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

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОЇ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

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

Виконав: Брунцвик Іван Васильович _____

Керівник: доцент Мостипан О.В. _____

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.
«10» вересня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Брунцвику Івану Васильовичу

Тема: «Особливості реалізації біологічного потенціалу сої в умовах Правобережного Лісостепу України»
Затверджено наказом ректора № 496/С від 04.11.2025 р.
Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до 17.11.2026 р.
Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані: результати дворічних досліджень, проведених у ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області; огляд наукової літератури щодо особливостей реалізації біологічного потенціалу сої; ґрунтово-кліматичні умови господарства; методика проведення досліджень; аналіз особливостей росту, розвитку, формування урожайності та якості насіння сої залежно від досліджуваних чинників; енергетична й економічна оцінка результатів досліджень.

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 репозитарій БНАУ з накладанням КЕП	до 16.11.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ доцент Мостипан О.В.

Здобувач _____ Брунцвик І.В.

Дата отримання завдання «10» вересня 2025 р.

ДЕКЛАРАЦІЯ
про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Брунцвик Іван Васильович здобувач другого рівня вищої освіти за освітньою програмою Н1 Агрономія, підтверджую, що кваліфікаційну роботу з теми: «Особливості реалізації біологічного потенціалу сої в умовах Правобережного Лісостепу України» 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 підготовки кваліфікаційної роботи використовувався інструмент штучного інтелекту ChatGPT (OpenAI) для мовно-стилістичного редагування тексту, удосконалення наукових формулювань, перекладу текстових матеріалів англійською мовою, а також побудови та графічного оформлення діаграм.

Використання ChatGPT обмежувалося редагуванням, перекладом і візуалізацією наданих матеріалів. Інструмент не застосовувався для розроблення методики досліджень, генерування експериментальних даних, проведення статистичного аналізу, формування наукових результатів або висновків. Усі матеріали, підготовлені за його допомогою, перевірено на відповідність вихідним даним і змісту кваліфікаційної роботи.

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

Дата: 13.11.2026

РЕФЕРАТ

Брунцвик І.В. «Особливості реалізації біологічного потенціалу сої в умовах Правобережного Лісостепу України»

У кваліфікаційній роботі узагальнено результати польових досліджень впливу строків сівби та глибини загортання насіння на ріст, розвиток і продуктивність сої сорту Моравія.

Досліджено особливості проходження фенологічних фаз, формування біометричних показників, фотосинтетичної та симбіотичної діяльності рослин залежно від досліджуваних технологічних чинників.

Оцінено формування елементів структури врожаю, урожайність і якість насіння сої за різних строків сівби та глибини загортання насіння.

Проведено економічну оцінку досліджуваних технологічних прийомів та обґрунтовано можливості їх використання у виробничих умовах Правобережного Лісостепу України.

Результати досліджень можуть бути використані для вдосконалення технології вирощування сої сорту Моравія.

Кваліфікаційна робота магістра викладена на 74 сторінках, містить 15 таблиць, 5 рисунків. Список використаних джерел налічує 70 найменувань.

Ключові слова: соя, строки сівби, глибина загортання насіння, фотосинтез, симбіотична діяльність, урожайність, економічна ефективність.

ABSTRACT

Bruntsvyk I.V. «Peculiarities of Realization of the Biological Potential of Soybean under the Conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine»

The master's qualification thesis summarizes the results of field studies on the effects of sowing dates and seed sowing depth on the growth, development, and productivity of the Moravia soybean variety.

The peculiarities of phenological stages, the formation of biometric parameters, and the photosynthetic and symbiotic activity of plants depending on the investigated technological factors were studied.

The formation of yield components, seed yield, and seed quality of soybean under different sowing dates and seed sowing depths was evaluated.

An economic assessment of the investigated cultivation practices was carried out, and the possibilities of their application under production conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine were substantiated.

The research results can be used to improve the cultivation technology of the Moravia soybean variety.

The master's qualification thesis comprises 74 pages and includes 15 tables and 5 figures. The list of references contains 70 sources.

Key words: soybean, sowing dates, seed sowing depth, photosynthesis, symbiotic activity, seed yield, economic efficiency.

ЗМІСТ

Ст.

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1 НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ СТРОКІВ СІВБИ ТА ГЛИБИНИ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ 9

РОЗДІЛ 2 МЕТА, ЗАВДАННЯ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 17

2.1. Мета та завдання дослідження 17
2.2. Агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок 18
2.3. Погодні умови в роки досліджень 18
2.4. Схема досліду та методика проведення досліджень 22
2.5. Об’єкт досліджень та особливості технології вирощування сої на дослідних ділянках 25

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 27

3.1. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння на польову схожість, ріст і розвиток рослин сої 27
3.2. Формування біометричних показників рослин сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння 36
3.3. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин сої сорту Моравія 39
3.4. Формування симбіотичного апарату рослин сої сорту Моравія залежно від досліджуваних факторів 43
3.5. Формування елементів структури врожаю та індивідуальної продуктивності рослин сої 46
3.6. Урожайність сої залежно строків сівби та глибини загортання насіння 52
3.7. Якість насіння сої залежно від досліджуваних факторів 55
3.8. Економічна ефективність вирощування сої 59

ВИСНОВКИ 62

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 65

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 67

ВСТУП

Актуальність теми. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) належить до провідних зернобобових культур і має важливе продовольче, кормове та агротехнічне значення. Високий вміст білка й олії в насінні, різноманітність напрямів використання та здатність до симбіотичної фіксації атмосферного азоту зумовлюють її важливу роль в аграрному виробництві України.

Реалізація біологічного потенціалу сої залежить від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов та технологічних прийомів вирощування. В умовах Правобережного Лісостепу України важливими чинниками формування продуктивності культури є температурний режим і вологозабезпеченість, які впливають на польову схожість насіння, ріст, розвиток та формування врожаю.

Особливе значення мають строки сівби та глибина загортання насіння, від яких залежать своєчасність появи сходів, густота рослин і подальший розвиток посівів. Оптимальне поєднання цих технологічних чинників створює сприятливі умови для фотосинтетичної та симбіотичної діяльності рослин, формування врожайності й якості насіння. Тому дослідження їхнього впливу на продуктивність сої сорту Моравія є актуальним завданням удосконалення технології вирощування культури.

Мета дослідження – встановити особливості реалізації біологічного потенціалу сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

- визначити вплив строків сівби та глибини загортання насіння на ріст і розвиток рослин сої;
- дослідити формування біометричних показників, фотосинтетичної та симбіотичної діяльності рослин;

- встановити особливості формування елементів структури врожаю, урожайності та якості насіння;
- оцінити економічну ефективність досліджуваних технологічних прийомів;
- обґрунтувати рекомендації щодо оптимізації строків сівби та глибини загортання насіння.

Об'єкт дослідження – процеси росту, розвитку та формування продуктивності сої сорту Моравія залежно від елементів технології вирощування.

Предмет дослідження – сорт сої, вплив строків сівби та глибини загортання насіння на біометричні показники, фотосинтетичну й симбіотичну діяльність, урожайність і якість насіння сої.

Методи дослідження. Застосовано польовий, фенологічний, вимірювально-ваговий, лабораторний, статистичний і розрахунково-порівняльний методи для оцінювання росту, розвитку, продуктивності рослин, якості насіння та економічної ефективності вирощування сої.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в уточненні закономірностей впливу строків сівби та глибини загортання насіння на фотосинтетичну й симбіотичну діяльність, формування врожайності та якості насіння сої сорту Моравія в умовах Правобережного Лісостепу України.

Практичне значення одержаних результатів полягає в обґрунтуванні оптимального поєднання строків сівби та глибини загортання насіння сої сорту Моравія для підвищення продуктивності культури й економічної ефективності її вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

РОЗДІЛ 1
НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ СТРОКІВ СІВБИ ТА ГЛИБИНИ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

Соя культурна (Glycine max (L.) Merrill.) є однією з провідних білково-олійних культур, що відіграє важливу роль у забезпеченні світових потреб у продовольстві та рослинному білку. Її вирощування поширене в різних ґрунтово-кліматичних зонах завдяки високій поживній цінності насіння, багатофункціональності використання продукції та порівняно помірним енергетичним витратам на виробництво.

Удосконалення технологій вирощування сої є важливим напрямом розвитку сучасного рослинництва. Досягнення аграрної науки сприяють підвищенню продуктивності посівів, однак зміни кліматичних умов зумовлюють необхідність подальшої адаптації та оптимізації технологічних заходів, спрямованих на повнішу реалізацію потенціалу культури [1, 2].

Сорт розглядають як сукупність рослин певного ботанічного таксону, що вирізняється спадково закріпленими ознаками й властивостями та зберігає їх у процесі відтворення [3]. За наведеними даними Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, у 2025 р. було зареєстровано 365 сортів сої, з яких 135 (37 %) належали до вітчизняної селекції, а 230 –до іноземної. У структурі зареєстрованих сортів ранньостиглі становили 37 %, середньостиглі –33 %, середньоранні –13 % [4].

Добір сорту, пристосованого до конкретних умов вирощування, є однією з передумов стабільного формування врожаю [5]. За даними окремих досліджень, внесок сортових особливостей у формування врожайності в середньому оцінюють у 30 %, а в окремих випадках –до 60 % [6]. Дослідження нових сортів дає змогу визначати умови найповнішого прояву їхнього біологічного потенціалу [7]. Комплексна оцінка господарсько цінних ознак сприяє виокремленню високопродуктивних сортів, адаптованих до певної зони вирощування [8].

Серед технологічних чинників, що визначають продуктивність сої, особливе місце посідають строки сівби та глибина загортання насіння. Вони впливають на своєчасність і рівномірність появи сходів, життєздатність проростків, інтенсивність ростових процесів, закладання генеративних органів, стійкість рослин до шкідливих організмів, а також кількісні та якісні показники врожаю. Це особливо актуально для північної частини Лісостепу України, де обмежувальними чинниками можуть бути теплові ресурси, а в окремі роки – вологозабезпеченість. Помилки у виборі строку сівби не завжди можливо компенсувати подальшими агротехнічними заходами.

Обґрунтовуючи строки сівби й глибину загортання насіння, необхідно враховувати погодні умови конкретного року, фізико-хімічні властивості ґрунту, біологічні вимоги сорту до тепла і світла, тривалість фотоперіоду та запаси продуктивної вологи. Соя характеризується підвищеною потребою у воді на етапі набубнявіння: за наведеними літературними даними, для цього необхідна кількість води, еквівалентна 90–160 % маси насіння, що приблизно вдвічі перевищує відповідну потребу пшениці або кукурудзи.

У працях D. B. Weaver, R. S. Arkidge та C. A. Thomas зазначено, що строк сівби суттєво позначається на динаміці росту й розвитку рослин, формуванні генеративних органів, урожайності та якості насіння сої [9].

У науковій літературі немає цілковитої єдності щодо температурних критеріїв початку сівби. Частина авторів вважає оптимальним прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 12–14 °C, інші пропонують орієнтуватися на термічний режим шарів ґрунту на глибині 10 і 20 см. Спільним для обох підходів є використання температури ґрунту як основного показника готовності посівного шару [11, 12].

Для більшості регіонів України початок сівби сої пов’язують із прогріванням ґрунту на глибині загортання насіння до 10 °C, встановленням стійкої середньодобової температури повітря 10–12 °C та зниженням ризику поворотних приморозків [13].

За результатами досліджень Інституту зернового господарства НААН, у північному Степу України сприятливі умови для проростання насіння більшості сортів сої та формування вирівняних сходів складалися за прогрівання чорнозему звичайного середньосуглинкового малогумусного до 10 °С [14]. Подібні закономірності встановлено на зрошуваних землях південного Степу України, представлених південними чорноземами й каштановими ґрунтами [15, 16]. Доцільність сівби за температури посівного шару 10–12 °С також відзначали дослідники Молдови [17, 18], Болгарії [19] та Нової Зеландії [20].

В умовах Лівобережного Лісостепу України для сорту Білосніжка ефективною виявилася сівба в ранній строк, 8–12 квітня, за температури ґрунту на глибині загортання насіння 6–8 °С і глибини сівби 3–4 см [14].

Фахівці Інституту кормів запропонували визначати оптимальний строк сівби за рівнем термічного режиму (РТР) ґрунту на глибині 10 см [11]. Такий підхід передбачає врахування фактичного прогрівання ґрунтового шару, а не лише календарної дати проведення польових робіт.

Дослідження на сірих лісових ґрунтах Лісостепу України засвідчили, що сприятливі умови для росту й формування врожаю сої створювалися за відповідного рівня термічного режиму ґрунту та загортання насіння на 2–3 см. Зокрема, за сівби сорту Київська 27 при РТР 12 °С на глибині 10 см урожайність становила 2,73–2,81 т/га, перевищуючи показник варіанта з температурою ґрунту 10 °С на 0,28–0,40 т/га [21].

Аналогічні результати одержано під час визначення оптимальних строків сівби сорту Агат у Лісостепу України. Найвищу врожайність – 2,98 т/га – забезпечила сівба за РТР ґрунту 12 °С на глибині 10 см, що відповідало періоду 30 квітня – 1 травня. Наведені дані підтверджують ефективність оптимально ранніх строків сівби за умови належного захисту насіння від збудників хвороб [16].

За даними Інституту кормів УААН, сівба сої за РТР ґрунту 12 °С на глибині 10 см забезпечувала врожайність сорту Київська 27 у межах 2,73–2,81 т/га, а сорту Нива – 1,87–1,94 т/га. Порівняно із сівбою за температури 10 °С приріст становив відповідно 0,28–0,44 та 0,22–0,30 т/га. Найповніше реалізація

потенціалу досліджуваних сортів відбувалася в роки, коли періоди утворення бобів і наливання насіння збігалися зі сприятливим поєднанням вологозабезпечення, тепла та сонячної радіації. За таких умов урожайність сорту Київська 27 за оптимального строку сівби досягала 3,42–3,78 т/га [17].

Строки сівби впливають не лише на врожайність, а й на формування асиміляційної поверхні рослин. У п'ятирічних дослідженнях, проведених на базі Інституту кормів НААН і Вінницького ДСГІ, у сорту Нива за сівби при РТР ґрунту 12 °С на глибині 12 см відзначено площу листкової поверхні 39,4 тис. м²/га, фотосинтетичний потенціал 2,297 млн м²·діб/га та чисту продуктивність фотосинтезу 3,64 г/м² за добу. Подібну залежність встановлено для сорту Київська 27, хоча абсолютні значення показників були вищими [18].

В. Ф. Петриченко (1994) зазначав, що рання сівба сої дає змогу ефективніше використати суму активних температур квітня (120–140 °С) і забезпечити появу повних сходів на 8–10 діб раніше порівняно зі строками, визначеними за оптимальним рівнем термічного режиму ґрунту [19].

Польова схожість насіння та тривалість періоду «сівба –повні сходи» істотно змінюються залежно від строку сівби. Це пов'язано насамперед із температурними умовами проростання й доступністю вологи в посівному шарі, особливо за запізнення із сівбою та пересихання ґрунту. У багаторічних дослідах у Степу України середня тривалість цього періоду становила 17 діб за сівби 18–20 квітня, 15 діб – 28–30 квітня, 11 діб – 8–10 травня, 9 діб – 18–20 травня та 8 діб – 28–30 травня. Польова схожість насіння за сівби 18–20 квітня дорівнювала 63,7 %, 8–10 травня – 80,4 %, 28–30 травня – 70,1 %. Урожайність за раннього, оптимального й пізнього строків становила відповідно 1,70; 1,58 і 1,35 т/га. Вміст білка в насінні за цих строків сівби становив 39,51; 40,25 і 39,65 % відповідно [14, 15].

Температурний режим ґрунту є одним із визначальних чинників формування польової схожості насіння сої, оскільки впливає на інтенсивність його проростання, тривалість періоду від сівби до появи сходів та початковий розвиток рослин. За результатами досліджень Ю. М. Сиромятникова (2023), оптимальні температурні умови для проведення сівби сої залежать від

застосованих агротехнічних заходів. Зокрема, сприятливі умови для сівби формувалися за стійкого прогрівання ґрунту до 8–10 °С за використання стратифікатора ПРСМ-5 та до 10–12 °С за чизельного обробітку на фоні передпосівного коткування. Отже, визначення оптимальних строків сівби потребує комплексного врахування температури ґрунту, його фізичного стану, вологозабезпеченості та особливостей технології вирощування сої [22, 23].

Тривалість вегетаційного періоду сої значною мірою визначається строками сівби, сортовими особливостями та метеорологічними умовами впродовж вегетації. Результати сучасних досліджень свідчать, що перенесення строків сівби на пізніший період може супроводжуватися скороченням тривалості основних міжфазних періодів і загального періоду вегетації рослин. Зокрема, за результатами досліджень 2023–2024 рр., проведених у Південній Кореї, встановлено зменшення тривалості періоду від сівби до повної стиглості зі зміщенням строків сівби на пізніші дати. Характер прояву цієї закономірності залежав від генотипу рослин і температурних умов року [24].

Важливим технологічним заходом підвищення стійкості проростків сої до несприятливих температур є передпосівна обробка насіння біостимуляторами. Сучасними дослідженнями встановлено, що застосування таких препаратів може впливати на показники проростання насіння та початкового росту проростків за низькотемпературного й високотемпературного стресу. Отже, використання біостимуляторів під час передпосівної підготовки насіння є перспективним елементом технології вирощування сої, ефективність якого залежить від температурного режиму та властивостей застосованих препаратів [25].

Вплив строків сівби на формування продуктивності сої підтверджено результатами сучасних зарубіжних досліджень. Зокрема, у південно-західній частині Польщі впродовж 2016–2019 рр. вивчали особливості формування врожайності та хімічного складу насіння сортів Merlin і Lissabon за трьох строків сівби: у середині квітня, наприкінці квітня – на початку травня та в першій половині травня. За результатами досліджень встановлено, що для умов регіону найбільш доцільним є проведення сівби в середині квітня або наприкінці квітня

– на початку травня. Водночас ефективність строків сівби залежала від сортових особливостей і погодних умов років досліджень [26].

Результати польових досліджень, проведених у штаті Огайо (США) протягом 2020–2021 рр., також засвідчили істотний вплив строків сівби на формування врожайності сої. Встановлено, що за відсутності обмежень у вологозабезпеченні сівба у квітні та травні забезпечувала врожайність на 8–26 % вищу порівняно із сівбою наприкінці червня. Крім того, оптимальна норма висіву змінювалася залежно від строків проведення сівби, що свідчить про необхідність узгодження цих технологічних чинників [27].

Результати досліджень у різних ґрунтово-кліматичних умовах свідчать, що строки сівби є важливим чинником реалізації продуктивного потенціалу сої. Їх оптимізація потребує врахування температурного режиму, забезпеченості рослин вологою, тривалості вегетаційного періоду та біологічних особливостей вирощуваних сортів [27].

У дослідженнях, проведених у США, також підкреслюється значення тривалості світлового дня для визначення оптимального строку сівби. Для пізньостиглих сортів на півдні країни орієнтиром названо фотоперіод 14,5 години. Відповідно рекомендовані календарні строки відрізняються за регіонами: у Стоунвілі (Міссісіпі) – 5 травня, Тіфтоні (Джорджія) – 10 травня, Мобілі (Алабама) – 15 травня, а в районі Маямі (Флорида) – 10 червня [27, 28].

Не менш важливим технологічним чинником є глибина загортання насіння, від якої залежать умови його набубнявіння, проростання, формування сходів та подальшого розвитку рослин. Невідповідна глибина сівби може спричинити втрати густоти стояння, які складно компенсувати подальшими заходами догляду.

За результатами досліджень лабораторії селекції й технології вирощування зернобобових культур Інституту кормів УААН та Вінницького ДСГІ, за ранніх строків сівби найвищу врожайність сортів Київська 27 (2,32 т/га) і Нива (1,65 т/га) отримано за загортання насіння на глибину 2–3 см [11].

Вплив глибини загортання насіння на формування продуктивності сої зумовлений біологічними особливостями його проростання та вимогами до умов ґрунтового середовища. Для набубнявіння й початкового розвитку проростків насіння сої потребує достатнього вологозабезпечення, а характерною особливістю культури є надземний тип проростання, за якого сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту [29, 30].

За надмірно мілкого загортання насіння може потрапляти до пересушеного шару ґрунту, що обмежує його проростання та знижує польову схожість. Водночас надмірне заглиблення збільшує тривалість появи сходів, підвищує механічний опір ґрунту та витрати запасних поживних речовин проростків. За таких умов зростає ризик їх пошкодження ґрунтовими шкідниками й ураження збудниками хвороб, що може спричиняти зрідження посівів і зниження продуктивності рослин [31].

У науково обґрунтованій системі землеробства Сумської області рекомендовано проводити сівбу сої після прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 10 °С, загортаючи насіння на 3–4 см. За швидкого пересихання верхнього шару ґрунту допускається збільшення глибини до 4–5 см.

У практиці вирощування сої температурні орієнтири різняться залежно від регіону. За наведеними у вихідному матеріалі відомостями, у США орієнтуються на прогрівання посівного шару до 12–14 °С, а в Аргентині – до 18 °С. Водночас визначальне значення має наявність доступної вологи на глибині розміщення насіння. За сприятливого поєднання температури та вологості поява сходів можлива приблизно через сім діб.

Під час планування ранньої сівби необхідно враховувати ймовірність весняних приморозків, які можуть пошкоджувати молоді рослини. Перевагою ранніх строків часто є краща забезпеченість посівного шару вологою, проте за холодної погоди зростає ризик ураження проростків ризоктоніозом, пошкодження ґрунтовими шкідниками, витягування й ослаблення сходів.

Оскільки під час проростання соя виносить сім’ядолі над поверхнею ґрунту, надмірне заглиблення насіння є небажаним. У вихідних рекомендаціях

оптимальну глибину сівби визначено на рівні 3–5 см, а максимальну – близько 6 см. Перевищення цієї глибини може зменшувати польову схожість і спричиняти нерівномірність сходів, зокрема через ураження проростків ґрунтовими патогенами.

За недостатньої вологості ґрунту після сівби важливим заходом може бути прикочування, що сприяє поліпшенню контакту насіння з ґрунтом. Необхідно уникати розміщення насіння в сухому шарі, оскільки короткочасне зволоження може ініціювати проростання без достатнього запасу води для подальшого розвитку. У вихідному матеріалі рекомендовано забезпечувати над насінням вологий шар ґрунту завтовшки 0,5–1,0 см.

Забезпечення достатнього вологозапасу в посівному шарі ґрунту має важливе значення для проростання насіння сої та формування рівномірних сходів. Особливої уваги потребує збереження вологи на глибині загортання насіння, зокрема в шарі 3–4 см. Одним із технологічних заходів, спрямованих на зменшення непродуктивних втрат вологи, є мінімізація механічного обробітку ґрунту та збереження рослинних решток на його поверхні. Застосування таких підходів сприяє зниженню інтенсивності випаровування, поліпшенню водного режиму ґрунту та створенню сприятливіших умов для початкового росту й розвитку рослин сої [32, 33, 34].

Отже, аналіз наукових джерел свідчить, що строки сівби та глибина загортання насіння є взаємопов’язаними чинниками, які визначають умови проростання, інтенсивність росту й розвитку рослин та формування продуктивності сої. Оптимальні параметри цих технологічних прийомів залежать від сортових особливостей, температурного режиму, вологості й властивостей ґрунту. Відтак актуальним залишається експериментальне уточнення їх поєднання для конкретних сортів, зокрема сої сорту Моравія, в умовах Правобережного Лісостепу України.

РОЗДІЛ 2
МЕТА, ЗАВДАННЯ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі проведення досліджень, спрямованих на встановлення впливу строків сівби та глибини загортання насіння на продуктивність сої, передбачалося комплексне вивчення особливостей росту й розвитку рослин, формування фотосинтетичного апарату, урожайності та якісних показників насіння. Особливу увагу приділено визначенню закономірностей реалізації продуктивного потенціалу культури залежно від досліджуваних елементів технології вирощування в ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України.

2.1. Мета та завдання досліджень

Метою досліджень було встановлення особливості реалізації біологічного потенціалу сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

- визначити вплив строків сівби та глибини загортання насіння на ріст і розвиток рослин сої;
- дослідити формування біометричних показників, фотосинтетичної та симбіотичної діяльності рослин;
- встановити особливості формування елементів структури врожаю, урожайності та якості насіння;
- оцінити економічну ефективність досліджуваних технологічних прийомів;
- обґрунтувати рекомендації щодо оптимізації строків сівби та глибини загортання насіння.

2.2. Агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок

Польові дослідження проводилися в умовах ТОВ «Саварське», яке розташоване в с. Саварка Обухівського району Київської області Польові досліди закладали у полі № 2 (площа 64 га) першої польової сівозміни.

Ґрунтовий покрив на території господарства представлений такими типами ґрунтів: дернові і лучні та їх глейові відміни, чорноземи типові легкоі середньосуглинкові, чорноземи типові слабозмиті легко- і середньосуглинкові. Потужність гумусових горизонтів становить до 120 см. Для ґрунтів господарства характерна насиченість увібраним кальцієм, відсутність ознак руйнування та перерозподілу колоїдів за профілем. Ці ґрунти відзначаються відсутністю гідроморфності (оглеєності) та ознак засолення не тільки у ґрунтовому профілі, а й у материнській породі.

Ґрунт поля де проводилися дослідження – чорнозем типовий крупнопилувато-середньосуглинкового гранулометричного складу. За даними агрохімічного обстеження лабораторії відділу агроекології і аналітичних досліджень Національного наукового центру «Інститут землеробства» проведеного в 2020 р. ці ґрунти характеризувалися наступними показниками: вміст азоту, що легко гідролізується – 135 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору – 167 мг на 1 кг ґрунту, рухомого калію – 178 мг на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину нейтральна, pH сольової витяжки 6,1. Гранулометричний склад порівняно однорідний. Щільність гумусового горизонту досить невелика і становить 1,05–1,23 г/см3 , щільність твердої фази ґрунту 2,55–2,61 г/см3, загальна пористість 58,4–61,5 %, найменша польова вологоємність 28,9–32,1 %.

В цілому фізико-хімічні властивості ґрунтів у ТОВ «Саварське» є сприятливими для вирощування культури і за умов достатнього удобрення можуть забезпечити формування запланованого рівня врожайності.

2.3. Погодні умови в роки досліджень

Для визначення впливу погодних умов на ріст, розвиток та продуктивність рослин сої було проведено аналіз температурного режиму кількості опадів та

гідротермічного коефіцієнту за 2025–2026 рр. за даними Богуславської експериментальної гідрометеорологічної станції, розташованої за 20 км від господарства.

В 2025 році погодні умови були сприятливі для росту, розвитку та формування продуктивності сої. Сівбу сортів сої проводили у 2-й декаді травня. Середньодобова температура повітря у другій декаді травня становила 14,4 °С, у третій – 15, 4 °С, тобто була оптимальною для проростання насіння сої. За сумою опадів травень був вологим – 102,1 мм (табл. 2.1).

За температурним режимом літо 2025 року було жарким та посушливим, середньомісячна температура в червні становила 20,1 °С, у липні – 23,1 °С та у серпні – 19,8 °С, тоді як середні багаторічні показники були 18,0, 19,8 та 19,1 °С відповідно. За температурним режимом повітря цей період вегетації був досить сприятливим для формування генеративних органів сої.

Таблиця 2.1

Кількість атмосферних опадів впродовж вегетації (2025-2026 рр.)

Місяць	Кількість опадів, мм			
	за місяць		за вегетацію	
	2025 р.	2026 р.	2025 р.	2026 р.
Травень	102,1	41,1	325,1	276,8
Червень	42,6	58,7		
Липень	108,5	95,7		
Серпень	48,8	44,5		
Вересень	23,1	36,8		

Сума опадів по літніх місяцях становила 42,6, 108,5 і 48,8 мм. Якщо в липні їх випало більше на 68,4 % від норми, то в червні та серпні – на 42,7 і 10,5 мм менше за середньобагаторічні дані. Вересень був досить посушливим, що сприяло швидкому дозріванню та отриманню зерна з невисокою вологістю.

Літній період 2026 року характеризувався спекотною погодою та нерівномірним розподілом атмосферних опадів, які переважно випадали у вигляді локальних злив, нерідко супроводжуваних сильними поривами вітру.

Загальна кількість опадів за літні місяці становила 197,9 мм, причому найбільша їх частка припала на липень – 95,7 мм. Водночас достатні запаси продуктивної вологи в ґрунті протягом червня створювали сприятливі умови для росту, розвитку та формування врожайності сої.

Таблиця 2.2

Температурний режим повітря впродовж вегетації (2025–2026 рр.)

Місяць	Середня температура повітря, °С			
	за місяць		за вегетацію	
	2025 р.	2026 р.	2025 р.	2026 р.
Травень	13,9	14,2	89,5	90,4
Червень	20,1	19,1		
Липень	23,1	22,5		
Серпень	19,8	21,1		
Вересень	12,6	13,5		

Середньодобова температура повітря в червні становила 19,1 °С. Липень відзначався підвищеним температурним режимом: за середнього багаторічного показника 19,8 °С фактична середньодобова температура досягала 22,5 °С. У серпні та вересні температурні умови загалом залишалися сприятливими для завершення вегетації рослин сої, забезпечуючи належне достигання насіння та можливість своєчасного проведення збиральних робіт.

Для комплексного оцінювання впливу температурного режиму та кількості атмосферних опадів на умови росту й розвитку рослин сої сорту Моравія використовували гідротермічний коефіцієнт, який характеризує співвідношення тепло- та вологозабезпечення протягом вегетаційного періоду (табл. 2.3).

За значенням ГТК всі умови поділяються на: сухі (ГТК < 0,4), посушливі (ГТК 0,6-1,0), вологі (ГТК 1,1–1,5) та надмірне зволоження (ГТК > 1,6).

Умови травня 2025 року характеризувалися надмірним зволоженням, про що свідчить значення гідротермічного коефіцієнта на рівні 2,37. У 2026 році цей

показник становив 0,93, що вказує на недостатній рівень вологозабезпечення та формування помірно посушливих умов.

Таблиця 2.3

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за вегетаційний період сої

Роки	Місяць				
	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
2025	2,37	0,71	1,52	0,80	0,61
2026	0,93	1,02	1,37	0,68	0,91
Середні багаторічні дані	2,2	1,8	1,6	1,4	2,3

У червні 2025 року спостерігалися посушливі умови, про що свідчить значення ГТК на рівні 0,71. У 2026 році показник становив 1,02, що характеризує дещо сприятливіші умови зволоження порівняно з попереднім роком.

У липні ситуація зі зволоженням покращилася в обидва роки досліджень. Зокрема, у 2025 році значення ГТК становило 1,52, що свідчить про достатній рівень вологозабезпечення, тоді як у 2026 році цей показник досягав 1,37, характеризуючи сприятливі умови зволоження. Підвищення рівня вологозабезпечення в зазначений період позитивно впливало на формування генеративних органів, перебіг процесів цвітіння та утворення бобів у рослин сої.

У серпні 2025–2026 рр. спостерігалося погіршення умов зволоження, що підтверджується зниженням значень ГТК до 0,80 та 0,68 відповідно. Такі показники свідчать про формування посушливих умов, особливо виражених у 2026 році. Недостатнє вологозабезпечення в цей період могло негативно впливати на налив насіння, накопичення сухої речовини та формування елементів продуктивності рослин сої.

Вересень обох років досліджень також характеризувався недостатнім рівнем атмосферного зволоження. У 2025 році значення ГТК становило 0,61, що свідчить про виражені посушливі умови, тоді як у 2026 році показник досягав

0,91, характеризуючи помірний дефіцит вологи. Водночас зменшення кількості атмосферних опадів наприкінці вегетаційного періоду могло сприяти прискоренню достигання насіння та створювати сприятливіші умови для проведення збиральних робіт.

За результатами аналізу, погодні умови вегетаційних періодів 2025–2026 рр. характеризувалися нерівномірним розподілом атмосферних опадів і відмінностями температурного режиму, що зумовлювало неоднаковий рівень вологозабезпечення рослин сої на окремих етапах росту й розвитку. У 2025 році найбільш сприятливі умови зволоження формувалися в липні, тоді як у травні спостерігалося надмірне зволоження. У 2026 році відносно сприятливі умови відзначалися в червні та липні, проте в серпні посушливість посилилася. Такі особливості гідротермічного режиму могли впливати на інтенсивність фізіологічних процесів, формування генеративних органів і реалізацію продуктивного потенціалу культури. Одним із чинників, що могли обмежувати формування високої врожайності сої, був дефіцит вологи в окремі критичні періоди вегетації.

2.4. Схема досліду та методика проведення досліджень

Дослідження проводили впродовж 2025–2026 рр. дослідження проводилися в умовах ТОВ «Саварське», що знаходиться в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Щодо основних аспектів планування досліджень розроблено схему дослідів.

Дослід 1. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння на продуктивність сої.

Схема досліду:

Фактор А. Строки сівби:

1. І строк сівби (максимально ранній) – t ґрунту на глибині 10 см – 8°С;
2. ІІ строк сівби (ранній, контроль) – t ґрунту на глибині 10 см – 10°С;
3. ІІІ строк сівби (середній) - t ґрунту на глибині 10 см – 12°С

4. IV строк сівби (пізній) - t ґрунту на глибині 10 см – 14°С

Фактор В. Глибина загортання насіння:

1. 2-3см;

2. 4-5 см;

3. 6-7 см.

Площа посівної ділянки – 35 м^2, облікової – 25 м^2, повторність – чотириразова, розміщення ділянок рандомізоване. В досліді використовували сорт сої Моравія.

Проводились наступні обліки, спостереження та аналізи:

1. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин сої проводили відповідно до методики експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні [36]. Для характеристики міжфазних періодів враховували підходи, застосовані в дослідженнях М. Б. Грабовського та співавторів [39].

2. Польову схожість насіння визначали у фазі повних сходів шляхом підрахунку рослин на постійно закріплених облікових ділянках. Перед збиранням врожаю проводили повторний облік для встановлення збереженості рослин [35, 36].

3. Густоту рослин визначали двічі за вегетацію – у фазі повних сходів і перед збиранням врожаю – у триразовій повторності на двох несуміжних повтореннях досліду [35].

4. Висоту рослин визначали шляхом вимірювання 25 попередньо позначених рослин у триразовій повторності на двох несуміжних повтореннях досліду [35, 36].

5. Кількість і масу бульбочок на кореневій системі рослин сої визначали шляхом обліку бульбочок і визначення їх маси із застосуванням методичних підходів, описаних у виданні «Експериментальна ґрунтова мікробіологія» [37].

6. Фотосинтетичну діяльність рослин сої оцінювали за показниками площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу посіву та чистої продуктивності фотосинтезу. Для зіставлення методичних підходів

використовували українську працю з методів біологічних досліджень [38] та дослідження О. В. Мостипан і М. Б. Грабовського, присвячене фотосинтетичним показникам посівів сої [40].

Площу листкової поверхні розраховували за формулою [41]:

$$S=Д\times Ш\times К,$$

де Д – довжина листка;

Ш – ширина листка в найширшому місці;

К – перевідний коефіцієнт (0,67 чи 0,74).

Фотосинтетичний потенціал посівів (ФП) визначали розрахунковим методом за показниками площі листкової поверхні рослин сої на початку та наприкінці облікового періоду з урахуванням його тривалості [42]:

$$ФП=(Л_1+Л_2)/(2\times1000)\times Т,$$

де $Л_1,Л_2$ – площа листкової поверхні в певні фази розвитку, тис.м^2/га;

$Т$ – тривалість міжфазного періоду, доба.

Чисту продуктивність фотосинтезу вираховували за формулою:

$$ЧПФ=2(В_1-В_2)/n(Л_1+Л_2),$$

де *ЧПФ* – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м^3 за добу; $В_1,В_2$ – маса рослин на початку і в кінці облікового періоду, м^2; n – кількість днів за період.

7. Фактичну врожайність насіння сої визначали методом суцільного збирання врожаю з кожної облікової ділянки. Аналіз структури врожаю проводили за пробними снопами, відібраними з дослідних ділянок [43].

8. Вміст білка визначали за методом Кельдаля, вміст олії – за обезводненим залишком шляхом екстрагування ефіром в апараті Сокслета.

9. Статистичне опрацювання результатів досліджень здійснювали із застосуванням методів дисперсійного та кореляційного аналізу. Достовірність відмінностей між досліджуваними варіантами оцінювали за результатами дисперсійного аналізу з визначенням найменшої істотної різниці ($НІР_{05}$). Для встановлення характеру та тісноти взаємозв'язків між досліджуваними показниками використовували кореляційний аналіз. Оптимальні значення

досліджуваних факторів визначали на основі математичного аналізу отриманих експериментальних даних [43, 44].

10. Економічну ефективність досліджуваних елементів вирощування культури проводили за методикою оцінки завершених наукових досліджень.

2.5. Об'єкт досліджень та особливості технології вирощування сої на дослідних ділянках

Об'єкт дослідження – процеси росту, розвитку та формування продуктивності сої сорту Моравія залежно від елементів технології вирощування.

У межах проведених досліджень основну увагу приділяли вивченню особливостей росту й розвитку рослин сої, формування елементів структури врожаю та реалізації продуктивного потенціалу сорту залежно від строків сівби і глибини загортання насіння. Визначення впливу зазначених технологічних чинників на формування врожайності культури здійснювали з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов проведення досліджень.

Для проведення польових дослідів було використано середньостиглий сорт сої Моравія, який за своїми біологічними та господарсько-цінними ознаками є придатним для вирощування в умовах Лісостепу України.

Характеристика сорту сої, що використовувалась в досліді.

Сорт Моравія. Середньостиглий сорт, в умовах Київської області достигає за 120-135 днів.

Сорт сої культурної канадської селекції, оригінатор (заявник) – *Semences Prograin Inc.* Сорт зареєстрований в Україні у 2011 році та рекомендований для вирощування в умовах Лісостепу і Степу України. За напрямом використання сорт зерновий, за якістю насіння – середньоолійний. Належить до середньостиглої групи.

Рослини сорту характеризуються проміжним типом розвитку та напівстиснутою формою куща. Антоціанове забарвлення гіпокотиля відсутнє.

Ступінь завивання стебла відсутній або дуже слабкий. Рослини мають жовто-коричневе опушення. Листки помірно темно-зеленого забарвлення, зі слабкою або відсутньою пухирчастістю. Середній листочок малий, овальної форми із загостреною верхівкою. Квітки фіолетового забарвлення.

Боби короткі, вузькі, слабкозігнуті, світлого забарвлення. Насіння овальної форми, оболонка та рубчик жовтого забарвлення. Маса 1000 насінин становить близько 215–225 г, вміст протеїну – близько 41 %. За виробничою характеристикою висота рослин може становити близько 100–115 см.

Сорт характеризується високою та стабільною продуктивністю, стійкістю рослин до полягання та придатністю до механізованого збирання. Добре переносить загущення посівів і найбільш повно реалізує потенціал продуктивності на родючих та удобрених ґрунтах. Насіння характеризується високими товарними показниками та жовтим забарвленням ядра.

Сорт є придатним для вирощування у ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу України та може використовуватися як середньостиглий сорт при проведенні досліджень з удосконалення елементів технології вирощування сої.

Технологія вирощування сої згідно із схемою дослідів була загальноприйнятою для зони Лісостепу, спрямована на знищення бур’янів, накопичення вологи та вирівнювання поверхні ґрунту.

Лущення стерні проводили після збирання зерна попередника – озимої пшениці, а в осінній період проводили основний обробіток ґрунту – оранку на зяб на глибину 30 см плугом ПН-5-35.

При настанні фізичної стиглості ґрунту, навесні, проводили закриття вологи боронами БЗСС-1.

В досліді передпосівний обробіток ґрунту складався з культивації на глибину сівби насіння комбінованим ґрунтообробним агрегатом «Борекс» в агрегаті з трактором ХТЗ-121 з наступною сівбою. Сівбу насіння сої виконували порційною сівалкою СКС 4-10 з подальшим врахуванням густоти стояння рослин, 400 тис.шт./га. Сівбу у всі наступні строки здійснювали аналогічно першому строку. Збирали сою комбайном Сампо 500.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння на польову схожість, ріст і розвиток рослин сої

Вегетаційний період сої охоплює проміжок часу від появи сходів до настання повної стиглості насіння. У процесі росту й розвитку рослини проходять послідовні фенологічні фази, тривалість яких залежить від генетичних особливостей сорту, температурного режиму, фотоперіоду та умов вологозабезпечення. Фізіологічна стиглість насіння характеризується завершенням накопичення сухої речовини, після чого відбувається поступове зниження його вологості [46].

Визначаючи оптимальні строки сівби сої, необхідно враховувати інтенсивність підвищення температури повітря та ґрунту навесні, ймовірність частих заморозків, особливості погодних умов і біологічні властивості вирощуваних сортів. Тривалість вегетаційного періоду має важливе агротехнологічне значення, оскільки соя є теплолюбною культурою, а вплив низьких температур на початкових етапах розвитку та в період достигання насіння може негативно позначатися на формуванні продуктивності рослин [47].

Проведені фенологічні спостереження засвідчили, що строки сівби впливали на тривалість міжфазних періодів росту й розвитку рослин сої сорту Моравія. Особливості проходження основних фенологічних фаз визначалися строками проведення сівби та погодними умовами років досліджень.

Проростання насіння є одним із важливих етапів онтогенезу рослин, перебіг якого значною мірою залежить від комплексу ґрунтово-кліматичних чинників. За результатами досліджень J. R. Lamichhane та співавторів [53], динаміка появи сходів сої залежить від взаємодії генотипу, строків сівби та умов навколишнього середовища. Несприятливі температурні умови можуть уповільнювати проростання насіння, затримувати появу сходів і впливати на подальший розвиток рослин.

Тривалість основних фенологічних фаз розвитку сої значною мірою залежить від температурного режиму, фотоперіоду та строків сівби [50]. Важливим чинником також є вологозабезпечення рослин, яке впливає на інтенсивність їхнього росту й розвитку [52].

Упродовж 2025–2026 рр. було досліджено особливості проходження основних фенологічних фаз розвитку рослин сої сорту Моравія залежно від строків сівби в умовах Правобережного Лісостепу України (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Тривалість міжфазних періодів розвитку рослин сої сорту Моравія залежно від строків сівби, днів, по роках

Строки сівби	Роки	Сівба-повні сходи	Повні сходи – початок цвітіння	Початок цвітіння – кінець цвітіння	Кінець цвітіння – повна стиглість	Сходи – повна стиглість
I	2025	19	43	37	56	136
	2026	23	45	39	54	138
	середнє за 2 роки	21	44	38	55	137
II (конт.)	2025	11	40	30	53	123
	2026	17	42	32	51	125
	середнє за 2 роки	14	41	31	52	124
III	2025	7	38	27	52	117
	2026	9	40	31	48	119
	середнє за 2 роки	8	39	29	50	118
IV	2025	8	35	29	50	114
	2026	12	41	29	48	118
	середнє за 2 роки	10	38	29	49	116

Аналіз результатів фенологічних спостережень упродовж 2025–2026 рр. показав, що тривалість міжфазних періодів розвитку рослин сої сорту Моравія змінювалася залежно від строків сівби. Найбільші відмінності між досліджуваними варіантами спостерігалися на початкових етапах росту й розвитку рослин.

Найдовший період «сівба – повні сходи» встановлено за максимально раннього (першого) строку сівби, тривалість якого в середньому за два роки становила 21 добу. За контрольного (другого) строку сівби цей показник скорочувався до 14 діб, за третього – до 8, а за четвертого – до 10 діб. Отже, найшвидша поява повних сходів спостерігалася за третього строку сівби, коли тривалість зазначеного періоду була на 13 діб меншою порівняно з максимально ранньою сівбою та на 6 діб меншою від контрольного варіанта.

Виявлені відмінності могли бути зумовлені особливостями температурного режиму ґрунту в період проростання насіння. За максимально ранньої сівби початкові етапи розвитку рослин відбувалися за нижчих температур, що могло уповільнювати проростання насіння та появу сходів. За пізніших строків сівби підвищення температури ґрунту, ймовірно, сприяло прискоренню проходження цього періоду. Водночас деяке збільшення його тривалості за четвертого строку сівби порівняно з третім могло бути пов'язане з особливостями вологозабезпечення посівного шару ґрунту.

Тривалість міжфазного періоду «повні сходи – початок цвітіння» також змінювалася залежно від строків сівби. Найбільше значення цього показника встановлено за першого строку сівби – 44 доби в середньому за 2025–2026 рр. За контрольного варіанта тривалість зазначеного періоду становила 41 добу, тоді як за третього та четвертого строків сівби – відповідно 39 і 38 діб. Таким чином, перенесення сівби на пізніші строки супроводжувалося скороченням періоду від появи повних сходів до початку цвітіння на 3–6 діб порівняно з максимально раннім строком.

Подібна закономірність простежувалася і для періоду «початок цвітіння – кінець цвітіння». За першого строку сівби його середня тривалість становила

38 діб, що на 7 діб перевищувало відповідний показник контрольного варіанта. За третього та четвертого строків сівби цей період тривав у середньому 29 діб, тобто був на 9 діб коротшим порівняно з максимально ранньою сівбою. Це свідчить про зміну тривалості генеративного розвитку рослин залежно від строків проведення сівби.

Менш виражені відмінності встановлено для міжфазного періоду «кінець цвітіння – повна стиглість». За максимально раннього строку сівби його середня тривалість становила 55 діб, за контрольного – 52, третього – 50, а четвертого – 49 діб. Отже, перенесення строків сівби на пізніший період супроводжувалося поступовим скороченням тривалості завершального етапу розвитку рослин на 3–6 діб порівняно з першим строком сівби.

Установлені закономірності проходження міжфазних періодів позначилися на загальній тривалості періоду «сходи – повна стиглість». Найбільше значення цього показника спостерігалося за максимально раннього строку сівби – 137 діб у середньому за два роки, зокрема 136 діб у 2025 р. та 138 діб у 2026 р. За контрольного строку сівби тривалість зазначеного періоду становила 124 доби, що на 13 діб менше порівняно з першим варіантом. За третього строку сівби цей показник скорочувався до 118 діб, а за четвертого – до 116 діб, що відповідно на 6 і 8 діб менше від контролю.

Порівняння результатів за роками досліджень показало, що у 2026 р. тривалість періоду «сходи – повна стиглість» за всіма досліджуваними строками сівби була на 2–4 доби більшою, ніж у 2025 р. Це вказує на певний вплив погодних умов років досліджень на темпи росту й розвитку рослин сої.

Результати досліджень засвідчили, що строки сівби є важливим чинником формування тривалості міжфазних періодів розвитку сої сорту Моравія в умовах Правобережного Лісостепу України. Найдовший період від появи сходів до повної стиглості встановлено за максимально раннього строку сівби – 137 діб, тоді як найкоротший – за четвертого строку сівби – 116 діб. Різниця між цими варіантами становила 21 добу. Водночас найкоротший період від сівби до появи

повних сходів спостерігався за третього строку сівби, що свідчить про неоднакову реакцію рослин сої на строки сівби на різних етапах онтогенезу.

Важливими агротехнічними чинниками, що визначають умови проростання насіння сої та тривалість періоду появи сходів, є строки сівби й глибина загортання насіння. Раціональний вибір цих параметрів сприяє формуванню дружних і рівномірних сходів, забезпеченню оптимальної густоти стояння рослин та створенню сприятливих передумов для реалізації продуктивного потенціалу культури.

Польова схожість насіння значною мірою залежить від температурного режиму, вологості посівного шару ґрунту та глибини загортання насіння. За результатами проведених досліджень встановлено, що строки сівби та глибина загортання насіння впливали на показники польової схожості сої сорту Моравія (табл. 3.2).

Результати досліджень свідчать, що польова схожість насіння сої сорту Моравія змінювалася залежно від строків сівби та глибини загортання насіння. Найнижчі середні показники за роки досліджень встановлено за максимально раннього (I) строку сівби. За глибини загортання насіння 2–3 см польова схожість становила 49,5 %, 4–5 см – 47,5 %, а 6–7 см – 46,0 %. У середньому за всіма досліджуваними глибинами цей показник становив 47,7 %.

За контрольного (II) строку сівби спостерігалося підвищення польової схожості насіння порівняно з максимально ранньою сівбою. Найвищий показник у межах цього строку встановлено за глибини загортання 2–3 см – 58,5 %. Зі збільшенням глибини до 4–5 та 6–7 см польова схожість знижувалася відповідно до 53,5 і 51,0 %. У середньому за трьома глибинами загортання насіння польова схожість за контрольного строку сівби становила 54,3 %, що на 6,6 відсоткового пункта перевищувало показник першого строку.

Таблиця 3.2

Польова схожість насіння сої сорту Моравія залежно від строків сівби і глибини загортання насіння, %

Строки сівби	Глибина загортання насіння, см	Польова схожість насіння, %		
		2025 рік	2026 рік	середнє за 2 роки
I	2-3	49,0	50,0	49,5
	4-5	47,0	48,0	47,5
	6-7	46,0	46,0	46,0
II (конт.)	2-3	58,0	59,0	58,5
	4-5	54,0	53,0	53,5
	6-7	50,0	52,0	51,0
III	2-3	69,0	72,0	70,5
	4-5	67,0	69,0	68,0
	6-7	60,0	62,0	61,0
IV	2-3	52,0	54,0	53
	4-5	47,0	50,0	48,5
	6-7	46,0	42,0	44,0

За контрольного (II) строку сівби спостерігалося підвищення польової схожості насіння порівняно з максимально ранньою сівбою. Найвищий показник у межах цього строку встановлено за глибини загортання 2–3 см – 58,5 %. Зі збільшенням глибини до 4–5 та 6–7 см польова схожість знижувалася відповідно до 53,5 і 51,0 %. У середньому за трьома глибинами загортання насіння польова схожість за контрольного строку сівби становила 54,3 %, що на 6,6 відсоткового пункта перевищувало показник першого строку.

Найсприятливіші умови для появи сходів сформувалися за третього строку сівби, коли температура ґрунту на глибині 10 см становила близько 12 °С. За цього строку польова схожість насіння досягала найвищих значень за всіма досліджуваними глибинами загортання. Зокрема, за глибини 2–3 см вона становила 70,5 %, 4–5 см – 68,0 %, а 6–7 см – 61,0 %. Середній показник за третього строку сівби становив 66,5 %, що на 12,2 відсоткового пункта

перевищувало контрольний варіант та на 18,8 відсоткового пункта – максимально ранній строк сівби.

Подальше перенесення сівби на пізніший (IV) строк супроводжувалося зниженням польової схожості насіння. За глибини загортання 2–3 см її середнє значення становило 53,0 %, за 4–5 см – 48,5 %, а за 6–7 см – 44,0 %. У середньому за всіма глибинами загортання польова схожість за четвертого строку сівби становила 48,5 %, що на 18,0 відсоткового пункта менше порівняно з третім строком. Таке зниження могло бути пов'язане з погіршенням вологозабезпечення посівного шару ґрунту внаслідок зміщення строків сівби на пізніший період.

Порівняння результатів за роками досліджень показало певну мінливість польової схожості насіння залежно від погодних умов. У більшості варіантів досліду показники 2026 р. були дещо вищими порівняно з 2025 р. Найбільшу різницю між роками встановлено за четвертого строку сівби та глибини загортання 6–7 см, де польова схожість зменшилася з 46,0 % у 2025 р. до 42,0 % у 2026 р. Це свідчить про неоднакову реакцію насіння на умови проростання за різного поєднання досліджуваних чинників.

Окремий аналіз впливу глибини загортання насіння засвідчив, що найвищі показники польової схожості в середньому за всіма строками сівби формувалися за глибини 2–3 см – 57,9 %. За збільшення глибини загортання до 4–5 см цей показник знижувався до 54,4 %, а за 6–7 см – до 50,5 %. Отже, збільшення глибини загортання насіння супроводжувалося послідовним зниженням польової схожості за всіх досліджуваних строків сівби.

Найбільшу різницю між крайніми варіантами глибини загортання насіння встановлено за третього строку сівби – 9,5 відсоткового пункта, тоді як за першого строку вона становила 3,5, другого – 7,5, а четвертого – 9,0 відсоткового пункта.

Таким чином, результати досліджень свідчать, що найвищу польову схожість насіння сої сорту Моравія забезпечував третій строк сівби за глибини загортання 2–3 см. За цього поєднання чинників показник становив 70,5 %, що

на 12,0 відсоткового пункта перевищувало відповідний варіант контрольного строку сівби.

Формування польової схожості насіння сої тісно пов'язане з особливостями його проростання та тривалістю періоду від сівби до появи повних сходів. Швидкість проходження цього етапу визначається сукупною дією температурного режиму, вологості посівного шару ґрунту та глибини розміщення насіння. З огляду на це було проаналізовано тривалість періоду «сівба – повні сходи» залежно від строків сівби та глибини загортання насіння сої сорту Моравія (рис. 3.1).

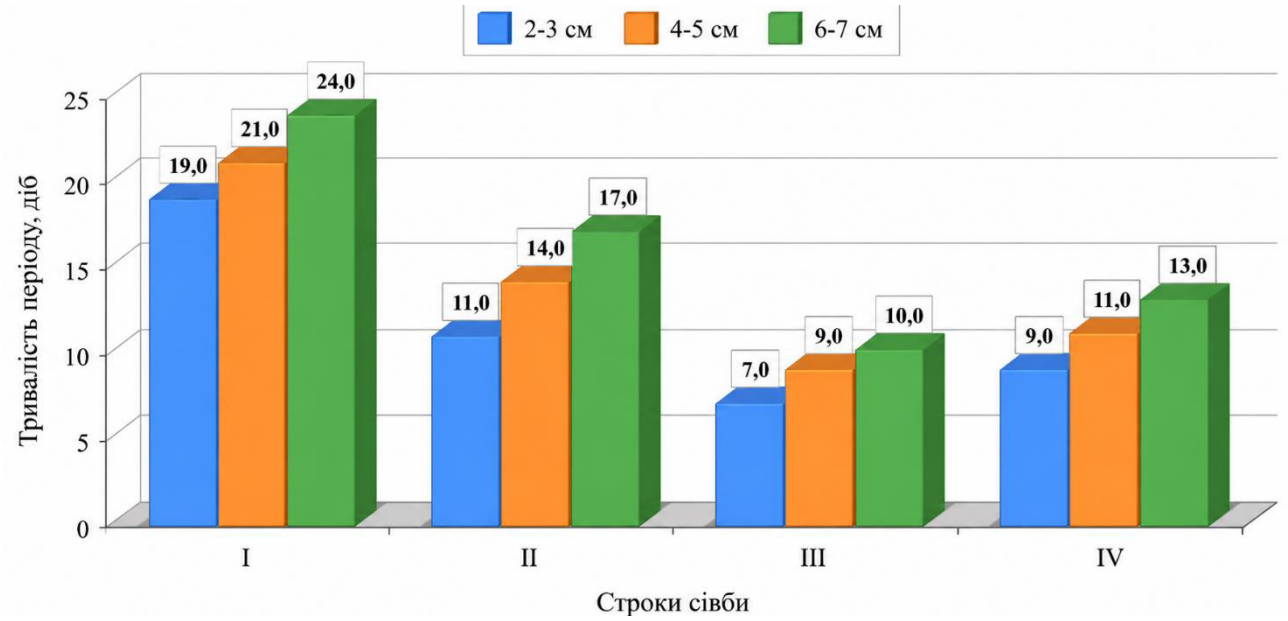


Рис. 3.1. **Тривалість періоду сівба – повні сходи залежно від строку сівби та глибини загортання насіння**, середнє за 2025-2026 рр.

Аналіз тривалості періоду «сівба – повні сходи» показав, що строки сівби та глибина загортання насіння впливали на швидкість появи сходів сої сорту Моравія. Найдовший період від сівби до повних сходів спостерігався за максимально раннього (I) строку сівби. Залежно від глибини загортання насіння його тривалість становила від 19 до 23 діб. Найбільше значення цього показника встановлено за глибини загортання 6–7 см – 23 доби, тоді як за 2–3 см сходи з'являлися на 4 доби раніше.

За контрольного (II) строку сівби тривалість періоду «сівба – повні сходи» скорочувалася порівняно з максимально ранньою сівбою. За глибини загортання насіння 2–3 см вона становила 11 діб, 4–5 см – 14, а 6–7 см – 17 діб. Отже, збільшення глибини загортання насіння від 2–3 до 6–7 см супроводжувалося подовженням зазначеного періоду на 6 діб.

Найкоротший період від сівби до появи повних сходів встановлено за третього строку сівби. За глибини загортання насіння 2–3 см його тривалість становила 7 діб, 4–5 см – 8, а 6–7 см – 9 діб. Таким чином, за третього строку сівби сходи з'являлися на 4–8 діб раніше порівняно з відповідними варіантами контрольного строку.

За четвертого строку сівби спостерігалося незначне збільшення тривалості періоду «сівба – повні сходи» порівняно з третім строком. Залежно від глибини загортання насіння цей показник становив 8–12 діб. Найшвидше сходи з'являлися за глибини 2–3 см – через 8 діб, тоді як за глибини 6–7 см тривалість зазначеного періоду збільшувалася до 12 діб.

Установлено, що за всіх досліджуваних строків сівби збільшення глибини загортання насіння супроводжувалося подовженням періоду до появи повних сходів. Найбільшу різницю між крайніми варіантами глибини загортання встановлено за контрольного строку сівби – 6 діб, тоді як за першого та четвертого строків вона становила 4 доби, а за третього – 2 доби.

Виявлені закономірності можуть бути пов'язані з відмінностями температурного режиму та вологозабезпечення ґрунту за різних строків сівби. За максимально ранньої сівби нижчі температури могли уповільнювати проростання насіння, тоді як за третього строку сівби формувалися сприятливіші умови для прискореного проходження початкових етапів розвитку рослин. Водночас збільшення глибини загортання насіння могло подовжувати час, необхідний для появи проростків на поверхні ґрунту.

Найкоротшу тривалість періоду «сівба – повні сходи» сої сорту Моравія встановлено за третього строку сівби та глибини загортання насіння 2–3 см – 7 діб. За цього самого поєднання досліджуваних чинників спостерігалася і найвища

польова схожість насіння – 70,5 %. Це свідчить про сприятливе поєднання умов для проростання насіння та формування сходів за зазначеного варіанта досліду.

3.2. Формування біометричних показників рослин сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння

Одним із важливих морфометричних показників, що характеризують ріст і розвиток рослин сої, є висота стебла, яка змінюється протягом вегетаційного періоду залежно від умов вирощування та впливу агротехнічних чинників. Цей показник значною мірою визначає архітектоніку посівів, формування листкового апарату, освітленість нижніх ярусів листків і фітосанітарний стан агроценозу.

Інтенсивність росту стебла сої залежить від сортових особливостей, погодних умов та елементів технології вирощування. Особливе значення мають строки сівби й глибина загортання насіння, які впливають на початковий розвиток рослин і подальшу динаміку їх росту.

Встановлено, що висота рослин сої сорту Моравія залежала від строків сівби та глибини загортання насіння. Найвищі показники формувалися за другого та третього строків сівби й становили відповідно 69,6 і 71,1 см (рис. 3.2).

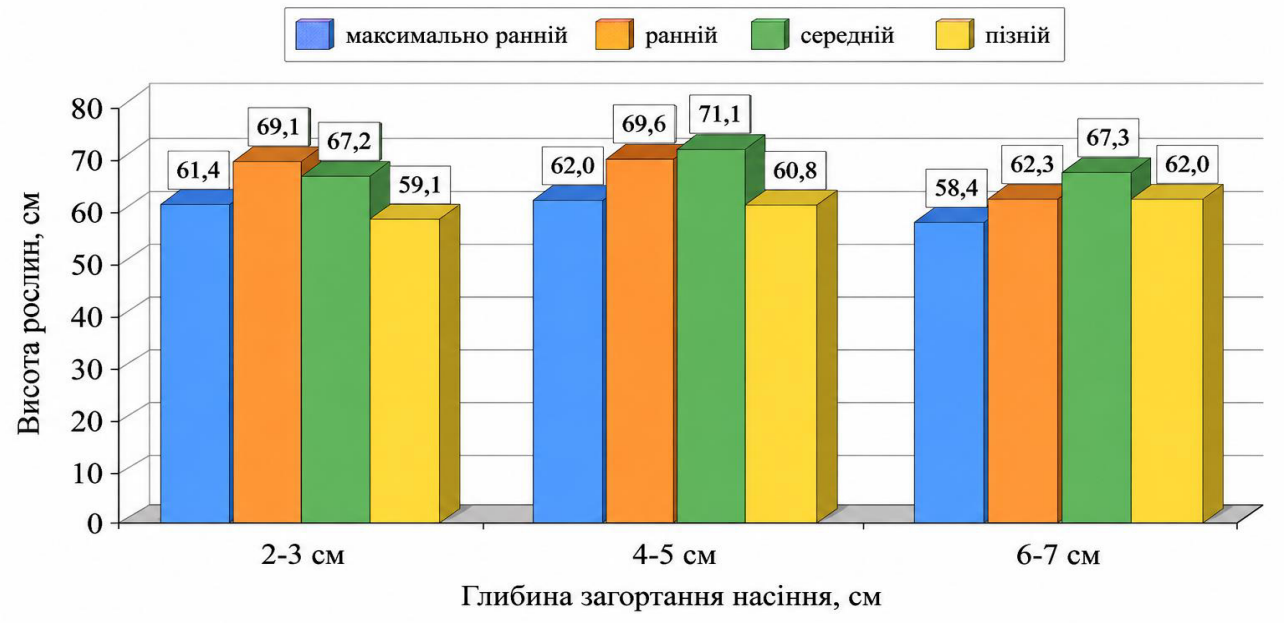


Рис. 3.2. **Висота рослин сої сорту Моравія залежно від строку сівби та глибини загортання насіння**, середнє за 2025-2026 рр.

За максимально раннього та пізнього строків сівби спостерігалося зменшення висоти рослин сої сорту Моравія до 58,4 і 59,1 см відповідно. Водночас вплив глибини загортання насіння на цей показник був менш вираженим порівняно зі строками сівби. У межах одного строку сівби відмінності за висотою рослин залежно від глибини загортання насіння були незначними. Найвищі рослини переважно формувалися за глибини загортання 4–5 см, тоді як за максимально раннього та пізнього строків сівби збільшення глибини загортання супроводжувалося певним зниженням їхньої висоти.

Однією з важливих господарсько-цінних ознак сої є висота прикріплення нижніх бобів, яка безпосередньо впливає на технологічність збирання врожаю. Низьке розміщення бобів ускладнює їх повне зрізування жаткою комбайна та може спричиняти втрати насіння. За результатами досліджень P. Goufo та співавторів [54], висота прикріплення нижніх бобів залежить від біологічних особливостей сорту, густоти стояння рослин та умов формування стебла.

Поряд із генетичними особливостями рослин важливе значення мають агротехнічні чинники вирощування. Дослідження, присвячені впливу строків сівби та густоти посівів, підтверджують можливість зміни висоти прикріплення перших бобів залежно від умов вирощування [55]. Отже, раціональний добір елементів технології вирощування сої має важливе значення для формування морфологічних ознак рослин, які визначають придатність посівів до механізованого збирання врожаю.

Результати досліджень щодо впливу строків сівби та глибини загортання насіння на висоту прикріплення нижніх бобів сої сорту Моравія наведено в таблиці 3.3.

Дослідження показали, що за всіх строків сівби збільшення глибини загортання насіння супроводжувалося зменшенням висоти прикріплення нижніх бобів. Найвищі значення цього показника формувалися за глибини загортання насіння 2–3 см, тоді як за 6–7 см спостерігалося його зниження.

Таблиця 3.3

Висота прикріплення нижніх бобів у рослин сої сорту Моравія залежно від строків сівби і глибини загортання насіння, см, по роках

Строки сівби	Глибина загортання насіння, см	Висота прикріплення нижніх бобів, см		
		2025 рік	2026 рік	середнє за 2 роки
I	2-3	5,0	6,0	5,50
	4-5	4,6	5,9	5,25
	6-7	4,4	5,6	5,00
II (конт.)	2-3	5,3	6,6	5,95
	4-5	5,1	6,3	5,70
	6-7	4,9	6,0	5,45
III	2-3	5,7	6,9	6,30
	4-5	5,5	6,5	6,00
	6-7	5,3	6,4	5,85
IV	2-3	5,5	6,6	6,05
	4-5	5,2	6,3	5,75
	6-7	4,8	6,2	5,50

Максимальну висоту прикріплення нижніх бобів у середньому за 2025–2026 рр. встановлено за третього строку сівби, коли температура ґрунту на глибині 10 см становила 12 °С, та глибини загортання насіння 2–3 см – 6,30 см. За збільшення глибини загортання до 4–5 і 6–7 см цей показник знижувався відповідно до 6,00 та 5,85 см. Найнижче значення висоти прикріплення нижніх бобів відмічено за максимально раннього строку сівби та глибини загортання насіння 6–7 см – 5,00 см.

Порівняння результатів за роками досліджень засвідчило, що у 2026 р. висота прикріплення нижніх бобів була вищою, ніж у 2025 р., за всіма варіантами досліду. Отже, найбільш сприятливе поєднання досліджуваних чинників для формування вищого прикріплення нижніх бобів сої сорту Моравія встановлено за третього строку сівби та глибини загортання насіння 2–3 см.

3.3. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин сої сорту Моравія

Формування врожайності сої значною мірою визначається розвитком асиміляційної поверхні та ефективністю використання рослинами сонячної енергії. Площа листкової поверхні, просторове розміщення листків і ступінь освітленості різних ярусів посіву впливають на інтенсивність фотосинтетичних процесів. Сучасні дослідження підтверджують взаємозв'язок між індексом листкової поверхні, перехопленням світла та продуктивністю сої [56].

Важливим завданням удосконалення технології вирощування культури є створення посівів із раціональною архітектонікою, що забезпечує ефективне використання фотосинтетично активної радіації. Дослідження П. Андрусика й О. Цюка свідчать, що формування листкової поверхні та фотосинтетична діяльність сої залежать від параметрів посіву, зокрема норми висіву й ширини міжрядь [57]. Водночас надмірний розвиток листкового апарату не обов'язково забезпечує пропорційне зростання продуктивності, оскільки взаємне затінення обмежує освітленість нижніх ярусів рослин [56].

Власні дослідження, проведені у 2025–2026 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України, засвідчили відмінності у формуванні площі листкової поверхні сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Площа листкової поверхні рослин сої залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, тис.м^2/га, 2025-2026 рр.

Строки сівби	Глибина загортання насіння, см			
	2-3	4-5	6-7	середнє
I	41,5	41,2	41,1	41,3
II (конт.)	42,0	41,9	41,7	41,9
III	45,7	44,1	43,5	44,4
IV	36,5	36,8	37,1	36,8
$НІР_{0,05}$	А-1,49; В-1,28; АВ-2,57			

Найбільшу середню площу листкової поверхні сформували рослини за III строку сівби – 44,4 тис. м²/га. За II (контрольного) строку цей показник становив 41,9 тис. м²/га, за I – 41,3 тис. м²/га, а за IV – 36,8 тис. м²/га. Отже, порівняно з контролем площа листкової поверхні за III строку була більшою приблизно на 2,6 тис. м²/га, тоді як за IV – меншою на 5,1 тис. м²/га.

Вплив глибини загортання насіння залежав від строку сівби. За I–III строків найбільші значення спостерігали за загортання на 2–3 см: відповідно 41,5; 42,0 і 45,7 тис. м²/га. За IV строку, навпаки, площа листкової поверхні дещо збільшувалася зі зростанням глибини загортання: від 36,5 тис. м²/га за 2–3 см до 37,1 тис. м²/га за 6–7 см. Максимальне значення серед усіх варіантів досліду – 45,7 тис. м²/га – зафіксовано за III строку сівби та глибини 2–3 см. Дані таблиці характеризують наведений обліковий період; динаміку площі листків упродовж усієї вегетації без додаткових вимірювань оцінити неможливо.

Важливою характеристикою роботи асиміляційного апарату є фотосинтетичний потенціал посіву, який враховує не лише площу листків, а й тривалість їх функціонування. За даними А. В. Холодної та Я. В. Грицюка, фотосинтетична діяльність сої змінюється залежно від технологічних заходів вирощування та фази розвитку рослин [58]. Вплив строків сівби на формування листкового апарату також підтверджено в дослідженнях L. S. Leolato та співавторів [59].

Результати визначення фотосинтетичного потенціалу посівів сої сорту Моравія за досліджуваними варіантами наведено в таблиці 3.5.

Найвищий середній фотосинтетичний потенціал сформувався за II (контрольного) строку сівби – 1,993 млн м²·діб/га. За III строку він становив 1,983 млн м²·діб/га, за I – 1,972 млн м²·діб/га, а за IV – 1,961 млн м²·діб/га. Найвище значення серед окремих комбінацій чинників – 2,013 млн м²·діб/га – встановлено за II строку та глибини загортання насіння 2–3 см.

Таблиця 3.5

Фотосинтетичний потенціал посівів сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, млн. м^2 днів/га, 2025-2026 рр.

Строки сівби	Фотосинтетичний потенціал			
	Глибина загортання насіння, см			
	2-3	4-5	6-7	середнє
I	1,990	1,969	1,956	1,972
II (конт.)	2,013	1,990	1,975	1,993
III	2,008	1,975	1,966	1,983
IV	1,994	1,954	1,934	1,961
$НІР_{0,05}$	A-0,02; B-0,03; AB-0,05			

За всіх строків сівби зі збільшенням глибини загортання від 2–3 до 6–7 см фотосинтетичний потенціал знижувався. Різниця між зазначеними глибинами становила 0,034 млн м²·діб/га за I строку, 0,038 – за II, 0,042 – за III та 0,060 млн м²·діб/га – за IV строку. Таким чином, для цього показника найсприятливішим серед досліджуваних варіантів виявилося загортання насіння на 2–3 см.

Поряд із площею листкової поверхні та фотосинтетичним потенціалом важливе значення має чиста продуктивність фотосинтезу, яка характеризує приріст сухої речовини в розрахунку на одиницю площі листків за одиницю часу. Її величина змінюється протягом онтогенезу залежно від інтенсивності асиміляційних процесів, формування біомаси та умов вирощування. Відомості про роль структури посіву у формуванні фотосинтетичної ефективності сої наведено в сучасних дослідженнях [56, 57].

У наших дослідженнях чисту продуктивність фотосинтезу визначали для трьох міжфазних періодів (табл. 3.6).

Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу в усіх варіантах досліду спостерігали в період від повних сходів до початку цвітіння: 3,27–3,49 г/м² за добу. У період від початку до кінця цвітіння цей показник знижувався

до 1,92–2,04 г/м² за добу, а від кінця цвітіння до повного наливу насіння знову зростав до 2,74–3,08 г/м² за добу.

Таблиця 3.6

Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу сої залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, г/м^2 за добу, 2025-2026 рр.

Строки сівби	Глибина загортання насіння, см	Фази росту і розвитку рослин		
		повні сходи-початок цвітіння	початок цвітіння-кінець цвітіння	кінець цвітіння-повний налив насіння
I	2-3	3,40	1,95	2,83
	4-5	3,33	1,93	2,79
	6-7	3,27	1,92	2,74
	середнє	3,33	1,93	2,79
II (контроль)	2-3	3,44	1,99	2,87
	4-5	3,39	1,96	2,86
	6-7	3,30	1,94	2,81
	середнє	3,38	1,96	2,85
III	2-3	3,44	2,01	3,01
	4-5	3,49	2,04	3,08
	6-7	3,40	1,98	2,97
	середнє	3,44	2,01	3,02
IV	2-3	3,42	1,95	2,84
	4-5	3,45	1,96	2,87
	6-7	3,46	1,96	2,86
	середнє	3,44	1,96	2,86
$НІР_{0,05}$		A – 0,03	A – 0,02	A – 0,04
		B – 0,04	B – 0,03	B – 0,03
		AB – 0,06	AB – 0,04	AB – 0,06

Максимальні значення в усіх трьох міжфазних періодах отримано за III строку сівби та глибини загортання насіння 4–5 см: відповідно 3,49; 2,04 і 3,08 г/м² за добу. У середньому за глибинами загортання III строк забезпечив найвищі значення у другому (2,01 г/м² за добу) і третьому (3,02 г/м² за добу)

міжфазних періодах. У першому періоді середні значення за III та IV строків були однаковими після округлення – по 3,44 г/м² за добу.

Вплив глибини загортання насіння на чисту продуктивність фотосинтезу був неоднаковим за строками сівби. За I та II строків найвищі показники в усіх міжфазних періодах отримано за глибини 2–3 см. Натомість за III строку перевагу мала глибина 4–5 см, а за IV строку в період від повних сходів до початку цвітіння найбільше значення (3,46 г/м² за добу) зафіксовано за глибини 6–7 см. Отже, твердження про універсальне зниження чистої продуктивності фотосинтезу зі збільшенням глибини загортання насіння не підтверджується отриманими даними.

Таким чином, строки сівби та глибина загортання насіння були пов’язані з відмінностями фотосинтетичної діяльності рослин сої сорту Моравія. Найбільшу площу листкової поверхні сформовано за III строку сівби та глибини 2–3 см (45,7 тис. м²/га), найбільший фотосинтетичний потенціал – за II строку та глибини 2–3 см (2,013 млн м²·діб/га), а найвищу чисту продуктивність фотосинтезу в усіх досліджуваних міжфазних періодах – за III строку та глибини 4–5 см. Визначати єдину оптимальну комбінацію чинників для врожайності доцільно лише з урахуванням фактичних показників урожаю та його статистичного аналізу.

3.4. Формування симбіотичного апарату рослин сої сорту Моравія залежно від досліджуваних факторів

У сучасних технологіях вирощування зернобобових культур важливе значення має використання біологічного азоту, що сприяє зменшенню потреби в мінеральних азотних добривах та підвищенню екологічної стійкості агровиробництва. Соя здатна забезпечувати значну частину потреби в азоті завдяки симбіотичній взаємодії з бульбочковими бактеріями, зокрема Bradyrhizobium japonicum. У процесі симбіозу мікроорганізми фіксують атмосферний азот, перетворюючи його на сполуки, доступні для використання рослинами.

Ефективність симбіотичної азотфіксації залежить від біологічних особливостей сорту, активності бульбочкових бактерій та ґрунтово-кліматичних умов. Важливими чинниками формування і функціонування бульбочок є реакція ґрунтового середовища, забезпеченість вологою, аерація ґрунту та доступність елементів мінерального живлення, насамперед фосфору. Дослідження A. Mirriam та J. Mugwe підтверджують важливу роль фосфорного живлення й інокуляції насіння бактеріями роду Bradyrhizobium у підвищенні ефективності біологічної азотфіксації та продуктивності сої [60].

Важливим технологічним заходом активізації симбіотичних процесів є передпосівна інокуляція насіння ефективними штамами бульбочкових бактерій. Водночас результативність цього заходу залежить від властивостей ґрунту, його мікробіологічної активності та умов вирощування культури. За даними D. Kiriziy та співавторів, недостатня вологозабезпеченість може істотно пригнічувати азотфіксувальну активність бульбочок сої, що свідчить про важливість оптимальних умов для функціонування бобово-ризобіального симбіозу [61].

У результаті проведених досліджень встановлено відмінності у формуванні кількості та маси бульбочок на кореневій системі рослин сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння. Найнижчі середні показники за 2025–2026 рр. спостерігалися за максимально раннього (I) строку сівби, коли кількість бульбочок становила 44 шт. на одну рослину, а їхня маса – 0,133 г сухої речовини на одну рослину.

За пізнього (IV) строку сівби ці показники були дещо вищими й становили відповідно 46 шт. та 0,144 г. Найінтенсивніше формування бульбочок відмічено за другого (контрольного) та третього строків сівби. У середньому за досліджуваними глибинами загортання насіння їхня кількість становила відповідно 57 і 58 шт. на одну рослину, а маса – 0,236 та 0,266 г сухої речовини.

Результати визначення кількості та маси бульбочок на кореневій системі сої сорту Моравія залежно від досліджуваних агротехнічних чинників наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Вплив строків сівби та глибини загортання насіння на формування бульбочок на кореневій системі сої сорту Моравія, середнє за 2025-2026 рр.

Строки сівби	Глибина загортання насіння, см	Кількість бульбочок, шт./на один корінь	Маса бульбочок, г сухої речовини на один корінь
I	2-3	40	0,125
	4-5	46	0,143
	6-7	45	0,130
	середнє	44	0,133
II (контр.)	2-3	52	0,217
	4-5	60	0,249
	6-7	58	0,242
	середнє	57	0,236
III	2-3	53	0,251
	4-5	62	0,290
	6-7	59	0,257
	середнє	58	0,266
IV	2-3	42	0,131
	4-5	49	0,153
	6-7	46	0,147
	середнє	46	0,144

Результати свідчать, що за всіх строків сівби найбільша кількість і маса бульбочок формувалися за глибини загортання насіння 4–5 см. За максимально раннього строку сівби їхня кількість становила 46 шт., а маса – 0,143 г сухої речовини на одну рослину. За контрольного строку ці показники збільшувалися до 60 шт. та 0,249 г відповідно.

Максимальні значення обох показників встановлено за третього строку сівби та глибини загортання насіння 4–5 см. За цього поєднання чинників кількість бульбочок становила 62 шт. на одну рослину, а їхня маса – 0,290 г сухої речовини. Порівняно з відповідним варіантом контрольного строку сівби кількість бульбочок була більшою на 2 шт., а маса – на 0,041 г.

За пізнього строку сівби найбільші значення також спостерігалися за глибини загортання насіння 4–5 см – 49 шт. та 0,153 г сухої речовини на одну рослину. Зменшення глибини до 2–3 см або її збільшення до 6–7 см переважно супроводжувалося зниженням досліджуваних показників.

За результатами досліджень найбільш сприятливим поєднанням строку сівби та глибини загортання насіння для формування бульбочок на кореневій системі сої сорту Моравія виявився третій строк сівби за глибини 4–5 см. Водночас кількість і маса бульбочок характеризують особливості розвитку симбіотичного апарату рослин, проте для безпосередньої оцінки інтенсивності біологічної азотфіксації необхідне визначення його функціональної активності.

3.5. Формування елементів структури врожаю та індивідуальної продуктивності рослин сої

Індивідуальна продуктивність рослин сої є комплексним показником, який формується внаслідок взаємодії генетичних особливостей сорту, умов навколишнього середовища та застосованих агротехнічних заходів. Основними елементами структури врожаю є кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі, маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин. Сукупність цих показників визначає потенціал насіннєвої продуктивності рослин і характеризує особливості реалізації біологічних можливостей сорту за конкретних умов вирощування.

Між окремими елементами структури врожаю існує тісний взаємозв’язок, однак збільшення одного з них не завжди супроводжується відповідним підвищенням урожайності. Це пояснюється можливістю компенсаційних змін між кількістю сформованих бобів, насінин та їхньою масою. Тому важливе значення має не лише максимальний розвиток окремих компонентів продуктивності, а й формування їх оптимального співвідношення, яке забезпечує ефективне використання рослинами наявних ресурсів.

Дослідження закономірностей формування генеративних органів сої має важливе теоретичне та практичне значення, оскільки дає змогу встановити

особливості реалізації продуктивного потенціалу культури за різних ґрунтово-кліматичних умов. Особливої актуальності набуває вивчення впливу технологічних чинників, здатних змінювати тривалість міжфазних періодів, інтенсивність ростових процесів і характер формування елементів структури врожаю.

Серед основних агротехнічних заходів, які можуть впливати на індивідуальну продуктивність рослин сої, важливе місце належить строкам сівби та глибині загортання насіння. Строки сівби та глибина загортання насіння є важливими агротехнічними чинниками, які впливають на особливості проростання насіння, формування дружних і рівномірних сходів, а також інтенсивність росту й розвитку рослин на початкових етапах вегетації. Поєднання цих чинників може позначатися на формуванні генеративних органів та кінцевій насіннєвій продуктивності.

Таким чином, оцінювання елементів структури врожаю дає змогу визначити особливості реакції сої сорту Моравія на досліджувані строки сівби та глибину загортання насіння, встановити найбільш сприятливі поєднання агротехнічних чинників і з’ясувати їхню роль у формуванні індивідуальної продуктивності рослин.

Аналіз особливостей формування елементів структури врожаю сої сорту Моравія засвідчив наявність відмінностей між досліджуваними варіантами залежно від строків сівби та глибини загортання насіння (табл. 3.8). Найбільш виражені зміни спостерігалися за кількістю вузлів, зокрема продуктивних, кількістю бобів і насінин на одній рослині. Це свідчить про неоднакову реакцію рослин на поєднання досліджуваних агротехнічних чинників.

Встановлено, що найбільша кількість бобів на одній рослині формувалася за третього строку сівби та глибини загортання насіння 4–5 см і становила 25,4 шт. За цього самого варіанта відмічено максимальну кількість вузлів – 15,1 шт., з яких 14,1 шт. були продуктивними, а також найбільшу кількість гілок – 1,9 шт. на рослину.

Водночас найбільшу кількість насінин на одній рослині – 47,1 шт. – отримано за третього строку сівби та глибини загортання насіння 2–3 см. За збільшення глибини до 4–5 см цей показник становив 45,0 шт., а за загортання насіння на 6–7 см зменшувався до 41,1 шт. Таким чином, найбільша кількість бобів не завжди супроводжувалася максимальною кількістю сформованих насінин, що вказує на відмінності у формуванні окремих компонентів індивідуальної продуктивності рослин.

Найнижчі середні показники кількості вузлів, продуктивних вузлів і бобів спостерігалися за максимально раннього (I) строку сівби. У середньому за досліджуваними глибинами загортання насіння на одній рослині формувалося 1,4 гілки, 11,8 вузла, з яких 10,7 були продуктивними, 19,4 боба та 35,3 насінини. Найменшу кількість насінин – 28,8 шт. на рослину – встановлено за поєднання першого строку сівби та глибини загортання насіння 6–7 см.

За другого (контрольного) строку сівби спостерігалося підвищення основних показників структури врожаю порівняно з максимально раннім строком. У середньому кількість вузлів становила 13,2 шт., зокрема 12,2 продуктивних, кількість бобів – 21,8 шт., а насінин – 42,7 шт. на одну рослину. Найбільшу кількість вузлів (14,7 шт.) і продуктивних вузлів (13,6 шт.) за цього строку сівби встановлено за глибини загортання насіння 2–3 см, тоді як найбільша кількість насінин (44,1 шт.) формувалася за глибини 4–5 см.

Найвищі середні показники більшості елементів структури врожаю встановлено за третього строку сівби. Кількість вузлів на одній рослині становила 14,4 шт., з яких 13,3 були продуктивними, кількість бобів – 23,9 шт., а насінин – 44,6 шт. Порівняно з контрольним строком сівби кількість бобів збільшувалася на 2,1 шт., а насінин – на 1,9 шт. на одну рослину.

За пізнього (IV) строку сівби відмічено зниження середніх показників структури врожаю порівняно з другим і третім строками. Кількість вузлів становила 12,6 шт., продуктивних вузлів – 10,8 шт., бобів – 21,3 шт., а насінин – 36,8 шт. на одну рослину.

За максимально раннього строку зі збільшенням глибини від 2–3 до 6–7 см спостерігалося послідовне зменшення кількості гілок, вузлів, бобів і насінин. Подібну тенденцію за другим строком сівби встановлено для кількості вузлів і бобів, тоді як найбільша кількість насінин формувалася за глибини 4–5 см.

Таблиця 3.8

Елементи структури врожаю сої сорту Моравія залежно від строків сівби і глибини загортання насіння, 2025-2026 рр.

Строки сівби	Глибина загортання насіння, см	В середньому на 1 рослині, шт.				
		гілок	вузлів		бобів	насінин
			всього	в т.ч. з бобами		
I	2-3	1,6	13,3	12,1	21,6	40,4
	4-5	1,5	11,9	10,6	19,4	36,7
	6-7	1,2	10,4	9,5	17,3	28,8
	середнє	1,4	11,8	10,7	19,4	35,3
II (контр.)	2-3	1,8	14,7	13,6	23,5	42,6
	4-5	1,8	13,2	12,4	21,8	44,1
	6-7	1,5	11,8	10,7	20,2	41,3
	середнє	1,7	13,2	12,2	21,8	42,7
III	2-3	1,7	14,5	13,4	22,5	47,1
	4-5	1,9	15,1	14,1	25,4	45,0
	6-7	1,5	13,7	12,4	23,7	41,1
	середнє	1,7	14,4	13,3	23,9	44,6
IV	2-3	1,3	11,7	10,2	19,6	33,4
	4-5	1,6	12,4	10,7	21,4	36,2
	6-7	1,7	13,8	11,5	22,9	40,8
	середнє	1,5	12,6	10,8	21,3	36,8
$НІР_{0,05}$		A-0,14	A-1,4	A-1,34	A-1,41	A-1,83
		B-0,12	B-1,21	B-1,16	B-1,22	B1,59
		AB-0,25	AB2,42	AB-2,32	AB-2,44	AB-3,18

За третього строку сівби оптимальні значення окремих показників припадали на різні глибини загортання насіння. Найбільшу кількість вузлів і бобів отримано за глибини 4–5 см, тоді як максимальну кількість насінин – за глибини 2–3 см. На відміну від попередніх строків, за пізнього строку сівби

збільшення глибини загортання насіння від 2–3 до 6–7 см супроводжувалося підвищенням кількості гілок, вузлів, бобів і насінин на рослині.

Результати досліджень свідчать, що формування елементів структури врожаю сої сорту Моравія залежало від строків сівби та глибини загортання насіння. Найсприятливіші умови для формування генеративних органів складалися за третього строку сівби та глибини загортання насіння 4–5 см.

Важливим показником індивідуальної продуктивності сої є маса насіння з однієї рослини, яка відображає взаємодію основних компонентів структури врожаю.

За результатами досліджень встановлено, що найбільша маса насіння з однієї рослини становила 8,3 та 8,1 г і формувалася за сприятливих поєднань раннього й середнього строків сівби з глибиною загортання насіння 2–3 та 4–5 см (рис. 3.3). Найнижче значення цього показника – 5,4 г – спостерігалося за пізнього строку сівби та глибини загортання насіння 2–3 см.

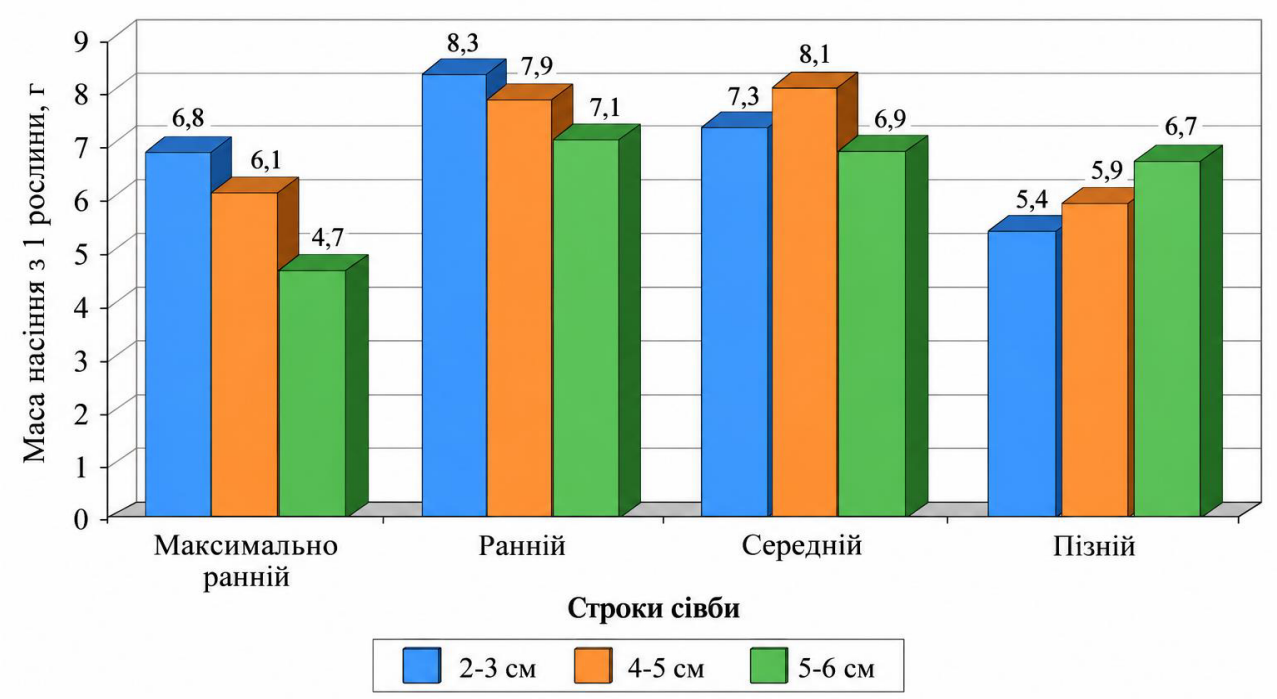


Рис. 3.3. **Маса насіння з 1 рослини сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння**, середнє за 2025-2026 рр.

Між роками досліджень спостерігалися відмінності у формуванні індивідуальної насіннєвої продуктивності. Сприятливіші умови 2025 року забезпечували вищу масу насіння з однієї рослини, тоді як підвищений температурний режим і недостатнє вологозабезпечення у 2026 році супроводжувалися зниженням цього показника. За наведеними результатами, зменшення маси насіння з однієї рослини становило близько 20 %.

Важливим елементом структури врожаю є також маса 1000 насінин, яка характеризує їхню крупність і виповненість та залежить від умов формування й наливу насіння (рис. 3.4).

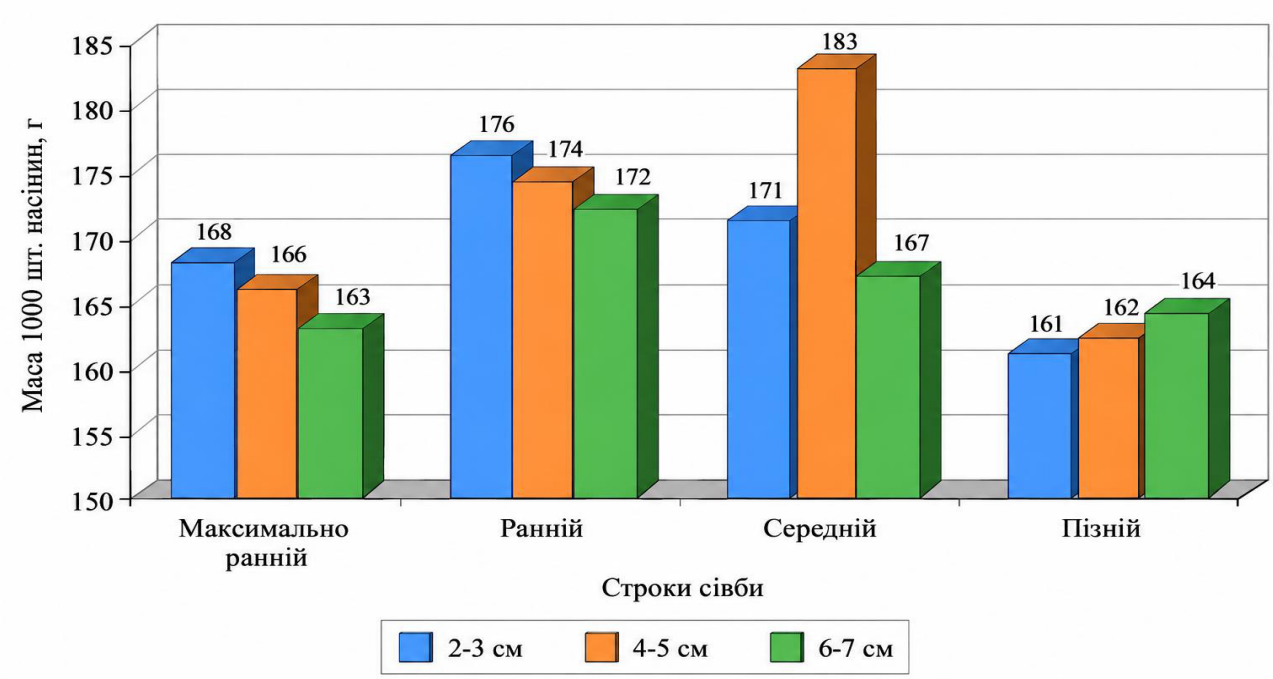


Рис. 3.4. **Маса 1000 насінин сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння**, середнє за 2025-2026 рр.

Середня маса 1000 шт. насінин становила 169,0 г в досліді. Максимальна маса 1000 шт. насінин – 183 г, була одержана за сівби, коли грунт на глибині 10 см прогріється до температури 12 °С та глибині загортання 4-5 см. Найнижче значення показника – 161 г відмічено у варіанті пізнього строку сівби та за глибини загортання насіння 2-3 см.

3.6. Урожайність сої залежно строків сівби та глибини загортання насіння

Урожайність сільськогосподарських культур відображає результат взаємодії генетичних особливостей рослин, ґрунтово-кліматичних умов та застосованих агротехнічних заходів. Ступінь реалізації продуктивного потенціалу сорту значною мірою визначається відповідністю технології вирощування його біологічним потребам та умовам навколишнього середовища. У зв'язку з цим оптимізація елементів технології вирощування сої має бути спрямована на створення сприятливих умов для росту й розвитку рослин, підвищення їхньої продуктивності та стійкості до несприятливих чинників середовища [66].

Дослідження проведені у 2025-2026 рр. показують, що максимальна врожайність насіння сої (2,04 та 2,07 т/га) була відмічена за сівби насіння в строк, коли грунт на глибині 10 см прогріється до температури 10 °С та за сівби за РТР в ґрунті 12 °С за глибини загортання насіння 4-5 см (табл. 3.9). Мінімальну продуктивність (1,54 т/га) зафіксовано на ділянках максимально раннього строку за глибини загортання насіння 6-7 см.

Результати проведених досліджень свідчать, що вплив глибини загортання насіння на формування врожайності сої змінювався залежно від строків сівби. За максимально раннього строку сівби найвищу врожайність насіння отримано за глибини загортання 2–3 см, тоді як у контрольному варіанті (II строк сівби) оптимальною виявилася глибина 4–5 см. Це свідчить про необхідність диференційованого підходу до вибору глибини загортання насіння з урахуванням строків сівби та умов проростання [67].

Аналіз середніх показників урожайності сої за 2025–2026 рр. засвідчив наявність певних закономірностей залежно від строків сівби. Найнижчу врожайність насіння (1,62 т/га) отримано за максимально раннього строку сівби. Із підвищенням температури ґрунту та зміщенням строків сівби на пізніші періоди спостерігалося поступове зростання продуктивності рослин. Максимальну врожайність (1,89 т/га) сформовано за сівби за температури ґрунту

14 °С. Подальше відтермінування сівби супроводжувалося зниженням цього показника до 1,80 т/га.

Таблиця 3.9

Врожайність насіння сої сорту Моравія залежно від строків сівби і глибини загортання насіння, 2025-2026 рр.

Строки сівби	Глибина загортання насіння, см	Роки		
		2025	2026	середнє
I	2-3	1,67	1,73	1,70
	4-5	1,57	1,65	1,62
	6-7	1,45	1,62	1,53
	середнє	1,56	1,67	1,62
II (контр.)	2-3	1,61	1,63	1,62
	4-5	1,83	2,25	2,04
	6-7	1,83	1,95	1,89
	середнє	1,76	1,93	1,85
III	2-3	1,68	1,72	1,70
	4-5	1,90	2,24	2,08
	6-7	1,80	1,97	1,90
	середнє	1,80	1,98	1,89
IV	2-3	1,60	2,0	1,80
	4-5	1,86	1,94	1,90
	6-7	1,69	1,73	1,71
	середнє	1,72	1,89	1,80
$НІР_{0,05}$ т/га		А-0,14	А-1,4	–
		В-0,12	В-1,21	
		АВ-0,25	АВ2,42	

Вплив глибини загортання насіння на врожайність сої визначався строками сівби та особливостями погодних умов у роки проведення досліджень. У середньому за два роки статистично істотні відмінності між варіантами за глибиною загортання насіння відзначено лише за окремих строків сівби, коли температура ґрунту становила 10–12 °С. За максимально ранньої сівби спостерігалася тенденція до підвищення врожайності за мінімальної глибини загортання насіння (2–3 см). Натомість за пізніших строків сівби ефективність

різних глибин загортання змінювалася залежно від забезпеченості посівного шару ґрунту вологою.

За умов недостатнього зволоження верхнього шару ґрунту мілке загортання насіння могло обмежувати його проростання, знижувати польову схожість і спричиняти формування зріджених посівів. За таких обставин збільшення глибини загортання насіння до 6–7 см могло забезпечувати кращий контакт насіння з вологішими шарами ґрунту, що позитивно впливало на початкові етапи росту й розвитку рослин.

Важливим чинником формування врожайності сої були також гідротермічні умови вегетаційного періоду. У 2026 р., який характеризувався сприятливішим вологозабезпеченням, показники врожайності за максимально раннього та ранніх строків сівби були відносно близькими. Водночас зміщення строків сівби на пізніші періоди супроводжувалося помітнішими змінами продуктивності рослин.

За менш сприятливих погодних умов 2025 р. відмінності у врожайності між варіантами з різною глибиною загортання насіння проявлялися виразніше як за ранніх, так і за пізніх строків сівби. Це свідчить про істотну роль вологозабезпечення посівного шару ґрунту в реалізації продуктивного потенціалу сої та необхідність узгодження параметрів сівби з фактичними ґрунтово-кліматичними умовами.

Формування врожайності сої визначалося комплексною взаємодією строків сівби, глибини загортання насіння та погодних умов року. При цьому ефективність окремих технологічних прийомів залежала від особливостей гідротермічного режиму та забезпеченості рослин вологою на різних етапах вегетації. Раціональне поєднання строків сівби й глибини загортання насіння сприяє створенню сприятливих умов для проростання насіння, формування оптимальної густоти посівів і реалізації продуктивного потенціалу сорту. Для кількісного визначення частки впливу досліджуваних чинників та їх взаємодії на мінливість урожайності сої проведено відповідне оцінювання, результати якого наведено на рис. 3.5.

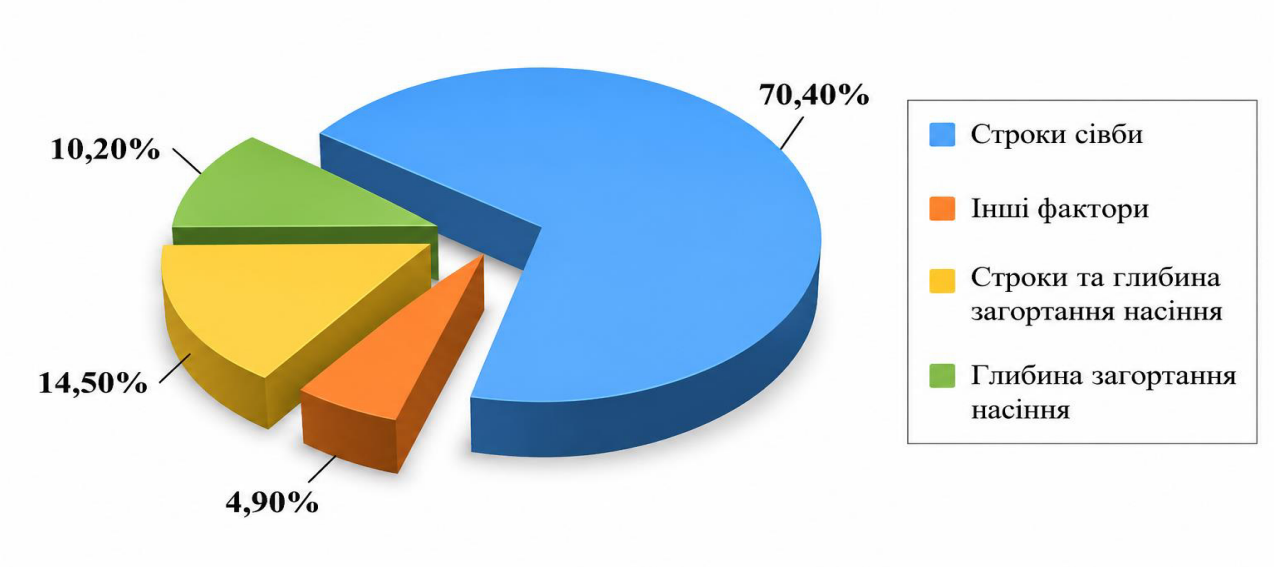


Рис. 3.5. **Вплив факторів строків сівби та глибини загортання насіння на зміну показника врожайності сої,** 2025-2026 рр.

За результатами оцінювання впливу досліджуваних чинників на формування врожайності сої встановлено, що визначальну роль відігравали строки сівби, частка впливу яких становила 70,4 %. Значно менший вплив мала глибина загортання насіння – 10,2 %. Водночас частка сумісної дії строків сівби та глибини загортання насіння становила 14,5 %, що свідчить про взаємозалежність цих елементів технології вирощування культури. На частку інших чинників, не врахованих у дослідженні, припадало 4,9 % загальної варіації врожайності. Таким чином, строки сівби були основним чинником, що визначав рівень продуктивності сої за умов проведення досліджень.

3.7. Якість насіння сої залежно від досліджуваних факторів

Урожайність сільськогосподарських культур є одним з основних показників їхньої продуктивності, проте не завжди повною мірою характеризує господарську цінність отриманої продукції. Для культур, які використовують як сировину для подальшої переробки, важливого значення набуває вихід основних цінних компонентів з одиниці посівної площі. Зокрема, для цукрових буряків таким показником є збір цукру, для соняшнику та ріпаку – вихід олії, тоді як для сої визначальними характеристиками є вміст і збір білка та олії.

Соя належить до провідних зернобобових культур завдяки високій харчовій і кормовій цінності насіння, яке характеризується значним вмістом білка та олії. Залежно від генетичних особливостей сорту, ґрунтово-кліматичних умов і технології вирощування співвідношення цих компонентів може істотно змінюватися. У насінні сої переважають запасні білки, основну частку яких становлять глобуліни, зокрема гліцинін і β-конгліцинін. Їхній вміст та співвідношення значною мірою визначають поживну цінність і технологічні властивості отриманої продукції.

Накопичення білкових сполук у насінні є складним фізіолого-біохімічним процесом, який залежить від інтенсивності фотосинтезу, забезпеченості рослин азотом, активності симбіотичної азотфіксації та умов мінерального живлення. Важливу роль у формуванні білкового комплексу відіграють генетичні особливості сорту, які визначають потенційний рівень накопичення білка, тоді як чинники навколишнього середовища та агротехнічні заходи впливають на ступінь реалізації цього потенціалу.

Особливістю хімічного складу насіння сої є одночасне накопичення значної кількості білкових і ліпідних сполук. Формування цих компонентів відбувається внаслідок взаємопов'язаних метаболічних процесів, інтенсивність яких залежить від умов росту й розвитку рослин. За зміни температурного режиму, вологозабезпечення та мінерального живлення можливе перерозподілення продуктів асиміляції між основними запасними речовинами насіння. Водночас співвідношення білка й олії має виражену сортову специфічність, що враховується під час створення сортів різних напрямів використання.

Наукові дослідження свідчать, що якісні показники насіння сої формуються внаслідок взаємодії генотипу, умов вирощування та технологічних чинників. При цьому строки сівби можуть змінювати температурний режим і забезпеченість рослин вологою впродовж основних етапів органогенезу, тоді як глибина загортання насіння впливає на умови проростання, польову схожість і

початковий розвиток рослин. Сукупна дія цих чинників здатна опосередковано позначатися на процесах формування врожаю та накопичення білка в насінні.

За результатами сучасних досліджень встановлено, що вміст білка та олії в насінні сої визначається складною взаємодією генетичних особливостей сорту й умов навколишнього середовища [68, 69]. Водночас строки сівби та пов'язані з ними зміни гідротермічних умов можуть впливати на накопичення запасних речовин у насінні, причому характер і величина такого впливу залежать від сортових особливостей та умов року [70].

З метою встановлення особливостей формування якісних показників насіння сої сорту Моравія проведено оцінювання впливу строків сівби та глибини загортання насіння на вміст білка. Результати досліджень засвідчили наявність відмінностей між варіантами досліду, що зумовлювалися як строками проведення сівби, так і поєднанням досліджуваних елементів технології вирощування (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Вміст білка сої сорту Моравія залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, %, 2025-2026 рр.

Строки сівби	Глибина загортання насіння,см			
	2-3	4-5	6-7	середнє
I	39,6	39,7	39,9	39,7
II (контроль)	40,1	40,2	40,0	40,1
III	41,2	41,6	41,2	41,3
IV	38,8	38,5	38,2	38,6
середнє	40,0	40,0	39,9	39,9
$НІР_{0,05}$	A-0,28; B-0,24; AB-0,48			

У середньому за роки проведення досліджень вміст білка в насінні сої сорту Моравія становив 39,8 %. Найвищий показник (41,6 %) встановлено за сівби в період, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягала 12 °С, за глибини загортання насіння 4–5 см. Натомість найнижчий вміст білка (38,2 %)

зафіксовано за пізнього строку сівби, коли температура ґрунту на глибині 10 см становила 14 °С, та загортання насіння на глибину 6–7 см.

Узагальнення результатів досліджень засвідчило, що накопичення білка в насінні сої залежало від поєднання строків сівби та глибини загортання насіння. Найсприятливіші умови для формування підвищеного вмісту білка складалися за ранніх і середніх строків сівби та загортання насіння на глибину 4–5 см. Відхилення від зазначених параметрів супроводжувалося зниженням цього показника, що свідчить про важливість оптимізації досліджуваних елементів технології вирощування для поліпшення якісних характеристик насіння сої.

Дослідження, з вивчення вмісту олії в насінні сої залежно від строків сівби та глибини загортання насіння показали, що фактори які вивчалися, суттєво не впливали на цей показник (табл. 3.11).

Так, в середньому за два роки, найвищий вміст в насінні олії (17,37-17,41 %) спостерігається у варіанті третього(середній) та четвертого (пізній) строків сівби на глибині загортання насіння 2-3 см.

Мінімальне значення цього показника (17,05 %) відмічено у варіанті максимально раннього строку за глибини загортання 6-7 см.

Таблиця 3.11

Вміст олії в насінні сої залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, %, 2025-2026 рр.

Строки сівби	Глибина загортання насіння,см			
	2-3	4-5	6-7	середнє
I	17,15	17,10	17,05	17,10
II (контроль)	17,26	17,25	17,18	17,23
III	17,37	17,36	17,33	17,36
IV	17,41	17,38	17,36	17,38
середнє	17,30	17,28	17,23	17,26
$НІР_{0,05}$	А-0,99; В-0,86; АВ-1,76			

Виявлена тенденція щодо зниження вмісту олії із збільшенням глибини загортання насіння. Так, збільшення глибини загортання з 2-3 см до 6-7 см знизили вміст олії в насінні до 0,70 %.

3.8. Економічна ефективність вирощування сої

Важливим критерієм оцінювання ефективності технологій вирощування культур є не тільки підвищення врожайності, а й оптимізація виробничих витрат, зниження собівартості продукції та забезпечення належного рівня прибутковості. Удосконалення окремих елементів технології вирощування має ґрунтуватися на комплексному оцінюванні їх агрономічної та економічної ефективності.

Впровадження сучасних агротехнічних заходів, використання високопродуктивних сортів, удосконалення структури сівозмін та оптимізація технологічних процесів сприяють раціональнішому використанню виробничих ресурсів, підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур і збільшенню обсягів виробництва продукції з одиниці площі [57, 58]. Економічне застосування окремих агротехнічних заходів визначається співвідношенням додаткових витрат і отриманих результатів. Важливим етапом досліджень є економічне обґрунтування ефективності досліджуваних елементів технології та визначення найбільш доцільних варіантів їх поєднання.

За результатами проведених досліджень встановлено, що строки сівби та глибина загортання насіння впливали на економічні показники вирощування сої, зокрема величину виробничих витрат, собівартість продукції, чистий прибуток і рівень рентабельності (табл. 3.12).

Аналіз економічних показників показав, що найбільш ефективним було поєднання III строку сівби з глибиною загортання насіння 4–5 см. За цього варіанта отримано найвищу врожайність сої – 2,08 т/га, а також максимальний чистий прибуток – 6524,8 грн/га за рівня рентабельності 94,2 %. Водночас собівартість продукції становила 3349 грн/т, що було найнижчим показником серед досліджуваних варіантів.

Дещо нижчі показники економічної ефективності встановлено за II строку сівби та глибини загортання насіння 4–5 см, який використовували як контрольний варіант. За врожайності 2,05 т/га чистий прибуток становив 6329,7 грн/га, а рівень рентабельності – 91,3 %. Порівняно з контролем застосування III строку сівби за аналогічної глибини загортання насіння

забезпечило збільшення чистого прибутку на 195,1 грн/га та підвищення рівня рентабельності на 2,9 відсоткового пункта.

Таблиця 3.12

Економічна ефективність вирощування сої залежно від строків сівби і глибини загортання насіння, 2025-2026 рр.

Строки сівби	Глибина загортання насіння,см	Урожайність, т/га	Собівартість, грн./га	Всього витрат, грн.	Вартість продукції, грн./га	Чистий прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
I	2-3	1,71	3541	6020,1	11050	5029,9	83,6
	4-5	1,60	3491	5620,7	10465	4844,3	86,3
	6-7	1,55	3656	5630,3	10010	4379,7	77,9
II (конт.)	2-3	1,61	3475	5630,3	10530	4899,7	87,0
	4-5	2,05	3397	6930,4	13260	6329,7	91,3
	6-7	1,90	3572	6750,1	12285	5535,9	82,1
III	2-3	1,71	3460	5882,1	11050	5167,9	87,9
	4-5	2,08	3349	6930,3	13456	6525,7	94,2
	6-7	1,90	3363	6390,3	12350	5959,6	93,3
IV	2-3	1,81	3928	7070,5	11701	4629,5	65,5
	4-5	1,91	3763	7150,4	12350	5199,6	72,7
	6-7	1,72	3775	6456,1	11115	4658,9	72,2

За I строку сівби спостерігалося зниження економічної ефективності вирощування сої. Залежно від глибини загортання насіння чистий прибуток змінювався в межах 4379,7–5029,9 грн/га, а рівень рентабельності становив 77,9–86,3 %. Найвищий чистий прибуток за цього строку отримано за глибини загортання насіння 2–3 см, тоді як максимальний рівень рентабельності відзначено за глибини 4–5 см.

Перенесення сівби на IV строк також супроводжувалося погіршенням економічних показників. Незалежно від глибини загортання насіння рівень рентабельності становив 65,5–72,7 %, що було найнижчим серед досліджуваних строків сівби. Найкращі результати в межах цього строку забезпечувало

загортання насіння на глибину 4–5 см, за якого чистий прибуток становив 5199,6 грн/га, а рівень рентабельності – 72,7 %.

Результати економічного оцінювання підтвердили доцільність поєднання ІІІ строку сівби сої з глибиною загортання насіння 4–5 см. Застосування зазначеного варіанта забезпечувало найсприятливіше співвідношення виробничих витрат і вартості отриманої продукції, найнижчу собівартість та найвищі показники прибутковості. Натомість сівба в ранні та пізні строки супроводжувалася зниженням економічної ефективності вирощування культури.

ВИСНОВКИ

За результатами польових досліджень, проведених у 2025–2026 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України, встановлено закономірності впливу строків сівби та глибини загортання насіння на ріст, розвиток, фотосинтетичну й симбіотичну діяльність, формування врожайності та якісних показників насіння сої сорту Моравія.

1. Гідротермічні умови років досліджень характеризувалися нерівномірним розподілом атмосферних опадів і відмінностями температурного режиму, що впливало на особливості росту й розвитку рослин сої. У 2025 р. за вегетаційний період випало 325,1 мм опадів, тоді як у 2026 р. – 276,8 мм. Найбільш виражений дефіцит вологи спостерігався у червні, серпні та вересні, тоді як липень обох років характеризувався надмірним зволоженням. Нерівномірність вологозабезпечення була одним із чинників, що обмежували реалізацію продуктивного потенціалу культури.

2. Строки сівби істотно впливали на тривалість вегетаційного періоду сої сорту Моравія. За максимально раннього строку сівби тривалість періоду від повних сходів до повної стиглості становила в середньому 137 діб. Зміщення строків сівби на пізніші періоди супроводжувалося скороченням тривалості вегетації до 124 діб за II строку, 118 діб – за III та 116 діб – за IV строку сівби. Найбільш помітні відмінності встановлено за тривалістю періоду від повних сходів до початку цвітіння, який скорочувався з 44 до 38 діб.

3. Польова схожість насіння залежала від поєднання строків сівби та глибини його загортання. Найсприятливіші умови для формування сходів створювалися за III строку сівби, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягала 12 °С. За цього строку середня польова схожість становила 66,5 %, тоді як за максимально ранньої сівби – 47,7 %. Найвищий показник польової схожості (70,5 %) отримано за III строку сівби та глибини загортання насіння 2–3 см. Збільшення глибини загортання переважно супроводжувалося зниженням польової схожості, особливо за несприятливих температурних умов.

4. Тривалість періоду «сівба – повні сходи» визначалася температурними умовами та строками проведення сівби. Найдовшим цей період був за максимально ранньої сівби і становив у середньому 21 добу, тоді як за ІІІ строку скорочувався до 8 діб. За пізнього строку сівби тривалість періоду становила 10 діб. Отримані результати підтверджують важливість достатнього прогрівання ґрунту для забезпечення своєчасної та рівномірної появи сходів сої.

5. Формування біометричних показників рослин сої залежало від досліджуваних технологічних чинників. Найбільшу висоту рослин встановлено за ІІ та ІІІ строків сівби – відповідно 69,6 і 71,1 см. За максимально раннього та пізнього строків цей показник знижувався до 58,4 і 59,1 см. Вплив глибини загортання насіння був менш вираженим, однак за більшості строків сівби вищі рослини формувалися за глибини 4–5 см. Найбільшу висоту прикріплення нижніх бобів (6,3 см) отримано за ІІІ строку сівби та глибини загортання насіння 2–3 см.

6. Строки сівби впливали на формування фотосинтетичного апарату рослин сої. Найбільшу площу листкової поверхні встановлено за ІІІ строку сівби – у середньому 44,4 тис. м²/га, тоді як за максимально раннього строку цей показник становив 41,3 тис. м²/га, а за пізнього – 36,8 тис. м²/га. Максимальну площу листкової поверхні (45,7 тис. м²/га) сформовано за ІІІ строку сівби та глибини загортання насіння 2–3 см. Отримані результати свідчать про важливість оптимізації строків сівби для формування асиміляційної поверхні посівів.

7. Формування симбіотичного апарату рослин сої визначалося строками сівби та глибиною загортання насіння. Найбільшу кількість бульбочок (62 шт. на одну рослину) та їхню максимальну суху масу (0,290 г на одну рослину) встановлено за ІІІ строку сівби та глибини загортання насіння 4–5 см. У середньому за цього строку формувалося 58 бульбочок на одну рослину із сухою масою 0,266 г, що перевищувало відповідні показники максимально раннього та пізнього строків сівби.

8. Урожайність насіння сої сорту Моравія значною мірою залежала від строків сівби та глибини загортання насіння. У середньому за 2025–2026 рр. найнижчу врожайність (1,62 т/га) отримано за максимально раннього строку

сівби. За ІІ строку цей показник підвищувався до 1,85 т/га, а максимального середнього значення (1,89 т/га) досягав за ІІІ строку сівби. Подальше зміщення строків сівби супроводжувалося зниженням урожайності до 1,80 т/га. Найвищу врожайність серед досліджуваних поєднань чинників (2,07 т/га) забезпечила сівба за температури ґрунту 12 °С та глибини загортання насіння 4–5 см.

9. Якісні показники насіння сої змінювалися залежно від строків сівби та глибини його загортання. У середньому за роки досліджень вміст білка становив 39,9 %, змінюючись у межах 38,2–41,6 %. Найвищий показник білковості (41,6 %) отримано за ІІІ строку сівби та глибини загортання насіння 4–5 см. За цього строку середній вміст білка становив 41,3 %, тоді як за пізньої сівби знижувався до 38,6 %. Вміст олії в насінні змінювався в межах 17,05–17,41 %, а середнє значення становило 17,26 %. Найвищий середній вміст олії (17,38 %) встановлено за ІV строку сівби.

10. Економічна ефективність вирощування сої визначалася рівнем урожайності та величиною виробничих витрат. Найкращі економічні показники отримано за ІІІ строку сівби та глибини загортання насіння 4–5 см. За цього варіанта рівень рентабельності становив 94,2 %, а чистий прибуток – близько 6,5 тис. грн/га. Собівартість 1 т насіння була найнижчою серед досліджуваних варіантів і становила 3349 грн. Порівняно з контрольним варіантом рівень рентабельності підвищувався на 2,9 відсоткового пункта.

11. Комплексне оцінювання результатів досліджень підтвердило доцільність поєднання ІІІ строку сівби з глибиною загортання насіння 4–5 см. Проведення сівби сої сорту Моравія за прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 12 °С забезпечувало сприятливі умови для формування симбіотичного апарату, високої врожайності та білковості насіння. Зазначене поєднання технологічних чинників характеризувалося також найвищими показниками економічної ефективності, що обґрунтовує доцільність його використання в умовах Правобережного Лісостепу України.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами досліджень, проведених у 2025–2026 рр., для підвищення врожайності, поліпшення якісних показників насіння та забезпечення економічної ефективності вирощування сої сорту Моравія в умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземах типових рекомендується проводити сівбу за прогрівання ґрунту на глибині 10 см до температури 12 °С із загортанням насіння на глибину 4–5 см.

Зазначене поєднання технологічних чинників забезпечило найвищі серед досліджуваних варіантів показники врожайності, вмісту білка в насінні та рентабельності виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мазур В. А., Гончарук І. В., Панцирева Г. В., Телекало Н. В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур. Вінниця: ТОВ «Твори». 2020. 192 с.
2. Шкатула Ю. М., Забарна Т. А., Черешнюк В. В. Динаміка кількості бульбочок залежно від інокуляції насіння сої та позакореневих підживлень. Таврійський науковий вісник : сільськогосподарські науки. 2024. № 138. С. 229–235. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.29.
3. Сортознавство: словник термінів / укл. С. І. Мельник, Н. В. Лещук, С. О. Ткачик та ін. Вінниця: ТОВ «Твори». 2021. 167 с.
4. Ковальчук А. В. Аналіз сортових ресурсів сої станом на 2025 рік в Україні. Сільське господарство та лісівництво. 2025. № 39. С. 185–193. DOI: 10.37128/2707-5826-2025-4-16.
5. Білявська Л. Г., Васецький Ю. П., Пилипенко О. В. [та ін.]. Високоадаптивний сорт сої Аквамарин. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 1. С. 67–69.
6. Arango M. R., Salinas A. R., Craviotto R. M., Ferrari S. A. [at all.]. Description of the environmental damage on soybean seeds. Seed Science and Technology. 2006. Vol. 34. P. 133–141.
7. Жуйков О. Г., Іванів М. О., Марченко Т. Ю., Возняк В. В. Сучасне виробництво сої як елемент розв’язання проблеми харчового білка: світові тренди та вітчизняні реалії. Таврійський науковий вісник. 2020. № 116. Ч. 1. С. 54–63. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.7.
8. Мазур О. В., Мазур О. В. Адаптивна цінність сортів сої за вирощування у різному екоградієнті. Сільське господарство та лісівництво. 2023. № 2 (29). С. 172–180. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-15.
9. Weaver D.B. Growth habit, planting and rowspacing effects on late planted soybean / D.B. Weaver, R.S. Akridge, C.A. Tomas // Crop Sc, 1991. – V.31. – № 3. P. – 805-810.

10. Бабич А.О. Обгрунтування впливу строків сівби і глибини загортання насіння на продуктивність сої в Лісостепу України // А.О. Бабич, Н.М. Петриченко / Матер. міжнар. конф. «Україна в світових земельних, продовольчих і кормових ресурсах і економічних відносинах. – Вінниця. – 1995. С. 346.

11. Han S.-S., Park H.-J., Shin T. et al. Effects of Tillage System, Sowing Date, and Weather Course on Yield of Double-Crop Soybeans Cultivated in Drained Paddy Fields. Agronomy. 2022. Vol. 12(8). Article 1901.

12. Заболотний Г. М., Мазур В. А., Циганська О. І., Дідур І. М., Циганський В. І., Панцирева Г. В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія. Вінниця, 2020. 275 с.

13. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Котельников Д. І., Грибинюк К. С. Урожайність сої за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в умовах зрошення. Аграрні інновації. 2021. № 7. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.7.2

14. Colet F., Lindsey A. J., Lindsey L. E. Soybean planting date and seeding rate effect on grain yield and profitability. Agronomy Journal. 2023. Vol. 115. P. 2286–2297. DOI: 10.1002/agj2.21434

15. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Формування врожайності та якості насіння сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. Новітні агротехнології. 2024. Т. 12, № 2. DOI: 10.47414/na.12.2.2024.304338

16. Петриченко В. Ф. Розробити ефективні способи підвищення кормової цінності високобілкових культур для одержання якісної продукції : звіт про науково-дослідну роботу. 2019.

17. Urdă C., Rezi R., Varga A. G., Negrea A., Muntean E., Sopterean L., Duda M. Exploring the Impact of Sowing Dates on Soybean Yield, Seed Quality and Trypsin Inhibitor Activity. AgroLife Scientific Journal. 2024. Vol. 13, № 1. P. 223–230.Toomer O. T., Oviedo E. O., Ali M., et al. Current Agronomic Practices, Harvest

& Post-Harvest Processing of Soybeans (Glycine max)—A Review. Agronomy. 2023. Vol. 13, № 2. Article 427.

18. Gao H.-W., Yang M.-Y., Yan L. et al. Identification of tolerance to high density and lodging in short petiolate germplasm M657 and the effect of density on yield-related phenotypes of soybean. Journal of Integrative Agriculture. 2023. Vol. 22, № 2. P. 434–446.11. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 1993. - 429 с.

19. Individual and Combined Effects of Planting Date, Seeding Rate, Relative Maturity, and Row Spacing on Soybean Yield. Agronomy. 2021. Vol. 11, № 3. Article 605. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy11030605

20. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Формування врожайності та якості насіння сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. Новітні агротехнології. 2024. Т. 12, № 2. DOI: 10.47414/na.12.2.2024.304338

21. Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О. Продуктивність зернових та зернобобових культур залежно від технології вирощування в умовах Степу України. Аграрні інновації. 2024. № 27. С. 196–200. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.27.30

22. Шевніков М. Я., Лотиш І. І., Галич О. П. Особливості розвитку сої залежно від строків сівби в умовах Лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. № 4. С. 14–18. DOI: /10.31210/visnyk2015.04.03

23. Сиромятников Ю. М. Вплив агротехніки та строків сівби за різних погодних умов на врожайність сої. Агробіологія. 2023. № 1. С. 187–195. DOI: 10.33245/2310-9270-2023-179-1-187-195

24. The Effect of Sowing Date on Soybean Growth and Yield Under Changing Climate in the Southern Coastal Region of Korea. Agriculture. 2025. Vol. 15, № 11. Article 1174. DOI: 10.3390/agriculture15111174

25. Influence of seed-applied biostimulants on soybean germination and early seedling growth under low and high temperature stress. Plant Physiology Reports. 2025. Vol. 30. P. 32–44. DOI: 10.1007/s40502-024-00834-z

26. Serafin-Andrzejewska M., Helios W., Białkowska M., Kotecki A., Kozak M. Sowing Date as a Factor Affecting Soybean Yield—A Case Study in Poland. Agriculture. 2024. Vol. 14(7). Article 970. DOI: 10.3390/agriculture14070970

27. Colet F., Lindsey A. J., Lindsey L. E. Soybean planting date and seeding rate effect on grain yield and profitability. Agronomy Journal. 2023. Vol. 115. P. 2286–2297. DOI: 10.1002/agj2.21434.

28. Evans Z.T., Dunstone R.Z. – some physiological aspects of evolution in wheat.- «A ustral J. Blol. sci», 1970, 23 P. 725–741.

29. Li X., Welbaum G. E., Rideout S. L., Singer W., Zhang B. Vegetable Soybean and Its Seedling Emergence in the United States. In: Legumes Research – Volume 1. IntechOpen, 2022. DOI: 10.5772/intechopen.102622

30. Effect of seed depth on soybean yield in Manitoba. Canadian Journal of Plant Science. 2026. Vol. 106. DOI: 10.1139/cjps-2026-0046

31. Soignier T. S., Plumblee M. T., Mueller J. D., Greene J. K., Kirk K. R. The evaluation of planter downforce on emergence and grain yield in soybean. Crop, Forage & Turfgrass Management. 2022. Vol. 8. Article e20186. DOI: 10.1002/cft2.20186

32. Effects of tillage systems on soil water distribution, crop development, and evaporation and transpiration rates of soybean. Agricultural Water Management. 2022. Vol. 269. Article 107719. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107719

33. Kyryliuk V. P., Tymoshchuk T. M., Kolesnikov M. O., Moisiienko V. V., Plotnytska N. M. Optimization of water regime of soybean crops depending on tillage and fertilization systems for sustainable agricultural production. Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice. 2025. DOI: 10.54651/agri.2025.01.10

34. Lamichhane J. R., Varaillas C., Debaeke P. Seedling emergence and biomass production of soybean cultivars under wheat-soybean relay cropping. PLOS ONE. 2023. Vol. 18(11). Article e0293671. DOI: 10.1371/journal.pone.0293671

35. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії : навч. посіб. : у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 314 с.

36. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. Вінниця, 2016. 82 с. DOI: 10.21498/978-966-924-587-8

37. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія / за наук. ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2010. 463 с. ISBN 978-966-540-300-5.

38. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.

39. 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 ґрунтових і післясходових гербіцидів. Агробіологія. 2024. № 1. С. 109–119. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-109-119

40. Мостипан О. В., Грабовський М. Б. Вплив фунгіцидного захисту на формування фотосинтетичних показників посівів сої. Агробіологія. 2023. № 2. С. 50–59. DOI: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-50-59

41. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія / за наук. ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2010. 464 с.

42. 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). DOI: 10.32636/01308521.2026-(79)-1-8

43. Методика досліджень агроекосистем: навчальний посібник/ Л. М. Карпук, А. О. Рожков, С. С. Шох, Л. М. Філіпова, А. А. Павліченко,

С. М. Кубрак, Л. А. Шубенко, В. І. Глеваський, О. С. Тітаренко; за ред. Л. М. Карпук. Біла Церква, 2024. 256 с.

44. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с. ISBN 978-966-2462-57-9.

45. Лівандовський А. А., Хоменко Т. М., Смульська І. В., Джулай Н. П., Барбан О. Б. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 82 с. DOI: 10.21498/978-966-924-587-8

46. Moseley D. et al. The soybean growth cycle: Important risks and management strategies. Crop, Forage & Turfgrass Management. 2025. DOI: 10.1002/cft2.70086

47. Lamichhane J. R., Aubertot J.-N., Champolivier L., Debaeke P., Maury P. Combining Experimental and Modeling Approaches to Understand Genotype × Sowing Date × Environment Interaction Effects on Emergence Rates and Grain Yield of Soybean. Frontiers in Plant Science. 2020. Vol. 11. Article 558855. DOI: 10.3389/fpls.2020.558855

48. Serafin-Andrzejewska M., Helios W., Jama-Rodzeńska A., Kozak M., Kotecki A., Kuchar L. Effect of Sowing Date on Soybean Development in South-Western Poland. Agriculture. 2021. Vol. 11, № 5. Article 413. DOI: 10.3390/agriculture11050413

49. Evolutionary Variation of Accumulative Day Length and Accumulative Active Temperature Required for Growth Periods in Global Soybeans. Agronomy. 2022. Vol. 12, № 4. Article 962. DOI: 10.3390/agronomy12040962

50. Serafin-Andrzejewska M., Helios W., Jama-Rodzeńska A., Kozak M., Kotecki A., Kuchar L. Effect of Sowing Date on Soybean Development in South-Western Poland. Agriculture. 2021. Vol. 11, № 5. Article 413. DOI: 10.3390/agriculture11050413

51. Wang C., Liu X., Hao X., Pan Y., Zong C., Zeng W., Wang W., Xing G., He J., Gai J. Evolutionary Variation of Accumulative Day Length and Accumulative Active Temperature Required for Growth Periods in Global Soybeans. Agronomy. 2022. Vol. 12, № 4. Article 962. DOI: 10.3390/agronomy12040962

52. Schoving C., Champolivier L., Maury P., Debaeke P. Combining multi-environmental trials and crop simulation to understand soybean response to early sowings under contrasting water conditions. European Journal of Agronomy. 2022. Vol. 133. Article 126439. DOI: 10.1016/j.eja.2021.126439

53. Lamichhane J. R., Aubertot J.-N., Champolivier L., Debaeke P., Maury P. Combining Experimental and Modeling Approaches to Understand Genotype × Sowing Date × Environment Interaction Effects on Emergence Rates and Grain Yield of Soybean. Frontiers in Plant Science. 2020. Vol. 11. Article 558855. DOI: 10.3389/fpls.2020.558855

54. Goufo P., Kluver R. W., Cerrudo A., Naeve S. L. Insights into management and physiological determinants of lowest pod height in soybean. Agronomy Journal. 2024. Vol. 116, № 6. P. 3191–3204. DOI: 10.1002/agj2.21702

55. The Influence of Sowing Date and Seeding Density on the Yield of Soybean (Glycine max (L.) Merrill). Agriculture. 2025. Vol. 15, № 14. Article 1556. DOI: 10.3390/agriculture15141556

56. Ferreira A. S., Zucareli C., Fonseca I. C. de B., Shimizu G. D., Werner F., Zeffa D. M., Balbinot Junior A. A. Leaf area index and light interception relationship with seed yield of soybean cultivars under reduced seeding rates. *Semina: Ciências Agrárias*. 2024. Vol. 45, №. 5. P. 1639–1664. DOI: 10.5433/1679-0359.2024v45n5p1639

57. Андрусик П., Цюк О. Наростання листкової поверхні та фотосинтетична діяльність рослин сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2024. Т. 20, № 2. DOI: 10.31548/dopovidi.2(108).2024.009

58. Холодна А. В., Грицюк Я. В. Photosynthetic activity of soybean sowings under various farming technologies. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*. 2024. № 1. С. 57–65. DOI: 10.54651/agri.2024.01.06

59. Leolato L. S. et al. Sowing date influence on the soybean tolerance to defoliation at the beginning of pod formation. *Revista Ceres*. 2023. Vol. 70, №. 1. P. 78–86. DOI: 10.1590/0034-737X202370010009

60. Mirriam A., Mugwe J. Role of Phosphorus and Inoculation with Bradyrhizobium in Enhancing Soybean Production. Advances in Agriculture. 2023. Vol. 2023. Article 3231623. DOI: 10.1155/2023/3231623

61. Kiriziy D., Kots S., Rybachenko L., Pukhtaievych P. Inoculation of soybean seeds by rhizobia with nanometal carboxylates reduces the negative effect of drought on N_2 and CO_2 assimilation. Plant, Soil and Environment. 2022. Vol. 68, № 11. P. 510–515. DOI: 10.17221/287/2022-PSE

62. Soybean Yield Formation Physiology – A Foundation for Precision Breeding Based Improvement. Frontiers in Plant Science. 2021. DOI: 10.3389/fpls.2021.719706.

63. Pospišil A., Pospišil M. Soybean Yield and Yield Components Depending on Sowing Rate and Sowing Date. Poljoprivreda. 2024. Vol. 30, № 2. P. 10–16. DOI: 10.18047/poljo.30.2.2.

64. The Effect of Sowing Date on Soybean Growth and Yield Under Changing Climate in the Southern Coastal Region of Korea. Agriculture. 2025. Vol. 15, № 11. Article 1174.

65. Effect of seed depth on soybean yield in Manitoba. Canadian Journal of Plant Science. 2026. Vol. 106. DOI: 10.1139/cjps-2026-0046

66. Mahmood T., Ahmed T., Trethowan R. (2022). Genotype × Environment × Management (GEM) Reciprocity and Crop Productivity. Frontiers in Agronomy. Vol. 4. Article 800365. DOI: 10.3389/fagro.2022.800365

67. Рожков А. О., Лошак О. О., Огурцов Є. М., Міхєєв В. Г. Вплив строків сівби та передпосівної обробки насіння на польову схожість і

врожайність рослин сої сортів різного вегетаційного періоду. 2025. DOI: 10.31359/2413-7642-2025-1-39

68. Duan Z., Li Q., Wang H., He X., Zhang M. Genetic regulatory networks of soybean seed size, oil and protein contents. Frontiers in Plant Science. Vol. 14. Article 1160418. 2023. DOI: 10.3389/fpls.2023.1160418

69. Shi D., Hang J., Neufeld J., Zhao S., House J. D. Effects of genotype, environment and their interaction on protein and amino acid contents in soybeans. Plant Science. Vol. 337. Article 111891. 2023. DOI: 10.1016/j.plantsci.2023.111891

70. Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. (2021). Influence of sowing date on the yield and seed quality of two soybean cultivars. Agronomy Science. Vol. 76, № 1. DOI: 10.24326/as.2021.1.3