей регіон географічно належить до правобережної лісостепової підзони нашої держави.

Відповідно до карти геоморфологічного районування, дослідні площі лежать у межах Подільської височини. Місцевість вирізняється рівнинним характером рельєфу з невеликими абсолютними висотами над рівнем моря.

Ґрунтотворні процеси на дослідному полі призвели до формування сірих лісових ґрунтів. Морфологічно цей тип є перехідною ланкою між темно- та ясно-сірими відмінами. Гранулометричний (механічний) склад визначається як середньосуглинковий. Агрохімічний паспорт орного горизонту вказує на наявність гумусу на рівні 1,96 %. Показник сольового розчину (pH) становить 5,1, що свідчить про слабокислу реакцію середовища, тоді як параметри гідролітичної кислотності варіюють від 1,86 до 2,16 мг-екв на 100 г ґрунту. Рівень насиченості ґрунтового вбирного комплексу основами сягає 75–80 %, при цьому сума вбирних основ коливається в діапазоні 18,8–30,1 мг-екв/100 г. Об'ємна маса (щільність) дорівнює 1,32 г/см³. Ерозійні процеси (змив) на ділянці фактично не спостерігаються. Водний режим забезпечується виключно випаданням метеорологічних опадів, оскільки ґрунтові водоносні горизонти залягають глибоко на рівні 10–15 метрів. Головною агрофізичною вадою таких ґрунтів виступає їхня здатність до ущільнення після дощів (запливання) із подальшим формуванням щільної поверхневої кірки.

Забезпеченість ділянки макроелементами є наступною: концентрація легкогідролізованих сполук азоту оцінюється як низька (16,8 мг/кг), натомість

рівень рухомого фосфору та обмінного калію (визначених за методом Чирікова) є підвищеним і становить 159,0 та 107,0 мг/кг відповідно.

Генетичний профіль сірих лісових ґрунтів має чітку диференціацію. Зверху розташований акумулятивний гумусовий горизонт, колір якого прямо корелює з кількістю органічної речовини (від світлих до темніших відтінків сірого). Цей шар чітко розмежовується на дві підзони: верхню, найбільш інтенсивно забарвлену гумусом, та нижню – гумусово-елювіальну (опідзолену). Глибше розміщується перехідний шар, під яким формується ущільнений ілювіальний горизонт, що плавно трансформується у материнську ґрунтотворну породу.

Підсумовуючи, варто зазначити, що агрофізичні та фізико-хімічні параметри експериментального поля є цілком репрезентативними для даного ґрунтового різновиду в межах області. Вони створюють сприятливе середовище для протікання мікробіологічних ґрунтових процесів та безперешкодного розвитку кореневої маси. Усе це робить сірі лісові ґрунти придатними для рентабельного агровиробництва і формування високої продуктивності соєвих бобів та інших польових культур.

2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень

Аналіз агрометеорологічних даних свідчить, що гідротермічний режим у період проведення досліджень мав як спільні риси з багаторічними нормами, так і помітні відхилення, які безпосередньо вплинули на формування продуктивності сої.

Вегетаційний сезон 2025 року відзначився підвищеним температурним фоном та нерівномірним розподілом вологи. Травнева погода виявилася доволі теплою: середньодобовий показник температури сягнув 15,4 °С, що на 1,0 °С вище за кліматичну норму, яка становить 14,4 °С (табл. 1). При цьому сума опадів склала лише 34,2 мм, утворивши дефіцит вологи на рівні 24,9 мм порівняно із середньобагаторічним значенням у 59,1 мм. Подібні посушливі

умови на старті вегетації створювали певні перешкоди для своєчасного отримання сходів та початкового розвитку рослин.

Таблиця 1. Середньодобова температура повітря та кількість опадів за вегетаційний період сої (2025-2026 рр.) (за даними Тернопільської метеостанції)

Місяць	Декади	Температура повітря, °С			Опади, мм		
		2025 р	2026 р	Середньо-багаторічна	2025 р	2026 р	Середньо багаторічні
Травень	I	11,2	12,6	13,1	15,9	24,4	14,7
	II	16,0	15,0	14,7	11,4	15,4	19,7
	III	18,0	15,3	15,8	6,9	39,4	24,7
За місяць		15,4	15,2	14,4	34,2	79,2	59,1
Червень	I	18,3	19,3	17,1	33,9	11,4	27,7
	II	18,6	19,1	18,5	17,9	44,2	27,7
	III	20,3	20,6	18,5	74,9	23,3	36,7
За місяць		19,3	19,1	19,7	126,7	78,9	92,1
Липень	I	21,3	21,2	19,2	37,2	22,4	28,7
	II	21,5	17,4	19,5	4,0	28,4	24,7
	III	20,5	20,6	20,6	26,4	34,4	24,7
За місяць		21,3	21,1	19,7	67,6	85,2	78,1
Серпень	I	21,5	19,5	20,4	17,5	48,4	19,7
	II	22,3	20,1	19,4	14,9	81,4	16,7
	III	23,7	21,8	17,9	15,8	10,4	23,7
За місяць		22,8	22,6	20,5	48,2	140,2	60,1
Вересень	I	16,9	13,7	15,5	29,1	13,4	24,7
	II	17,7	12,5	14,1	4,2	84,4	22,7
	III	18,2	11,1	12,0	2,5	14,4	18,7
За місяць		17,8	17,6	12,4	35,8	112,2	66,1
Травень-вересень		19,3	19,1	17,3	312,5	495,7	355,5

Ситуація змінилася у червні, коли температурний режим склав 19,3 °С при багаторічній нормі 19,7 °С. Цього місяця спостерігалося суттєве перезволоження: випало 126,7 мм опадів, що на 34,6 мм перевищило норму (92,1 мм). Такий надлишок вологи стимулював інтенсивне нарощування вегетативної маси, закладку генеративних органів та активізацію азотфіксуючих бактерій.

Липень, що є критичним для цвітіння сої, характеризувався температурою 21,3 °С, перевищивши багаторічний показник (19,7 °С) на 1,6 °С. Дощі розподілялися вкрай нерівномірно: перша декада принесла 37,2 мм вологи, друга відзначилася посухою (4,0 мм), а третя додала ще 26,4 мм. Сумарно за місяць випало 67,6 мм опадів, що було трохи менше за норму в 78,1 мм. Такий гідротермічний режим дещо прискорив проходження фази цвітіння.

У серпні, під час наливу бобів, середньодобова температура становила 22,8 °С (за норми 20,5 °С), а опадів виявилося недостатньо — 48,2 мм замість очікуваних 60,1 мм. Цей гідротермічний стрес обмежив потенціал закладеної структури врожаю.

Вересень 2025 року був аномально теплим: середньодобова температура зафіксована на рівні 17,8 °С, тоді як багаторічна норма становить 12,4 °С. Також спостерігалася нестача вологи: сума опадів дорівнювала 35,8 мм при нормі 66,1 мм. Основна маса цих опадів (29,1 мм) випала в першій декаді місяця. Подальша суха погода сприяла швидкому дозріванню насіння та полегшила проведення збиральних робіт. У підсумку за вегетацію 2025 року (травень-вересень) сума опадів склала 312,5 мм (норма – 355,5 мм), а середня температура дорівнювала 19,3 °С, перевищивши норму (17,3 °С) на 2,0 °С.

Гідротермічні умови сезону 2026 року виявилися більш забезпеченими вологою. У травні (період від сівби до сходів) середньодобова температура склала 15,2 °С за норми 14,4 °С. Кількість опадів досягла 79,2 мм, значно перевищивши багаторічний показник (59,1 мм), що створило ідеальні умови для проростання насіннєвого матеріалу.

У червні температурний фон був близьким до норми – 19,1 °С порівняно з 19,7 °С. Рівень зволоження виявився дещо нижчим від багаторічних даних: випало 78,9 мм опадів при нормі 92,1 мм. Проте наявних запасів вологи було цілком достатньо для нормального проходження фенологічних фаз.

Липнева погода сприяла активному формуванню генеративних органів: температура повітря досягла 21,1 °С. Рівень зволоження був оптимальним – 85,2 мм опадів, що на 7,1 мм більше за середньобагаторічну норму (78,1 мм).

Серпень (період дозрівання насіння) відзначився температурним показником 22,6 °С (норма 20,5 °С) та екстремально великою кількістю опадів – 140,2 мм, що більш ніж удвічі перевищило норму (60,1 мм). Найінтенсивніші дощі (81,4 мм) зафіксовано у другій декаді місяця.

Вересень 2026 року був значно теплішим за норму: 17,6 °С проти багаторічних 12,4 °С. Аномально високою виявилася і кількість дощів – 112,2 мм за норми 66,1 мм, з яких основна частина (84,4 мм) припала на другу декаду. Таке перезволоження негативно вплинуло на рівномірність дозрівання бобів і суттєво ускладнило збирання врожаю. Загалом вегетаційний період 2026 року відзначився середньою температурою 19,1 °С (норма 17,3 °С) та високою сумою опадів – 495,7 мм (норма 355,5 мм). Такі умови були сприятливими для формування високопродуктивного фітоценозу сої.

РОЗДІЛ 3
МЕТА, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Мета та завдання досліджень

Метою досліджень було встановити особливості формування продуктивності сортів сої за різних способів сівби в умовах СТОВ «Україна» Тернопільського району Тернопільської області. Завдання досліджень:

- виявити особливості росту та розвитку рослин сої залежно від дії досліджуваних елементів технології вирощування;
- встановити залежності формування та функціонування фотосинтетичного та симбіотичного апаратів рослин сої від впливу досліджуваних факторів;
- провести оцінку індивідуальної продуктивності рослин, урожайності та якості насіння сортів сої;
- визначити економічну ефективність способів сівби сої.

3.2. Схема досліду та методики досліджень

Дослідженнями передбачалось вивчення дії та взаємодії двох факторів: А – сорт; В – спосіб сівби.

Фактор А – сорт

1. РЖТ Сателія
2. РЖТ Сакуза
3. Моцарт

Фактор В – способи сівби

1. Рядковий з шириною міжрядь 15 см
2. Рядковий з шириною міжрядь 30 см
3. Широкорядний з шириною міжрядь 45 см

Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів систематичне. Площа облікової ділянки 50 м^2. Дослідження проводили із рекомендованими для зони Лісостепу сортами сої.

Сорт РЖТ Сателія внесений в державний реєстр в 2021 році. Тривалість періоду вегетації складає 105–114 діб. Висота рослини - 66,7-80,6 см. Тип росту рослини – напівдетермінантний. В насінні міститься 42-44 % білку і 21-22 % олії. Сорт рекомендується для вирощування в північному степі, лісостепових та поліських районах України в основних посівах.

Сорт РЖТ Сакуза внесений в державний реєстр в 2020 році. Тривалість періоду вегетації складає 112–123 діб. Висота рослини - 92,6-104,3 см. Тип росту рослини – напівдетермінантний. Вміст протеїну в насінні сої сорту РЖТ Сакуза становить 41-43 %, олії - 20-21 %.

Сорт Моцарт внесений в державний реєстр в 2023 році. Тривалість періоду вегетації складає 108–119 діб. Висота рослини – 65,8-90,5 см. Тип росту рослини – напівдетермінантний. В насінні міститься близько 42 % білку і 22,3-22,9 % олії. Сорт рекомендується для вирощування в степових, лісостепових та поліських районах України в основних посівах.

Дослідження параметрів росту та розвитку фітоценозів сої здійснювали за загальноприйнятими агрономічними протоколами [42, 52]:

– моніторинг проходження фенологічних фаз та загального розвитку рослин сої здійснювали, спираючись на регламенти «Методики проведення дослідів по кормовиробництву» [42] та «Основ наукових досліджень в агрономії» [52]. Фіксації підлягали такі ключові етапи: бутонізація, масове цвітіння, завершення цвітіння, активний налив бобів та настання фізіологічної стиглості. Датою початку кожної фази вважали момент її візуального прояву щонайменше у 10 % рослин на ділянці, а настання повної фази констатували за умови охоплення 75 % рослинного масиву;

– вимірювання лінійних розмірів (висоти) рослин виконували за допомогою рулетки на 25 попередньо замаркованих кілочками типових рослинах, застосовуючи триразову повторність на двох не суміжних ділянках [52];

– дослідження ефективності фотосинтетичного апарату реалізовували шляхом визначення площі асиміляційної (листкової) поверхні; – динаміку

накопичення органічної маси (сухої речовини) встановлювали ваговим способом у критичні періоди вегетації сої. Процедура передбачала висушування відібраних зразків-наважок за температурного режиму 105 °С до досягнення ними абсолютно стабільної маси;

– активність функціонування симбіотичної системи оцінювали відповідно до стандартних методик, враховуючи такі критерії, як загальна кількість бульбочок на кореневій системі та їхня сумарна маса;

– безпосередньо перед збиранням на кожному з варіантів досліду відбирали типовий сніп для подальшого аналізу елементів індивідуальної структури рослин;

– облік фактичної врожайності насіння здійснювали методом суцільного обмолоту кожної облікової ділянки малогабаритним селекційним комбайном «Sampo-130» з подальшим зважуванням бункерної маси. Паралельно відбирали середні зразки зерна для проведення лабораторних аналізів на визначення рівня засміченості та базової вологості [52];

– статистичне опрацювання отриманих експериментальних масивів (дисперсійний і кореляційно-регресійний аналізи) виконували на персональному комп'ютері за допомогою пакетів прикладних програм Statistica та MS Excel;

– економічну доцільність застосованих агротехнологічних схем вирощування сої на зерно розраховували на основі отриманих показників урожайності, використовуючи загальноприйняті методики [60].

3.3. Технологія вирощування сої в досліді

Попередник – пшениця озима. Система удобрення передбачала внесення $N_{10}P_{20}K_{20}$ (нітроамофоск). Проводили протруєння насіння за 14 діб до сівби протруйником Максим XL 035 FS (1 л/т насіння).

Інокуляцію проводили за день до сівби препаратом ХайКот Супер Соя (з нормою 1,42 л/т).

Сівбу сої проводили у першій декаді травня сівалкою або Клен-1,5, при рівні температури грунту на глибині 10 см 12 °С.

При догляді за посівами сої було застосовано ґрунтову систему захисту, яка передбачала внесення гербіцидів Дуал Голд (діюча речовина S-метолахлор, 960 г/л) у нормі 1,5 л/га та Гезагард (діюча речовина прометрин, 500 г/л) у нормі 2,5 л/га - безпосередньо після сівби. Також використовувалася страхова система захисту від дводольних та злакових бур'янів, що включала обробку препаратами Базагран (діюча речовина бентазон, 480 г/л) у дозі 2,5 л/га та Фюзілад Форте (діюча речовина флуазифоп-П-бутил, 150 г/л) у нормі 1,0 л/га.

Упродовж вегетаційного періоду для боротьби з хворобами посіви сої обробляли фунгіцидом Амістар Екстра (діючі речовини азоксистробін, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л) у нормі 0,75 л/га. Для захисту від шкідників застосовували інсектицид Карате Зеон (діюча речовина лямбда-цигалотрин, 50 г/л) у дозі 0,2 л/га.

Збирання проводили комбайном для дрібноділянкових дослідів «Sampo-130» у фазу повної стиглості сої.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Динаміка ростових процесів рослин сої за різних способів сівби

Процес росту, що полягає у незворотному збільшенні об’ємних і масових параметрів клітин, тканин та окремих органів, виступає однією з фундаментальних властивостей будь-якого рослинного організму. Такі ростові зміни слугують комплексним індикатором того, наскільки успішно генетична інформація сорту реалізується у вигляді конкретних фенотипічних ознак [27]. Зокрема, лінійна висота стебла є надзвичайно показовим морфологічним критерієм. Вона наочно демонструє біологічні особливості вегетації та специфіку умов, у яких відбувається формування фітоценозу [3]. Відповідно, аналізуючи динаміку зміни висоти рослин, можна об'єктивно оцінити рівень комфортності або стресовості впливу факторів навколишнього середовища [22].

Вивчення динаміки наростання вегетативної маси, зокрема лінійних розмірів стебла, дозволяє агрономам визначити найсприятливіші параметри для конструювання високопродуктивного соєвого фітоценозу. Аналіз експериментальних даних, отриманих упродовж 2025–2026 років, підтверджує, що інтенсивність росту сої впродовж усього онтогенезу від появи перших сходів до настання фізіологічної стиглості має яскраво виражену сортову специфіку.

На початкових етапах вегетації, аж до настання фази бутонізації, висота рослин на різних варіантах досліду варіювала несуттєво. Проте, починаючи з етапу початку цвітіння, вплив досліджуваних чинників активізувався, що призвело до помітної диференціації лінійних розмірів у наступні фенологічні фази. Максимальних показників висоти на момент повного дозрівання в середньому за роки досліджень досягали рослини сортів РЖТ Сакуза у межах 94,8–105,6 см та Моцарт від 88,0 до 91,6 см, що зумовлено їхньою біологічною схильністю до напівдетермінантного типу росту. Натомість сорт РЖТ Сателія, який характеризується детермінантним габітусом куща, сформував значно нижчий стеблостій від 72,1 до 74,8 см (табл. 2).

Таблиця 2. Динаміка висоти рослин сої, см (у середньому за 2025-2026 рр.)

Сорт	Спосіб сівби	3-й трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повний налив насіння	Повна стиглість
РЖТ Сателія	15 см	17,2	30,4	57,6	71,3	72,1
	30 см	17,2	32,8	58,2	71,3	72,5
	45 см	16,8	28,0	59,7	73,5	74,8
РЖТ Сакуза	15 см	19,6	45,9	80,0	94,1	94,8
	30 см	21,2	39,5	75,1	94,4	95,1
	45 см	23,2	51,4	79,0	104,4	105,6
Моцарт	15 см	19,3	33,5	67,2	87,0	88,0
	30 см	20,1	39,7	72,6	89,6	89,5
	45 см	20,8	41,2	75,7	92,4	91,6

Результати моніторингу ростових процесів протягом 2025–2026 років засвідчили вагомий вплив конфігурації посіву на габітус рослин. Вже на стадії початку цвітіння чітко простежувалася тенденція до посиленого витягування стебла на варіантах із розширеними до 45 см міжряддями. Ця закономірність зберігалася до кінця вегетації.

Під час фази повної стиглості широкорядний спосіб сівби стимулював збільшення висоти рослин сорту РЖТ Сателія на 3,7 %, сорту РЖТ Сакуза на 11,4 %, а сорту Моцарт на 4,1 % порівняно із суцільними вузькорядними посівами з шириною міжрядь 15 см. Якщо ж порівнювати з посівом 30 см, то прибавка висоти на 45-сантиметрових міжряддях становила 3,2 %, 11,0 % та 2,3% відповідно. Такі ростові зміни супроводжувалися максимальними середньодобовими лінійними приростами на рівні 0,64, 0,85 та 0,77 см/добу саме за широкорядної сівби 45 см, що перевищувало аналогічні показники інших варіантів на 2,7–10,4 %. Це пояснюється загостренням внутрішньовидової конкуренції: через високу щільність стояння насінин у

самому рядку рослини зазнають взаємного затінення, що провокує їх етиолювання у конкуренції за сонячну радіацію.

Вагомим фактором, що модифікував лінійний ріст, стали погодні умови. Найвищий стеблостій, досягаючи в середньому 88,1–117,1 см, фіксувався у вологозабезпеченому 2026 році. Велика кількість опадів стимулювала надмірний вегетативний ріст, через що у варіантах із шириною міжрядь 45 см високорослий сорт РЖТ Сакуза демонстрував схильність до вилягання, що об’єктивно ускладнювало процес комбайнування. Натомість у посушливих умовах 2025 року, коли сума опадів становила лише близько 67–68 % від кліматичної норми, дефіцит ґрунтової вологи суттєво стримував ростові процеси. Як наслідок, загальна висота соєвих рослин знизилася в середньому на 16,0–32,2 %, коливаючись у межах від 57,1 до 111,3 см.

4.2. Особливості формування генеративних органів у рослин сої

Біологічною специфікою сортів сої з недетермінантним та напівдетермінантним типом росту є пролонгована фаза цвітіння, яка протікає паралельно з безперервним наростанням вегетативної маси головного пагона та бічного галуження. Аналіз експериментальних даних, отриманих упродовж 2025–2026 років, підтверджує, що інтенсивність закладання генеративних органів та їх подальший розвиток тісно корелювали з морфологічною природою конкретного генотипу, конфігурацією посіву та гідротермічним режимом.

Детальне вивчення процесів плодоутворення засвідчило, що сорт РЖТ Сателія характеризується класичним детермінантним (обмеженим) типом росту. Його головною морфологічною відмінністю є завершення росту центрального стебла формуванням верхівкового суцвіття, яке зазвичай налічує від 12 до 15 квіток. Натомість рослини сортів РЖТ Сакуза та Моцарт мають напівдетермінантний габітус, за якого генеративні бруньки (по 4–8 штук) закладаються виключно у пазухах листків вздовж головного стебла і ніколи не формуються на апікальній точці росту (табл. 3).

Таблиця 3. Формування генеративних органів у рослин сої залежно від способу сівби (у середньому за 2025-2026 рр.)

Сорт	Спосіб сівби	Кількість, шт./рослину		
		квіток	бобів після зав’язування	бобів на період достигання
РЖТ Сателія	15 см	76,9	43,8	36,5
	30 см	70,9	41,7	30,8
	45 см	68,4	39,1	28,9
РЖТ Сакуза	15 см	81,4	42,4	30,8
	30 см	87,7	47,2	34,8
	45 см	76,1	37,6	25,2
Моцарт	15 см	77,4	48,2	35,3
	30 см	69,7	40,8	29,1
	45 см	68,7	39,9	27,3

Геометрична структура посіву, зумовлена шириною міжрядь, відіграла визначальну роль у динаміці формування та збереження бобів. Максимальна реалізація репродуктивного потенціалу для сортів РЖТ Сателія та Моцарт фіксувалася на ділянках із суцільною вузькорядною сівбою (міжряддя 15 см). Водночас для сорту РЖТ Сакуза найбільш сприятливі умови освітлення та трофіки складалися за черезрядного посіву з шириною міжрядь 30 см.

За таких оптимальних параметрів просторового розміщення рослини сорту РЖТ Сакуза (варіант 30 см) продукували в середньому 87,7 квітки на одну рослину, з яких утворювалося 47,2 боба, а до моменту фізіологічної стиглості зберігалося 34,8 повноцінних бобів. У сорту Моцарт на звужених міжряддях (15 см) кількість сформованих генеративних органів становила 77,4 квітки, 48,2 зав'язаних бобів та 35,3 бобів на період збирання врожаю. Рослини сорту РЖТ Сателія за аналогічної ширини міжрядь (15 см) формували 76,9 квітки, що

забезпечувало зав'язування 43,8 бобів та збереження 36,5 бобів до кінця вегетації. Порівняння цих максимальних показників із результатами на найширших міжряддях (45 см) свідчить про значне пригнічення плодоутворення: кількість квіток зменшувалася на 8,5–11,6 шт./рослину, початкове зав'язування бобів знижувалося на 4,7–9,6 шт./рослину, а кінцева кількість збережених плодів падала на 7,6–9,6 шт./рослину.

Проведений аналіз однозначно доводить, що розширення міжрядного простору до 45 см не лише обмежувало абсолютну кількість закладених квіток та бобів, але й провокувало найвищий рівень їх абортивності (опадання). Так, у варіанті з міжряддям 45 см рослини сорту РЖТ Сателія втрачали 42,8 % сформованих квіток та 26,0 % уже зав'язаних бобів. Для сорту РЖТ Сакуза показники скидання плодоелементів на широкорядних ділянках виявилися найвищими і досягли 50,5 % для квіток та 32,9 % для бобів. Сорт Моцарт за ширини міжрядь 45 см демонстрував рівень абортивності квіток у межах 41,9%, при цьому втрати бобів під час достигання становили 31,5 %.

4.3. Вплив способів сівби на довжину міжвузля та діаметр стебла сої

Аналіз експериментальних даних, отриманих упродовж 2025–2026 років, засвідчив пряму залежність міжвузлевої архітектоніки стебла від генотипової специфіки досліджуваних сортів сої. Встановлено чітку закономірність: чим вищий загальний габітус мала рослина, тим більш видовженими формувалися її міжвузля. За результатами математичного перерахунку табличних значень, абсолютним лідером за середньою довжиною одного міжвузля виявився високорослий сорт РЖТ Сакуза із усередненим показником близько 5,3 см. Рослини сорту Моцарт характеризувалися середнім значенням цього параметра на рівні 4,6 см, тоді як найбільш компактні сегменти стебла утворював детермінантний сорт РЖТ Сателія із середньою довжиною 4,3 см (табл.4).

Поряд із генетичними особливостями, потужний модифікуючий вплив на лінійне витягування стебла справляв спосіб просторового розміщення насіння під час сівби.

Таблиця 4. Довжина міжвузля рослин сої за різних способів сівби, см (у середньому за 2025-2026 рр.)

Сорт	Ширина міжряддя, см	Номер міжвузля													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
РЖТ Сателія	15	2,4	2,5	2,8	3,6	4,4	4,7	4,9	5,1	4,5	4,7	4,4	3,2	2,2	3,2
	30	2,4	2,4	2,7	3,5	4,5	4,7	4,7	5,7	5,8	5,8	5,1	4,1	3,1	2,7
	45	3,0	3,1	3,2	4,3	4,9	5,2	5,4	5,9	6,4	6,3	6,0	6,0	5,2	4,5
РЖТ Сакуза	15	3,0	3,0	2,6	2,5	3,1	3,9	4,5	5,5	5,9	6,5	6,8	7,2	6,6	5,3
	30	3,1	3,2	2,6	3,5	4,1	4,9	5,4	6,4	7,0	6,5	7,0	7,3	6,6	5,4
	45	3,8	3,9	3,7	4,1	4,8	5,4	6,1	7,0	7,5	7,5	7,7	7,6	7,1	6,3
Моцарт	15	2,5	2,7	3,1	4,2	4,5	4,9	5,0	5,2	4,8	5,3	5,2	4,2	3,3	3,2
	30	2,6	2,6	3,0	4,0	4,7	5,1	5,4	5,6	5,9	6,1	5,1	4,7	3,7	3,2
	45	3,1	3,7	3,7	4,5	5,0	5,4	5,8	6,0	6,4	6,4	6,3	5,6	5,3	5,1

Розширення міжрядного простору закономірно стимулювало видовження міжвузлів, що найвиразніше спостерігалося на варіантах із широкорядною сівбою з міжряддями 45 см. За таких умов конкурентного затінення в рядку середні параметри досягали своїх абсолютних максимумів і становили 5,0 см у сорту РЖТ Сателія, 5,2 см у сорту Моцарт та 5,9 см у сорту РЖТ Сакуза.

При звуженні міжрядь до 30 см (черезрядний формат посіву) фіксувалося плавне скорочення середньої довжини міжвузлів до показників 4,1 см, 4,4 см та 5,2 см відповідно до перелічених сортів. Найбільш ущільнена і пропорційна структура стебла формувалася виключно за умов суцільного рядкового висіву з мінімальною шириною міжрядь 15 см. Саме на цих ділянках відмічалися найнижчі середні значення: для сорту РЖТ Сателія вони становили 3,8 см, для Моцарта дорівнювали 4,2 см, а для РЖТ Сакуза знижувалися до 4,7 см.

Якщо порівнювати ці показники із 45-сантиметровими міжряддями, то максимальне звуження життєвого простору до 15 см гарантувало суттєве гальмування непродуктивного росту стебла у довжину, зменшивши розміри міжвузлів у середньому на 19–24 % залежно від конкретного генотипу. Крім того, детальний аналіз дозволяє простежити внутрішню динаміку розвитку самої рослини: довжина міжвузлів поступово зростає від першого ярусу,

досягає своїх пікових значень у середній та верхній частині (найчастіше з 8-го по 12-те міжвузля), після чого знову йде на спад ближче до верхівки, і ця тенденція зберігається незалежно від обраної ширини міжрядь.

Аналіз анатомо-морфологічних параметрів, зокрема діаметра стебла сої, проведений у 2025–2026 роках, виявив чіткі закономірності його просторової диференціації. Незалежно від сортової належності чи способу сівби, максимальна товщина пагона (у межах від 5,0 до 7,1 мм) завжди фіксувалася в базальній зоні – від першого до четвертого міжвузля. Просуваючись вище по стеблу до верхівки, діаметр послідовно та прямолінійно зменшувався на всіх без винятку варіантах досліду (табл.5).

Таблиця 5. Діаметр стебла рослин сої, мм (у середньому за 2025-2026 рр.)

Сорт	Ширина міжряддя, см	Номер міжвузля													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
РЖТ Сателія	15	6,5	6,7	6,8	6,5	6,4	6,3	5,9	5,5	5,0	4,9	4,1	3,8	3,1	0,9
	30	6,0	6,2	6,2	5,9	6,2	6,1	5,7	5,2	4,5	4,1	3,3	2,6	1,8	1,6
	45	6,5	6,6	6,5	6,2	5,3	5,1	4,7	4,3	3,3	3,0	2,3	1,6	1,2	1,1
РЖТ Сакуза	15	5,4	5,7	5,4	5,1	4,9	4,9	4,8	4,8	4,3	4,1	3,9	3,3	2,7	2,7
	30	5,4	5,4	5,1	5,0	4,8	4,8	4,6	4,6	4,0	3,8	3,4	3,1	2,4	2,2
	45	4,8	5,1	5,0	5,0	4,8	4,8	4,6	4,5	4,1	3,7	3,2	2,9	2,3	1,9
Моцарт	15	6,5	7,1	6,5	6,7	6,5	6,4	6,4	5,3	4,8	4,5	3,7	3,4	2,6	2,0
	30	6,0	6,6	6,9	6,1	5,8	5,7	5,3	4,9	4,2	3,9	3,2	2,7	2,1	1,6
	45	6,8	6,2	6,0	5,9	5,6	5,2	4,9	5,0	4,1	3,9	3,1	2,8	2,3	1,9

Конфігурація просторового розміщення насіння виявила суттєвий вплив на товщину стебла. На ділянках із широкорядним способом сівби (45 см) середній діаметр стебла у розрахунку на одну рослину був найменшим і варіював у вузькому діапазоні від 4,0 до 4,5 мм. Проте ущільнення рядків (перехід до 30 см та 15 см) закономірно провокувало потовщення стебла на 0,1–1,1 мм порівняно із широкорядними посівами.

Абсолютний максимум за товщиною стебла продемонстрував детермінантний сорт РЖТ Сателія на варіанті із суцільною вузькорядною сівбою (15 см). Середній діаметр стебла у цього сорту досягав 5,4 мм, що

забезпечило статистично достовірну перевагу над іншими схемами сівби на рівні 12,5–25,6 %. Схожа тенденція до потовщення стебла в загущених рядкових посівах (15 см) простежувалася і в напівдетермінантних сортів Моцарт та РЖТ Сакуза, хоча абсолютні значення були дещо скромнішими. Середній діаметр для сорту Моцарт склав 5,2 мм, перевершивши показники інших варіантів на 6,1–18,2 %. Для сорту РЖТ Сакуза товщина стебла зафіксована на рівні 4,4 мм, що дало приріст у межах 7,3–10,0 % порівняно з ширшими міжряддями.

Таке морфологічне пристосування, збільшення товщини стебла в умовах вузькорядної сівби відіграє критично важливу агрономічну роль. Воно забезпечує суттєве підвищення механічної жорсткості пагона, що є головним фактором превентивної боротьби з поляганням посівів. Це особливо актуально для генотипів із напівдетермінантним та індетермінантним габітусом росту, оскільки їхній міцний стеблостій мінімізує втрати під час прямого комбайнування.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що геометричні параметри сівби безпосередньо модулюють анатомо-морфологічну структуру рослин сої. Найбільш сприятливий баланс для гармонійного розвитку та максимальної реалізації сортового потенціалу складався саме за суцільного способу сівби (ширина міжрядь 15 см). Цей варіант забезпечив подвійний позитивний ефект: стримав непродуктивне видовження міжвузлів (їх довжина скоротилася на 22,4–30,8 %) та паралельно стимулював потовщення стебла на 9,5–25,6 %. Показовим прикладом є високорослий сорт РЖТ Сакуза: маючи природну схильність до видовження міжвузлів та вилягання, він зберіг стійкість стеблостою до кінця вегетації саме завдяки застосуванню вузькорядної сівби (15 см).

4.4. Формування асиміляційної поверхні посівів сої під впливом способів сівби

Аналіз експериментальних даних за 2025–2026 роки демонструє чітку динаміку наростання асиміляційного апарату сої. Процес активного

формування листкової поверхні безперервно тривав аж до настання фази повного наливу насіння, досягаючи максимальних значень у межах 44,4–49,4 тис. м²/га залежно від конфігурації посіву (табл. 6).

Таблиця 6. Динаміка формування площі листкової поверхні посівів сої залежно від способів сівби, тис. м²/га, 2025-2026 рр.

Сорт	Спосіб сівби	3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	повна стиглість
РЖТ Сателія	15 см	21,0	36,0	45,8	49,4	19,0
	30 см	18,2	34,4	41,8	46,4	18,3
	45 см	14,7	32,7	40,4	45,0	17,1
РЖТ Сакуза	15 см	19,5	33,6	42,8	46,8	16,7
	30 см	18,3	36,1	43,2	48,6	17,8
	45 см	14,2	33,2	40,3	44,5	14,7
Моцарт	15 см	16,8	36,0	44,0	47,8	18,5
	30 см	15,5	35,8	41,4	45,7	17,5
	45 см	14,5	32,0	39,4	44,4	16,9

На завершальних етапах вегетації (під час повної стиглості) відбувалося закономірне відмирання та опадання листя нижніх ярусів, через що площа фотосинтезуючої поверхні різко скорочувалася до 14,7–19,0 тис. м²/га. Такі онтогенетичні зміни є класичним проявом біологічної адаптації культури, яка перенаправляє потоки асимілятів (пластичних речовин) від вегетативних органів безпосередньо до насіння, оптимізуючи енергетичні витрати для забезпечення максимальної продуктивності.

Дослідження підтвердили наявність вираженої сортової специфіки у формуванні листкового намету. У критичний період максимального розвитку (налив бобів) абсолютним лідером за показником площі листя виявився детермінантний сорт РЖТ Сателія, який на кращих варіантах досліду продукував до 49,4 тис. м²/га. Близькі результати продемонстрували

напівдетермінантні сорти: для РЖТ Сакуза пікове значення становило 48,6 тис. м²/га, а для сорту Моцарт – 47,8 тис. м²/га.

Просторове розміщення насіння (спосіб сівби) відіграло вирішальну роль у розвитку асиміляційної поверхні. Найкомфортніші умови для сортів РЖТ Сателія та Моцарт складалися за суцільного вузькорядного висіву з міжряддями 15 см. Саме за такої архітектоніки у фазі повного наливу зерна площа листя цих сортів сягала своїх максимумів – 49,4 та 47,8 тис. м²/га відповідно. Це забезпечило їм статистично достовірну перевагу над іншими схемами сівби на рівні 6,4–9,7 % для сорту РЖТ Сателія та 4,5–7,6 % для сорту Моцарт.

Натомість сорт РЖТ Сакуза продемонстрував дещо іншу реакцію на зміну просторової конфігурації. Його листковий апарат досягав максимального розвитку (48,6 тис. м²/га) за черезрядної сівби з міжряддям 30 см. Будь-яке відхилення від цього оптимуму чи то надмірне ущільнення в рядках (до 15 см), чи їх розширення (до 45 см) призводило до зменшення площі асиміляційної поверхні на 3,8–9,2 %.

Такі морфологічні відгуки тісно пов’язані з геометрією індивідуальної площі живлення кожної рослини. Широкорядні технології змушують рослину формувати кореневу систему у вигляді витягнутого прямокутника, що різко обмежує доступ до ресурсів у самому рядку через високу внутрішньовидову конкуренцію. На противагу цьому, вузькорядні (15 см) та черезрядні (30 см) посіви забезпечують конфігурацію площі живлення, максимально наближену до квадрата. Це кардинально оптимізує процеси водоспоживання, мінерального живлення та просторового перехоплення сонячної радіації, стимулюючи інтенсивніше наростання листкової маси.

Підсумовуючи, варто констатувати, що масштаби розвитку фотосинтетичного апарату сої визначаються тісною взаємодією генетичного потенціалу сорту та агротехнічних прийомів вирощування. Максимальну реалізацію площі листкової поверхні (49,4 та 47,8 тис. м²/га) для сортів РЖТ Сателія і Моцарт гарантувала сівба з міжряддям 15 см, тоді як сорт РЖТ Сакуза (48,6 тис. м²/га) найкраще розкрив свій потенціал за міжрядь 30 см. При цьому

беззаперечно доведено, що розширення міжрядного простору до 45 см забезпечує відчутне пригнічення росту листкового апарату та спричиняє втрату від 7,6 до 9,7 % площі асиміляційної поверхні у всіх досліджуваних генотипів.

4.5. Динаміка накопичення сухої речовини в онтогенезі сої

Аналіз результатів польових експериментів, проведених у 2025–2026 роках, демонструє чітку стадійність у процесі акумуляції сухої маси соєвими фітоценозами. На початкових етапах розвитку, зокрема у фазі третього трійчастого листка, темпи накопичення були мінімальними, а показники варіювали в межах 0,51–1,70 т/га залежно від варіанту досліду. З проходженням наступних фенологічних фаз інтенсивність наростання вегетативної біомаси суттєво зростала, досягаючи свого абсолютного максимуму під час повної фізіологічної стиглості – від 5,66 до 6,27 т/га (табл. 7).

Таблиця 7. Накопичення сухої речовини сортами сої залежно від способу посіву 2025-2026 рр., т/га

Сорт	Спосіб сівби	3-й трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повний налив насіння	Повна стиглість
РЖТ Сателія	15 см	1,70	3,13	4,98	5,66	6,27
	30 см	0,94	2,67	5,20	5,55	5,95
	45 см	0,66	2,35	4,34	5,17	5,76
РЖТ Сакуза	15 см	0,98	2,46	5,25	5,73	6,10
	30 см	0,82	2,72	4,95	5,89	6,22
	45 см	0,51	2,43	4,33	4,94	5,66
Моцарт	15 см	1,41	2,52	5,02	5,61	6,12
	30 см	1,33	2,46	4,82	5,50	5,97
	45 см	1,22	2,29	4,49	5,19	5,77

Акумуляція органічної маси у тканинах рослин є наслідком складної синергії біохімічних та фізіологічних процесів на клітинному і тканинному рівнях. Забезпечення максимально сприятливих умов для живлення кореневої системи є каталізатором для більш ефективного засвоєння ресурсів. Це призводить до інтенсифікації синтезу органічних речовин, їх оптимального перерозподілу між генеративними та вегетативними органами, що у підсумку гарантує отримання вищого рівня продуктивності посіву [29].

Проведені дослідження підтверджують, що обсяги накопиченої надземної маси безпосередньо корелюють з генотиповими особливостями культури. За усередненими даними на кінець вегетації, сорти РЖТ Сателія та РЖТ Сакуза продемонстрували найвищий потенціал, акумулювавши по 5,99 т/га сухої речовини, тоді як показник сорту Моцарт виявився дещо нижчим і склав 5,95 т/га.

Оцінка впливу просторової конфігурації посіву на продукційний процес показала, що найбільше пригнічення накопичення сухої маси відбувається за широкорядного способу сівби із міжряддям 45 см. За таких умов фінальні показники були найнижчими і коливалися від 5,66 до 5,77 т/га.

Водночас звуження міжрядного простору до 30 см стимулювало більш активний ріст і дозволило рослинам збільшити вихід сухої речовини до 5,95–6,22 т/га. Суцільна рядкова сівба з міжряддям 15 см також забезпечила високі результати, сформувавши від 6,10 до 6,27 т/га абсолютно сухої біомаси на гектар.

Таким чином, результати випробувань 2025–2026 років переконливо доводять, що обсяг синтезованої сухої речовини є динамічною величиною, яка керується просторовою структурою агроценозу. Оптимізація площі живлення шляхом переходу до вузькорядної (15 см) та черезрядної (30 см) сівби гарантує максимальний вихід біомаси. Абсолютні рекорди накопичення сухої речовини були зафіксовані: для сорту РЖТ Сателія на рівні 6,27 т/га (за міжрядь 15 см), для РЖТ Сакуза – 6,22 т/га (на варіанті 30 см), а для сорту Моцарт – 6,12 т/га (за міжрядь 15 см). Порівняно з широкорядними посівами (45 см), ці оптимальні

технологічні рішення забезпечили приріст сухої маси на 6,1–9,9 %, залежно від сорту.

4.6. Динаміка кількості та маси бульбочок у рослин сої

Огляд сучасної наукової літератури щодо впливу просторової конфігурації посівів на розвиток симбіотичного апарату сої вказує на відсутність єдиної думки серед дослідників. Це питання залишається дискусійним, оскільки чіткий алгоритм формування кількості та маси азотфіксуючих бульбочок під дією різних агротехнічних факторів варіюється залежно від умов (табл. 8).

Таблиця 8. Вплив способів сівби на загальну кількість бульбочок, шт/рослину (2025-2026 рр.)

Сорт	Спосіб сівби	3-й трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повний налив насіння
РЖТ Сателія	15 см	21,3	31,9	76,8	36,2
	30 см	22,2	28,6	74,4	32,5
	45 см	18,8	26,5	70,4	30,5
РЖТ Сакуза	15 см	13,8	25,4	71,4	41,9
	30 см	13,8	28,1	72,7	43,7
	45 см	13,2	22,4	62,1	32,9
Моцарт	15 см	17,8	31,1	72,6	35,5
	30 см	16,7	26,9	66,4	33,4
	45 см	16,2	23,9	59,9	30,2

Експериментальні дані, отримані впродовж 2025–2026 років, демонструють чітку стадійність у розвитку бульбочкових бактерій на кореневій системі. Процес їх утворення та росту активно тривав до завершення фази цвітіння, після чого темпи наростання стрімко падали, і починалася природна

деградація (руйнація) симбіотичного апарату до моменту повної стиглості, що цілком відповідає біологічному циклу розвитку культури.

Аналіз динаміки засвідчив, що на етапі третього трійчастого листка на одній рослині формувалося від 13,2 до 22,2 шт бульбочок. Із переходом до фази початку цвітіння цей показник закономірно зростав і коливався в межах 22,4–31,9 шт/рослину. Абсолютний пік розвитку симбіотичної системи фіксувався наприкінці цвітіння, коли на коренях налічувалося від 59,9 до 76,8 шт бульбочок. Наступна фаза – повний налив насіння супроводжувалася різким скороченням їхньої загальної кількості до 30,2–43,7 шт/рослину.

Дослідження також підтвердили суттєвий вплив ширини міжрядь на інтенсивність бульбочкоутворення. Головною закономірністю стало пригнічення симбіотичної активності та зменшення кількості азотфіксуючих утворень у міру розширення міжрядного простору від 15 см до 45 см, що прямо пов’язано зі зміною геометрії площі живлення кореневої системи.

Найбільш сприятливий мікроклімат для максимізації кількості бульбочок у сортів РЖТ Сателія та Моцарт утворювався за умов вузькорядної сівби з міжряддям 15 см. Для сорту РЖТ Сакуза оптимумом виявився посів із шириною 30 см. Саме на цих найкращих варіантах у критичну фазу кінця цвітіння було зафіксовано найвищі результати: загальна кількість бульбочок у сорту РЖТ Сателія досягла 76,8 шт/рослину, у сорту РЖТ Сакуза – 72,7 шт/рослину, а у сорту Моцарт – 72,6 шт/рослину.

Детальний аналіз функціонування симбіотичного апарату засвідчив, що конфігурація просторового розміщення рослин безпосередньо модулює кількість саме активних (азотфіксуючих) бульбочок на кореневій системі сої. Найбільше пригнічення симбіотичного потенціалу фіксувалося на ділянках із широкорядною сівбою (міжряддя 45 см). У період пікової активності (фаза кінця цвітіння) на цих варіантах чисельність життєздатних бульбочок виявилася мінімальною і варіювала від 56,9 до 66,7 шт/рослину залежно від генотипу (табл. 9).

Таблиця 9. Вплив способу сівби на динаміку кількості активних бульбочок, шт./рослину (2025-2026 рр.)

Сорт	Спосіб сівби	3-й трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повний налив насіння
РЖТ Сателія	15 см	20,4	30,9	72,8	14,1
	30 см	21,2	27,7	70,9	12,9
	45 см	18,0	25,6	66,7	12,1
РЖТ Сакуза	15 см	13,3	24,6	67,6	16,1
	30 см	13,3	27,3	69,3	16,7
	45 см	12,7	21,7	59,6	12,8
Моцарт	15 см	17,0	30,4	69,0	13,6
	30 см	16,0	26,4	63,1	13,0
	45 см	15,5	23,4	56,9	11,7

Оптимізація та звуження простору між рядками закономірно стимулювали роботу азотфіксуючих бактерій. Зокрема, застосування суцільного вузькорядного формату (15 см) гарантувало істотне зростання кількості активних бульбочок: їхній рівень перевищував показники 45-сантиметрових міжрядь на 9,1–21,3 %. Для сортів РЖТ Сателія та Моцарт цей спосіб виявився найбільш сприятливим, забезпечивши максимальні значення активного симбіозу – 72,8 та 69,0 шт/рослину відповідно.

Метод сівби з шириною 30 см також демонстрував переконливу позитивну динаміку порівняно з міжряддями 45 см, дозволивши збільшити кількість активних азотфіксаторів на 6,3–16,3 %. Важливо відмітити, що для напівдетермінантного сорту РЖТ Сакуза саме цей варіант просторового розміщення став абсолютним оптимумом, за якого сформувалося 69,3 шт активних бульбочок на одну рослину.

Окрім впливу способу сівби, чітко простежується онтогенетична закономірність: після досягнення свого абсолютного максимуму наприкінці

цвітіння, активність бульбочкових бактерій стрімко згасає. Вже під час переходу культури до фази повного наливу насіння кількість реально функціонуючих (активних) бульбочок критично падає, залишаючись у межах від 11,7 до 16,7 шт/рослину на всіх без винятку варіантах досліду.

Експериментальні дані засвідчили, що динаміка накопичення загальної маси кореневих бульбочок повністю дублює ті ж біологічні закономірності, що були виявлені під час аналізу їхньої кількості.

Результати зважування підтвердили, що найбільш потужний симбіотичний апарат сформувався у рослин сорту РЖТ Сателія. На піку азотфіксуючої активності (кінець цвітіння) маса бульбочок у цього генотипу досягала абсолютного максимуму – 1,18 г/рослину, що суттєво випереджало кращі показники сортів РЖТ Сакуза (1,07 г/рослину) та Моцарт (1,01 г/рослину) (табл. 10).

Таблиця 10. Динаміка загальної маси бульбочок, г/рослину (2025-2026 рр.)

Сорт	Спосіб сівби	3-й трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повний налив насіння
РЖТ Сателія	15 см	0,26	0,50	1,18	0,42
	30 см	0,25	0,37	1,00	0,36
	45 см	0,21	0,37	0,94	0,35
РЖТ Сакуза	15 см	0,19	0,41	0,94	0,49
	30 см	0,22	0,48	1,07	0,52
	45 см	0,17	0,36	0,81	0,47
Моцарт	15 см	0,21	0,41	1,01	0,48
	30 см	0,22	0,35	0,95	0,40
	45 см	0,22	0,34	0,89	0,39

Конфігурація площі живлення, яка безпосередньо залежить від способу сівби, мала визначальний вплив на вагові параметри бульбочок. Для сортів РЖТ Сателія та Моцарт найсприятливіші умови для розвитку мікробіоти складалися

на ділянках із суцільною вузькорядною сівбою (міжряддя 15 см). Саме за такої архітектоніки маса бульбочок у фазі кінця цвітіння фіксувалася на максимальному рівні – 1,18 г та 1,01 г на одну рослину відповідно. Натомість сорт РЖТ Сакуза найефективніше нарощував масу симбіотичного апарату (до 1,07 г/рослину) за умов черезрядної сівби з відстанню 30 см між рядками.

Водночас розширення міжрядного простору до 45 см призводило до різкого пригнічення процесів бульбочкоутворення та статистично достовірного зменшення їхньої маси на всіх етапах органогенезу сої. У критичну фазу завершення цвітіння на широкорядних варіантах (45 см) вага бульбочок у сорту РЖТ Сателія падала до 0,94 г/рослину, що означає втрату понад 20,3 % маси порівняно з оптимальним 15-сантиметровим міжряддям. Аналогічне падіння спостерігалося і в інших сортів: у Моцарта маса знизилася до 0,89 г/рослину (втрата близько 11,8 % від максимуму), а у сорту РЖТ Сакуза показник опустився до 0,81 г/рослину, що на 24,2 % менше за його біологічний максимум на 30-сантиметрових міжряддях.

Отже, застосування звужених міжрядь (15 та 30 см) є не лише ефективним інструментом для збільшення кількості бульбочок, але й ключовим фактором максимізації їхньої загальної маси, що критично важливо для повноцінного азотного живлення культури.

Аналіз топології та морфології бульбочкових утворень виявив чітку генетичну специфіку серед досліджуваних генотипів. У детермінантного сорту РЖТ Сателія симбіотичний апарат концентрувався переважно на головному (стрижневому) корені, що забезпечувало формування значно масивніших та більших за розміром бульбочок. На противагу йому, кореневі системи напівдетермінантних сортів Моцарт і РЖТ Сакуза обростали бульбочками дифузно, по всіх бічних відгалуженнях, через що самі утворення були візуально дрібнішими, але їхня сумарна кількість компенсувала цей недолік.

Розглядаючи динаміку маси саме активних (працюючих, з рожевим пігментом леггемоглобіном) бульбочок, варто відмітити пікоподібну криву їх розвитку (табл. 11).

Таблиця 11. Динаміка маси активних бульбочок, г/рослину (2025-2026 рр.)

Сорт	Спосіб сівби	3-й трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повний налив насіння
РЖТ Сателія	15 см	0,24	0,46	1,14	0,15
	30 см	0,23	0,33	0,96	0,13
	45 см	0,19	0,33	0,90	0,13
РЖТ Сакуза	15 см	0,16	0,38	0,89	0,18
	30 см	0,21	0,44	1,03	0,19
	45 см	0,16	0,32	0,77	0,17
Моцарт	15 см	0,19	0,38	0,97	0,17
	30 см	0,20	0,31	0,91	0,15
	45 см	0,20	0,30	0,85	0,14

На ранніх етапах (фаза 3-го трійчастого листка) маса бульбочок становила 0,16–0,24 г на одну рослину. Абсолютний пік активності для всіх сортів спостерігався наприкінці цвітіння, після чого, під час переходу до повного наливу насіння, маса активних бульбочок катастрофічно падала до 0,13–0,19 г/рослину через природне відмирання та руйнацію бактероїдної тканини.

Отримані експериментальні дані підтверджують, що звуження міжрядного простору є ключем до оптимізації азотного живлення культури. Суцільний рядковий посів із шириною 15 см створив найкращі умови для максимальної реалізації симбіотичного потенціалу сортів РЖТ Сателія та Моцарт: у фазу кінця цвітіння маса активних бульбочок у них сягнула рекордних 1,14 г та 0,97 г у розрахунку на одну рослину відповідно. Для сорту РЖТ Сакуза найбільш комфортною виявилася черезрядна сівба (30 см), за якої активна маса склала 1,03 г/рослину.

Широкорядна технологія (45 см) виявилася найменш ефективною та призвела до суттєвого пригнічення азотфіксуючої здатності рослин сої. На цих ділянках максимальна маса активних бульбочок обмежувалася показниками

0,90 г/рослину для сорту РЖТ Сателія (зниження на 21 % порівняно з оптимумом), 0,85 г/рослину для Моцарта (втрата 12,3 %) та лише 0,77 г/рослину для РЖТ Сакуза (що гірше від найкращого результату на 25,2 %). Отже, оптимізація площі живлення за рахунок рядкової сівби є стратегічно важливим кроком для нарощування біологічної фіксації азоту рослинами сої.

4.7. Вплив способу сівби на індивідуальну продуктивність сої

Дослідження, проведені впродовж 2025–2026 років, були зосереджені на вивченні специфіки формування морфологічних елементів та ступеня розкриття генетичного потенціалу сортів сої РЖТ Сателія, РЖТ Сакуза і Моцарт під впливом різної конфігурації площі живлення. Пошук оптимальних параметрів просторового розміщення насіння, які б дозволили мінімізувати надмірну внутрішньовидову конкуренцію між особинами сучасних інтенсивних сортів, залишається одним із пріоритетних завдань аграрної науки.

Отримані експериментальні дані переконливо доводять, що маніпуляції з шириною міжрядь (а отже, і зі щільністю стояння та індивідуальним життєвим простором кожної рослини) безпосередньо модулюють морфометричні показники культури. При цьому реакція на такі зміни мала виражену сортову специфіку.

Детальний аналіз показників засвідчив чітку прямолінійну закономірність: із розширенням міжрядного простору від 15 см до 45 см фіксувалося поступове зростання загальної маси рослини та її лінійної висоти, тоді як висота прикріплення нижнього бобу, навпаки, суттєво знижувалася у всіх досліджуваних генотипів (табл. 12).

Зокрема, у детермінантного сорту РЖТ Сателія збільшення ширини міжрядь з 15 до 45 см супроводжувалося зростанням індивідуальної маси рослини з 16,2 г до 19,5 г, а висоти стебла з 79,3 см до 87,5 см. Водночас рівень закладки нижнього бобу критично опускався з 24,2 см до 17,3 см, що може негативно позначитися на технологічності механізованого збирання врожаю.

Таблиця 12. Структура рослин досліджуваних сортів сої залежно від способу сівби (2025-2026 рр.)

Сорт	Спосіб сівби	Маса рослини, г	Висота рослини, см	Висота прикріплення нижнього бобу, см
РЖТ Сателія	15 см	16,2	79,3	24,2
	30 см	17,8	83,2	22,5
	45 см	19,5	87,5	17,3
РЖТ Сакуза	15 см	12,3	79,4	21,2
	30 см	15,2	82,7	20,5
	45 см	20,5	90,2	14,3
Моцарт	15 см	20,5	86,0	22,4
	30 см	22,5	95,5	18,1
	45 см	27,1	97,4	16,2

Схожа морфологічна пластичність була характерна і для напівдетермінантного сорту РЖТ Сакуза. За умов розширення міжрядь до 45 см його вегетативна маса збільшувалася з 12,3 г (за 15 см) до 20,5 г, висота рослин зростала з 79,4 см до 90,2 см, проте нижні генеративні органи формувалися значно ближче до поверхні ґрунту, на висоті 14,3 см порівняно з 21,2 см у вузькорядних посівах.

Найвищими показниками індивідуальної продуктивності відзначився сорт Моцарт. Збільшення площі живлення на широкорядних ділянках (45 см) дозволило йому сформувати масу рослини на рівні 27,1 г проти 20,5 г за суцільного посіву (15 см). Висота стеблостою у цього сорту досягала максимуму в 97,4 см, тоді як висота кріплення нижнього бобу також продемонструвала зворотну тенденцію від 22,4 см у щільних рядках до 16,2 см у розріджених.

Таким чином, розширення міжрядь сприяє індивідуальному розвитку та нарощуванню біомаси кожною окремою рослиною, однак провокує низьке

закладання бобів, що є небажаним фактором з точки зору мінімізації комбайнових втрат під час жнив.

4.8. Урожайність насіння сої залежно від способів сівби

Обираючи оптимальну конфігурацію та спосіб сівби, агроном повинен застосовувати диференційований підхід, детально аналізуючи архітектоніку конкретного сорту та гідротермічний потенціал регіону. Ідеальною вважається така схема розміщення рослин, яка найкраще адаптована до біологічних вимог генотипу та дозволяє максимально повно утилізувати запаси ґрунтової вологи, поживних речовин і сонячної радіації у певній ґрунтово-кліматичній зоні [6].

Варто зазначити, що попри значну кількість наукових праць, присвячених цій проблематиці, погляди вчених на те, як саме просторове розміщення та міжряддя впливають на кінцевий врожай сої, залишаються доволі дискусійними [3, 72].

Використання правильно підібраного сорту є одним із важливих та економічно найдоцільніших шляхів нівелювання стресового впливу навколишнього середовища. Лише адаптований до конкретних агрокліматичних умов генотип здатний забезпечити максимальний збір зерна, адже сортова частка у формуванні врожайності сягає щонайменше 30 %. Для мінімізації ризиків та отримання стабільних результатів фахівці радять висівати у господарстві одночасно декілька сортів сої, що відрізняються за тривалістю вегетаційного циклу та мають високий рівень екологічної пластичності [8, 31, 67].

Аналіз показників продуктивності, отриманих за підсумками польових випробувань 2025–2026 років, демонструє, що рівень фактичної врожайності зерна сої варіював у діапазоні від 2,66 до 3,21 т/га залежно від генотипу та просторової конфігурації агроценозу. Найбільшим потенціалом до формування високих валових зборів відзначився сорт РЖТ Сателія, тоді як сорти РЖТ Сакуза та Моцарт забезпечили дещо нижчий рівень урожайності (табл. 13).

Таблиця 13. Урожайність сої залежно від способу сівби, середнє за 2025-2026 рр., т/га

Сорт (А)	Ширина міжряддя, см (В)	Урожайність	Прибавка до контролю
РЖТ Сателія	15	3,21	–
	30	3,02	-0,19
	45	2,90	-0,12
РЖТ Сакуза	15	2,92	–
	30	2,88	-0,04
	45	2,72	-0,16
Моцарт	15	2,87	–
	30	2,73	-0,14
	45	2,66	-0,07
$НІР_{05}$, т/га: 2025 р.: А – 0,04; В – 0,02; АВ – 0,06; 2026 р.: А – 0,05; В – 0,05; АВ – 0,07			

Оцінка індивідуальної реакції досліджуваних генотипів на зміну ширини міжрядь засвідчила спільну для всіх сортів закономірність: максимальна продуктивність досягалася виключно за умов суцільної вузькорядної сівби. Абсолютний максимум урожайності серед усіх варіантів досліду сформував сорт РЖТ Сателія за ширини міжрядь 15 см – 3,21 т/га. Розширення міжрядного простору для цього сорту супроводжувалося стабільним недобором урожаю: на ділянках із міжряддям 30 см урожайність знизилася на 0,19 т/га (3,02 т/га), а за широкорядної сівби 45 см зменшення сиановило вже 0,31 т/га порівняно з контролем (2,90 т/га).

Сорт РЖТ Сакуза також найкраще реалізував свій генетичний потенціал на звужених посівах (15 см), сформувавши 2,92 т/га. Збільшення ширини міжрядь до 30 см зумовило незначне зниження показника до 2,88 т/га, тоді як перехід до 45-сантиметрових міжрядь призвів до відчутнішого падіння врожайності до 2,72 т/га. Аналогічна спадна динаміка простежувалася і в сорту Моцарт: його піковий збір насіння (2,87 т/га) зафіксовано за сівби з міжряддям 15 см, що на 0,14 та 0,21 т/га перевищувало результати черезрядної (2,73 т/га) та широкорядної (2,66 т/га) технологій відповідно.

Таким чином, експериментальні дані переконливо доводять, що оптимізація просторового розміщення шляхом звуження міжрядь від 45 до 15

см гарантує стабільне зростання урожайності насіння сої незалежно від особливостей сорту. Така фітоценотична реакція є наслідком зміни геометричної форми індивідуальної площі живлення. За широкорядного формату (45 см) зона живлення перетворюється на сильно витягнутий прямокутник. Це призводить до надмірного скупчення насінин у самому рядку, що провокує жорстку внутрішньовидову конкуренцію рослин за мінеральні елементи та вологу, тим самим пригнічуючи їхню продуктивність.

Натомість застосування ширини міжрядь 15 см дозволяє максимально наблизити площу живлення кожної рослини до форми квадрата чи кола. За таких умов насіннєвий матеріал розподіляється площею поля найбільш рівномірно. Завдяки цій оптимізації формується досконала оптико-біологічна архітектоніка рослинного намету, що дає змогу листковому апарату ефективніше акумулювати сонячну радіацію. До того ж, такі посіви набагато швидше закривають поверхню міжрядь вегетативною масою, створюючи сприятливий мікроклімат, який блокує непродуктивне фізичне випаровування ґрунтової вологи та надійно пригнічує розвиток бур'янів.

4.9. Економічна ефективність вирощування сої

Будь-яка система агротехнічних заходів, спрямована на максимізацію валового збору сільськогосподарських культур, зокрема і сої, підлягає обов'язковому аудиту за критеріями економічної доцільності. Спиратися виключно на показники фізичної врожайності при оцінці ефективності технології є помилковим підходом. Критично важливо аналізувати сукупний обсяг фінансових та матеріальних інвестицій, витрачених на реалізацію цих заходів, щоб об'єктивно розрахувати рівень їх окупності та фінальну економічну рентабельність виробництва зерна [73].

Комплексний аналіз економічної складової, здійснений за підсумками 2025–2026 років доводить високу рентабельність і доцільність вирощування сої в сучасних аграрних підприємствах. Фінансовий успіх цієї галузі не є статичним, а гнучко варіює залежно від генетичного потенціалу обраного сорту,

просторової архітектоніки посіву та фактично отриманого валового збору зерна. Ключовим критерієм будь-якого фінансового аудиту агровиробництва виступає структура виробничих витрат, адже саме вона формує базис для розрахунку собівартості. Результати економічного моделювання засвідчили: сукупні витрати на гектар соєвого поля коливалися у досить вузькому діапазоні від 27,78 до 28,46 тис. грн (табл. 14).

Таблиця 14. Економічна ефективність вирощування сої залежно від способу сівби (2025-2026 рр.)

Сорт	Ширина міжряддя, см	Вартість продукції, тис. грн./га	Виробничі витрати, тис. грн./га	Собівартість, тис. грн./т	Умовно чистий прибуток, тис. грн./га	Рівень рентабельності, %
РЖТ Сателія	15	59,39	28,46	8,86	30,93	108,7
	30	55,87	27,89	9,23	27,99	100,4
	45	53,65	27,80	9,58	25,86	93,0
РЖТ Сакуза	15	54,02	27,98	9,58	26,05	93,1
	30	53,28	28,05	9,74	25,23	89,9
	45	50,32	27,86	10,24	22,47	80,6
Моцарт	15	53,10	28,01	9,76	25,09	89,6
	30	50,51	27,87	10,21	22,64	81,2
	45	49,21	27,78	10,44	21,43	77,1

Оскільки базова технологічна карта та агротехнічні операції (обробіток ґрунту, добрива, системи захисту) були абсолютно ідентичними для всіх варіантів, головним фактором диференціації витрат виступала вагова норма висіву насіннєвого матеріалу, яка залежала від маси 1000 насінин конкретного сорту. Відповідно, найвищий рівень капіталовкладень зафіксовано на посівах сорту РЖТ Сателія (до 28,46 тис. грн/га), тоді як для сортів РЖТ Сакуза та Моцарт максимальні витрати складали 28,05 та 28,01 тис. грн/га відповідно.

Аналізуючи вартісний вираз отриманої продукції, варто відмітити пряму залежність від фізичної врожайності: що вагомішим був збір зерна, то вищою ставала грошова виручка. Найнижчі фінансові надходження спостерігалися на варіантах із широкорядним форматом сівби (45 см), де врожайність була мінімальною. Для сорту РЖТ Сателія вартість вирощеного зерна на цих

ділянках склала 53,65 тис. грн/га, для РЖТ Сакуза – 50,32 тис. грн/га, а для Моцарта лише 49,21 тис. грн/га. Цілком закономірно, що саме широкорядний спосіб сівби з міжряддям 45 см виявився фінансово найменш привабливим: він згенерував найвищу собівартість однієї тони насіння (у межах 9,58–10,44 тис. грн/т), забезпечивши найнижчі показники умовно чистого прибутку (21,43–25,86 тис. грн/га) та мінімальний рівень рентабельності від 77,1 % до 93,0 %.

Незважаючи на те, що абсолютно всі протестовані моделі сівби виявилися економічно виправданими, оновлені результати чітко вказують на перевагу суцільної вузькорядної сівби з міжряддям 15 см для всіх без винятку досліджуваних сортів. Застосування цієї конфігурації дозволило мінімізувати собівартість вирощування однієї тони продукції: для сорту РЖТ Сателія вона впала до 8,86 тис. грн, для РЖТ Сакуза до 9,58 тис. грн, а для Моцарта до 9,76 тис. грн.

Підсумовуючи результати економічного аналізу, можна впевнено констатувати, що вузькорядна архітектоніка посіву (15 см) є абсолютним економічним оптимумом. Саме цей підхід гарантував отримання максимального умовно чистого прибутку для всіх сортів: 30,93 тис. грн/га для сорту РЖТ Сателія, 26,05 тис. грн/га для сорту РЖТ Сакуза та 25,09 тис. грн/га для сорту Моцарт. Відповідно, рівень рентабельності на цих найкращих ділянках досягнув найвищих значень 108,7 %, 93,1 % та 89,6 % відповідно. Це доводить, що інвестиції у якісний насіннєвий матеріал та дотримання вузькорядної геометрії посіву є запорукою найвищої економічної віддачі у сучасних технологіях вирощування сої.

ВИСНОВКИ

1. Нерівномірний просторовий розподіл насіння за широкорядного способу сівби (45 см), провокує надмірну загущеність у межах самого рядка. Це загострює внутрішньовидову боротьбу за світло та ресурси, стимулюючи витягування стебла сої. Внаслідок цього лінійні розміри рослин достовірно зростали на 2,3–11,4 % порівняно з більш збалансованими схемами просторового розміщення (15 і 30 см).

2. Доведено, що просторова архітектоніка посіву критично впливає на репродуктивний потенціал. В агрокліматичних умовах Правобережного Лісостепу генотипи РЖТ Сателія та Моцарт найефективніше формували генеративні органи за вузькорядної сівби (15 см), тоді як для сорту РЖТ Сакуза кращим виявилося міжряддя 30 см.

3. Сорт РЖТ Сателія досягав свого максимуму площі листкової поверхні (49,4 тис. м²/га) за ширини міжрядь 15 см, аналогічна ситуація спостерігалася і в сорту Моцарт (47,8 тис. м²/га). А у сорту РЖТ Сакуза найбільша асиміляційна площа (48,6 тис. м²/га) була за сівби 30 см. Збільшення міжрядного простору до 45 см призводило до зменшення площі листкової поверхні на 7,1–8,9 % у всіх досліджуваних сортів.

4. Інтенсивність акумуляції абсолютно сухої біомаси є динамічною величиною, що визначається гідротермічним фоном та конфігурацією агроценозу. Встановлено, що збалансована площа живлення стимулює продукційний процес. Максимальні обсяги накопичення сухої речовини зафіксовано виключно на звужених міжряддях: для сорту РЖТ Сателія цей показник сягнув 6,27 т/га (на варіанті 15 см), для РЖТ Сакуза – 6,22 т/га (за 30 см), а для Моцарт – 6,12 т/га (за 15 см).

5. Оптимізація життєвого простору рослин сої шляхом переходу до рядкової (15 см) та міжрядної (30 см) сівби слугує потужним каталізатором для повноцінного розвитку азотфіксуючих бактерій. Абсолютні максимуми симбіотичної активності розподілилися наступним чином: РЖТ Сателія (15 см)

утворив 72,8 активних бульбочок на одну рослину із загальною масою 1,14 г; сорт Моцарт (15 см) сформував 69,0 шт. та 0,97 г; сорт РЖТ Сакуза (30 см) – 69,3 шт. та 1,03 г.

6. Найвищі показники структури врожаю рослин сої формувалися саме за рядкової сівби 15 см для сортів РЖТ Сателія та Моцарт, і 30 см для РЖТ Сакуза. Так, у сорту РЖТ Сателія фіксувалося до 38,4 бобів та 84,1 насінини на одну рослину, маса яких сягала 15,4 г, а маса 1000 насінин дорівнювала 176,6 г. Ці структурні елементи значно перевершували результати, отримані на міжряддях 30 і 45 см.

7. Доведено, що розширення рядків до 45 см зумовлює недобір урожаю сої. Найвища продуктивність для всіх досліджуваних генотипів була зафіксована за суцільної вузькорядної сівби (15 см): сорт РЖТ Сателія забезпечив валовий збір на рівні 3,21 т/га, РЖТ Сакуза – 2,92 т/га, а Моцарт – 2,87 т/га.

8. Сівба із шириною міжрядь 15 см виявилася найбільш прибутковою та рентабельною моделлю абсолютно для всіх трьох сортів сої. Це забезпечило отримання максимального умовно чистого прибутку з гектара: 30,93 тис. грн для РЖТ Сателія, 26,05 тис. грн для РЖТ Сакуза та 25,09 тис. грн для сорту Моцарт. Відповідно, рівень рентабельності на цих варіантах досягнув своїх найвищих значень; 108,7 %, 93,1 % та 89,6 % відповідно.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах СТОВ «Україна» Тернопільського району Тернопільської області рекомендується висівати сорти сої РЖТ Сателія та Моцарт рядковим способом сівби з шириною міжрядь 15 см а сорт сої РЖТ Сакуза з шириною міжрядь 30 см.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич А. А., Колісник С. І., Кобак С. Я. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і Кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113–121.

2. Бабич А. О. Високоврожайні сорти сої. *Аграрний тиждень. Україна*. 2013. № 10/11. С. 31.

3. Бабич А. О. Обґрунтування впливу способів посіву і густоти рослин на урожайність зерна сої. *Корми і кормовиробництво*. 1995. Вип. 39. С. 7–10.

4. Бабич А. О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: Аграрна наука, 2011. 548 с.

5. Бабич А. О. Сортова агротехніка сої. *Зернове господарство*. 1976. № 2. С. 43-44.

6. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ: Урожай, 1993. 430 с.

7. Бабич А. О. Сучасний стан та перспективи використання сої на харчові і кормові цілі. *Матеріали 3-ї Всеукраїн. конф.* Вінниця, 2000. С. 3–6.

8. Бабич А. О. Фотосинтетична продуктивність посівів та врожайність зерна сої. *Корми та кормовиробництво*. 1991. Вип.31. С. 7-9.

9. Бабич А. Сортові ресурси сої. *Аграрний тиждень Україна*. 2012. № 15. С. 14-15.

10. Бізнес визначає справедливу умову конкуренції на ринку сої і рапсу в Україні. «Агро Перспектива». URL: https://www.agroperspectiva.com/ru/news/179217 (дата доступу 15.09.2026)

11. Білявська Л. Г., Пилипенко О. В., Діянова А. О. Високоадаптивні сорти сої Полтавської селекції. *Посібник Українського хлібороба*. 2013. Т. 2. С. 150–151.

12. Бутенко А. О., Грибуля Є. В., Лобода А. Ю. Врожайність сортів сої різних груп стиглості. *Scientific collection «Interconf»*. 2020. № 1(31).

13. Бушулян О. В., Бєлоусов А.О., Вареник Б.Ф. Каталог сортів та гібридів. Одеса, 2017. 186 с.

14. Васьківська, С. В., Орленко, Н. С., Ткачик, С. О. Особливості українського ринку сої. *Вивчення та охорона сортів рослин*. 2018. Вип. 14(4). С. 422–430.

15. Вожегова Р.А. та ін. Ефективність селекції сої в умовах зрошення Південного Степу. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 19. С. 72–78.

16. Грабовський М. Б., Мостипан О. В. Економічна оцінка застосування фунгіцидного і гербіцидного захисту сортів сої різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 45–53.

17. Грабовський М. Б., Мостипан О. В., Панченко Т. В., Городецький О.С. Вплив фунгіцидів на зміну індивідуальної продуктивності та елементів структури врожаю сої. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136. Ч.1. С. 61–69.

18. Грабовський М. Б., Мостипан О. В., Панченко Т. В., Лозінський М. В., Павліченко К. В. Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів сортів сої залежно від гідротермічних умов та застосування гербіцидів. *Агробіологія*. 2024. № 1. С. 109–119.

19. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Грабовська Т. О., Лозінський М. В., Козак Л. А. Порівняльна оцінка урожайності та якісних показників сортів сої за традиційної та органічної технології вирощування. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 113–122.

20. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Грабовська Т. О., Лозінський М. В., Козак Л. А. Урожайність сортів сої за традиційної та органічної технологій вирощування. *Агроном*. 2024. №4 (86). С. 90–94.

21. Грабовський М.Б., Лабунський І.В., Мостипан О.В., Козак Л.А., Качан Л.М. Симбіотична активність сортів сої за різних кліматичних сценаріїв в умовах Правобережного Лісостепу України. Збірник матеріалів Міжнародної науково–практичної конференції «Кліматичні зміни та сталий розвиток сільського господарства», 19 вересня 2025 року, м. Одеса, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН С. 136–138.

22. Грабовський М.Б., Німенко С.С. Особливості формування висоти рослин сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 54–63.

23. Гуцаленко О. П. Вдосконалення технології вирощування сої в Молдові. *Технічні культури*. 1991. № 6. С. 24–27.

24. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 рік. К., 2024. 447 с.

25. Димитров В. Г. Формування продуктивності сої залежно від біологічних особливостей... Дис. ... канд. с.-г. наук. Біла Церква, 2018. 189 с.

26. Заверюхін В. І., Левандовський І. Л. Виробництво та використання сої. Київ: Урожай, 1988. 112 с.

27. Зінченко О. І. Біологічне рослинництво. Київ: Вища школа, 1996. 236 с.

28. Ібатуллін І. І., Карпук Л. М., Свиноус І. В., Грабовський М. Б., Федорук Ю. В. «Зелена» трансформація аграрного виробництва як чинник продовольчої безпеки України. *Ефективна економіка*. 2026. № 5.

29. Камінський В. Ф., Браценюк В. Ю. Формування вегетативної маси та сухої речовини рослин сої. *Збірник наукових праць УНУС*. 2018. Вип. 92. С. 28-36.

30. Кобак С., Колісник С., Чорна В. Соя: норма висіву, густота рослин і ширина міжрядь. *Агробізнес сьогодні*. 2020. №10. С. 56-59.

31. Кобак С.Я., Колісник С.І. Соя: розкриваємо секрети. 2022. URL: https://teletype.in/@spectr-agro/7adZlNb-wFt (дата доступу 17.09.2026)

32. Колісник С. І., Кобак С. Я., Шкатула Ю. М. Ефективність бактеріальних добрив у агроценозах сої... *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. Вип. 1(57). С. 30-34.

33. Лабунський І. В., Грабовський М. Б. Сортові особливості та агротехнологічні заходи формування фотосинтетичних показників сої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2026. Вип. 79(1). С. 94–110.

34. Лабунський І.В., Грабовський М.Б. Формування елементів структури врожаю у сортів сої залежно від агротехнологічних заходів. *Аграрні інновації*. 2026. №35. С. 159-168.

35. Лабунський І., Грабовський М., Козак Л. та ін. Симбіотична активність сортів сої за різних кліматичних сценаріїв... *Актуальні питання розвитку аграрної науки*. Глухів, 2026. С. 52–54.

36. Лещенко О.К., Січкар В.І., Скалецька Л.І. Продуктивність деяких сортів сої за умов степової зони України. *НТБ ВСГІ*. 1980. № 4. С. 48-52.

37. Лук'янченко А.С., Мордерер Є.Ю. та ін. Бакові сумішки пестицидів. *Захист рослин*. 1998. № 9. С. 16–17.

38. Мазур В. А., Гончарук І. В., Дідур І. М. та ін. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2021. 180 с.

39. Мазур В. А., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування... *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 18. С. 5-16.

40. Марченко В. В. Особливості агротехнології вирощування та збирання сої. *Інноваційні агротехнології.* 2009. Вип. 1. С. 94–96.

41. Медвєдєва Л. Р., Пернак Ю. Л., Сухарєва М. Д. Дуже ранній високо олійний сорт сої Медея. Виробництво, переробка і використання сої. Вінниця, 2000. 25 с.

42. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / під ред. А. О. Бабича. Вінниця, 1998. 79 с.

43. Міхєєв В. Г. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від способів сівби. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ*. 2014. №16. 255 с.

44. Мостипан О.В., Грабовський М.Б. Вплив гербіцидів на формування урожайності зерна та якісних показників сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С. 132–141.

45. Нагорний В. І. Продуктивність сортів сої різних груп стиглості залежно від розміщення рослин. *Вісник СНАУ*. 2012. Вип. 2 (23). С. 111-117.

46. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / редкол.: М. В. Зубець та ін. Київ: Логос, 2004. 776 с.

47. Нижеголенко В. М. Урожайність сої залежно від прийомів вирощування при зрошенні. Дніпропетровськ, 2000. 91 с.

48. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Вплив елементів технології на формування площі листкової поверхні рослин сої за органічного вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 155–163.

49. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2023. Вип. 79. С. 52–59.

50. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Формування симбіотичного апарату сортів сої за органічного вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. №18. С. 89–97.

51. Опанасенко Г. В. Вплив способів сівби на урожайність насіння сої. Вінниця, 2000. С. 72–73.

52. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко та ін. Київ: Дія, 2005. 288 с.

53. Петриченко В. Ф. Наукові основи виробництва і використання сої у тваринництві. *Корми і Кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 3–11.

54. Попов С. І., Буряк Ю. І. та ін. Каталог сортів та гібридів польових культур. Харків, 2012. 52 с.

55. Потаєва О. Названо найпопулярніші в Україні сорти сої. *AgroTimes*. 2021.

56. Правдива Л. А., Грабовський М. Б., Лозінський М.В., Качан Л. М. Контролювання забур'яненості посівів сої агротехнічними заходами. *Аграрні інновації*. 2023. №20. С. 62–68.

57. Саєнко Н. П. Вплив норм висіву та способів посіву сої на врожайність зерна... *Зрошуване землеробство*. 1982. Вип. 27. С. 39-42.

58. Січкар В. І. Особливості вирощування сої у США та Канаді. М.: ВНДІТЕІСГ, 1980. 48 с.

59. Січкар В.І. Стратегічні напрями селекції сої за умов зміни клімату. *Збірник наукових праць УНУС*. 2012. Вип. 80. С. 22–30.

60. Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій. Київ: Нора-прінт, 2001. 60 с.

61. Ткаліч І. Д., Шепілова Т. П. Вплив способів сівби... на урожайність сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 108-111.

62. Черенков А. В. Вплив способів сівби та норм висіву... *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 39. С. 50–53.

63. Чернишенко П. В. Характеристика сортів сої за екологічною пластичністю... *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 87. С. 99–106.

64. Чинчик О. С. Вивчення продуктивності різних сортів сої... Кам'янець-Подільський, 2009. С. 11–12.

65. Чинчик О. С. Вплив елементів технології вирощування сої на зерно. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2008. Вип. 16. С. 100–103.

66. Чинчик О. С. Оптимізація сортової агротехніки вирощування сої. Автореф. дис... канд. с.-г. наук. Кам'янець-Подільський, 2008. 20 с.

67. Шашков Є. О., Танчик С. П. Урожайність сої залежно від сорту та розміщення рослин. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2018. № 286. С. 100–106.

68. Шевніков М. Я., Логвиненко О. М. Оптимізація площі живлення різних сортів сої. *Вісник ПДАА*. 2012. № 2. С. 30–33.

69. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. *Вісник ПДАА*. 2018. №3. С.15-21.

70. Шепілова Т. П. Вплив способу сівби і норми висіву насіння на ріст і розвиток сої. *Агроном*. 2020. №1.

71. Шерепітко В. В., Созінов О. О. Наукові основи адаптивної селекції сої. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 10. С. 49-51.

72. Anil Kumar Radiation use efficiency and weather parameter influence during life cycle of soybean. *American-Eurasian Journal of Agronomy*. 2008. № 1 (2). P. 41–44.

73. Kordas Leszek. Energy and economic effects of reduced tillage in crop rotation. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. 2005. 4 (1): 51–59.

74. Labunskyi I., Grabovskyi M. Formation of soybean yield depending on varietal characteristics and agrotechnological practices based on predictive modelling. *Scientific Horizons*. 2026. №29(1). P. 52–65.

75. Setiyono T. D. Leaf area index simulation in soybean grown under near optimal conditions. *Field Crops Research*. 2008. V. 108. P. 82–92.