

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного
рослинництва
факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

_____ **Віталій КОВАЛЕНКО**

_____ **Світлана КАЛЕНСЬКА**

“ ___ ” _____ **2025р.**

“ ___ ” _____ **2025р.**

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«РІСТ, РОЗВИТОК І ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ І ШИРИНИ МІЖРЯДЬ»**

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми
доктор с.-г. наук, професор

Світлана КАЛЕНСЬКА

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи,
кандидат с.-г. наук, ст. викладач

Світлана ЗАВГОРОДНЯ

Виконав

Євгеній ЄВТУШЕНКО

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри рослинництва
доктор с.-г. наук, професор _____ Світлана КАЛЕНСЬКА
“ _____ ” _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

ЄВТУШЕНКО ЄВГЕНІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

Спеціальність	201- Агрономія
Освітня програма	Агрономія
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Ріст, розвиток і формування продуктивності сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь», затверджена наказом ректора НУБіП України від 12.12.2024 р. № 2220 «С» і подана на кафедру 25.11.2024 р.

Базова (вихідна) інформація – дослідження з оптимізації формування раціональної структури посіву сої проводили на базі ТОВ «Агро Інтер» (Чернігівська область Ічнянський район) на дерново-підзолистих ґрунтах, яким характерне середнє забезпечення азоту і калію, а фосфору – нижче середнього (агрохімічне обстеження ґрунтів за 2024 рік).

Завдання щодо дослідження за темою кваліфікаційної магістерської роботи:

1. Проаналізувати стан вивчення питання щодо оптимізації елементів технології вирощування сої та узагальнити практичні підходи формування

раціональної структури посіву з урахуванням норми висіву насіння і способу сівби нових сортів з метою підвищення продуктивності культури.

2. Аналіз ґрунтових та погодних умов при виконання експериментальної частини та обґрунтування їх частки впливу на ріст, розвиток і особливості формування елементів структури врожаю.

3. Опрацювати сучасні методики проведення досліджень та їх використання протягом вегетаційного періоду з урахуванням фаз росту й розвитку та їх практична реалізацію.

4. Аналіз, наукове обґрунтування отриманих результатів польових досліджень, підготовка висновків та рекомендацій виробництву.

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
ЗАВГОРОДНЯ

Світлана

Завдання прийняв до виконання

Євгеній ЄВТУШЕНКО

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ	9
1.1. Біологічні особливості сої	10
1.2. Сорт, як ключовий фактор зональної технології вирощування	12
1.3. Технологічні заходи підвищення врожайності сої	19
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови в роки проведення досліджень	23
2.2. Методика та агротехніка проведення досліджень	27
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	31
3.1. Польова схожість насіння сої	31
3.2. Тривалість вегетаційного періоду сої	33
3.3. Лінійний ріст рослин	35
3.4. Фотосинтетична діяльність посівів сої	38
3.5. Урожайність насіння сої	42
3.6. Економічна ефективність виробництва сої	44
ВИСНОВКИ	49
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	51

РЕФЕРАТ

У магістерській роботі розглянуто базові питання, пов'язані з формуванням продуктивності сої залежно від удосконалених елементів технології вирощування. Польові дослідження виконувалися відповідно до сучасних методичних рекомендацій з закладання експерименту та проведення спостережень, обліків і аналізів у рослинництві на базі ТОВ «Агро Інтер» Ічнянського району Чернігівської області.

На основі опрацьованої літератури охарактеризовано елементи технології вирощування сої в умовах достатнього. Зроблено висновок, що площі під цією культурою постійно збільшуються за рахунок високої рентабельності, яка є особливо важливою для сьогодення.

На основі експериментальних даних представлено результати польових досліджень та рекомендовано виробництву конкурентні елементи зональної технології вирощування сої. Обґрунтовано вплив норми висіву насіння на ріст, розвиток та формування продуктивності елементів структури врожаю. Досліджено закономірності формування біометричних параметрів, фотосинтетичної діяльності і рівня урожайності насіння залежно від норми висіву та ширини міжрядь посівів сої. Рекомендовані кращі варіанти досліду забезпечать приривавку врожайності на рівні 10-15%.

**РОСЛИНА, ПОСІВ, СІВБА, НОРМА ВИСІВУ НАСІННЯ,
ШИРИНА МІЖРЯДЬ, РІСТ І РОЗВИТОК, ФОТОСИНТЕЗ,
УРОЖАЙНІСТЬ**

ВСТУП

Актуальність роботи. В останні роки відбулися суттєві зміни погодних умов, які вносять істотні корективи в сільськогосподарське виробництво. Зміна клімату в бік потепління, зменшення кількості атмосферних опадів, часті ґрунтові та повітряні посухи ставлять рослини сої у стресовий стан. Це впливає на низьку продуктивність культури.

Кожен агротехнічний захід відіграє важливу роль у підвищенні врожайності сої, але посів є основною ланкою технології вирощування. Неправильно обраний хоча б один критерій агротехнічної технології посіву змушує вносити корективи на всіх наступних етапах органогенезу рослин сої [1].

Соя, яка відноситься до світлолюбних культура, здатна формувати високу врожайність лише за створення оптимальної площі живлення та відповідної інсоляції. Характерною особливістю сої є висока пластичність щодо густоти стояння рослин, що проявляється у змінах індивідуальної продуктивності елементів структури врожаю. За вірного вибору сорту сої та адаптації його до ширини міжрядь та норми висіву насіння можна досягти рівня кліматично-забезпеченої врожайності [2].

До вибору способів сівби слід підходити диференційовано, враховуючи морфобіологічні особливості сортів, світловий та гідротермічний режими зони. Найкращим способом сівби є той, який найбільше відповідає біологічним особливостям сорту в конкретній зоні та сприяє кращому використанню рослинами факторів життєдіяльності [3].

У зв'язку з впровадженням у виробництво нових сортів сої з різним типом формування врожайності виникла наукова необхідність та практична доцільність проведення досліджень щодо оптимізації існуючих і розробці нових елементів технології вирощування сої, до яких слід віднести норму висіву насіння і ширину міжрядь, частка впливу яких на рівень урожайності становить 25-30% [2; 4].

Мета і задачі досліджень. Метою магістерської роботи передбачалося провести польові дослідження з обґрунтування особливостей росту й розвитку рослин, біометричних показників, фотосинтетичної діяльності посівів та формування індивідуальної продуктивності рослин сої залежно від норми висіву насіння та способу сівби.

Для розкриття мети роботи передбачалося виконати наступні завдання:

– проаналізувати наукові публікації вітчизняних і іноземних вчених щодо обраного напрямку наукового дослідження;

– адаптувати сучасні методики дослідної справи в агрономії до ґрунтово-кліматичних умов проведення досліджень і схеми експерименту;

– обґрунтувати вплив норми висіву насіння на ріст і розвиток рослин сої, формування біометричних показників та інтенсивність фотосинтезу, розрахувавши площу асиміляційної поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал;

– встановити вплив досліджуваних елементів технології вирощування на індивідуальну продуктивність рослин сої, зокрема на загальне виживання рослин (передзбиральна густина стояння рослин), кількість бобів на рослині та насіння в них, маса 1000 насінин;

– за результатами врожайності насіння з урахуванням виробничих витрат розрахувати економічну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування сої.

Об'єкт дослідження: процес формування і реалізації генетичного потенціалу сортів сої та природних ресурсів залежно від елементів технологій вирощування.

Предмет дослідження: сорти сої, норма висіву насіння, спосіб сівби, погодні умови, виробнича та економічна ефективність.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці науково-обґрунтованих рекомендацій щодо удосконалення елементів технології вирощування ранньостиглих сортів сої шляхом створення

оптимальної площі живлення рослин з метою підвищення стійкості рослин до впливу несприятливих умов навколишнього середовища та отримання високого рівня продуктивності.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ

У світі посіви сої займають приблизно 100 млн гектарів, що пояснюється її високою продовольчою, агрономічною та екологічною користю. Соя є найпоширенішою високобілковою олійною культурою у світі, яку широко використовують для виробництва кормів, харчів та технічної продукції.

Особливо широко її культивують у США, Бразилії, Аргентині, Канаді, Китаї, Індії та Італії – на ці країни припадає до 90% світового виробництва соєвого зерна. У США лише для тваринництва щороку використовують 18 млн тонн сої, а загальний валовий збір за останні роки досяг 80 млн тонн [5].

Соя – цінна культура, якій немає рівних за вмістом і якістю білка. Насіння містить 28–52% повноцінного збалансованого за вмістом амінокислот білка та 16–27% жиру. Соя поєднує два важливі процеси – фотосинтезу та біологічної фіксації азоту. Її біологічна особливість полягає в здатності рослин до симбіотичного типу живлення. Бульбочкові бактерії виду *Bradyrhizobium japonicum* забезпечують рослини фіксованим атмосферним азотом у формі органічних сполук.

Серед чинників, які визначають рівень продуктивності сої, важливе місце посідає оптимальне забезпечення рослин площею живлення рослин. Це потребує вивчення норми висіву насіння і способу сівби та їх сумісної дії і поєднання, а також впливу кожного елемента живлення окремо на формування врожаю та якості насіння з метою підвищення їх стабільної дії в конкретних умовах і відновлення родючості ґрунту.

1.1. Біологічні особливості сої

За вимогами до тепла соя наближається до кукурудзи. Для повного проходження вегетаційного циклу культурі необхідна сума активних температур у межах 1700–2900°C, залежно від сорту та умов вирощування.

Мінімальна температура проростання насіння становить 10–12°C, тоді як оптимальна – 12–14°C. Зниження температури нижче оптимальних значень істотно уповільнює проростання та сприяє ураженню насіння збудниками хвороб [4].

Вимоги до тепла залишаються високими протягом усього періоду вегетації. За достатнього теплового та водного забезпечення соя швидко нарощує листову масу, досягає більшої висоти та раніше вступає у фазу цвітіння. Найсприятливішою середньодобовою температурою для росту та розвитку вважають діапазон 18–22°C, тоді як зниження температури до 15 °C і нижче затримує розвиток рослин [2,6].

Осіннє похолодання до 10–12°C практично припиняє процеси наливу та дозрівання насіння. Водночас соя виявляє дещо вищу стійкість до низьких температур порівняно з квасолею. Короткочасні заморозки на поверхні ґрунту до –2...–3°C зазвичай не спричиняють істотних ушкоджень сходів, а за низької відносної вологості повітря рослини здатні витримувати зниження температури й до –5 °C. У низці випадків зафіксовано нормальний розвиток сої навіть після короткочасного укриття сходів снігом. Важливою умовою відновлення росту після похолодання є збереження сім'ядоль та сплячих бруньок, з яких і відбувається подальше відростання. Водночас тривалі заморозки нижче –2,5 °C вже мають летальний характер для молодих рослин [7,8].

У дослідних умовах також відзначено, що зниження температури до –2°C завдав меншої шкоди посівам сої, ніж кукурудзі. Узагальнення літературних даних дозволяє визначити мінімальну температуру проростання насіння на рівні 6–7 °C, сприятливу – 12–14°C. Для сходів ці показники становлять на 2–3°C більше. Інтенсивний ріст рослин забезпечується за температур не вище 32–35°C та за умови незначних добових коливань. Більшість дослідників зазначають, що для формування повноцінного врожаю соя потребує суму активних температур у межах 1700–3200°C [3,9].

На кореневій системі молодих рослин сої рано формуються бульбочки, які забезпечують здатність культури засвоювати атмосферний азот. Найсприятливішою температурою для активного функціонування бульбочок є близько 25°C. Навіть нетривале підвищення температури на початку вегетації до 35–36 °C справляє негативний вплив на розвиток рослин та знижує життєздатність бульбочкових бактерій [10].

У науковій літературі існують різні підходи до оцінки посухостійкості сої. Одні дослідники відзначають, що ця культура є досить витривалою до дефіциту вологи, тоді як інші наголошують на її чутливості до посухи та підвищеній потребі у воді [7, 11]. У працях вітчизняних і зарубіжних учених соя частіше описувалася як посухостійка рослина. Зокрема, стверджується, що соя переносить нестачу вологи значно краще, ніж інші зернобобові [12–15]. Деякі автори також наголошують, що соя у посушливих умовах демонструє вищу стійкість порівняно з багатьма польовими культурами [6,16]. Водночас інші дослідники характеризують її як малостійку до посухи та досить вибагливу до водного режиму. Такі розбіжності у поглядах переважно пов'язують із тим, що стійкість сої до нестачі вологи різна на окремих етапах її розвитку та значною мірою залежить від умов вирощування [4, 13, 16].

Для сої характерне неоднакове споживання води на різних етапах росту й розвитку. У фазі сходів–гілкування воно становить лише 7–8%, у період гілкування–цвітіння підвищується до 20–22%, у фазі цвітіння–формування бобів сягає 29–31%, а найбільша частка – 35–40% припадає на період наливання бобів і досягання. Для набубнявіння та повноцінного проростання насіння потребує кількість води, що перевищує його власну масу на 130–160%. Сім'янки сої поглинають вологу швидше, ніж насіння інших культур, однак за її нестачі розвиток проростка істотно пригнічується [2, 9, 17].

У початковий період вегетації від появи сходів до початку цвітіння-рослини споживають 15–30 м³/га води на добу та загалом проявляють достатню стійкість до посухи. Перший відносний максимум вологоспоживання спостерігається у фазі формування та наливання насіння. У міру збільшення вегетативної маси зростають і потреби сої у воді: у період цвітіння, формування бобів та наливання насіння добове споживання досягає 40–60 м³/га. Ця фаза є критичною у водному режимі рослин, і дефіцит вологи в цей час може спричинити суттєве зниження врожайності [3-5, 7,11,17].

За гідротермічного коефіцієнта (ГТК) у межах 1–1,7 умови вирощування сої вважаються оптимальними. Коли його значення знижується до 0,8–0,9, рівень забезпечення вологою погіршується, при 0,6–0,7 спостерігається її нестача, а показник 0,4–0,5 свідчить про розвиток посухи. ГТК обчислюють за методикою Г.Т. Селянинова (1928), поділяючи суму опадів за певний період вегетації на суму середньодобових температур, поділену на 10.

Соя, належачи до групи короткоденних культур, відзначається підвищеною чутливістю до зміни тривалості освітлення. Для індукції цвітіння рослині достатньо 2–6 коротких днів, тоді як іншим представникам короткого дня зазвичай потрібно від 7 до 40 днів. Навіть незначне збільшення тривалості світлового дня призводить до затримки початку цвітіння [5, 12, 19].

Дослідження впливу тривалості дня на розвиток рослин показали, що найбільша чутливість до короткого дня спостерігається з моменту формування першого трійчастого листка і до початку гілкування, тобто під час інтенсивного наростання листової поверхні. У цей період короткий день значно скорочує тривалість вегетативної фази. Натомість у фазі бутонізації та подальших етапах розвитку вплив тривалості дня істотно зменшується [19].

Важливішим чинником, ніж сама довжина дня, для розвитку сої є інтенсивність та спектральний склад освітлення. На ранніх етапах від появи

сходів до початку цвітіння культура потребує яскравого сонячного світла з переважанням короткохвильової частини спектра. Під час формування репродуктивних органів соя краще реагує на світло нижчої інтенсивності з більшою часткою довгохвильових променів. Критичним порогом освітленості для нормального розвитку культури є 1076 лк; світло вищої інтенсивності чинить позитивний вплив на ріст і розвиток рослин [20].

Скоростиглі сорти сої виявляють меншу чутливість до тривалості світлового дня порівняно з середньостиглими та особливо пізньостиглими сортами. Класифікація сортів на ранньостиглі, середньостиглі та пізньостиглі має значення лише для певного кліматичного поясу та конкретних умов вирощування при однакових строках сівби. Перенесення сортів у інші соєсійні широти може змінювати їхню групу стиглості, переводячи, наприклад, ранньостиглі сорти у середньостиглу категорію [21].

Загущення посівів понад оптимальний рівень негативно позначається на розвитку рослин: листя нижнього ярусу темніють, бутони та квітки швидко опадають. Це призводить до зменшення кількості бобів на одній рослині. Висока інтенсивність світла впливає на збільшення ваги бульбочок на коренях сої [5]. Рівень освітленості рослин може регулюватися добром сортів, способом сівби, напрямком рядків і густотою рослин. Хороший урожай насіння сої можна одержати, якщо тривалість дня й освітленість відповідають біологічним вимогам сортів [22].

Соя здатна рости на ґрунтах із неглибоким орним шаром і різним механічним складом. Нейтральний рівень рН ґрунтового розчину для сої коливається від 6,5 до 7,0. За даними НДІ сої, при рН 7 відбувається максимальне засвоєння всіх макроелементів. Якщо рН знижується до 6, засвоєння фосфору зменшується до 95 % від максимального, тоді як засвоєння азоту та калію практично не змінюється. При рН до 8 засвоєння азоту залишається на високому рівні, але фосфору та калію – значно знижується. При рН нижче 6 спостерігається різке погіршення доступності макроелементів [6,18].

Кислі ґрунти пригнічують розвиток бульбочкових бактерій і кореневої системи, сповільнюють ріст рослин та знижують урожайність і олійність насіння. Вапнування таких ґрунтів підвищує доступність фосфатів для рослин, активізує продуктивність фотосинтезу та сприяє перенесенню асимілятів у стебла, що збільшує врожай [15, 21].

Лужна реакція ґрунту також пригнічує ріст сої та зменшує врожайність, але меншою мірою, ніж кисла. На сильно засолених ґрунтах також спостерігається пригнічення розвитку бульбочкових бактерій. Водночас на ґрунтах із лужною реакцією соя росте краще за сорго, просо і люцерну, а на кислих ґрунтах – краще, ніж люцерна та конюшина. Культура добре вдається на осушених болотних ґрунтах, включно з деякими торф'яниками, за умови їхньої нейтралізації. Соя задовільно росте на рекультивованих землях, особливо при використанні на зелену масу. Для формування розвиненої кореневої системи рослині потрібна добра аерація ґрунту; на важких запливаючих ґрунтах порушується забезпечення рослин та бульбочкових бактерій азотом [2,9].

Для нормальної життєдіяльності кореневої системи сої необхідний достатній вміст кисню в ґрунті. При заболочуванні нижніх горизонтів корені та бульбочки можуть розміщуватися майже на поверхні. Якщо концентрація кисню в ґрунтовому повітрі падає нижче 0,5%, верхівковий ріст коренів практично припиняється, а поглинання калію, кальцію та фосфору зменшується на 25, 16 та 45% відповідно порівняно з умовами нормально аерованого ґрунту [21].

Корені сої мають невисоку проникну здатність, тому щільність ґрунту суттєво впливає на розвиток рослин. Оптимальна щільність ґрунту для сої становить 1,1–1,25 г/см³. Якщо цей показник перевищує 1,25 г/см³, врожайність знижується приблизно на 1 ц/га за кожне збільшення на 0,01 г/см³.

У польовому досліді при ущільненні ґрунту від 1,13 до 1,18 г/см³ вага рослин знизилася на 22,4%, а при щільності 1,22 г/см³ – на 35,6%; вага коренів зменшувалася відповідно на 30 та 37,9%. Урожайність зерна при щільності ґрунту 1,18 г/см³ знизилася на 2,4 ц/га, а при 1,22 г/см³ – на 4 ц/га. Оптимальною для сої вважається щільність ґрунту в межах 0,9–1,13 г/см³. Кореляція між щільністю ґрунту та врожайністю сої склала 0,77 [23].

Для формування 1 ц насіння соя виносить із ґрунту близько 9–11 кг азоту, 3,1 кг Р₂О₅, 3,6 кг К₂О, 2,5 кг кальцію та 1,1 кг магнію. Розподіл засвоєння елементів живлення протягом вегетації нерівномірний. Від сходів до початку цвітіння рослини засвоюють близько 18 % загального азоту, 15 % фосфору та приблизно 25 % калію. У період від бутонізації до наливу бобів відбувається найбільше поглинання поживних речовин: близько 80 % загальної кількості азоту, 80 % фосфору та половина калію за весь вегетаційний період [5,7,9,24].

Веgetаційний період сої умовно поділяють на три частини з точки зору живлення рослин. Перша третина є критичною щодо забезпечення фосфором, кальцієм, кобальтом і молібденом, при цьому особливе значення має переважання фосфору над азотом. Друга третина вегетації визначальна для потреби рослин в азоті, калії та борі. Остання третина характеризується максимальною потребою у азоті, фосфорі, сірці та магнії [11, 25].

З огляду на ці закономірності рекомендується тричі підживлювати сою: перше підживлення у фазі другого–третього листка з використанням азоту, фосфору, молібдену та бору; друге та третє підживлення проводять бором із молібденом для забезпечення потреб рослин у мікроелементах у період активного росту та формування репродуктивних органів [26].

Соя активно сприяє розмноженню вільно існуючих азотфіксуючих бактерій у кореновому шарі ґрунту. У прикореневій зоні рослин кількість цих бактерій значно перевищує їхню чисельність у ґрунті без рослин: у фазу

першого трійчастого листка – у 42 рази, під час цвітіння – у 95 разів, а під час дозрівання – у 13 разів.

Найважливішою біологічною особливістю сої є її здатність до симбіозу з бульбочковими бактеріями, що дозволяє залучати в біологічний кругообіг значні обсяги атмосферного азоту. Після збирання врожаю частина азоту залишається в ґрунті, а за сприятливих умов соя може залишати до 320 кг/га азоту, у середньому – 50–80 кг/га. Азот, який накопичується завдяки сої, на відміну від мінеральних добрив і інколи органічних, не забруднює навколишнє середовище та добре засвоюється іншими рослинами. Тому соя є не лише ефективним азотфіксатором, а й цінним попередником для багатьох сільськогосподарських культур [15, 23, 27].

1.2. Сорт, як ключовий фактор зональної технології вирощування

В умовах глобальних та локальних змін клімату в Україні відбулися суттєві зміни в розміщенні посівів сої по ґрунтово-кліматичних зонах: частка посівів у зоні Степу зменшилася, тоді як у Лісостепу та Поліссі – зросла, особливо у районах, де соя раніше практично не вирощувалася. У деяких регіонах вирощування цієї культури залежить від наявності вологи та стабільного поливу [2, 28].

Правильний підбір технологій і сортів дозволяє мінімізувати ризики, пов'язані з вирощуванням сої. Коригування строків сівби дає можливість впливати на забезпеченість рослин теплом і вологою в умовах змін клімату, що є важливим для досягнення стабільної продуктивності. Успіх у вирощуванні сої значною мірою залежить від правильного вибору сорту та формування оптимальної структури посіву [29].

За даними Реєстру сортів на 2024 рік, сорти сої в Україні представлені селекцією більш ніж 10 країн світу і налічують понад 300. Найбільшу частку становлять вітчизняні сорти – 42,3 % від загальної кількості, канадські – 24,7 %, французькі – 16,5 %, австрійські – 5,1 %, сербські – 2,5 %, польські – 1,8

%. Сорти іноземної селекції з Німеччини, США, Румунії та Хорватії разом складають 7,1 %.

При виборі потенційного сорту слід враховувати вміст білка в насінні, висоту рослин, висоту кріплення нижніх бобів, товщину стебла, характер росту, а також схильність до розтріскування і осипання насіння. Вміст білка в насінні є важливим показником для експорту та переробки сої, зокрема на азійські ринки. Продуктивність культури прямо залежить від висоти рослин. Технологічні показники сортів – висота рослин, висота кріплення нижніх бобів, товщина стебла, схильність до розтріскування та осипання насіння – визначають зручність збирання врожаю прямим комбайнуванням [30].

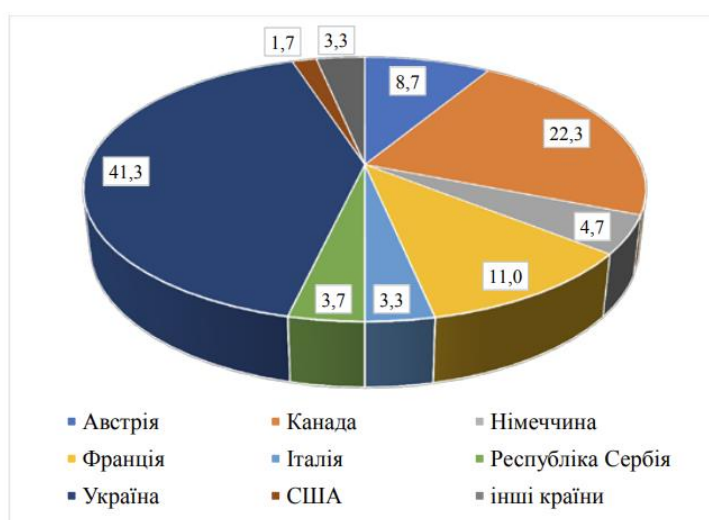


Рис. 1.3 - Частка сортів вітчизняної та іноземної селекції, %

Дослідження з екологічної оцінки середньостиглих та середньо пізньостиглих сортів сої показали, що серед 31 середньостиглого сорту, внесеного до Державного реєстру сортів рослин, придатних для вирощування в Україні у 2024 році, найвищою врожайністю вирізнялися сорти ЕС Палладор, Стайн 14Ф06, Стайн, Стайн 15I63, Стайн 13Ж23 та Амфор. Найвищий вміст білка в насінні відзначався у сортів Сайдіна, Амфор, Стайн 17Ж32, Банжо КС, СГ СР Пікор, Стайн 11Х02, а жиру – у Валентія, Васильківська, Тена та Аполон. Найбільш посухостійкими були сорти

Сандіна, Панонка та ЕС Палладор. Серед середньо пізньостиглих сортів сої найбільшою врожайністю відзначався Стайн 20Ф26, найвищий вміст білка в насінні – у сортів Крістіна та Ананда, жиру – у Крістіна, а найвищу посухостійкість проявив сорт Святогор.

З огляду на збільшення посівних площ сої в Україні останніми роками виникає потреба у пошуку перспективних сортів із високою продуктивністю, стійкістю до несприятливих чинників середовища та шкідливих організмів. Правильно підібраний сорт сої здатен забезпечити стабільні врожаї та економічну ефективність виробництва. В умовах змін клімату, недостатнього вологозабезпечення та появи на ринку нових сортів як вітчизняної, так і іноземної селекції, доцільним є проведення досліджень щодо впливу формування структури посіву у взаємодії з іншими елементами технології вирощування на формування продуктивності сої в умовах Західного Лісостепу.

1.3. Технологічні заходи підвищення врожайності сої

Рівень урожайності сої значною мірою визначається комплексом факторів. Для отримання високих та стабільних врожаїв цієї культури необхідно забезпечити рослини оптимальною кількістю життєвоважливих ресурсів та правильним їх співвідношенням.

Водночас погодні умови протягом вегетаційного періоду вносять свої корективи, проявляючись у підвищенні середньодобової температури та нерівномірному розподілі опадів. Тому перед виробниками постає завдання обрати стратегію вирощування конкретного сорту сої з урахуванням густоти посівів та ширини міжрядь, орієнтуючись на наявні ресурси господарства та місцеві агрокліматичні умови.

Соя є світлолюбною культурою і формує високий урожай лише за умов оптимальної площі живлення та доброї освітленості рослин. Досягнення потенційної врожайності конкретного сорту можливе лише при

правильному підборі ширини міжрядь і густоти посіву. Тому спосіб сівби, ширина міжрядь і норма висіву насіння є основними елементами сортової агротехніки сої, причому останнім часом особлива увага приділяється нормі висіву.

Існує взаємозв'язок площі живлення рослин з морфологічними та біологічними особливостями сорту, такими як форма куща, характер розміщення та розмір листків, висота рослин і тривалість вегетаційного періоду. Для підвищення врожайності важливо збільшувати коефіцієнт використання сонячної енергії, створюючи оптимальні умови світлового режиму як для окремої рослини, так і для цілого ценозу. Це досягається рівномірним розподілом рослин по площі живлення у формі витягнутого прямокутника або квадрата. Оптимальним вважається таке розміщення рослин, за якого в період утворення бобів листя в міжряддях зникається на висоті 30–40 см від поверхні ґрунту [31-32].

Для сої характерна висока пластичність щодо площі живлення, що проявляється у зміні індивідуальної продуктивності – коливанні кількості вузлів, гілок, бобів, насіння, їх маси та висоти прикріплення нижніх бобів. У посівах з оптимальною густотою та площею живлення основна частка бобів (64,5–70,6%) і насіння формується на головному стеблі. У зріджених посівах більшість бобів (71,5%) формується на бокових гілках, тоді як у сильно загущених – на головному стеблі (85,2%) [7,33].

Сою висівають різними способами: широкорядним, стрічковим, широкополосним і суцільним. Вибір способу посіву тісно пов'язаний із нормою висіву та залежить від цілей і умов вирощування конкретного сорту. У більшості районів, де сою вирощують як просапну культуру, застосовують широкорядний посів із міжряддями 45, 60 або 70 см. Для скоростиглих сортів використовують однорядковий посів із міжряддями 45 або 60 см, тоді як високорослі сорти сіють із міжряддями 70 см [34].

Дослідженнями встановлено, що при вирощуванні середньостиглих сортів в умовах достатнього зволоження, врожай зерна був практично однаковим при широкорядному посіві з міжряддями 45 см, 60 см, двохстрічковому 45+15 см та суцільному посіві. При міжряддях 70 см врожайність знижувалася на 2,0-2,1 ц/га через пізнє змикання рослин у рядках, яке за нестачі вологи взагалі не відбувалося [35].

У деяких регіонах перспективними вважають широкорядний і стрічковий способи посіву, оскільки вони забезпечують більш рівномірне розташування рослин, кращу освітленість листового апарату та підвищення продуктивності. При однорядковому способі норму висіву зменшують на 10-15%, тоді як на важких, погано оброблених ґрунтах або за відсутності гербіцидів її збільшують [36].

За умов достатнього зволоження оптимальним варіантом є сівба із міжряддям 45 см та нормою висіву 500 тис. схожих насінин/га. Зменшення норми висіву призводило до зниження врожайності на 15-20% [37].

Оптимальний спосіб сівби залежить від біологічних особливостей сорту, умов ґрунту, вологості, освітленості та наявної техніки. Найпоширенішим в умовах достатнього зволоження є широкорядний посів із міжряддям 25-45 см, що дозволяє ефективно використати природні ресурси [38].

Морфологічні властивості рослин сої, такі як здатність до гілкування, висота, форма куща та облистяність стебла, мають важливе значення для вибору агротехнічних заходів, насамперед оптимальної площі живлення рослин. Слабогіллясті сорти також більш чутливі до звуження міжрядь до 45 та 15 см порівняно з 70 см [33].

Дослідження показали, що при сівбі сої з вузьким міжряддям рослини краще використовують світло у критичні періоди закладання насінин та наливання бобів, а також спостерігається збільшення індексу листової поверхні та підвищення інтенсивності фотосинтезу [5,14,22,34].

Відстань між рядами впливає на розподіл насінин між основним стеблом і боковими гілками. При сівбі сої з міжряддям 19 см на основному стеблі формувалося 69 % насінин, тоді як за ширшого міжряддя 97 см – лише 45 %, а решта припадала на бокові гілки (відповідно 31 % та 55 %). Тому для широкорядних посівів доцільно обирати сорти з добре розвиненими боковими гілками, а сорти з менш інтенсивним гілкуванням – для звичайного рядкового способу сівби [35].

При вирощуванні сої з міжряддям 19 см більшість насінин (69 %) формувалася на основному стеблі, тоді як за ширшого міжряддя 45 см на основному стеблі припадало лише 45 % насіння, а на бокових гілках – 31 % і 55 % відповідно. Це свідчить, що для посівів із широким міжряддям доцільно обирати сорти з інтенсивним гілкуванням, тоді як сорти з менш розвиненими боковими гілками краще висівати у вузькорядних посівах [4,12,31].

Найвищу врожайність насіння сорту Сірелія, а також максимальну по всьому досліді, отримано при ширині міжрядь 19 + 38 + 19 см і нормі висіву 750 тис. насінин/га – 2,92 т/га. У сорту Сайдіна найвищий урожай спостерігався за тією ж шириною міжрядь (19 + 38 + 19 см), але при значно нижчій нормі висіву – 450 тис. шт./га, що склало 2,82 т/га. Варто зазначити, що це єдиний сорт у досліді, який забезпечив високий рівень продуктивності при низьких нормах висіву. Для сорту Вишиванка оптимальною для реалізації врожайного потенціалу виявилася ширина міжрядь 19 + 38 + 19 см та норма висіву 600 тис. шт./га, з врожаєм 2,74 т/га. У сорту Жаклін найкращі результати досягнуті при ширині міжрядь 19 + 38 + 19 см і нормі висіву 750 тис. насінин/га – 2,72 т/га, хоча близькі показники врожайності (2,70 т/га) спостерігалися також при ширині міжрядь 19 + 19 + 19 см та тій же нормі висіву [38].

Отже, оптимальне розташування рослин на площі зменшує їхню взаємну конкуренцію та забезпечує рівномірний доступ до поживних речовин у ґрунті. Достатнє постачання води та елементів живлення сприяє

одночасному і дружньому розвитку рослин сої та швидкому змиканню міжрядь. При рівномірному розподілі рослин листя отримує однакове освітлення, що покращує фотосинтетичну поверхню і підвищує ефективність фотосинтезу.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

На ріст, розвиток та формування урожайності сільськогосподарських культур, зокрема сої, безпосередньо впливають ґрунтові та кліматичні умови регіону вирощування. Вони визначають появу лімітуючих факторів і потребують коригування окремих елементів технології вирощування, щоб створити оптимальні умови для росту і розвитку рослин.

Отже, знання характеристик ґрунту та особливостей клімату дозволяє обґрунтувати закономірності росту, розвитку та рівень урожайності сої.

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень



Дерново-підзолисті ґрунти формуються в умовах помірного клімату під хвойно-листяними лісами на супіщаних та легкосуглинкових породах. Вони характеризуються чітко вираженим профілем, у якому верхній гумусово-дерновий горизонт багатий органічною речовиною, а нижній підзолистий горизонт відзначається вимиванням кремнезему та органіки, що робить його світлішим. Ці ґрунти мають середню кислотність (рН 5,8–56,2), помірну гумусність (1,5–3 %) та низький вміст доступних поживних елементів, таких як азот, фосфор і калій (табл. 2.1).

**Таблиця 2.1 – Агрохімічні характеристики дерново-підзолистих ґрунтів
ТОВ «Агро Інтер», 2025 рр.**

Показники	Шар ґрунту 0–25 см
Вміст гумусу (по Тюріну), %	1,82-2,08
Вміст азоту лужногідролізованого (за Корнфілдом), мг/кг ґрунту	68,0-82,0
РНксі (потенціометрично)	5,8-6,2
Гідролітична кислотність (за Каппеном), мг-екв./100 г ґрунту	0,79-0,87
Рухомий фосфор (за Кірсановим), мг/кг ґрунту	90,2-102,5,0
Обмінний калій (за Кірсановим), мг/кг ґрунту	95,2,0-115,9

За фізичними властивостями вони легкі або середньосуглинкові, добре водопроникні, але погано утримують воду та поживні речовини. Через це дерново-підзолисті ґрунти потребують регулярного внесення органічних і мінеральних добрив для забезпечення нормального росту сільськогосподарських культур. Вони придатні для вирощування зернових та технічних культур, зокрема сої, за умови застосування оптимальної технології обробітку та підживлення.

Технологія вирощування та погодні умови є ключовими чинниками, що визначають рівень реалізації генетичного потенціалу сортів сої. Навіть за нестійких погодних умов упродовж окремих років та за обмеженого впливу агрокліматичних характеристик, науково обґрунтовані технологічні підходи дають змогу суттєво підвищити продуктивність зернобобових культур [22,36].

Соя належить до теплолюбних культур. У межах регіону її характеризує підвищена вибагливість до гідротермічних умов. Мінімальна температура, за якої починається проростання насіння, становить 6–7°C, а достатньою вважається температура 12–14°C. Сходи сої можуть переносити короткочасні приморозки до –2...–3°C. Висів культури рекомендують проводити після стабільного підвищення температури повітря вище 13°C.

Упродовж вегетації соя залишається дуже вимогливою до тепла, особливо в періоди цвітіння та досягання, коли оптимальна середньодобова температура становить 18–25°C. Таким чином, температурний режим є одним із найважливіших кліматичних факторів, що визначають ефективність вирощування сої (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Вимоги сої до температурного режиму протягом вегетації [4]

Період росту і розвитку сої	Температура повітря, °C			Кількість вологи, м ³ /га на добу
	мінімальна	достатня	оптимальна	
Сівба-сходи	8-10	15-18	20-22	15-30
Сходи-гілкування	10-12	17-20	22-25	15-30
Цвітіння	16-18	19-21	22-25	40-60
Формування бобів	13-14	17-18	20-23	40-60
Дозрівання	7-8	13-16	18-20	30-40

Окрім температурного режиму, важливою умовою формування високої врожайності сої є достатнє забезпечення рослин вологою. Для цієї культури характерний нерівномірний розподіл водоспоживання протягом різних етапів онтогенезу. На початкових фазах розвитку, від появи сходів до початку цвітіння, потреба у воді є відносно невисокою. Найбільш інтенсивне використання вологи відбувається у період цвітіння та формування бобів, коли рослини мають максимальну фізіологічну потребу у водозабезпеченні [9, 22].

Транспіраційний коефіцієнт сої становить у середньому 500–650, що свідчить про значні витрати води на формування одиниці сухої речовини. Під час проростання насіння здатне поглинати 130–160 % вологи від власної маси, що підкреслює його високу водопоглинальну здатність та важливість достатньої вологозабезпеченості на стартових етапах розвитку [14,31].

Клімат Ічнянського району Чернігівської області є помірно континентальним, із теплим та достатньо вологим літнім періодом. Зими тут зазвичай м'які, з невеликою кількістю снігу та частими відлигами. Середньорічна температура повітря становить близько 7,0–7,5 °C.

Найхолодніші місяці – січень і лютий, коли середньомісячні температури опускаються до $-4...-5$ °С, а абсолютний мінімум може досягати $-20...-25$ °С. Найтеплішим місяцем є липень: середньомісячна температура тримається на рівні $17-18$ °С, а максимальні значення інколи піднімаються до $35-36$ °С.

За багаторічними спостереженнями середньорічна кількість опадів у районі становить приблизно $550-600$ мм, причому понад 60% припадає на період активної вегетації. Найбільше опадів, як правило, випадає в липні, близько $80-90$ мм.

Погодні умови вегетаційного періоду в Ічнянському районі були в цілому сприятливими, хоча спостерігалися окремі відхилення від норми як за температурою, так і за кількістю опадів. Весняні місяці не забезпечували культури теплом, не перевищуючи середньобагаторічні показники. Так, середньодобова температура у третій декаді квітня становила $6,5$ °С (на $4,8$ °С нище за норму), у першій декаді травня — $10,6$ °С (на $3,7$ °С нище за норму), а у другій декаді травня – $4,1$ °С (на $2,4$ °С нище багаторічного значення). За зволоженістю весняний період року був достатньо забезпеченим опадами: за квітень–травень випало $82,1$ мм при нормі $76,7$ мм.

Літні місяці відзначалися підвищеними температурами. У червні середньодобова температура становила $21,2$ °С (при нормі $19,4$ °С), а кількість опадів на рівні середньо багаторічних даних – $37,2$ мм. Липень був надзвичайно теплим: середньодобова температура склала $22,2$ °С при багаторічному показнику $21,2$ °С. Перша половина серпня характеризувалася спекотною погодою з температурою $21,9-23,7$ °С. Для критичного періоду вологоспоживання сої (липень–серпень) спостерігався дефіцит опадів – $42,5$ мм при нормі $83,8$ мм, що негативно вплинуло на цвітіння та формування бобів. У третій декаді серпня зберігалася достатня температура повітря при відсутності опадів, що сприяло досягання насіння та своєчасному збиранню врожаю.

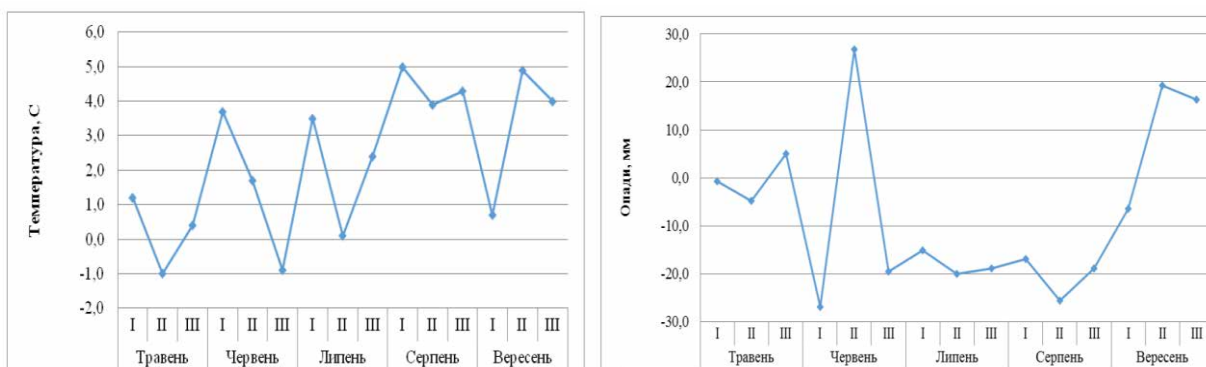


Рис. 2.2 - Відхилення середньомісячної температури повітря (°C) і опадів (мм) відносно середньобогаторічної норми, 2025

Для оцінки кліматичних умов господарств та певних зон використовується гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який дозволяє визначити рівень зволоженості території. Його розраховують як відношення суми опадів (мм) за період із середньодобовою температурою понад 10 °C до суми температур за той самий період, зменшеної у 10 разів. Чим нижче показник ГТК, тим більш посушлива територія. Умови травня у районі були близькими до типової норми для зони вирощування сої: співвідношення опадів до температурного режиму склало 1,31 та 0,83 відповідно.

Отже, погодні умови суттєво відрізнялися між собою та були нетиповими для розвитку сої в окремі фази органогенезу, що вплинуло на формування продуктивності посівів. Виходячи з наведеного, можна зробити висновок, що основним обмежувальним фактором для повного прояву продуктивного потенціалу сортів сої був дефіцит суми температур на початку вегетації та вологи у період формування генеративних органів.

2.2. Методика та агротехніка проведення досліджень

У досліді вивчали дію та взаємодію трьох факторів: А – сорт; В – спосіб сівби; С – норма висіву насіння. Досліди проводили за загальноприйнятими методиками [31, 32] за схемою, наведеною в табл. 2.3.

Градація факторів 2x2x3, повторність досліду чотириразова. Розміщення варіантів систематичне. Площа загальної ділянки 75 м², облікової ділянки 50 м².

Таблиця 2.3 – Схема досліду

Фактор А – сорт	Фактор В – спосіб сівби (ширина міжрядь, см)	Фактор С – норма висіву насіння, млн. сх. насінин/га
Сігма (CHU2300)	Рядковий (15 см)	700
Сальса (CHU2400)	Широкорядний (35 см)	600
		500

Дослідження, обліки та спостереження проводилися згідно загальноприйнятих методик у рослинництві. Протягом досліджень проводились наступні спостереження:

1. Фенологічні спостереження за рослинами сої проводили за методиками дослідної справи [31-32]. Настання основних фаз росту й розвитку сої здійснювали візуальною оцінкою і відмічали так: початок фази – наявність її ознак не менше як у 10 % рослин, повна фаза – ознаки її мають 75 % рослин.

2. Висоту рослин визначали шляхом заміру на закріплених кілочках 25 рослинах у п'ятиразовій повторності на двох несуміжних повтореннях [31];

3. Густання рослин визначили двічі: у період повних сходів і перед збиранням урожаю. Підрахунки рослин проводили на виділених площадках площею 1 м² у всіх варіантах і повтореннях досліду. За результатами підрахунків перед збиранням визначали виживання рослин:

$$П = \frac{З}{С} \times 100, \text{ де}$$

П – виживання рослин, %;

З – кількість рослин перед збиранням, шт./м²;

С – кількість рослин на час повних сходів, шт./м²;

100 – число для перерахунку у відсотки.

4. Оцінку фотосинтетичної діяльності проводили за такими показниками: площа листкової поверхні, індекс листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФПП), чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) [31-32].

5. Площу листкової поверхні визначали за фазами розвитку сої методом «висічок». З кожної ділянки відбирали по 10 рослин, обривали листя і зважували його. Потім з 50-ти листків металевою трубкою певного діаметру робили висічки. Знаючи площу однієї висічки, масу висічок, їх число і загальну кількість листків розраховували за формулою:

$$П = \frac{МП_1 К}{М_1}, \text{ де}$$

П – площа листкової поверхні, см²;

М – маса листків у пробі, г;

П1 – площа однієї висічки, см²;

К – кількість висічок, г;

М1 – маса висічок, г.

6. Фотосинтетичний потенціал (ФП) визначали згідно з методикою за формулою [32]:

$$ФП = \frac{[(Л_1 + Л_2) \times Т_1 + (Л_2 + Л_3) \times Т_2 \dots]}{2}, \text{ де}$$

ФП – фотосинтетичний потенціал, млн м²-дн./га;

Л1+Л2 – сума площі листків за періодами в тис. м²/га;

Т1, Т2 – тривалість роботи листків, днів.

7. Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) розраховували за формулою:

$$ЧПФ = \frac{В_2 - В_1}{\frac{Л_1 + Л_2}{2} \times Т}, \text{ де}$$

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу;

V_1, V_2 – маса сухої речовини з 1 м^2 на початку та наприкінці облікованого проміжку часу, г;

L_1, L_2 – площа листової поверхні з 1 м^2 на початку та наприкінці облікованого проміжку часу, м^2 ;

T – тривалість періоду між першим та другим визначенням, днів.

8. Структуру врожаю визначали методом пробних снопів, відібраних із кожної ділянки у двох несуміжних повтореннях. Аналізуючи 25 рослин, взятих із снопового зразка, у лабораторних умовах визначали висоту рослини, висоту прикріплення нижнього боба, кількість бобів та насінин на одній рослині, кількість насінин у бобі, масу насіння з рослини [32].

9. Облік урожайності проводили методом суцільного збирання та зважування зерна з кожної ділянки. Перерахунок здійснювали на стандартну вологість та 100 % чистоту [31].

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Для підвищення виробництва сої, крім розширення площ посівів, необхідно значно збільшити її врожайність шляхом удосконалення зональних ресурсоощадних технологій, інтенсифікації виробництва, впровадження високоврожайних сортів, ефективних технологічних прийомів та сучасних засобів механізації.

3.1. Польова схожість насіння сої

У підвищенні врожайності польових культур важливу роль відіграє сівба, як основна ланка технології вирощування сої, визначає подальшу долю врожаю. Велике значення для отримання високого врожаю сої має якість насіння. Навіть за сприятливих погодних умов неможливо одержати хороший урожай із посівного матеріалу низької якості.

Дослідження показали, що при вирощуванні сої якість насіння має ще більший вплив на урожайність, ніж для інших культур. Насіння з високим вмістом білка та жиру, за поганих умов зберігання, швидко втрачає польову схожість і енергію проростання [10,22,34].

Дослідження, проведені в різних ґрунтово-кліматичних умовах, показують, що крупне та середнє насіння сої характеризується кращими посівними та урожайними властивостями. При використанні крупного насіння сходи з'являються раніше, інтенсивність початкового росту та розвитку рослин вища, а посіви менше зріджуються та менше піддаються ураженню хворобами. Урожайність зерна при цьому підвищується на 0,5–0,9 ц/га порівняно з сівбою дрібною фракцією насіння [29].

Тому навесні обов'язково слід перевіряти посівний матеріал. Насіння має бути добре виповненим, з високою питомою вагою, схожістю не менше 90%, високою енергією проростання, без тріщин оболонки, половинок, домішок карантинних бур'янів, живих шкідників та їх личинок. Повне

використання продуктивного потенціалу сорту та підвищення ефективності агротехнічних заходів можливе лише за умови сівби добірним і висококондиційним насінням сої.

Найвищу польову схожість насіння сої забезпечував висів крупного та середнього насіння в оптимальні строки. Використання цих фракцій сприяло отриманню дружних та оптимальних сходів, підвищенню індивідуальної продуктивності рослин, кращому збереженню посівів до збирання та збільшенню врожайності насіння (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Польова схожість насіння та виживання рослин сої залежно від елементів технології , 2025

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис./га	Кількість рослин у фазу сходів, тис/га	Польова схожість, %	Перезбиральна густина, тис./га	Загальне виживання рослин, %
Сігма	15	500	420	84,0	367	73,4
		600	485	80,8	406	67,7
		700	545	77,9	450	64,3
	35	500	422	84,4	380	76,0
		600	487	81,2	423	70,5
		700	540	77,1	464	66,3
Сальса	15	500	415	83,0	360	72,0
		600	470	78,3	416	69,3
		700	482	68,9	467	66,7
	35	500	417	83,4	387	77,4
		600	475	79,2	436	72,7
		900	534	76,3	480	68,6

Відповідно до сертифікатів на посівні якості насіння, то лабораторна схожість у сорту Сігма становила 94%, а Сальса – 93%. Згідно наших досліджень, польова схожість у сорту Сальса коливалася від 68,9% до 83,4%, у Сігма – 77,1%-84,4%. Суттєва різниця між лабораторною і польовою схожістю обумовлена різким коливанням температурного режиму продовж доби. Відмітимо, що соя відноситься до теплолюбних культур, тому сівбу потрібно проводити при стійкому прогріванні ґрунту на 12-14⁰С.

Загальне виживання рослин сої обумовлювалося способом сівби і нормою висіву насіння і менше сортовими особливостями. Посилення конкуренції в посіві між рослинами сої при рядковому способу сівби призводило до зниження виживання на 3-5% порівняно з широкорядним. Найбільш істотно виживання залежало від норми висіву насіння. У сорту Сігма при рядковому способу сівби при нормі висіву насіння 500 тис/га загальне виживання становило 73,4%, тоді як при 700 тис/га – 64,3%. За широкорядного способу сівби ці показники відповідно становили – 76,0 і 66,3%. Відмітимо, що за широкорядного способу сівби виживання було вищим на 2-4%, що обумовлено кращими умовами світлового режиму. Аналогічна закономірність відмічена і у сорту Сальса.

Важливу роль у розвитку сої відіграють умови освітлення, оскільки за біологічними особливостями це типова рослина короткого дня з підвищеними вимогами до тепла і вологи. Найбільше потребує тепла від проростання до сходів і від цвітіння до формування насіння, з деяким зниженням до його дозрівання.

Отже, передзбиральна густина стеблостою сої, яка є ключовим елементом структури врожаю, обумовлюється температурним і водним режимом на початкових етапах органогенезу, забезпеченням рослин факторами життєдіяльності, зокрема живленням, а також залежить від формування площі живлення рослин.

3.2. Тривалість вегетаційного періоду сої

Правильний вибір групи стиглості культури є необхідною умовою ефективного використання ресурсів середовища для формування високої врожайності. Тривалість міжфазних періодів у рослин сої, а разом і всього періоду вегетації різних сортів культури за групою стиглості, має великий вплив на умови росту і розвитку рослин та їх стійкість до метеорологічних аномалій.

Однією з найважливіших господарських ознак, що визначає ступінь адаптивності рослин до умов вирощування, є тривалість вегетаційного періоду й окремих його фаз [3], і це значною мірою визначає зернову продуктивність сортів сої [12]. На тривалість вегетаційного періоду впливають генетичні особливості сорту, екологічні умови регіону та застосування конкретних елементів технології вирощування (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Тривалість вегетаційного періоду сортів сої залежно від площі живлення, днів, 2025

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис/га	Тривалість міжфазних періодів росту та розвитку рослин сої								Вегетаційний період
			сівба-сходи	сходи-перша пара трійчастих листків	перша пара трійчастих листків-галуження	галуження-бутонізація	бутонізація-цвітіння	цвітіння-формування бобів	формування бобів-наливання насіння	наливання насіння-повна стиглість	
Сігма	15	500	17	10	11	10	14	29	23	21	118
		600	17	10	11	10	14	30	23	21	119
		700	17	10	11	10	14	30	25	23	123
	35	500	17	10	11	10	15	30	24	22	122
		600	17	10	11	10	15	31	24	22	123
		700	17	10	11	10	15	31	26	24	127
Сальса	15	500	17	10	11	10	15	30	24	22	122
		600	17	10	11	10	15	31	24	22	123
		700	17	10	11	10	15	31	26	24	127
	35	500	17	10	11	10	16	31	25	23	126
		600	17	10	11	10	16	32	25	23	127
		700	17	10	11	10	16	32	27	25	131

Отримані результати свідчать, що тривалість вегетаційного періоду сої змінюється під впливом норми висіву, ширини міжрядь і біологічних особливостей сорту. Зі збільшенням норми висіву від 500 до 700 тис. насінин на гектар у сортів Сігма та Сальса спостерігається поступове подовження всього циклу росту та розвитку, що пов'язано з посиленням конкуренції між рослинами за світло, вологу та поживні речовини. Найбільше це проявляється у фазах формування бобів і наливання насіння.

Також встановлено закономірність, за якої ширші міжряддя (35 см) спричиняють подовження вегетаційного періоду порівняно з вузькими (15 см). Подовження пояснюється тим, що за широкорядного способу сівби рослини формують більш гіллясті кущі та довше нарощують вегетативну масу. При збільшенні простору між рядами покращується освітлення кожної рослини, що стимулює активніше гілкування, продовжує період бутонізації та затримує перехід до генеративних фаз. У результаті рослини довше проходять етапи цвітіння, формування бобів та наливання насіння.

Разом з тим сортові особливості залишаються основним чинником різниці у тривалості розвитку. Сорт Сігма відзначається коротшим вегетаційним періодом, тоді як сорт Сальса має більш тривалий цикл росту, що свідчить про його відносно пізні строки досягання.

Таким чином, тривалість вегетації сої зумовлюється поєднаним впливом норми висіву, ширини міжрядь та генетичного потенціалу сорту. Збільшення густоти та ширини міжрядь сприяє певному подовженню розвитку рослин, однак найбільше значення має біологічна природа сорту.

3.3. Лінійний ріст рослин

Одним із ключових показників, що використовуються під час дослідження технологій вирощування сільськогосподарських культур, є оцінка особливостей росту та розвитку рослин. Важливим елементом, який формує вертикальну структуру посіву та визначає його світловий і повітряний режим, виступає висота рослин. Саме цей показник значною мірою впливає на продуктивність посівів сої [12, 15, 29].

Соя відзначається повільними й нерівномірними темпами росту на початкових етапах онтогенезу, проте надалі швидкість наростання стебла помітно зростає. Найінтенсивніший ріст спостерігається з початком цвітіння, і в цей період темпи приросту значною мірою визначаються як умовами навколишнього середовища, так і сортовими особливостями культури [5].

Комплексний аналіз динаміки росту стебла дає змогу визначити найбільш сприятливі умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів сої.

Аналіз динаміки росту стебла рослин сої дає можливість встановити залежність ростових процесів від групи стиглості сорту сої, норми висіву насіння та способу сівби (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Висота рослин сої у фазу наливання насіння, см, 2025

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис./га		
		500	600	700
Сігма	15	112	120	127
	35	108	110	115
Сальса	15	120	128	134
	35	112	118	120

У таблиці наведено залежність висоти рослин сої від сорту, ширини міжрядь та норми висіву. Для сорту Сігма при ширині міжрядь 15 см висота рослин зростає зі збільшенням норми висіву: від 112 см при 500 тис. насінин/га до 127 см при 700 тис./га. За ширини міжрядь 35 см рослини цього сорту мають меншу висоту, а зміна норми висіву впливає на неї меншою мірою: від 108 см при 500 тис./га до 115 см при 700 тис./га.

Для сорту Сальса спостерігається подібна тенденція: при вузьких міжрядях (15 см) висота рослин зростає від 120 см до 134 см зі збільшенням норми висіву. За ширших міжрядь (35 см) рослини мають нижчу висоту — від 112 см до 120 см відповідно.

Таким чином, можна виділити кілька закономірностей. По-перше, збільшення норми висіву сприяє підвищенню висоти рослин у всіх сортах і при будь-якій ширині міжрядь, однак цей ефект більш виражений при вузьких міжрядях (15 см). По-друге, вузькорядні посіви формують вищі рослини, тоді як широкорядні – нижчі, що пояснюється меншою

конкуренцією за світло у верхньому ярусі і ширшим розміщенням рослин, що стимулює горизонтальний ріст та гілкування. По-третє, сортові особливості визначають максимальну висоту рослин: Сальса завжди вища за Сігму за аналогічних умов, що свідчить про її генетичну схильність до більшого наростання стебла.

Отже, висота рослин сої залежить від взаємодії трьох факторів: сорту, норми висіву та ширини міжрядь. Для отримання високих рослин і щільного покриву посіву оптимальним є поєднання вузькорядного посіву з високою нормою висіву, причому максимальний вплив на висоту має сорт.

Нашими дослідженнями встановлено, що норма висіву та морфобіологічні особливості впливали на висоту кріплення нижнього боба (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Висота кріплення нижнього боба на рослині сої, см 2025

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис/га		
		500	600	700
Сігма	15	12	15	15
	35	10	12	13
Сальса	15	12	13	15
	35	10	12	12

Аналіз даних показує, що висота рослин сої залежить від сорту, норми висіву та ширини міжрядь. Сорт визначає генетичний потенціал росту: рослини сорту Сальса у більшості варіантів вищі за Сігму, особливо при високій нормі висіву. Збільшення норми висіву від 500 до 700 тис. насінин на гектар сприяє підвищенню висоти рослин у всіх варіантах, причому найбільше це проявляється при вузькорядному посіві (15 см), де конкуренція за світло стимулює вертикальний ріст.

Ширина міжрядь також суттєво впливає на висоту: вузькорядні посіви формують більш високі рослини, тоді як широкорядні (35 см) призводять до

нижчого росту, оскільки енергія росту частково спрямовується на гілкування і розвиток бічних пагонів. Найвищі рослини спостерігаються при поєднанні вузькорядного посіву, високої норми висіву та сорту Сальса, а найнижчі – у широкорядних посівах із мінімальною нормою висіву сорту Сігма.

Отже, висота рослин сої формується під одночасним впливом трьох факторів: сорту, норми висіву та ширини міжрядь, причому найбільший потенціал досягнення високих рослин забезпечує сорт з високим генетичним потенціалом, висока норма висіву та рядковий спосіб сівби.

3.4. Фотосинтетична діяльність посівів сої

Невід’ємною умовою формування високої фотосинтетичної продуктивності й отримання високих урожаїв сої є наявність оптимальної площі листової поверхні [9]. Оптимальна площа листової поверхні, за якої формується найвища врожайність насіння сої, становить 40–50 тис. м²/га [5].

Розрахунками доведено, що чиста продуктивність фотосинтезу найбільших значень досягала в міжфазний період від бутонізації до цвітіння [2]. Водночас у період початку генеративної фази росту, коли формуються боби та починає наливатися насіння, відбувається припинення вегетативного росту і, як наслідок, зменшення темпів наростання асимілюючої поверхні [6].

На рівень фотосинтетичної продуктивності сої впливають різні чинники. Так, погодні умови мали значний вплив на фотосинтетичну продуктивність сої, а саме була виявлена сильна пряма кореляція між кількістю опадів і продуктивність фотосинтезу рослин [25].

Світловий режим у посівах сої є важливим чинником, який значно впливає на формування репродуктивних органів, а отже, і на продуктивність культури. Світловий режим у посівах сої найбільше залежить від норм висіву насіння, потім від площі живлення та сорту [11, 12].

За рівномірного розподілу культурних рослин площею листовий апарат отримує однаковий доступ до сонячного світла. Завдяки цьому поліпшуються фотосинтетична поверхня рослин і процес фотосинтезу [19]. Звуження ширини рядків на соєвих полях призводить до раннього змикання рядків, що може збільшити

поглинання сонячного випромінювання (ФАР). Теоретично це має підвищити врожайність насіння. Отриманні у США дані свідчать про перевагу вузьких міжрядь в урожайності сої [24]. В умовах достатнього зволоження сонячну радіацію краще поглинають рядкові посіви сої [4].

Дослідження динаміки розвитку листкової поверхні показало, що її максимальні значення досягалися у фазу цвітіння. У цей період рослини потребували найбільшої кількості продуктів фотосинтезу для їх відкладання в насінні. Після завершення цієї фази спостерігалось зменшення фотосинтетичної площі, що пояснюється перерозподілом і переміщенням асимілянтів із вегетативних органів до генеративних частин (насіння), а також відмиранням листків нижнього ярусу (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Площа листкового апарату посівів сої у фазу цвітіння залежно від норми висіву насіння, ширини міжрядь і сорту, тис. м²/га, 2025

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис/га		
		500	600	700
Сігма	15	33,1	35,7	38,4
	35	31,0	33,2	35,2
Сальса	15	35,7	38,9	43,5
	35	33,2	34,9	37,5

Отримані результати вказують на залежність площі листкової поверхні рослин сої від сорту, ширини міжрядь і норми висіву. Аналіз показує, що рослини сорту Сальса формують більшу листкову поверхню порівняно зі Сігмою за однакових умов, що свідчить про сортовий потенціал до інтенсивного росту листя.

Зі збільшенням норми висіву від 500 до 700 тис. насінин на гектар площа листкової поверхні зростає у всіх варіантах, причому найбільш помітний приріст спостерігається при вузькорядному посіві (15 см).

Рядковий посів формує більшу листову поверхню, ніж широкорядний (35 см), оскільки щільніше розташовані рослини ефективніше використовують світло і стимулюють вертикальний ріст. Найбільша площа листової поверхні спостерігається у рослин сорту Сальса за рядкового посіву і високої норми висіву (43,5 см²), а найменша – у сорту Сігма за широкорядного посіву з мінімальною нормою висіву (31,0 см²).

Таким чином, площа листової поверхні залежить від взаємодії сорту, густоти посіву та ширини міжрядь, що визначає фотосинтетичну активність і потенціал продуктивності рослин.

Фотосинтетична продуктивність посівів сільськогосподарських культур у тому числі і сої визначається не тільки величиною площі листової поверхні, а й тривалістю її активної роботи. Дані показники об'єднуючись складають фотосинтетичний потенціал, що характеризує фенотипічні особливості рослин, площу листової поверхні та темпи її розвитку за весь період вегетації. За допомогою фотосинтетичного потенціалу можна достовірно оцінити фотосинтетичну продуктивність посівів, він у більшій мірі показує реальні можливості посівів формувати органічну речовину ніж площа листової поверхні рослин [13].

За твердженнями вчених, висока продуктивність посівів сільськогосподарських культур можлива лише за умови, якщо фотосинтетичний потенціал посіву буде більшим ніж 2 млн. м² діб/га у розрахунку на 100 днів вегетації [13, 22, 33, 47-50].

Аналіз фотосинтетичного потенціалу впродовж періоду бутонізація–цвітіння засвідчив, що найкращі умови проходження фотосинтезу складалися у сортів за різної норми висіву (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Фотосинтетичний потенціал посівів сої, млн. м² днів/га, 2025

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис./га		
		500	600	700
Сігма	15	1,46	2,06	1,75
	35	1,32	1,78	1,56
Сальса	15	1,52	2,24	2,01
	35	1,41	1,89	1,80

У результаті досліджень фотосинтетичного потенціалу сої встановлено залежність його величини від сорту, ширини міжрядь та норми висіву. Було порівняно два сорти: Сігма та Сальса за двома схемами сівби (ширина міжрядь 15 см та 35 см) та трьома нормами висіву насіння (500, 600 та 700 тис./га).

Аналіз отриманих даних засвідчив, що сорт Сальса характеризується більш високим фотосинтетичним потенціалом у порівнянні із Сігмою при всіх варіантах сівби та нормах висіву. Найвищий потенціал відмічено у сорту Сальса при ширині міжрядь 15 см і нормі висіву 600 тис./га (2,24 од.), що свідчить про оптимальне поєднання генетичних властивостей сорту та агротехнічних заходів для досягнення максимального рівня фотосинтезу. Для сорту Сігма максимальний фотосинтетичний потенціал також спостерігався при тих самих умовах (2,06 од.), що підтверджує універсальність оптимальної схеми сівби.

Вплив ширини міжрядь на фотосинтетичний потенціал був істотним. Рядковий спосіб сівби (15 см) сприяв підвищенню фотосинтетичної активності рослин порівняно з шириною 35 см. Це пояснюється більш

рівномірним використанням площі та ефективнішою інсоляцією листкової поверхні.

Норма висіву проявила класичну залежність: мінімальні показники спостерігалися при 500 тис./га, тоді як максимальні – при 600 тис./га, що відповідає оптимальній щільності рослин для ефективного використання світла та поживних речовин. При збільшенні норми до 700 тис./га фотосинтетичний потенціал дещо знижувався через підвищену конкуренцію між рослинами, що негативно впливає на освітленість нижніх листків та доступність ресурсів.

Таким чином, можна зробити висновок, що максимальний фотосинтетичний потенціал сої забезпечується оптимальною взаємодією сорту, суцільного способу сівби та середньої норми висіву. Зокрема, сорт Сальса у поєднанні зі рядковим способом сівби і нормі висіву 600 тис./га демонструє найвищу фотосинтетичну активність, що робить цей варіант перспективним для інтенсивних технологій вирощування.

3.5. Урожайність насіння сої

Урожайність – це результат складної взаємодії рослин відповідно з їх генетичним потенціалом та комплексом факторів навколишнього середовища. Дія умов росту та розвитку на рослини проявляється в зміні параметрів елементів їх продуктивності. Взаємозв'язок між основними групами факторів і визначає рівень урожайності сої [1–5, 8, 9, 11–12, 14, 21].

Структурні показники врожаю сої, до яких відносять кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі та масу 1000 насінин [13], тісно взаємопов'язані між собою. Проте збільшення окремого показника не завжди призводить до підвищення загальної продуктивності; лише оптимальне поєднання компонентів врожаю за умов раціонального співвідношення агротехнічних та гідротермічних факторів забезпечує максимальний урожай [23].

Соя, як світлолюбна культура, формує високий врожай переважно при оптимальній площі живлення та належному освітленні рослин [25, 26, 30, 28]. Крім того, для цієї культури характерна висока пластичність щодо густоти посіву, що проявляється у зміні індивідуальної продуктивності рослин: коливанні кількості вузлів, гілок, бобів, насіння та їх маси. Така пластичність дозволяє рослинам адаптуватися до різних умов і ефективно використовувати ресурси для формування врожаю.

Таблиця 3.8 – Елементи структури врожаю сої та біологічна врожайність насіння, 2025

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис/га	Передзбиральна густина рослин, тис/га	Кількість на рослині, шт		Маса, г		Біологічна врожайність, т/га
				бобів	насіння	1000 насінин	насіння з рослини	
Сігма	15	500	367	35	77,0	162	12,5	4,58
		600	406	32	70,4	154	10,8	4,40
		700	450	30	66,0	142	9,4	4,22
	35	500	380	32	73,6	164	12,1	4,59
		600	423	30	69,0	157	10,8	4,58
		700	464	28	64,4	143	9,2	4,27
Сальса	15	500	360	40	88,0	172	15,1	5,45
		600	416	35	77,0	155	11,9	4,96
		700	467	32	70,4	140	9,9	4,60
	35	500	387	34	78,2	173	13,5	5,24
		600	436	33	75,9	157	11,9	5,20
		700	480	30	69,0	144	9,9	4,77

Аналіз таблиці отриманих даних свідчить, що біологічна врожайність сої суттєво залежить від сорту, норми висіву та способу сівби, а взаємодія цих факторів визначає максимальний урожай. Сорт Сальса формує більше бобів і насіння на рослині, має більшу масу 1000 насінин і насіння з рослини, тому його біологічна врожайність значно перевищує показники сорту Сігма.

Рядковий спосіб сівби сприяє більш високій продуктивності окремої рослини, забезпечує щільніше покриття площі та ефективніше використання світла, тоді як широкорядний спосіб (35 см) збільшує передзбиральну

густоту рослин, що частково компенсує зниження продуктивності окремої рослини, проте може зменшувати масу бобів і насіння на рослину.

Зі збільшенням норми висіву з 500 до 700 тис./га передзбиральна густина рослин зростає, але кількість бобів і насіння на рослині зменшується через конкуренцію за світло, воду та поживні речовини, що призводить до зниження біологічної врожайності при максимальній густоті.

Найвища врожайність спостерігається при поєднанні високопродуктивного сорту Сальса, рядкового способу сівби і оптимальної норми висіву 500–600 тис./га, що забезпечує ефективне використання площі та ресурсів і максимальне формування генеративних органів. При цьому важливо враховувати потенційні ризики: рядковий спосіб сівби може підвищувати вологість і сприяти розвитку хвороб, а надмірна густина – викликати сильну конкуренцію між рослинами. Практично це означає, що максимальна врожайність досягається при збалансованому поєднанні сорту, технології посіву та контролі густоти, з урахуванням локальних умов ґрунту та клімату.

3.6. Економічна ефективність виробництва сої

Розробка комплексу агрономічних заходів, що забезпечують високу врожайність сільськогосподарської культури, обов'язково оцінюють за економічними показниками. Судити про ефективність будь-якого з елементів комплексу агрозаходів лише за рівнем урожайності не є достатньо, оскільки слід враховувати й витрати на його отримання. Тобто необхідно не тільки вдосконалювати агротехнічні елементи, а й визначати окупність цих заходів та їх економічну ефективність за вирощування сільськогосподарських культур.

Сучасне виробництво вимагає більш широкого застосування інтенсивних технологій вирощування, при цьому збільшуються витрати палива, енергії, що зумовлює збільшення енергетичних витрат. Нині у світі

спостерігається тенденція до зниження виробництва продукції на одиницю додатково витраченої енергії [4, 6].

Одним зі шляхів підвищення ефективності енерговикористання за виробництва продукції рослинництва є оптимізація технологічних прийомів та збільшення виходу продукції з одиниці площі. Енергетичний аналіз, який є концентрованим вираженням закону збереження та перетворення енергії, дозволяє зробити порівняння енерговитрат та приходу енергії в одержаному врожаї [17].

Основним принципом визначення економічної та енергетичної ефективності будь-яких технологічних заходів є порівняння вартісних показників з отриманими результатами. Під час зіставлення загальноприйнятих та взятих на дослідження елементів технології величина прибутку (збитку) визначається за рахунок різниці вартісних показників витрат на їх проведення та рівня врожайності.

Економічна оцінка результатів досліджень в умовах ринкових відносин набуває великого значення. Варто зазначити, що останнім часом значно підвищилися ціни на енергетичні ресурси, що позначилось на збільшенні витрат на вирощування сої і зменшенні прибутків від її реалізації.

Економічна ефективність вирощування інноваційних сортів сої різних груп стиглості залежить від урожайності зерна культури, його якості та ціни реалізації, а також від величини зменшення витрат на вирощування. Економічна ефективність виробництва зерна сої характеризується системою таких показників, як урожайність, вартість валової продукції, собівартість продукції, ціна реалізації 1 т зерна, прибуток на 1 т зерна і на 1 га посівної площі, рівень рентабельності.

Основні показники економічної ефективності вирощування сучасних сортів сої залежно від норми висіву насіння у виробничих умовах наведено у табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Економічна ефективність вирощування сортів сої, 2025

Сорти	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис./га	Урожайність зерна, т/га	Вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн./га	Умовний чистий прибуток, грн./га	Собівартість зерна, грн./т	Рентабельність, %
Сіґма	15	500	4,58	73280	42500	30780	9279	72,4
		600	4,4	70400	43000	27400	9773	63,7
		700	4,22	67520	43500	24020	10308	55,2
	35	500	4,59	73440	42500	30940	9259	72,8
		600	4,58	73280	43000	30280	9389	70,4
		700	4,27	68320	43500	24820	10187	57,1
Сальса	15	500	5,45	87200	42500	44700	7798	105,2
		600	4,96	79360	43000	36360	8669	84,6
		700	4,6	73600	43500	30100	9457	69,2
	35	500	5,24	83840	42500	41340	8111	97,3
		600	5,2	83200	43000	40200	8269	93,5
		700	4,77	76320	43500	32820	9119	75,4

Аналіз таблиці показує, що показники урожайності та економічної ефективності сої суттєво залежать від сорту, ширини міжрядь і норми висіву. Сорт Сальса демонструє вищу урожайність насіння у всіх варіантах порівняно з сортом Сігма, при цьому максимальна урожайність досягається при рядковому способі сівби (15 см) і нормі висіву 500 тис./га – 5,45 т/га, що забезпечує найвищий умовний чистий прибуток (44 700 грн/га) та рентабельність 105,2%. Для сорту Сігма максимальний прибуток і рентабельність спостерігаються при 500 тис./га і ширині міжрядь 35 см, де урожайність становить 4,59 т/га, умовний чистий прибуток – 30 940 грн/га, а рентабельність – 72,8%.

Зі збільшенням норми висіву урожайність обох сортів дещо знижується, що супроводжується зменшенням рентабельності та прибутку через зростання виробничих витрат і конкуренцію між рослинами. При ширині міжрядь 35 см урожайність змінюється незначно порівняно з 15 см, але рентабельність і собівартість зерна дещо покращуються у випадку сорту Сігма, тоді як у сорту Сальса максимальна рентабельність все одно досягається при 15 см і 500 тис./га.

Собівартість зерна підвищується зі збільшенням норми висіву для обох сортів, а рентабельність знижується через збільшення витрат при меншій віддачі на одиницю площі. Таким чином, для економічно ефективного виробництва сої оптимальним поєднанням є продуктивний сорт (Сальса), рядковий спосіб сівби (15 см) і помірна норма висіву (500–600 тис./га), що забезпечує високий урожай, максимальний прибуток і високу рентабельність.

Виходячи з вищенаведеного, можна зробити висновок, що при розробці стратегії й тактики виробництва сої, удосконаленні розміщення її посівів доцільно враховувати: вимоги до ґрунтового-кліматичних умов; урожайність насіння; економічну ефективність виробництва; конкурентоспроможність і попит на насіння.

З економічного погляду необхідно чітко дотримуватися структури посівних площ, ні в якому разі не ігноруючи систему сівозмін. У відповідних ґрунтово-кліматичних зонах потрібно встановити оптимальне співвідношення між соєю, соняшником і ріпаком для максимального використання наявних біокліматичних ресурсів, нарощування виробництва білково-олійних культур та підвищення економічної ефективності сільського господарства.

ВИСНОВКИ

1. Сорт Сальса формує більше генеративних органів, більшу масу насіння та 1000 насінин, що забезпечує вищу урожайність, умовний чистий прибуток і рентабельність порівняно з Сігмою. При рядковому способі сівби 15 см і нормі висіву 500 тис./га урожайність Сальси становить 5,45 т/га, прибуток – 44 700 грн/га, рентабельність – 105,2 %, тоді як Сігма – 4,58 т/га, 30 780 грн і 72,4 % відповідно.

2. Рядковий спосіб сівби (15 см) і оптимальна норма висіву забезпечують високу передзбиральну густоту рослин без надмірної конкуренції, що сприяє кращому формуванню бобів і насіння на рослину. Зі збільшенням норми висіву до 700 тис./га відбувається надмірна густота, яка знижує врожайність окремої рослини і підвищує собівартість зерна.

3. Оптимальна густота рослин дозволяє ефективніше використовувати світло і підтримувати високу фотосинтетичну діяльність, що забезпечує повноцінне живлення рослин і формування продуктивних генеративних органів. Надмірна густота або занадто широкі міжряддя можуть знизити фотосинтез через тінювий ефект або нерівномірне покриття площі.

4. Рядковий спосіб сівби підвищує продуктивність окремої рослини та ефективність використання площі, забезпечуючи максимальну урожайність і прибуток для сорту Сальса. Ширші міжряддя (30 см) у сорту Сігма дещо покращують рентабельність за рахунок більшої передзбиральної густоти, але продуктивність окремої рослини знижується.

5. Збільшення норми висіву понад оптимальну (500–600 тис./га) призводить до конкуренції за світло, воду та поживні речовини, що знижує фотосинтетичну ефективність і урожайність, а також підвищує собівартість зерна.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для максимізації врожаю і прибутку рекомендується використовувати сорт Сальса з рядковим способом сівби 15 см і нормою висіву 500–600 тис./га, що забезпечує збалансовану густоту, високу фотосинтетичну активність і формування продуктивних генеративних органів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маткевич А. П. Вплив способів посіву і норм висіву на врожайні властивості насіння сої / А. П. Маткевич, Ю. Я. Пернак, О. І. Тарасова, Ю. О. Рудак // Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі: Мат-ли третьої Всеукр. конф. – Вінниця, 2000. – С. 39–40.
2. Шовкова О. В. Стан виробництва сої в Україні та в Полтавській області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 106–110.
3. Колісник С. І. Формування продуктивності сої залежно від способів сівби, густоти рослин і добрив в умовах центрального Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук / С. І. Колісник – Кам'янець – Подільський, 1996. – 18 с.
4. Бабич А. О. Обґрунтування впливу способів посіву і густоти рослин на урожайність зерна сої в екологічних зонах Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, В. В. Смолянінов, А. А. Сидорчук // Корми і кормовиробництво: міжвідомч. тематич. наук. зб. – Вип. 39. – К., 1995. – С. 7–10.
5. Бабич А. О. Обґрунтування впливу способів посіву і густоти рослин на урожайність зерна сої в екологічних зонах Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, В. В. Смолянінов, А. А. Сидорчук // Корми і кормовиробництво: міжвідомч. тематич. наук. зб. – Вип. 39. – К., 1995. – С. 7–10.
6. Шовкова О. В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та способів застосування мікродобрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 156–161.
7. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А.Є. Стан та перспективи розширення виробництва сої. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. Вип.141. С.133–136.

8. Калініченко В.М. Вплив агрокліматичних умов на урожайність і якість зерна сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2003. №6. С.98–100.
9. Камінський В. Агrometeorологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. Вісник аграрної науки. 2006. №7. С.20–25.
10. Кобак С., Колісник С., Сереветник О., Чорна В. Абортивність у сої: причини та шляхи вирішення проблеми. Пропозиція. 2017. №6. С.90–94.
11. Шовкова О. В. Продуктивність сортів сої ранньостиглої групи в умовах лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2022. № 2. С. 113-118.
12. Врожайність як інтегральний показник реакції рослин сої на елементи технології вирощування / С. М. Каленська та ін. Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Сер. «Агрономія» : зб. наук. пр. 2010. Вип. 149. С. 227–234.
13. Прус Л. І. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої. Агроєкологічний журнал. 2017. № 1. С. 62–67.
14. Агроєкологічна оцінка продуктивності сої в Західному Лісостепу України в умовах зміни клімату / Костюкевич Т.К. та інші. Екологічні науки. 2021. № 2(35). С. 99–103. DOI: 10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.17
15. Іванів М.О., Возняк В. Формування асиміляційної листкової поверхні сортів сої залежно від елементів технології в умовах зрошення. Аграрні інновації. 2023. № 18. С. 56–66.
16. Коробко А.А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. Збалансоване природокористування. 2021. № 4. С. 125–134.
17. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В. Сортіві ресурси сої в Україні : монографія. Вінниця : ТОВ «Твори», 2023. 220 с.
18. Міленко О.Г., Соломон Ю. В., Вегеренко В. С. Вплив агротехнічних факторів на урожайність сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2022. № 2. С. 119–126.

19. Молдован В. Молдован Ж. Тривалість вегетаційного періоду, фаз росту та розвитку сої залежно від строків сівби. Корми і кормовиробництво. 2021. №. 92. 112 Таврійський науковий вісник № 133 С. 72–81.
20. Оліщук І.С., Поліщук М. І., Юрченко Н. А. Тривалість періоду вегетації та міжфазних періодів сортів сої залежно від строків сівби та норм висіву насіння. Сільське господарство та лісівництво. 2019. Т. 15. С. 64–71.
21. Романько А.Ю. Формування продуктивності сої залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України : дис. ... д-ра філософії. Суми, 2021. 261 с.
22. Ткачук О.П., Дідур І.М., Мазур О.В. Вирощування ранньостиглих сортів сої в умовах інтенсивного сільського господарства та зміни клімату. Аграрні інновації. 2023. №. 18. С. 128–135.
23. Адаптивність та селекційна цінність сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН / С. В. Іванюк та ін. Корми і кормовиробництво. 2017. Вип. 83. С. 1017.
24. Бахмат О., Бахмат М., Федорук І. Сортowa продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Західного. Аграрна наука та освіта Поділля : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., м. Кам'янець-Подільський, 14–16 берез. 2017 р. Тернопіль : Крок, 2017. Ч. 1. С. 59–62.
25. Голунова Л. А. Регуляція продукційного процесу сої за дії ретардантів. Актуальні проблеми сучасної біології та методики її викладання : зб. наук. пр. звітної наукової конференції викладачів за 2016–2017 н. р. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. С. 332–347.
26. Дем'яненко В. В. Ключові елементи сучасної технології вирощування сої. Агроскоп. 2014. № 1. С. 13–19.
27. Дідора В. Г., Дребон І. Ю., Саврасих Л. Д. Фактори підвищення родючості ґрунту за вивчення елементів технології вирощування сої. Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 1 (53), т. 1. С. 132–139.

28. Качан І. Особливості формування врожайності зерна сої в умовах Поділля. Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату : зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф., м. Кам'янець-Подільський, 15–16 черв. 2017 р. Тернопіль : Крок, 2017. С. 92–94.
29. Коренева система сої за дії інокуляції / І. І. Гуменюк та ін. Агроекологічний журнал. 2018. № 1. С. 138–143.
30. Рибальченко А. М. Особливості формування сортових ресурсів та урожайності сої в Україні. 2022. № 3. С. 18-25.
31. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 1 кн. Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків: Майдан, 2016. 314 с.
32. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків: Майдан, 2016. 314 с.
33. Шовкова О. В. Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну та насінневу продуктивність посівів сої. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 464–471.
35. Шовкова О. В. Формування симбіотичного апарату та урожайності сої залежно від строків сівби й різних способів застосування мікродобрив. *Збірник наукових праць. Агробіологія*. 2015. № 2. С. 86–90.
36. Шовкова О. В., Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Особливості формування насінневої продуктивності рослинами сої залежно від елементів технології вирощування. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України: електрон. наук. фахове вид.* 2020. № 2 (84).
37. Шовкова О. В. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції,*

10–12 квітня 2019 року. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 92–94.

38. Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. Рослиництво та ґрунтознавство. 2021. № 1, т. 12. С. 7-17. doi: 10.31548/ agr2021.01.003.

39. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. Агробіологія. 2020. № 2 (161). С. 170-176. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-170-176.

40. Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. Вісник аграрної науки. 2010. № 7. С. 27-30.

41. Темрієнко О. О. Фотосинтетична та насіннева продуктивність посівів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Таврійський науковий вісник. Вип. 100. Т.2. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. С. 75-85.

42. Шовкова О. В. Продуктивність сортів сої ранньостиглої групи в умовах лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2022. № 2. С. 113-118.

43. Дідур І. М., Шевчук В. В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. Сільське господарство та лісівництво. 2020. Вип. 16. С. 48-60. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4

44. Заболотний Г. М., Циганська О. І. Роль мінерального живлення у формуванні фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу правобережного. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Оброшине, 2015. № 58 (2). С. 56-62.

45. Ткачук О. П., Овчарук В. В. Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні. Сільське господарство та

лісівництво. Вінниця: ВНАУ, 2020. № 18. С. 161-171. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-14

46. Стасик О. О., Кірізій Д. А., Прядкіна Г. О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. Фізіологія рослин і генетика. 2021. Т. 53. № 2. С. 160-184. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160>

47. Байда М.П. Ефективність фотосинтезу сої залежно від впливу елементів технології вирощування. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2021. Вип. 29. С. 129–138. DOI: 10.47414/np.29.2021.249939.

48. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і врожайність сої середньостиглого сорту Свято-гор в умовах зрошення / Р.А. Вожегова та ін. Вісник аграрної науки. 2020. Вип. 4. С. 62–68. DOI: 10.31073/agrovisnyk202004-09.

49. Мостов'як І.І., Кравченко О.В. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за використання різних видів фунгіцидів та інокулянту у Правобережному Лісостепу України. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2018. Вип. 2. С. 21–24.

50. Фурман О.В. Особливості формування площі листової поверхні сої під впливом технологічних заходів вирощування. Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 26–27 березня 2020 р. Біла Церква : БНАУ, 2020. С. 113–115.