

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.01 –МКР. 18 «С» 2024.01.08. 045 ПЗ

ЮЩЕНКА ДМИТРА МИХАЙЛОВИЧА

2024 р.

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

УДК: 633.34 : 631.165

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

_____ **В. П. Коваленко**
« _____ » _____ **2024 р.**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
рослинництва

_____ **С. М. Каленська**
« _____ » _____ **2024 р.**

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ СОЇ»**

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Гарант, доктор с.-г. наук, професор _____ **Каленська С.М.**

Керівник магістерської роботи ,
к. с.-г. н., доцент _____

Гарбар Л. А.

Виконав _____

Ющенко Д.М.

КИЇВ – 2024

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри рослинництва

доктор с-г. наук, професор

_____ С. М. Каленська

«»_____2023 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Ющенку Дмитру Михайловичу

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

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Оптимізація елементів технології вирощування сої».

Затверджена наказом ректора НУБіП України № 18 «С» від 08.01.2024 року.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 8.11.2024 р.

Перелік завдань для виконання магістерської кваліфікаційної роботи:

1. Проаналізувати літературні джерела українських та іноземних науковців за темою магістерської кваліфікаційної роботи.
2. Описати та зробити аналіз умов проведення досліджень.
3. Проаналізувати особливості росту та розвитку рослин сої за впливу удобрення та інокуляції.
4. Провести аналіз взаємного впливу досліджуваних чинників на формування продуктивності сої.
5. Зробити аналіз показників урожайності та якості насіння сої.

6. Проаналізувати результати економічної ефективності вирощування сої відповідно до схеми досліджень.

Дата видачі завдання 28.10.2023 р.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи
Завдання прийнято до виконання**

**Гарбар Л.А.
Ющенко Д. М.**

РЕФЕРАТ

У магістерській кваліфікаційній роботі на тему «Оптимізація елементів технології вирощування сої» висвітлено результати досліджень щодо впливу удобрення та інокуляції насіння на ріст, розвиток та формування продуктивності сої в умовах Чернігівської області. Робота написана на 73 сторінках, містить 4 розділи, 15 таблиць, 8 рисунків, висновки та рекомендації виробництву, список літературних джерел.

Перший розділ магістерської кваліфікаційної роботи присвячений глибокому аналізу наукових джерел за темою роботи, зокрема перспективам вирощування культури, адаптивності її до умов навколишнього середовища, впливу удобрення та інокуляції на ріст, розвиток рослин та формування урожайності.

У другому розділі описано умови проведення досліджень, проаналізовано ґрунтові та кліматичні умови, в яких вирощували сою, наведено схему досліду та методики, що використовували.

Третій розділ відведений висвітленню результатів експериментальних досліджень, спрямованих на вивчення впливу умов живлення та інокуляції насіння на продуктивність сої.

У четвертому охарактеризовано розраховані показники економічної ефективності за вирощування сої, що отримали за впливу інокуляції насіння та удобрення.

Робота містить висновки та сформульовані на основі них рекомендації виробництву

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БІЛОК, СОЯ, ДОБРИВА, ІНОКУЛЯЦІЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА СОЇ В СВІТІ ТА УКРАЇНІ	9
1.1 Аналіз перспектив виробництва сої	9
1.2 Сорт у формування продуктивності сої	11
1.3 Вплив інокуляції та удобрення на продуктивність сої	16
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1. Ґрунтові умови	24
2.2. Кліматичні умови	26
2.3. Методика проведення досліджень	28
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ	30
3.1. Вплив умов вирощування на ріст й розвиток рослин сої	32
3.2. Виживання рослин сої	35
3.3. Біометричні показники рослин сої	37
3.4. Фотосинтетична діяльність рослин сої	42
3.5. Накопичення сухої речовини рослинами сої	48
3.6. Елементи структури врожаю	50
3.7. Урожайність сої за впливу досліджуваних факторів	53
3.8. Показники якості зерна сої	57
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	59
ВИСНОВКИ	63
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66

ВСТУП

Україна на світовому ринку сої має вагоме значення. Її роль продовжує зростати. Валовий збір сої за 2023 рік сягнув, як свідчать статистичні дані, історичного максимуму – 5,2 млн т. Зазначений показник перевищує показники 2022 аж на 21%, 2018 року – на 9% (4,8 млн т). У нинішньому 2024 році очікуються нові прирости валових показників виробництва соєвих бобів, попри воєнне лихоліття та складні погодні умови.

Впродовж останніх років площі під соєю в Україні стрімко зростають. Виробництво сої нарощує свої масштаби та сектор перетворюється на один з ключових у галузі агровиробництва. Це відбувається завдяки сприятливим кліматичним умовам західних та центральних регіонів для вирощування культури, зокрема, Хмельницької, Житомирської, Рівненської Львівської областей. Застосування нових технологій, як і поява на ринку високоякісного посівного матеріалу культури, здатні забезпечити отримання стабільних обсягів виробництва.

Аграрії України мають можливість використовувати попит у світі на соєві боби та продукти їх переробки- соєвий шрот. У сезоні 2023-2024 України перебувала у десятці світових літерів з виробництва сої, займаючи 9 місце. Статус найбільшого виробника зберігає Бразилія із 149 млн т сої, що відповідає 39 % світового виробництва. США посідають друге місце – 113,34 млн т – 29 %. Виробництво сої в Аргентині сягає 50 млн т (13 %), Китаї – 20,8, Індії 11,8 млн т. У Європі Україна є лідером з виробництва зерна сої. Нині виробництво в Україні сої становить трохи більше 1% світового виробництва. Проте, спостерігається чітка тенденція до зростання зазначеного показника. У минулому році експорт сої склав 3,5 млн т. Основні імпортери – Країни ЄС, Туреччина, Єгипет, Молдова.

Основним викликом за виробництва сої в Україні є недостатній розвиток інфраструктури, логістики та переробки.

Актуальність теми. Рентабельність вирощування сої в Україні є та лишається досить високою, поряд з можливостями розширення посівних площ. Завдяки зростаючим потребам світового ринку здатна утвердитися на місці провідного виробника та експортера бобів сої, що забезпечить зростання валютних надходжень.

Сприяння зростанню урожайності та показників якості, отриманого урожаю культури, завдяки максимально можливій реалізації генетичного потенціалу сортів культури є нині актуальною темою як для виробників, так і науковців. Тому, нині багато уваги приділяється удосконаленню окремих елементів у технологіях вирощування та правильному підбору сортів культури. Серед заходів, спрямованих на підвищення реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів сої на увагу заслуговує оптимізація удобрення культури та застосування інокуляції насіння перед сівбою.

Мета досліджень полягає у оптимізації елементів технології вирощування через застосування добрив та інокуляції насіння, спрямованих на створення сприятливих умов для росту та розвитку рослин сої.

Предмет досліджень – сорти сої, удобрення, інокуляція, урожайність.

Об'єкт досліджень – процес формування продуктивності сої в умовах Чернігівської області.

Методи досліджень: за виконання роботи застосовували загальноприйняті методи досліджень: аналіз, синтез, спостереження, експеримент, дедукція; та спеціальні: польовий – фенологічні спостереження, формування продуктивності; лабораторний – вміст сухої речовини, жиру, білку в зерні сої; розрахунково-порівняльний – економічної ефективності елементів технології вирощування.

РОЗДІЛ 1

АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА СОЇ В СВІТІ ТА УКРАЇНІ

1.1 Аналіз перспектив виробництва сої

Одним із пріоритетних напрямків розвитку у аграрному секторі є нарощування виробництва сої, яке спрямоване на забезпечення потреб рослинницької та тваринницької галузей, експорту зерна [1–3]. Тому, перед аграріями та науковцями стоїть завдання підвищити продуктивність культури шляхом удосконалення елементів її технології вирощування [4].

Соя належить до цінних продовольчих та кормових культур, є сировиною для промисловості. До складу зерна входить 40-55 % білків. Їх легко засвоює організм людини та тварин. Зерно ціниться наявністю до 26 % жиру, 30 % вуглеводів, великої кількості вітамінів. Білок сої серед зернових культур вважається найбільш повноцінним.

Олію із сої застосовують у виробництві маргарину. Вона є сировиною для виробництва лакофарбової, миловарної промисловостей, гліцирину. Із зерна виготовляють харчові продукти, консерви. Білок сої є стандартом рослинних білків у всьому світі.

Нині робота селекціонерів спрямована на поліпшення якості білку та мінімалізацію вмісту інгібіторів ферментів трипсину і хемотрепсину. Досягнення в цій сфері забезпечать скорочення витрат за виробництва із сої консервованих кормів та продуктів харчування.

До складу соєвого білку входять 10 замісних та 8 незамінних амінокислот. Білок за властивостями та якісними показниками наближений до рослинного, тому легко засвоюється.

В умовах значного попиту на сою та відповідних природних умов в Україні для її вирощування активно ведуть дослідження економічних доцільностей її виробництва, яке належить до невід'ємних складових планування в стратегічних умовах у аграрному секторі.

На українському ринку сої відбувається друга хвиля зростання виробництва. Такий хід подій зумовлений ціновою політикою та зростанням рентабельності за вирощування сої на фоні інших польових культур. Нинішній приріст валового збору говорить про можливий новий рекорд у виробництві цієї культури.

Аналіз показників виробництва сої у 2023 році, як і економічних показників, свідчить про привабливість вирощування цієї культури. Висока рентабельність на фоні не лише зернових, а й олійних культур говорить сама за себе. Ще однією причиною акценту уваги на сої є деяке розчарування у соняшнику, зокрема цінах на нього. У результаті несприятливих умов у період сівби ріпаку озимого 2023 року площі під соєю ще більше зросли. Посівна площа під соєю у 2024 році зросла у середньому на 15 %. Це може дозволити отримати збір урожаю на рівні 6 млн т. Динаміку виробництва сої в Україні наведено на рис 1.1.

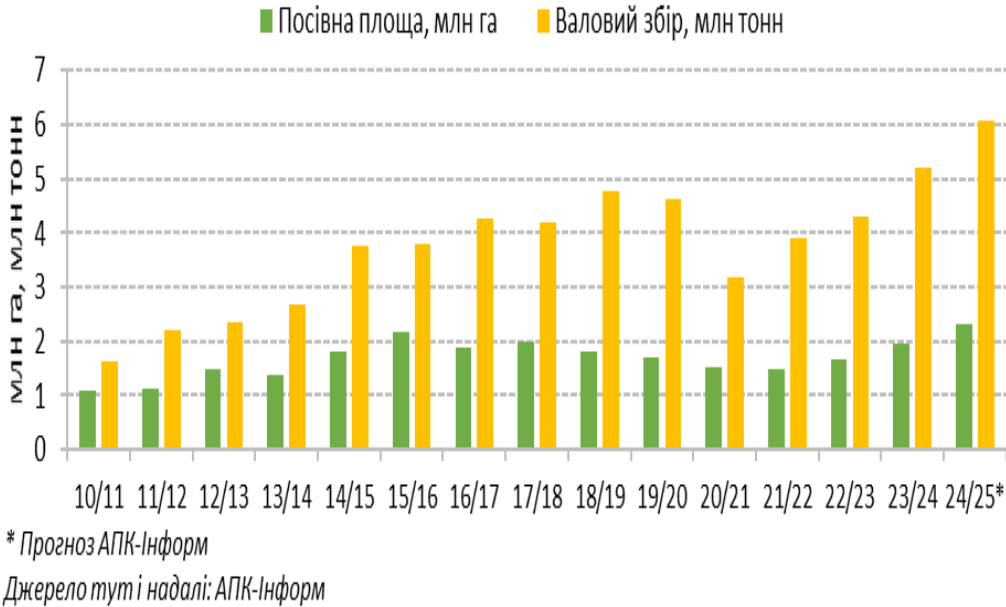


Рис.1.1 Динаміка виробництва сої в Україні (2010-2024рррр.)

В Україні, майже на всій території планують розширити площі під соєю. Проте, варто приймати до уваги, що соя більш вимоглива культури у порівнянні із соняшником. За урожайності на рівні 3 т/га у західних регіонах,

потенціал її у східних областях буде нижчим, відповідно, і середня урожайність в Україні може знизитися.

У 2023 році ціни на сою зросли через значний її дефіцит (липень-серпень) на внутрішньому і експортному ринку та залишатися на високому рівні до січня 2024. Динаміку показників експорту сої з України впродовж 2021-2024 років за місяцями подано на рис 1.2. вона свідчить про максимаольні показники впродовж жовтня-січня. Проте, за роками ці тенденції змінюються залежно від пропозиції на ринку зерна сої.

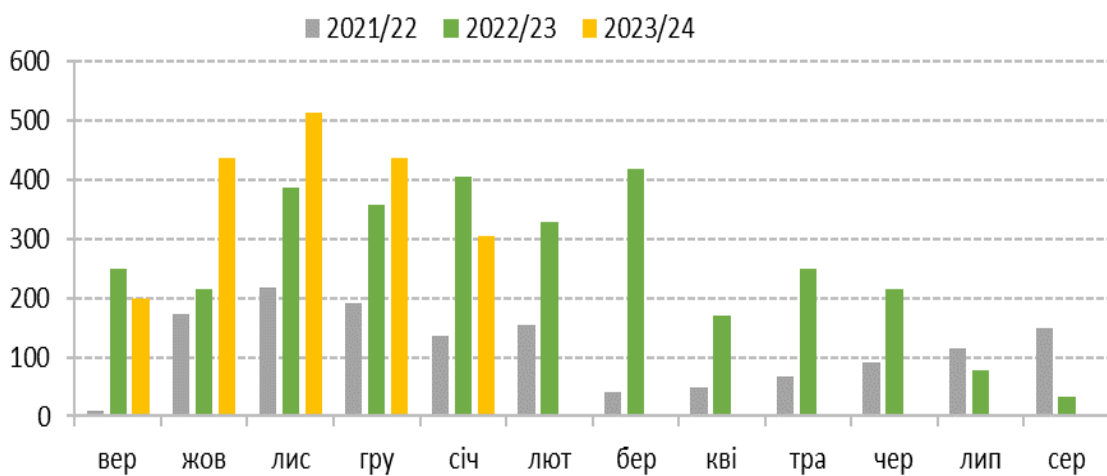


Рис.1.2 Динаміка показників експорту сої з України, тис. т

Темп експорту культури визначається цінами на продукцію. Завдяки привабливим цінам української сої разом з високими показниками її якості, попит на неї зростає. Це забезпечило зростання імпорту з боку Єгипту у 5 разів. Проте, у січні Єгипет скоротив імпорт зерна, що дозволило створити запаси зерна в середині країни.

Вагоме місце займає і географічне розміщення України по відношенню до країн-імпортерів. Так, ЄС імпортувало 32 %, Єгипет та Туреччина по 29 % до всієї експортованої сої з України (рис. 1.3). Варто відзначити, що до країн Євро Союзу експорт сої скоротився аж на 25 %, що пояснюється нарощуванням площ під соєю у Європі.

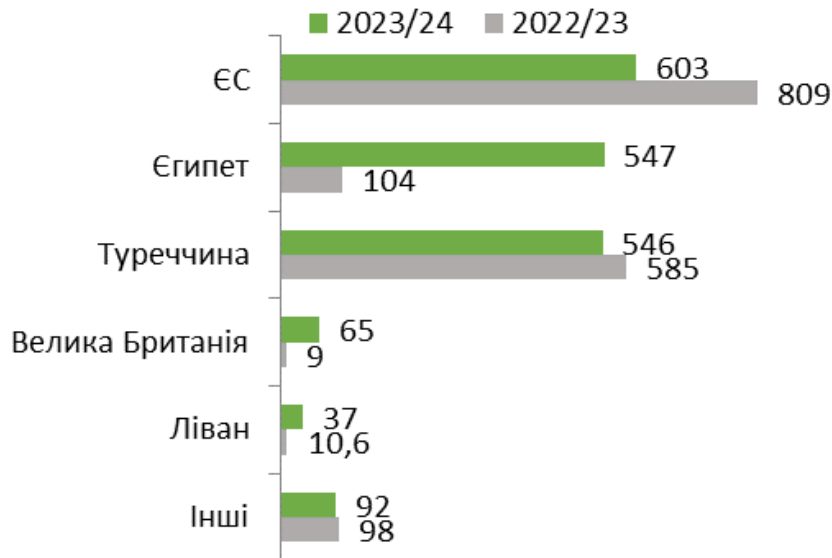


Рис.1.3 Географія експорту сої (вересень-січень), тис. т

Багато уваги нині приділяють в Україні і переробці сої. Проте нарощування її масштабів ще не вражає. За 10 місяців 2023 року перероблено було 764 тис. т сої. Це свідчить про зростання показників до попереднього сезону на 15 %. Динаміку в показниках переробки сої в Україні за місяцями наведено на рис 1.4.

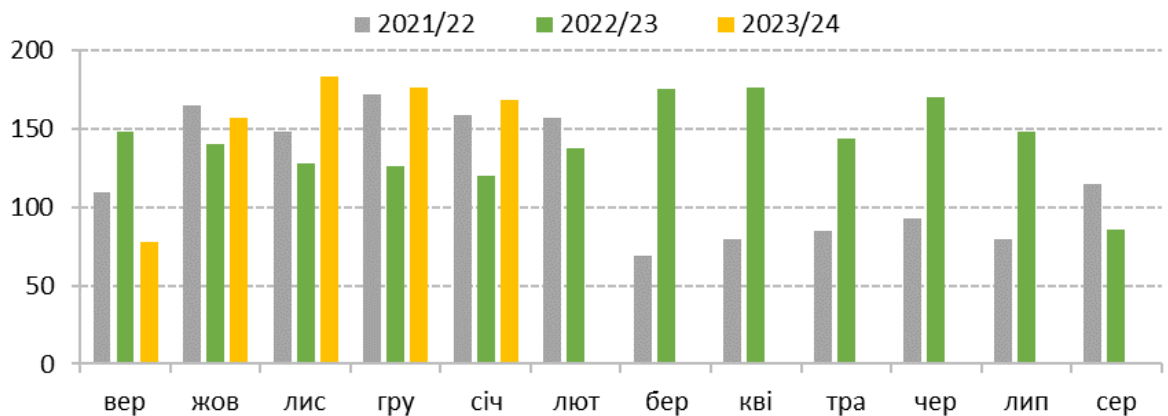


Рис. 1.4 Переробка сої в Україні, тис. т

В Україні прослідковується тенденція до зростання обсягів переробки сої. Це дає можливість нарощувати експорт продуктів переробки зазначеної культури та спрощує його в умовах обмеженої пропускної спроможності.

(забезпечує ліквідність), високими якісними показниками продукції та репутацією.

Проте, існують та будуть існувати ризики експорту сої з України, як водними шляхами, так і суходолом та політичними поглядами. І знову ж лишається вагомим чинником формування продуктивності в умовах зміни клімату, що є досить важливим сьогодні [6].

1.2 Сорт у формування продуктивності сої

Підбір сортів та гібридів культур мають вагоме значення у забезпеченні реалізації їх генетичного потенціалу в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Для вирощування сої в різних регіонах України є обмеження у світлових та теплових ресурсах для сортів середньої та пізньостиглої групи (період вегетації складає 145 діб). При цьому варто брати до увагу ще й адаптивність сортів до зміни кліматичних чинників; їх пластичність до родючості ґрунтів та окремих елементів технології вирощування, які чинитимуть вплив на формування їх урожайності. За умов зростання температурних показників поряд із зниженням кількості опадів спостерігається значний вплив посух, як повітряної так і ґрунтової - селекціонери повинні орієнтуватися на зазначені чинники, що відіграють вагому роль у проходженні продукційних процесів у рослин [7-11].

Як свідчать попередні результати досліджень, сорту належить значна роль у формуванні продуктивності посівів сої. Так, як сорт здатен визначати рівень продуктивності, показники якості, а через них і економічну ефективність виробництва. Нові сорти, які реєструються сьогодні, характеризуються вищим генетичним потенціалом продуктивності, тому їм відводиться відповідна перевага [12-14].

Вірний підхід до вибору сорту є важливим аспектом у формування урожайності культури. Проте, варто пам'ятати, що високопродуктивний сорт

не завжди гарантує високий урожай. Нині урожайність сої перебуває на незначному рівні. Реалізація генетичного потенціалу сортів сої складає у середньому для України 33-35 %. Тоді, як відповідний показник у США та Канаді дорівнює 70-73 % [15].

Тому, майже 65 % потенціалу урожайності сої в Україні є нереалізованим. Пов'язано це з тим, що у технології вирощування культури мало беруть до уваги біологічні особливості сортів, що є перешкодою в реалізації їх потенціалу. За вибору сорту слід звертати увагу не лише на регіон, де будуть вирощувати сорт, а й на якісні показники зерна. Важливо звернути увагу і на характеристику такого показника, як висота кріплення нижнього боба, що забезпечує зменшення втрат при збиранні врожаю культури. Наявність 2-3, а іноді й 4 насінин у бобі забезпечує формування високої продуктивності за умови формування понад 10 продуктивних вузлів на рослині. Крім того звертають увагу і на можливість розтріскування бобів у період дозрівання, що суттєво збільшує втрати врожаю [16].

Сорт здатен повністю реалізувати свій генетичний потенціал за умови, що технологія вирощування відповідає біологічним його вимогам. Варто пам'ятати, що сорти сої мають різну реакцію на окремі елементи технології вирощування. Залежно від групи стиглості, варто визначитися з оптимальними строками та способами сівби, нормами висіву, кількістю внесення добрив, засобів захисту [17].

Одним із заходів, спрямованих на реалізацію потенціалу продуктивності сортів інтенсивного типу є ступінь використання біокліматичного потенціалу району вирощування культури. До уваги беруть гідротермічні ресурси, ефективність конкурентоспроможних технологій.

Сортові технології базуються на генетичному потенціалі культур та їх реакції на окремі елементи технології вирощування. Це стосується і сої. За впровадження адаптивної сортової технології враховують біологічні особливості сортів різних груп стиглості, звертаючи увагу на критичні періоди

у рості та розвитку по відношенню до вологозабезпечення та елементів живлення [18-19].

Норма висіву сортів сої визначається біологічними особливостями сорту. Зокрема, тривалістю вегетаційного періоду, інтенсивності гілкування сорту, висоти стебла та способу розміщення на рослині листків.

Пізньостиглі високорослі сорти з інтенсивним гілкуванням потребують більшої площі живлення як ранньостиглі низькорослі з меншим гілкуванням сорти потребують вищих норм висіву та зменшення ширини міжряддя. Оптимальною нормою висіву для ранньостиглих та середньоранніх сортів є 600-700 тис./га схожих насінин, середньостиглих – 500-600, пізньостиглих – 400-500 тис. схожих насінин на га [20]. Науковці з появою нових сортів рекомендують визначати оптимальну норму висіву залежно від групи стиглості та біологічних особливостей культури [21, 22].

Поява нових сортів сої зарубіжної селекції та впровадження їх у виробництво потребує розробки відповідних технологій вирощування з використанням інокуляції, оптимальних норм удобрення, висіву, системи захисту з врахуванням біологічних особливостей сорту, що забезпечить максимально можливу реалізацію генетичного потенціалу культури.

1.3 Вплив інокуляції та удобрення на продуктивність сої

Застосування інокуляції посівного матеріалу бобових культур забезпечує відновлення біологічного потенціалу ґрунтів, завдяки утворенню симбіотичних зав'язків з мікроорганізмами ґрунту. Бульбочкові бактерії, якими обробляють перед сівбою насіння бобових проростають у ґрунті тонкими волосками та інфікують молоді корені рослин. У місці, де проникають бактерії в корені рослин-господарів утворюються бульбочки, в них розмножуються швидкими темпами бактерії. Для даної групи бактерій притаманна фіксація атмосферного азоту через перетворення його в амонійну форму – NH_4^+ . Ця форма азоту є найбільш доступна для рослин. Інокуляція

бобових забезпечує одержання рослинами азоту із повітря та накопичення його у кореневій системі та рослинних рештках. Саме тому бобові культури вважають найкращими попередниками [23-24].

У нинішніх складних умовах глобальні екологічні виклики призводять до необхідності переходу до сталого ведення господарства в аграрному секторі. Оптимізація технології вирощування бобових рослин шляхом інокуляції насіння перед сівбою являється досить вдалим поєднанням комплексного застосування біологічних препаратів та пестицидів синтетичного походження з метою підвищення економічного ефекту та мінімалізації шкідливого впливу на навколишнє середовище. Одним із процесів, що має визначну роль у формуванні біологічної продуктивності рослинних організмів, є фіксація атмосферного азоту. Тому вивчення зазначеного процесу є важливим у сучасній біології та рослинництві. Головною складовою за проведення інокуляції є застосування інокулянтів - бактерій *Bradyrhizobium japonicum*. З метою утворення ефективного симбіозу в рослин сої обов'язковим агрозаходом є проведення штучної інокуляції насіння штамами бульбочкових бактерій, яким притаманна висока екологічна пластичність [25].

Проведення інокуляції з використанням високоефективних штамів бактерій, які характеризуються підвищеною життєздатністю та високою концентрацією за умов з дефіцитом вологи забезпечує формування максимальної кількості бульбочок на коренях рослин сої .

При цьому, в ґрунті суміжних посівів інших культур бульбочкові бактерії відсутні, які б сприятливі умови не створювалися [26]. Проведення інокуляції азотфіксуючими бактеріями бобових культур забезпечує в повній мірі реалізацію генетичного потенціалу для сучасних нових сортів рослин.

Азот є складовою білку та інших молекул, які формують основу живого організму. Для людського та тваринного організму даний елемент необхідний у вигляді білку рослинного чи тваринного походження. Тоді, як рослини потребують його у вигляді складових іонів та катіонів солей. Ступінь

засвоєння азоту з повітря залежить від його вмісту у ґрунті. За низького вмісту елементу в ґрунті спостерігається активніша азотфіксація. Варто звернути увагу, що за високого рівня вмісту азоту в ґрунті спостерігається пригнічення розвитку азотфіксуючих бактерій в бульбочках на коренях рослин сої. Це спричиняє зниження азотфіксуючої здатності

За вирощування сої, за твердженням науковців, застосування азотних добрив є недоцільним. Так, як у результаті симбіозу бобові рослини здатні забезпечити себе азотом завдяки азотфіксації у результаті проведення інокуляції насіння до сівби. За внесення азотних добрив спостерігається засвоєння із них азоту. За таких умов пригнічується процес симбіозу [30].

Як свідчать дослідження, застосування мінеральних добрив за великого діапазону норм внесення у сприятливих умовах для симбіозу не забезпечує формування приросту врожаю. Іноді, може навіть спостерігатися зниження показників урожайності [31].

Рослини сої у період свого розвитку мають критичні періоди по відношенню до азотного живлення, які припадають на період за 2-3 тижні до цвітіння та 2 тижні після цієї фази. На даному етапі розвитку рослин дефіцит азоту спричиняє суттєве зниження врожаю. Дефіцит азоту в цей період не може бути компенсованим внесенням азотних добрив на подальших етапах розвитку рослин [32].

Для сої характерним є використання різних типів азотного живлення. Чутливість рослин сої до інокуляції характеризується коефіцієнтом симбіотичної ефективності. Він вказує на чутливість рослин бобових культур до інокуляції та застосування азотних добрив. У рослин сої цей коефіцієнт складає 80-100 %. Для гороху він знаходиться на рівні 50-60 %. Активність симбіозу визначається рядом чинників, зокрема, вірного підбору сорту та штаму бактерій, технологічних процесів вирощування культури та умов навколишнього середовища [33-34].

Вагоме значення у технології вирощування сої належить проведенню інокуляції, коли до уваги приймають, як якість посівного матеріалу, так і інокулянту.

Соя належить до культур, які є вимогливими до забезпечення елементами живлення. Азот, рослини переважно засвоюють із повітря у результаті симбіозу. Фосфор, калій, магній – з ґрунту. Для утворення 1 т зерна рослини сої мають засвоїти азоту 77-100 кг, фосфору – 17-80 кг, калію -32-40 кг. Соя є культурою, яка менше реагує на пряме внесення добрив, проте здатна гарно використовувати їх післядію [35].

Потреба в елементах живлення у рослин сої на різних етапах їх розвитку різниться. До фази бутонізації рослини споживають малу кількість азоту, фосфору, калію. Проте, починаючи з фази цвітіння до наливу зерна рослини потребують максимального забезпечення основними елементами живлення. Варто враховувати, що за високого вмісту азоту в ґрунті спостерігається пригнічення формування бульбочок, зменшується азотфіксація. Незначні дози азотних добрив здатні стимулювати процес засвоєння азоту з повітря, що є досить важливим. Застосування середніх та високих доз азоту спричиняє зниження функцій симбіотичної системи. Вони можуть призводити до зниження урожайності в окремих умовах [36].

Внесення стартових норм азотних добрив визначається сортом, штамом бактерій ґрунтово-кліматичних умов та елементів технології вирощування сої. Сьогодні не існує єдиної думки серед науковців щодо ефективності та доцільності внесення азоту за вирощування бобових культур.

Специфічними особливостями сої є її здатність засвоювати азот з повітря у результаті симбіозу та поглинання важкодоступного фосфору з ґрунту. Ефективність застосування добрив залежить від низки агрохімічних та фізичних характеристик ґрунту, технологічних процесів, погодних умов. Одним з вагомих чинників – наявність вологи. Дія фіксованого азоту і азоту добрив проявляється залежно від сортових особливостей культури та умов її вирощування. Інокуляція здатна забезпечувати формування більших

приростів урожаю, ніж застосування азотних добрив. Близько 70 % від спожитого соєю азоту фіксується бульбочковими бактеріями. За забезпечення оптимальних умов для функціонування бульбочкових бактерій азотні добрива немає потреби вносити, так стверджують ряд науковців. Проте, існує думка, що все-таки варто вносити стартові доз азоту на початкових етапах росту рослин сої це важливо. Особливо ефект прослідковується на ґрунтах, бідних на гумус [37].

Фосфорному живленню відведене важливе значення у житті рослин сої. Хоча рослини засвоюють фосфору на багато менше порівняно з азотом та калієм. Вже на 3-5 день після проростання насіння рослинок сої має потребу у фосфорі. Максимальна кількість фосфору споживається рослинами сої у період формування бобів та за тиждень до повної стиглості культури [38].

На початкових етапах розвитку рослини сої використовують азот із добрив, які були внесені. Паралельно прослідковується зменшення поглинання елемента із ґрунту. За внесення фосфорних добрив стрічковим способом рослини можуть його споживати до фази дозрівання.

Найбільше елемента використовується з мінеральних добрив через 2-3 місяці після їх внесення. Нестача фосфору має негативний вплив на ріст та розвиток рослин, який відображається на ростових процесах рослин сої, подовженні цвітіння та плодоутворення [39].

Коефіцієнт споживання елемента рослинами залежить від вологозабезпечення. Так, за достатньої кількості вологи він зростає у 2-3 рази. У період проростання рослина використовує фосфор, який наявний у сім'ядолях. На етапі формування сходів близько 40 % фосфору надходить із сім'ядолею до пагонів. На 15 день вегетація частка зростає до 75 %, на 38 – до 92 %. При формуванні зародкових корінців відбувається поглинання ґрунтового фосфору. В перші 40-50 діб швидкість поглинання фосфору рослиною зростає. Подальший розвиток рослин характеризується рівномірним його споживання. Таку динаміку відмічали на ґрунтах з різним рівнем забезпечення фосфором. По мірі росту та розвитку рослин засвоюваність

елемента зростає, сягаючи максимуму в період наливу бобів [2]. Фосфор має вплив на якісні показники урожаю сої. Завдяки впливу цього елемента відбувається зростання швидкості фотосинтезу, активність ферментативних перетворень, розвитку кореневої системи, надходження та транспортування елементів з ґрунту, формування вузлів, азотфіксація. Фосфор впливає на ріст та розвиток рослин сої, дозрівання насіння, масу 1000 насінин, якісний їх склад [40].

Для швидкого протікання росту та розвитку рослини сої потребують великої кількості калію. Найбільший дефіцит у вказаному елементі рослини мають на період формування насіння та за 2 декади до повного його досягання. Важливою є роль калію і в азотному обміні. Елемент бере участь у перерозподілі синтезованих вуглеводів, регуляції водного балансу, синтезу білків. Він забезпечує підвищення стійкості до ураження хворобами, запобігає виляганню рослин [41].

Синтез білку також відбувається за впливу калію. За дефіциту цього елемента спостерігається зниження синтезу протеїну, накопичення розчинних амінокислот, амідів та нітратів. Для проходження хімічних перетворень у рослинному організмі необхідна обов'язкова наявність ферментів. Калій є єдиним моновалентним катіоном, який характеризується відповідними хімічними властивостями та задовольняє потреби більшості ферментів. При цьому, він доступний у природі. Калійні добрива окремо не мають прямого впливу на ростові процеси рослинного організму. Проте, його роль полягає у поєднанні та спільному впливі з азотом та фосфором на створення оптимальних умов живлення для росту та розвитку рослин сої та формування ними високої продуктивності.

За щорічного внесення 80-120 кг/га калію забезпечується отримання приросту врожаю зерна сої на рівні 0,4 т/га.

Аналіз літературних джерел вітчизняних та зарубіжних науковців свідчить про вплив застосування мікроелементів на створення оптимальних умов живлення для більшості культур. До таких мікроелементів належать:

марганець, кобальт, бор, молібден, цинк, мідь та ін. Це пов'язано з тим, що вони є складовими вітамінів, гормонів, ферментів, які належать до групи фізіологічно активних сполук та відіграють важливу роль у розвитку рослин. За недостатньої кількості мікроелементів відбувається сповільнення росту та розвитку рослин, що спричиняє зниження урожайності культури та показників якості зерна. Застосовують мікроелементи найчастіше позакоренево, суміщаючи з внесенням засобів захисту, орієнтуючись на критичні періоди у рості та розвитку культури по відношенню до мікроелемента (3-5 листків, бутонізація, налив бобів у нижній частині стебла) [42].

Як свідчать результати попередніх досліджень, сумісне внесення інокулянтів та мінеральних добрив (фосформобілізуючі та азотфіксуючі бактерії + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + N_{15} (підживлення, бутонізація) забезпечують інтенсивність формування активних бульбочкових бактерій (кількість та масу) на кореневій системі рослин сої [43-44].

Вагоме значення за вирощування сої мають строки та норми внесення добрив. Варто приділяти увагу і правильному підбору групи стиглості сорту. Відповідність сорту кліматичним та ґрунтовим умовам регіону вирощування культури. Застосування мікродобрив та стимуляторів росту дозволяє поліпшувати умови живлення для рослин сої, сприяючи реалізації генетичного потенціалу сортів культури. Вплив стимуляторів та мікроелементів полягає також у покращенні розвитку кореневої системи, активації розвитку асимілюючої поверхні рослин, симбіотичної системи, що визначають активність і ефективність продукційних процесів у рослинному організмі [45].

Дослідження, проведені в північному Степу України показали позитивний ефект від внесення мінеральних та мікродобрив за вирощування сортів сої. Вирощування сої сорту Золушка дозволило отримати прирости на рівні 0,21-0,29 т/га, що відповідало 13-19 % до урожайності на контролі. Паралельно було відмічено збільшення висоти рослин на 3,2-4,6 см, маси рослин на 4,1-5,1 г. На цьому ж варіанті кількість бульбочок на кореневій системі не змінювалася.

Застосування регуляторів росту дозволило отримати приріст врожаю за вирощування сої сорту Устя за застосування Агростимуліну 0,34 т/га, Емістиму С – 0,13 т/га. За дослідженнями Полякова О.І. використання біостимуляторів забезпечують приріст 0,06-0,18 т/га [46]. Тоді, як обробка насіння мікродобривом Квантум сприяла зростанню маси рослин до контрольного варіанту на 3,0-5,8 г, маси насіння – на 0,26-0,29 г на рослину з приростом врожаю 0,17-0,28 т/га [47].

Таким чином, вивчення впливу інокуляції насіння, застосування добрив, мікродобрив та рістрегулюючих речовин є актуальним питанням за вивчення особливостей росту та розвитку, формування продуктивності сортів сої в ґрунтово-кліматичних умовах України.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ТА МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтові умови

Дослідження, спрямовані на вивчення впливу інокуляції насіння та удобрення сої на продуктивність сортів культури проводили в умовах сільськогосподарського ТОВ «Наташа-Агро», Чернігівської обл., Ніжинського р-ну, с. Нова Басань. Територія ТОВ «Наташа-Агро» за природно-сільськогосподарським районуванням України відноситься до зони Лісостепу.

Територія досліджень знаходиться в межах річки Джурин, рельєф якої є місцями плоский, позбавлений ярів та балок, з досить розвинутим мезо- та мікрорельєфом. Рівень залягання ґрунтових вод складає 5-7 м. тому вони майже не мають впливу на ґрунтотворні процеси. Зволоження території відбувається за рахунок випадання опадів.

Ґрунтотворна порода ґрунтів господарства представлена лесовидним суглинком, який характеризується наявністю карбонатів. Ca^{2+} породи зумовлював закріплення в ґрунтах органічної маси, яка розкладається, коагулюючи гумусові сполуки.

Ліси чинять значний вплив на формування ґрунтів та їх показників. Дослідження проводилися на темно-сірих опідзолених ґрунтах, які характеризуються наступними показниками (табл. 2.1).

Темно-сірі опідзолені ґрунти займають незначні ділянки серед сірих опідзолених ґрунтів та чорноземів опідзолених. Такий тип ґрунтів утворюється в умовах зріджених освітлених, дубових лісів з добре розвинутим трав'янистим вкриттям.

Таблиця 2.1

Основні показники характеристики темно-сірого опідзоленого ґрунту
господарства

Параметр	Глибина відбору зразків, см	
	0-20	20-40
$\text{pH}_{\text{КСІ}}$	6,0	5,8
Вміст гумусу, %	2,8	2,65
Ємність поглинання, мг-екв./100г	27,9	24,1
Гідролітична кислотність, мг- екв./100г	2,6	3,1
Ступінь насичення основами, %	86,3	87,1
N л. г., мг/кг	37,8	18,8
P_2O_5 мг/кг	112	138
K_2O мг/кг	142	162

Ґрунти за своїми ознаками і властивостями наближаються до чорноземів. Профіль темно-сірого опідзоленого ґрунту характеризується наступними горизонтами:

He – 0 – 37 см – гумусовий добре елювіований, темно-сірий, свіжий, не щільний.

НІ – 38 – 68 см – ілювіальний, бурувато-сірий, свіжий, легко глинистий, дрібногоріхуватий, щільний, грані окремих грудочок мають сліди SiO_2 ; перехід ясний.

I – 69 – 105 см – ілювіальний, коричнево-бурий, свіжий, легкосуглинковий, має призматичну структуру, дуже щільний, зустрічаються кротовини, перехід ясний.

Рі – 106 – 200 см – слабоілювіований, має бурувато-палевий колір, вологий, легко глинистий, має грудочкувато-призмвидну структуру, перехід різкий.

Рк – 126 – 200 см – бурувато-палевий, глинистий карбонатний лес.

Ґрунт характеризується низьким вмістом азоту, середнім калію та фосфору, про що свідчить агрохімічна його характеристика.

2.2. Кліматичні умови

Екологічні чинники відіграють одну з вагомих ролей за реалізації генетичного потенціалу того чи іншого сорту культури, зокрема це стосується і сої. Для рослин важливим є не лише їх наявність, а й кількісні показники та розподіл впродовж вегетації рослин.

Соя є культурою вимогливою до забезпечення вологою. Вона характеризується транспіраційним коефіцієнтом, який складає 520-600. Оптимальна вологість ґрунту, якої потребує соя відповідає 75-80 %. Для проростання насіння культура використовує 130-160 % вологи по відношенню до маси насіння. На різних етапах свого розвитку рослини сої мають різну потребу у волозі. Найбільшу кількість – під час цвітіння та росту бобів. За нестачі вологи у зазначений період спостерігається порушення процесів цвітіння і плодоношення (обпадання квіток та плодів). Може спостерігатися зменшення маси насіння і врожаю. За перезволоження – знижується активність бульбочкових бактерій. Сума активних температур для оптимального розвитку рослин повинна складати - 2000-2500 °С.

Клімат території – помірно-континентальний. Середня багаторічна температура найтеплішого місяця у вегетаційному періоді культури, липня, дорівнює + 23,4 °С, а найхолоднішого, – мінус 4,2 °С. Середня температура навесні складає +10,1 °С. показники характеризуються нестійким їх підвищенням з березня до травня. Період з температурою понад +5 °С – 215–217 днів. Середня багаторічна норма суми активних температур понад +10 °С відповідає 2800 °С. останні весняні заморозки припиняються приблизно на 1–5 квітня, а осінніх приморозки наступають – 1–5 листопада.

Період проведення досліджень (2024 р). характеризувався погодними умовами, які дещо відрізнялись до середніх багаторічних значень (рис. 2.1).

Квітень 2024 року характеризувався середньодобовою температурою повітря 13,9 °С. Кількість опадів за квітень відповідала 19,5 мм. Це склало

38,2 % до середньобогаторічного показника, тобто на 61,8 % менше від середньобогаторічних показників. Середньодобова температура повітря перевищувала богаторічні показники на 0,8 °С Температурний режим травня відповідав 16,8 °С (на 2,3 °С вище богаторічних значень). Сумарна кількість опадів за травень склала 43,4 мм, що становило 57,9 % до середньобогаторічного показника, тобто на 22,1 % менше від богаторічних значень за травень (рис. 2.1, 2.2).

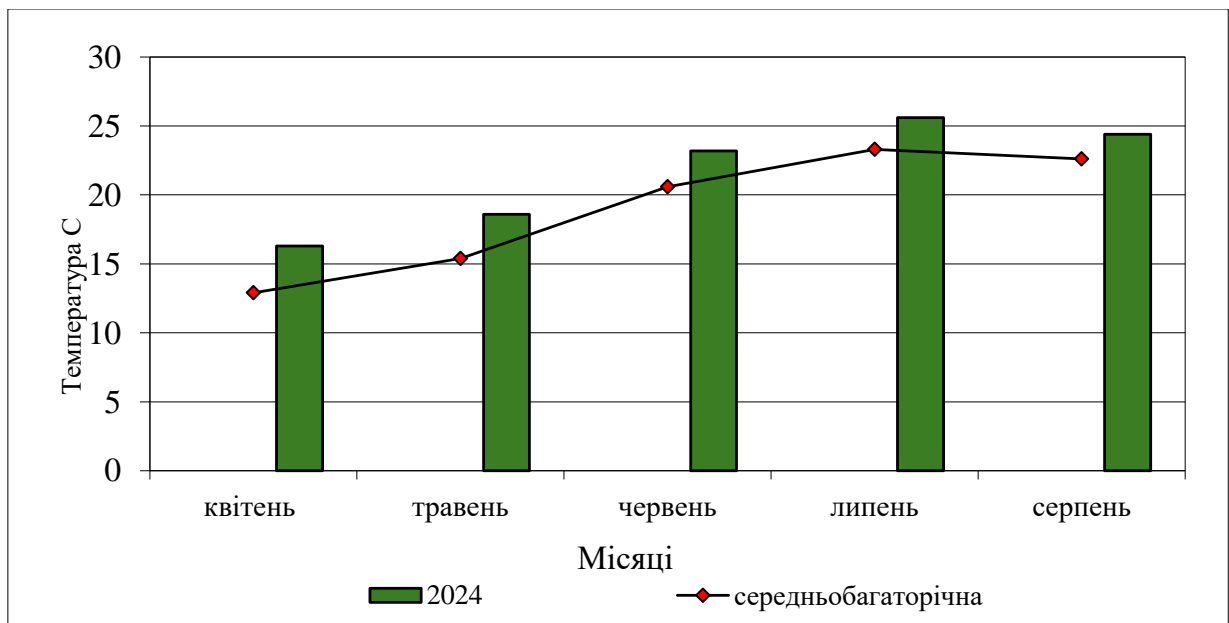


Рис. 2.1 Показники температурного режиму 2024 та середні богаторічні показники, °С

Червень мав температурні показники у середньому 19,5 °С (на 2,0 °С вище за показники середньобогаторічної температури). Місячна кількість опадів за червень 2024 року склала 32,1 мм, що становило 30,3 % до середнього богаторічного показника.

У липні середньодобова температура повітря відповідала 25,3 °С. Місяць виявився теплішим від середньобогаторічних показників на 1,7 °С. Сумарна кількість опадів за липень склала 11,2 мм, що становило 14,3 % до богаторічних середніх значень. Чітка тенденція до підвищення температурних показників була характерною і для серпня, 24,6 °С, що на 4,6 °С була вищою середньобогаторічного показника. Кількість опадів склала 2,3 мм або 3,8 % до середньобогаторічного значення (рис. 2.1, 2.2).

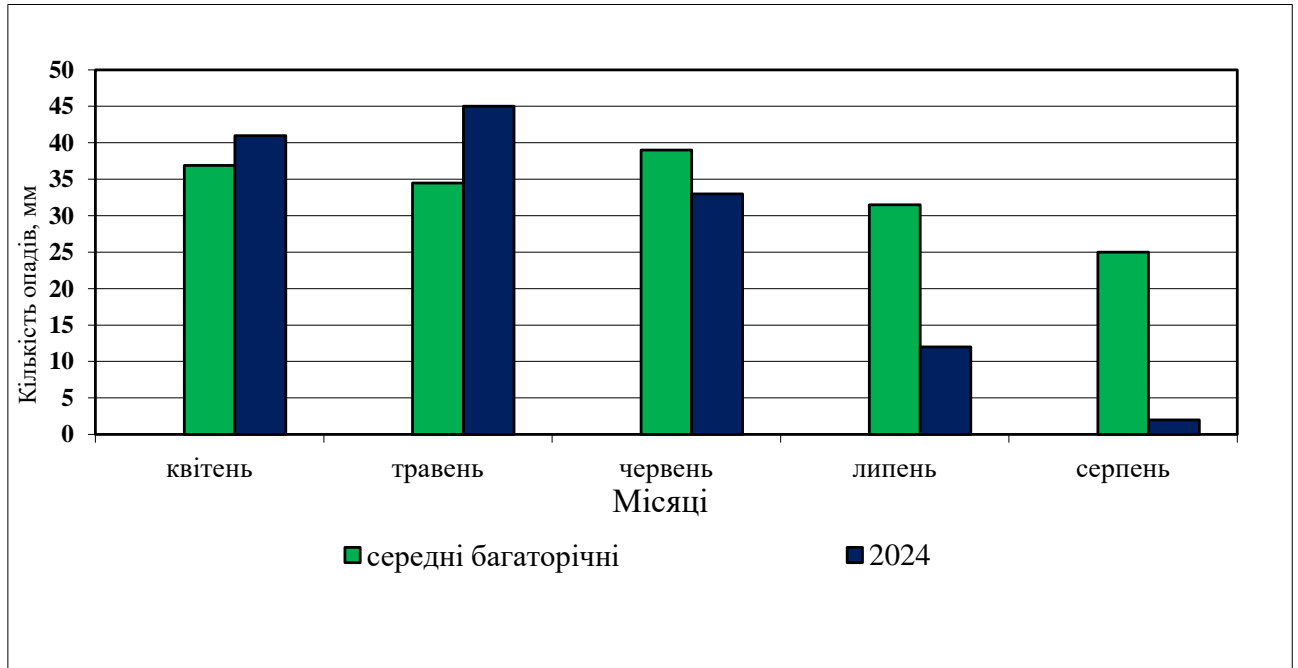


Рис. 2.3 Показники кількості опадів за місяцями вегетації сої, 2024 р., мм

Таким чином, погодні умови 2024 року вегетації сої характеризувалися підвищеними температурними показниками щодо середніх багаторічних значень та недостатньою кількістю вологи у період росту та розвитку рослин. Особливо критичними виявилися періоди генеративного розвитку культури, які протікали за дуже низької кількості опадів, або взагалі за їх відсутності.

2.2. Методика проведення досліджень

Дослід закладено методом розщеплених ділянок (табл. 2.3). Площа посівної ділянки складає 60 м², облікової – 42 м². Схема трьохфакторного дослідження подана у таблиці 2.3 :

Таблиця 2.3

Схема дослідження

Фактор А - Сорти	Фактор В – інокуляція насіння	Фактор С- Удобрення
1.Сайдіна 2. Ментор	1 - Без інокуляції; 2 - Інокуляція “Атува”	1.N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)
		2. N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)
		3.N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)

Характеристика сортів

ЕС Ментор

Сорт належить до ранньої групи стиглості. Є одним із лідерів у ранньостиглій групі. Сорт має високу стабільність урожайності та характеризується високим вмістом протеїну в зерні. Має напівдетермінантний тип росту. Вегетаційний період складає 105 днів. Середня висота рослин відповідає 77 см. Висота кріплення нижнього боба – 13 см. Боби мають опушення, стебло світло коричневе. Забарвлення бобів – світло коричневе. Опушення бобів та стебла світло коричневе. Біб світло коричневий.

Рекомендована норма висіву, тис. шт. насінин/га – 500-550. Рекомендована густина стояння рослин на період збору врожаю – 450-520 тис./га. Рекомендовані зони вирощування – Лісостеп, Степ.

Сайдіна

Середньорання, CHU 2500, напівдетермінантна, насінина без пігментації з чорним кольором рубчика. Вегетаційний період: 110-115 днів Кількість накопичених одиниць тепла – 2500 CHU. Висота 70–80 см. Висота прикріплення першого бобу: 13-14 см. Забарвлення насінини жовто-зелене, а рубчика майже чорне. Маса тисячі зерен – до 240 г. Норма висіву – міжряддя 18 см – 550–600 тис. схожих насінин/га, міжряддя 35 см – 450-500 тис. схожих насінин/га. Стійкість до: вилягання – 9,0; осипання – 8,9; посухи – 8,6. Вміст білка – 42,1–42,4 % Вміст жиру – 21,6–22,5 %. Потенційна урожайність – 50 ц/га.

Інокулянт Атува

Норма застосування - 2 л/т. Діючою групою є штами бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, титр яких відповідає 2×10^{10} КУО* (колоніє утворювальні одиниці)/мл.

Переваги препарату: концентрація бактерії вища серед аналогів; завдяки потовщеній стінці мембран бактерії (технологія ОСМО-протекшн) забезпечується високий рівень виживання на насінні навіть за стресових умов

серед яких засуха, холод, хімічний стрес; завдяки формі виробництва надає можливість наноситися одночасного з протруйниками.

Спостереження та аналізи

Фенологічні спостереження проводили, відмічаючи основні фази росту і розвитку рослин: сходи, бутонізація, цвітіння, дозрівання. За початок фази приймали наявність контрольованої ознаки не менш 15 %, за повну – у 75 % рослин [48-49].

Висоту рослин визначали шляхом проведення замірів у трьохразовій повторності;

Густоту стояння рослин визначали двічі за вегетацію на фіксованих ділянках: у фазах повні сходи та повна стиглість насіння. Підрахунок кількості рослин виконували на постійно закріплених ділянках площею 1 м² у всіх варіантах та повтореннях досліду.

Визначення площі листкової поверхні проводили методом висічок. З відібраних на ділянці 10 типових рослин зрізуємо усі листки та зважуємо їх із точністю до 0,1 г. Робимо висічки. Вирізані (висічки) зважуємо. Після зважування висічок загальну листкову площу в пробі розраховуємо за формулою:

$$P = (M \cdot n \cdot K) / m,$$

де P – загальна площа листя в пробі, см²;

M – маса листя в пробі, г;

n – площа однієї висічки, см²;

K – кількість висічок, шт.

m – маса висічок, г.

Знаходимо середню площу листя однієї рослини, а з урахуванням щільності рослин визначаємо загальну листкову поверхню м²/га.

Фотосинтетичний потенціал розраховували шляхом перемноження середньої площі листя на 1 га на кількість днів в періоді між першим останнім обліками.

Чисту продуктивність фотосинтезу (г/м^2 за добу) визначали за формулою:

$$\text{ЧПФ} = S(A_2 - A_1 / (L_1 - L_2)) * D,$$

Де A_1 – абсолютно-суха біомаса 10 рослин в перший строк визначення, г;

A_2 – абсолютно суха біомаса 10 рослин в другий строк визначення, г;

L_1 – площа листків 10 рослин у перший період визначення, м^2 ;

L_2 – площа листків 10 рослин у другий період визначення, м^2 ;

D – кількість днів між першим і другим періодами.

Біологічну врожайність зерна визначали методом «пробних снопів» у період повної стиглості культури.

При оцінці якості насіння визначали натуру зерна, вміст «сирого» протеїну у зерні сої та вміст «сирого» жиру.

Структуру врожаю досліджували в снопових зразках, які відбирали в повну стиглість на площадках $0,25 \text{ м}^2$ у чотирьох повтореннях. Визначали масу снопа, кількість рослин, гілок, бобів на головних і бічних гілках, насінин у бобі, число і масу насінин на рослині, масу 1000 насінин.

Облік урожаю проводили з усієї облікової площі кожної ділянки. Урожай зерна приводили до 100-відсоткової чистоти та 14-відсоткової вологості.

Математично-статистичні дослідження експериментальних даних проведені за допомогою програмного пакету Microsoft Excel.

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

3.1. Вплив умов вирощування на ріст й розвиток рослин сої

Соя є однією з найцінніших культур у сучасному світі, що пов'язано з хімічним складом її насіння. Культура належить до рослин короткого дня.

Саме у зв'язку з цим діапазон адаптації сортів варіює з півночі на південь. Пізньостиглі сорти завдяки тривалому періоду вегетації характеризуються ширшою пристосованістю, тому їх можна вирощувати у різних регіонах.

За вирощування сої у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах приймають до уваги тривалість її вегетації. За врахування непередбачуваних погодних умов у період вегетації рослин аграрії практикують вирощування культури за використання сортів різних груп стиглості. Це забезпечує мінімалізацію ризиків втратити весь урожай. Звертають увагу за вибору сортів і на їх сортотип.

Обрання сорту передбачає попереднє вивчення особливостей ростових його процесів та їх оцінки. Це забезпечить можливості усунення стресових реакцій рослинного організму на несприятливі умови через зміну окремих елементів технології вирощування. Разом з тим, це сприятиме підвищенню продуктивності рослин завдяки оптимізації окремих технологічних процесів.

Впродовж росту та розвитку рослин сої спостерігаються морфологічні їх зміни. Це стосується, розмірів, форми, кольору листових пластинок, довжини та кількості міжвузль, розміщення їх на стеблі. Приймають до уваги і здатність рослини розгалужуватися, так як це буде вирішальним аргументом за обрання ширини міжряддя та норми висіву. Вагоме значення у розвитку рослин має і розвиток кореневої системи рослин [48-50].

У процесі росту та розвитку рослин відбувається велика кількість хімічних перетворень, які характеризують конкретні фізіологічні процеси рослинного організму. На кожному етапі розвитку рослинам притаманні акценти на певних процесах, і, відповідно, потребах, як чинників навколишнього середовища, так і тих, що забезпечують елементи технології. Тому, характеризуючи чи аналізуючи, роботу агроценозу варто враховувати усі взаємозв'язки, які в ньому існують між компонентами та можливості впливу на їх зміну завдяки управлінню технологічними процесами. Тривалість вегетаційного періоду є ознакою, яка характеризує придатність сорту для його вирощування у певних агрокліматичних умовах. Це пов'язано із проблемами,

які виникають за вирощування пізньостиглих сортів культури та спроможністю їх дозріти без додаткових на це витрат. Варто пам'ятати, що від тривалості вегетації сорту, залежить і його продуктивність

Тривалість вегетаційного періоду, перш за все, визначають генетичні особливості сорту. Вагомий вплив належить і погодним та ґрунтовим чинникам. Ну, і звичайно, технологічні прийоми вирощування здатні вносити суттєві корективи на тривалість вегетації сорту. Слід приймати до уваги й взаємозв'язок між перерахованими чинниками та їх сукупний вплив на ріст та розвиток рослин сої впродовж вегетації.

Проходження окремих етапів росту та розвитку рослин сої, як і тривалості вегетації в цілому, на 70 % залежить від генетичних особливостей. Всі інші чинники впливають на 30 %. Сорти сої здебільшого характеризуються вузькою екологічною пристосованістю, яка проявляється у придатності вирощувати їх лише в окремих ґрунтово-кліматичних умовах. За зміни рекомендованого регіону спостерігається суттєва зміна тривалості вегетації сорту, що в подальшому відображається на показниках продуктивності, зокрема якісних показників насіння.

Відповідно до існуючих шкал для сої, селекціонери сорти культури розділяють на 5 груп (9 підгруп). Наприклад, для Лісостепу, використовують скоростиглі, ранньостиглі, середньостиглі сорти [53-54].

Тривалість вегетації сортів за проведення досліджень залежала від умов вирощування культури, зокрема, вона визначалася чинниками, які ми вивчали та генетичними особливостями гібридів, які підлягали вивченню. Застосування добрив проявляло позитивний вплив на подовження, як окремих міжфазних періодів, так і періоду вегетації в цілому.

Більшу тривалість вегетації мав сорт Ментор. Залежно від варіанту удобрення вона становила від 109 до 116 діб. Проведення інокуляції насіння перед сівбою препаратом Атува, забезпечило подовження тривалості до 112-117 діб. Варто зазначити, що застосування азотних добрив із сумісним внесенням сульфату калію придало подовженню вегетації культури (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Тривалість періодів росту та розвитку сої, днів, 2024 рік

Сорт	Удобрення	Тривалість, діб				
		сходи- третій трійчастий листок	сходи- початок цвітіння	сходи- кінець цвітіння	сходи- повний налив зерна	сходи- повна стиглість
Без інокуляції						
Сайдіна	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	26	37	66	88	105
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	26	38	68	90	109
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	26	38	69	89	108
	Інокулянт Атува					
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	26	38	66	90	108
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	26	40	68	93	110
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	26	40	69	94	111
Без інокуляції						
Ментор	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	27	41	70	91	109
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	27	42	72	94	113
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	27	43	74	95	116
	Інокулянт Атува					
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	27	42	73	93	112
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	27	44	74	96	114
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	27	45	76	97	117

За вирощування сорту Сайдіна були відмічені аналогічні залежності, проте тривалість вегетації культури на всіх варіантах дослідів була коротшою. Залежно від варіанту дослідів вона змінювалася від 105 до 109 днів.

Найдовшим виявився період вегетації у варіанті із застосуванням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та проведенням інокуляції препаратом Атува за вирощування сорту Ментор – 117 діб.

3.2 Вживання рослин сої

У процесі проходження етапів росту та розвитку та формування продуктивності рослини сої потребують певної густоти стеблостою. Рослина мають бути оптимально розвинутими завдяки сформованій площі живлення та рівномірного їх розміщення.

Вагоме значення за формування густоти та рівномірного розподілу рослин належить якості посівного матеріалу та визначається польовою схожістю культури, яка забезпечує дружні сходи та зменшення пригнічення між рослинами. Соя є світлолюбивою культурою. Саме з цієї причини, в умовах із достатнім вологозабезпеченням та достатньої кількості елементів живлення соя буде здатна реалізувати свій потенціал за оптимальної густоти рослин на площі. Саме створення досконалої оптико-біологічної моделі здатне використовувати раціонально асимілюючу поверхню з метою синтезу органічної речовини.

Впродовж вегетації рослини сої піддаються впливу умов зовнішнього середовища та елементів технології вирощування. Вплив несприятливих температурних показників, як і недостатня кількість опадів та нерівномірний їх розподіл, ураження шкідниками та хворобами, негативна дія окремих технологічних процесів спричиняє зменшення кількості рослин сої на одиниці площі у результаті їх загибелі.

Результати досліджень свідчать, що показники польової схожості залежали, як від генетичних особливостей сорту, так і від впливу умов живлення залежно від варіанту удобрення. Так, по мірі збільшення норми внесення добрив польова схожість зростала у сорту Ментор від 82 до 85 %, у сорту Сайдіна – 83-86 % (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вживаність рослин сої за впливу чинників досліду, т/га

Сорт	Удобрення	Польова схожість, %	Вживаність, %
Ментор	Без інокуляції насіння		
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	82	90
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	84	91
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	85	93
	Інокулянт Атува		
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	83	92
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	85	93
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	86	93
	Сайдіна	Без інокуляції насіння	
N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)		83	90
N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)		84	91
N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)		86	93
Інокулянт Атува			
N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)		84	92
N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)		86	93
N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)		87	94

Проведення інокуляції спонукало зростання зазначеного показника. При цьому за вирощування сорту Ментор показники становили за впливу варіантів удобрення від 83 до 86 %, а Сайліна – 84-87 %.

Аналогічні тенденції та залежності у показниках були нами відмічені і за визначення вживаності рослин сої. Вирощування сорту Ментор за впливу варіантів удобрення та проведення інокуляції характеризувалося показниками

виживання рослин сої, які змінювалися від 90 до 93 %. У сорту Сайдіна показники, відповідно, становили – 90-94 %.

3.3 Біометричні показники рослин сої

Ріст та розвиток рослин сої в агроценозі залежить від елементів технології вирощування, які здатні спричинити умови їх життя. Вплив регульованих та нерегульованих чинників на розвиток рослин визначається параметрами рослинного організму. Зокрема, це стосується висоти основного пагона рослин сої.

Висота рослин сої залежить від дії елементів технології вирощування та погодних умов періоду вегетації. Тому в агроценозі висота рослин може варіювати у досить широкому діапазоні, при цьому маючи вплив на рівень продуктивності.

Соя належить до культур, яким притаманний повільний ріст на початкових етапах розвитку. Проте, варто зауважити, що з початком цвітіння прирости висоти суттєво зростають, тобто, настає період інтенсивного росту.

Швидкість протікання ростових процесів на даному етапі визначається погодними умовами та генетичними особливостями сорту. Завдяки детальній оцінці темпів росту стебла є можливість визначитися з оптимальними умовами, які забезпечать формування високої продуктивності сої конкретного сорту.

За попередніми дослідженнями мінеральні добрива мають суттєвий вплив на лінійні параметри рослин сої.

За вирощування сорту КиВін при інокуляції насіння рослини мали висоту 87,0 см. Застосування добрив показало динаміку в бік зростання лінійних параметрів рослин. Сумісне застосування інокуляції та внесення N60P60K60 забезпечило прирости висоти на 4,4 см. На варіантах і проведенням позакореневих підживлень висота становила 85 см. За сумісного

позакореневого підживлення та застосування N60P60K60 відмічено збільшення висоти на 6,5 см до варіанту N0.

Інші дослідження показали, що за вирощування сої сорту Горлиця максимальні параметр висоти склали 92,5 см, сорту Вінничанка – 112,1 см (проведення передпосівної обробки насіння Мікрофол Комбі (150 г/т) та позакореневого підживлення цим же препаратом (0,5 кг/га) на фоні N30P60K60).

Параметри висоти рослин належать до важливих сортових ознак. Вони мають зв'язок із морфологічною будовою та біологічними особливостями культури. Вагома роль стебла за формування продуктивності рослин полягає у транспортуванні та перерозподілі органічних речовин, синтезованих при фотосинтезі.

У процесі росту та розвитку рослин лінійні параметри їх зростають. Проте темпи зростання лінійних розмірів можуть пригнічуватися несприятливими погодними чинниками. А іноді ростові процеси взагалі здатні, під дією стресових чинників, зупинятися.

Визначення біометричних показників свідчить про зростання параметрів висоти рослин за знімання вимірів впродовж вегетації (табл. 3.2). Вже на початкових етапах розвитку рослин сої спостерігалася різниця у висоті рослин за варіантами. Застосування азотних добрив забезпечило зростання висоти. Така динаміка була відмічена на всіх варіантах із застосуванням азотних добрив. Вплив на параметри зазначеного показника мала і інокуляція насіння. З проходженням етапів росту та розвитку рослин висота їх збільшувалася. Максимальних параметрів рослини сої досягли у період повної стиглості. У сорту Сайдіна вони змінювалися від 80,1 до 87,5 см. Інокуляція сприяла збільшенню показника до 83,3 – 89,3 см.

Таблиця 3.3

Динаміка висоти рослин сортів сої, см, (2024 р.)

№	Варіанти удобрення	Періоди росту та розвитку
---	--------------------	---------------------------

		третій трійчасти й листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	повна стиглість
Без інокуляції						
Сайдіна	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	14,1	22,3	62,7	78,2	80,1
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	14,8	22,5	71,0	81,3	83,2
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	15,1	22,8	71,9	85,5	87,5
	Інокулянт Атува					
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	14,7	22,7	64,6	81,4	83,3
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	15,4	23,1	71,4	84,3	86,3
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	15,3	23	74	87,3	89,3
Без інокуляції						
Ментор	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	15,1	23,3	64,1	81	82,9
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	15,3	23,5	72,4	84,1	86
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	15,6	23,8	73,3	88,3	90,3
	Інокулянт Атува					
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	15,7	23,9	66,2	84,4	86,3
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	16	24,3	73	87,3	89,3
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	16,1	24,5	75,6	90,3	92,3

У сорту Ментор спостерігалася аналогічна динаміка у параметрах висоти. У період повної стиглості висота рослин становила за впливу варіантів удобрення (без інокуляції) від 82,9 до 90,3 см. Проведення інокуляції свідчить про зростання параметру до 86,3-92,3 см.\

Максимальної висоти рослини були сформовані за вирощування сорту Ментор на варіанті із інокуляцією Атува та внесенням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) – 92,3 см. Проведення дисперсійного аналізу вказує на максимальний вплив на

висоту рослин сортових особливостей – 42 %, удобрення – 44 %, інокуляція - 2,13 %, інші чинники - 11 % (рис. 3.4).

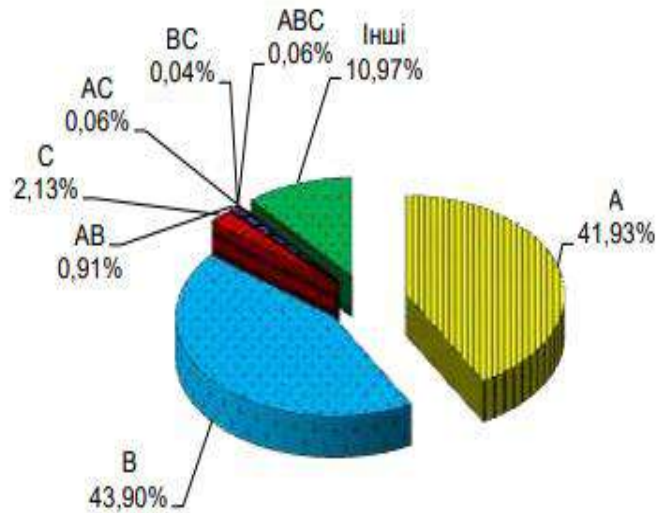


Рис.3.1 Частка впливу чинників на формування висоти рослин сої залежно від сорту, удобрення та інокуляції, %

Відповідно до огляду наукових джерел, висота кріплення нижнього боба визначається генетичними особливостями сорту та елементами технології вирощування, зокрема – шириною міжряддя (зі збільшенням ширини міжряддя висота кріплення зменшується);, густоти рослин (зі збільшенням густоти рослин висота кріплення боба зростає) та умовами живлення та вологозабезпеченням на певних етапах розвитку рослин. Результати наших досліджень показали, що у сорту Ментор висота кріплення нижнього боба була вищою. Вона становила залежно від варіанту удобрення від 10,8 до 11,4 см, за інокуляції – від 12,6 до 13,1 см.

Таблиця 3.4

Кріплення нижнього боба на рослинах сої, см,
2024 р.

Варіанти удобрення	Висота кріплення, см	
	Сайдіна	Ментор

Без інокуляції насіння		
$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	10,0	10,8
$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	10,5	11,0
$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	10,7	11,4
Інокулянт Атува		
$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	11,0	12,6
$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	11,6	12,9
$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	11,7	13,1

Максимальну висоту кріплення нижнього боба отримали за вирощування сорту Ментор за внесення $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та інокуляції препаратом Атува – 13,1 см. У сорту Сайдіна показник змінювався за варіантами від 10,0 до 11,7 см.

Найбільший вплив на висоту кріплення нижнього боба у рослин сої мали сортові особливості – 32,2 %, удобрення – 21,5 %, інокуляція – 9,48 %, інші – 28,85 %. Вплив взаємодії чинників змінювався від 1,14 до 3,60 % (рис. 3.2).

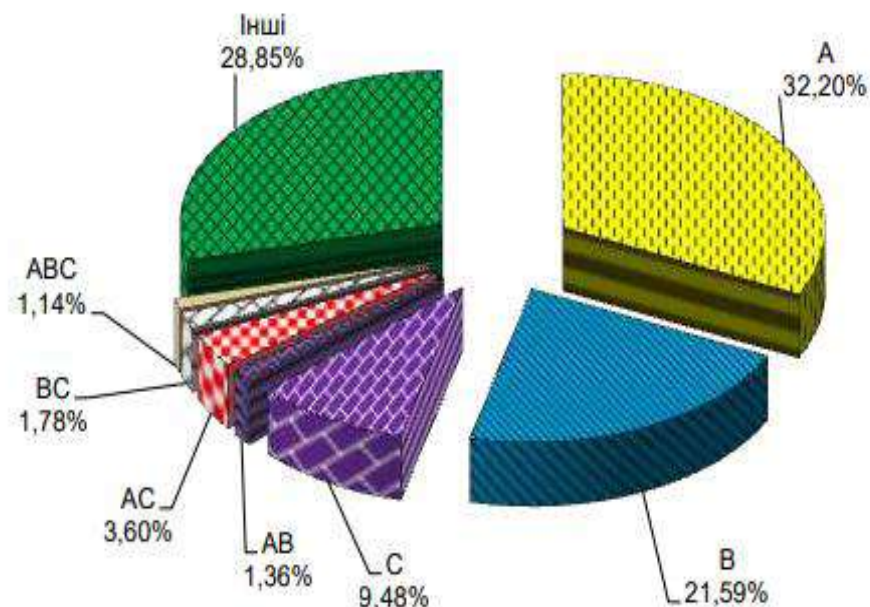


Рис. 3.2 Частка впливу чинників на висоту кріплення нижнього боба за впливу сорту, удобрення та інокуляції насіння, %

3.3 Фотосинтетична діяльність рослин сої

Джерелом живлення рослин у результаті перетворення неорганічних речовин у органічні є фотосинтез. Фотосинтез відбувається завдяки діяльності асимілюючої поверхні рослин. Між показниками продуктивності культури та величиною асимілюючої поверхні існує тісний кореляційний зв'язок. Разом з тим, розміри сформованої площі листків, дають оцінку ефективності окремих елементів технології вирощування.

Використання фотосинтетично активної радіації посівами культур складає 0,5 – 1,5 %. Такий показник здатен забезпечити формування від 3 до 6 т/га біологічного врожаю. Збільшення рівня засвоєння ФАР до 4-5 % здатне забезпечити збільшення врожаю майже втричі. Знання та виявлення закономірностей у агроценозах рослин, спрямованих на підвищення інтенсивності фотосинтезу дозволить чинити вплив на ріст та розвиток рослин з метою підвищення їх урожайності. Саме тому, багато уваги приділяється аналізу площі листків рослин на різних етапах їх росту та розвитку. Листковий апарат, який є основним чинником формування урожайності завдяки синтезу органічної речовини має характеризуватися високою інтенсивністю у різні періоди розвитку рослин. Тому, актуальним є вивчення елементів технології вирощування культур, які забезпечують оптимальний розвиток та формування листкової поверхні рослин. Органічна речовина, яка утворюється в рослині на 95 % є результатом фотосинтезу. Оптимальними параметрами площі листків вважають від 40 до 50 тис. м²/га.

На швидкість збільшення площі листкової поверхні, терміни її роботи та ефективність функціонування впливає ряд чинників. Серед них сортові особливості культури, погодні умови та технологічні процеси.

Результати проведених нами досліджень показали, що із розвитком рослин збільшувалася площа асимілюючої поверхні (табл. 3.5). Проте, варіанти удобрення різнилися за параметрами листкової поверхні рослин.

Найбільші прирости у показниках площі листків було відмічено у період початок цвітіння-кінець цвітіння. Така залежність було притаманна для обох сортів, які ми вивчали.

Максимальних значень площі асимілюючої поверхні рослинами було досягнуто у період наливу насіння. Залежно від варіанту удобрення вона змінювалася від 37,4 до 42,6 тис м²/га, за проведення інокуляції від 39,0 до 43,7 % у сорту Сайдіна (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Площа листової поверхні рослин сої, тис м²/га, 2024 рік

Сорт	Варіант удобрення	Фаза			
		третій трійчасти й листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	налив насіння
Без інокуляції					
Сайдіна	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	8,9	21,6	35,6	37,4
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	9,0	22,8	38,0	42,1
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	8,8	23,2	38,5	42,6
	Інокулянт Атува				
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	9,5	22,3	38,1	39,0
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	9,7	23,5	39,2	42,8
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	9,7	23,8	39,4	43,7
Без інокуляції					
Ментор	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	9,8	23,4	40,1	40,9
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	9,9	24,8	40,5	43,6
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	9,9	24,9	41	44,9
	Інокулянт Атува				
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	9,9	23,6	40,1	41,2
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	10,1	24,9	41,2	44,0
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	10	24,8	41,4	46,4

За вирощування рослин сорту Ментор у період наливу зерна була створена максимальна площа листків, показники якої варіювали від 40,9-44,9 до 41,2-46,4 тис м²/га (табл. 3.5).

Як показав дисперсійний аналіз (рис. 3.3), площа листкової поверхні у період її максимального значення (кінець цвітіння) найбільше залежала від умов живлення з часткою участі фактора 60,06 %. Вплив інокуляції відповідав показнику – 11,47 %. Сортові особливості склали – 9,19 %, інші чинники – 9,22 %. Частка впливу за взаємодії чинників ABC становила на рівні 0,12 %.

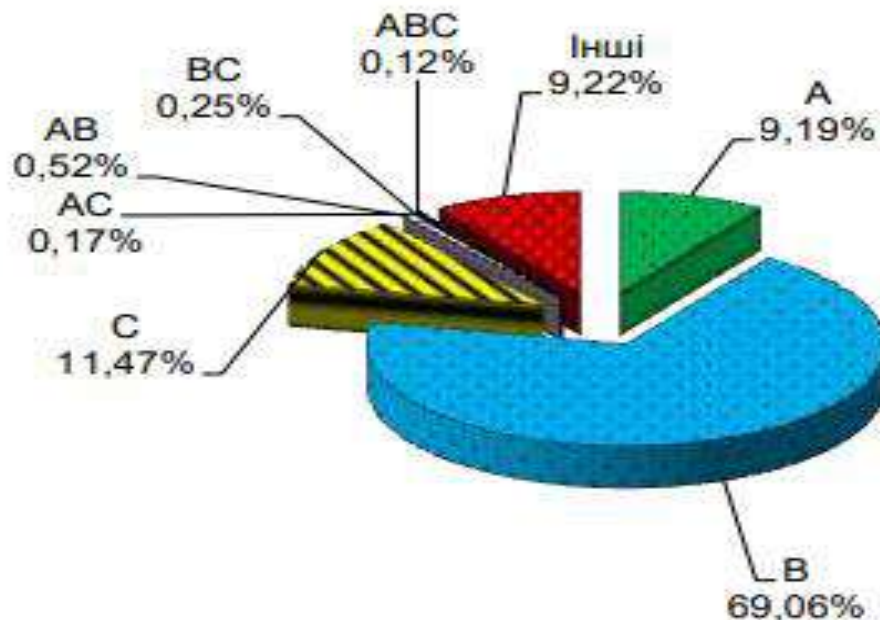


Рис. 3.2. Частка впливу чинників на параметри площі листків у період цвітіння за впливу сорту, удобрення, інокуляції насіння сої, %

Для визначення фотосинтетичного потенціалу посівів використовують показники площі листкової поверхні та тривалість її функціонування.

Між площею листків та показником фотосинтетичного потенціалу посівів існує пряма залежність. Зі збільшенням асимілюючої поверхні зростає і її фотосинтетичний потенціал.

В результаті проведених нами розрахунків, було отримано показники, які змінювалися впродовж росту та розвитку рослин та характеризувалися

певними залежностями між варіантами досліду. Варто зазначити, що фотосинтетичний потенціал визначався генетичними особливостями сорту та залежав від удобрення та інокуляції насіння, які мали позитивний вплив на показники. Таким чином, максимальні значення фотосинтетичного потенціалу посівів сої було отримано у період наливу зерна. Була відзначена динаміка у показниках, яка була характерною і за визначення площі листків культури. За вирощування сорту Сайдіна фотосинтетичний потенціал впродовж вегетації зростав і становив у період наливу зерна за впливу варіантів досліду від 2,197 до 2,233 млн. м² днів/га (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Фотосинтетичний потенціал посівів сої, млн. м² днів/га, 2024 р.

Сорт	Варіант удобрення	Фаза			
		третій трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	налив насіння
Без інокуляції					
Сайдіна	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,398	1,281	2,063	2,197
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,409	1,288	2,074	2,211
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,432	1,303	2,087	2,222
	Інокулянт Атува				
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,406	1,287	2,076	2,205
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,419	1,303	2,082	2,219
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,447	1,313	2,097	2,233
Без інокуляції					
Ментор	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,412	1,375	2,136	2,261
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,426	1,386	2,148	2,272
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,446	1,399	2,162	2,286
	Інокулянт Атува				
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,42	1,383	2,145	2,27

	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,432	1,396	2,154	2,282
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	0,46	1,411	2,172	2,301

За вирощування сорту Ментор показники були вищими та становили від 2,261 до 2,2301 млн. м² днів/га (табл. 3.6), з максимальним показником на варіанті із інокуляцією та внесенням N₇₀ + K₆S₂ (бутонізація).

Чиста продуктивність фотосинтезу має тісний кореляційний зв'язок із урожайністю культури. Показник характеризує реальні можливості агроценозу відносно формування органічної речовини. Показник зазначає кількість сухої речовини, яка синтезується за добу на 1 м квадратному листкової поверхні посіву.

Результати досліджень показали, що у процесі росту та розвитку рослин, чиста продуктивність фотосинтезу посівів сої не мала постійної динаміки до зростання. Показники характеризувалися максимальними значеннями у період формування третього трійчастого листка, які змінювалися у сорту Сайдіна від 2,81 до 3,02 г/м² за добу (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сої, г/м² за добу, 2024 р.

сорт	Варіант удобрення	Фаза			
		третій трійчасти й листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння
Б/і					
Сайдіна	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	2,81	1,17	1,86	0,30
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	2,88	1,24	1,93	0,36
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	2,9	1,26	1,98	0,42
	Інокуляція Атува				
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	2,9	1,3	2,01	0,43
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	3,01	1,35	2,04	0,50

	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	3,02	1,39	2,11	0,56
Б/і					
Ментор	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	2,95	1,28	2,08	0,39
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	3,06	1,37	2,11	0,44
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	3,15	1,39	2,16	0,46
	Інокуляція Атува				
	N ₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	3,21	1,53	2,3	0,62
	N ₃₅ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	3,23	1,61	2,36	0,66
	N ₇₀ + K ₆ S ₂ (бутонізація)	3,26	1,64	2,4	0,73

Сорт Ментор мав показник 2,95- 3,26 г/м² за добу за впливу варіантів досліду. Максимальне значення чистої продуктивності фотосинтезу посівів отримали за вирощування сорту Ментор у варіанті із внесенням N₇₀ + K₆S₂ (бутонізація) та проведення інокуляції - 3,26 г/м² за добу у період формування третього трійчастого листка.

3.4 Накопичення сухої речовини рослинами сої

У процесі росту та розвитку рослин збільшуються їх розміри, зростає зелена маса та суха речовина. Безпосередньо у процесі синтезу та накопичення сухої речовин рослин приймає участь асимілюючий апарат. Кількість синтезованої речовини визначається площею листків рослин, тривалістю їх роботи, забезпеченістю елементами живлення, вологою, та витратою синтезованих речовин на життєво важливі процеси. Таким чином, на різних етапах розвитку рослин ці показники будуть різнитися. Проте, у кінцевому результаті вони визначатимуть продуктивність рослин, величину їх основної та побічної продукції.

Ріст та функціонування листкової поверхні визначають рівень синтезу та накопичення сухої речовини в рослині. Тоді, як ростові процеси залежать від елементів технології вирощування, нерегульованих чинників навколишнього середовища, генетичних особливостей рослин.

Накопичення сухої речовини залежить від ряду чинників, серед яких є і фактору досліду. Зернобобові культури характеризуються складним багатоетапним процесом формування надземної маси та врожаю. Це пов'язано із тривалою диференціацією органів рослин та регулюванням елементів агроценозу. Завдяки вивченню динаміки накопичення сухої речовини за впливу конкретних чинників, можна виявити закономірності, що дозволять керувати продукційним процесом культури.

Особливістю наростання зеленої маси рослин сої є те, що в періоди розвитку вегетативних органів та закладання генеративних ростові процеси проходять доволі інтенсивно. Тоді, як у період формування та дозрівання насіння вони значно сповільнюються. Завдяки аналізу динаміки показників накопичення сухої речовини можна відслідковувати інтенсивність біохімічних та фізіологічних процесів у рослинному організмі. Близько 95 % сухої речовини рослина синтезує за проходження процесу фотосинтезу.

Елементи технології вирощування, як і погодні умови забезпечують створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин сої впродовж вегетації.

Результати проведених досліджень показали, що накопичення сухої речовини відбувається поступово по мірі росту та розвитку рослин та проходження ними певних етапів. Варто зауважити, що інтенсивність накопичення її залежить від ряду чинників, зокрема фізіологічних процесів у рослинному організмі.

Показники накопиченої сухої речовини рослинами сої сорту Сайдіна за впливу варіантів досліду у період кінець цвітіння становили 5,43-6,82 т/га. Інокуляція насіння перед сівбою препаратом сприяла інтенсивності накопичення сухої речовини (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8

Показники сухої речовини посівів сої, т/га, 2024 р.

сорт	Варіант удобрення	фаза		
		третій трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння
Без інокуляції				
Сайдіна	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	1,31	3,25	5,43
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	1,35	3,49	6,11
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	1,46	3,7	6,33
	Інокулянт Атува			
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	1,41	3,49	5,61
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	1,47	3,74	6,37
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	1,58	3,96	6,82
Без інокуляції				
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	1,38	3,33	5,54
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	1,47	3,6	6,32
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	1,57	3,84	6,59
	Інокулянт Атува			
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	1,49	3,53	5,89
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	1,54	3,81	6,59
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	1,66	4,04	7,05

У сорту Ментор були отримані дещо вищі показники. Вони варіювали від 5,54 до 7,05 т/га сухої речовини. Найвищу кількість сухої речовини було синтезовано рослинами сорту Ментор на варіанті із застосуванням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та проведення інокуляції – 7,05 т/га.

3.5 Елементи структури врожаю

Структура врожаю кожної рослини визначає її продуктивність. Індивідуальна продуктивність кожної рослини в агроценозі визначає продуктивність агроценозу та залежить від умов вирощування рослин та взаємозв'язків між складовими агроценозу різних рівнів.

Основними елементами структури врожаю сої є маса рослини, кількість міжвузль та гілок, кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі, маса насіння із рослини, маса 1000 насінин. Обов'язково беремо до уваги кількість рослин на одиниці площі. Є ряд факторів, які матимуть прямий чи опосередкований вплив на елементи структури врожаю, і, відповідно, її продуктивність. Варто враховувати, що густина рослин має прямий вплив на продуктивність з однієї рослини, так як за зрідження посівів рослини краще галузяться, на них формується більша кількість бобів, відповідно насіння, проте за впливу вітру гілки можуть відламуватися, що спричиняє значні втрати. Поряд з тим, в таких посівах висота кріплення нижнього боба незначна, тобто, він втрачається при скошуванні. Це спричиняє зменшення індивідуальної продуктивності рослин і, зрозуміло, всього посіву. У загущених посівах відбувається затінення більшості листків, що спричиняє їх загибель та зменшення накопичення сухої речовини і продуктивності. І лише за оптимального співвідношення між елементами структури врожаю можуть сформуватися посіви, які максимально здатні реалізувати свій генетичний потенціал.

Результати наших досліджень показали, що основні елементи структури врожаю визначалися умовами їх вирощування та залежали від факторів досліду та погодних умов року досліджень. Відповідно до отриманих результатів кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі та кількість насіння з рослини зростали зі збільшенням норм внесених добрив. Застосування для інокуляції препарату Атува мало також позитивний вплив на формування елементів врожаю. Відповідно до отриманих результатів, кількість насіння на рослині за вирощування сорту Сайдіна зростала по мірі збільшення норм добрив та склала від 29,1 до 35,0 штук. У сорту Ментор

показники склали, відповідно, від 32,6 до 38,0 штук. Завдяки інокуляції показники зросли у сорту Сайдіна до 35,7-41,3 штуки, сорту Ментор - 36,8-46,3 штук (таблиця 3.9). У показниках маси 1000 насінин спостерігалася аналогічна залежність.

Таблиця 3.9

Елементи структури врожаю сої за впливу удобрення, 2024 рік

Сорт	Удобрення		Кількість бобів на рослині, шт	Насінин у бобі, шт	Насінин на рослині, шт	Маса 1000 насінин, г
Сайдіна	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Без інокуляції	15	1,94	29,1	142,1
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		16,1	2,03	32,7	146,9
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		17	2,06	35,0	151,8
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Інокуляція Атува	16,6	2,15	35,7	148,5
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		17,1	2,24	38,3	154,6
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		17,9	2,31	41,3	165,8
Ментор	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Без інокуляції	15,9	2,05	32,6	153
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		16,6	2,16	35,9	154,8
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		17,2	2,21	38,0	158,1
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Інокуляція атува	16,9	2,18	36,8	159,4
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		17,9	2,28	40,8	161,5
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		19,2	2,41	46,3	167,6

Таким чином, найвищу масу 1000 насінин сої було отримано за вирощування сої сорту Ментор у варіанті із внесенням максимальної норми добрив та проведення інокуляції насіння з показником – 161,7 г.

Результати дисперсійного аналізу свідчать, що частка впливу чинників на формування кількості насіння на рослині за впливу генетичних особливостей сорту становить – 20,39 %, удобрення – 61,6 %, інокуляції – 13,56 % (рис. 3.4).

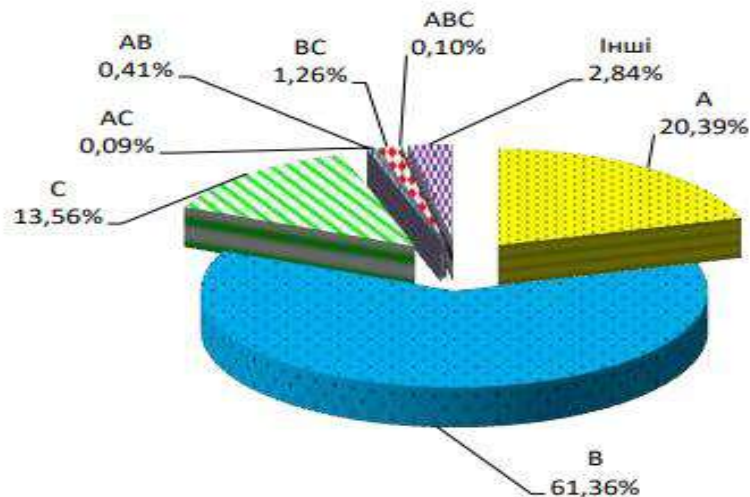


Рис. 3.4. Частка впливу чинників на формування насіння з рослини, %

3.5 Урожайність сої за впливу досліджуваних факторів

Нині пріоритетним шляхом у розвитку аграрного сектору є стабільне виробництво сої, що спроможне забезпечити потреби галузі рослинництва та тваринництва.

Як свідчать попередні дослідження, вагома роль у формуванні продуктивності сої належить умовам її вирощування, зокрема умовам живлення. При цьому мова йде не лише про застосування добрив, а й про використання препаратів, які б мали низьку ціну та характеризувалися високою ефективністю, яка б полягала у можливостях збільшити реалізацію генетичного потенціалу рослин сої в конкретних погодних та ґрунтових умовах. Ефективність застосування добрив залежить від найменування та

форм застосування елементів живлення їх кількості, строків та способів внесення [55].

У зв'язку з дефіцитом у світі білку, всі елементи технології вирощування культури спрямовані на підвищення урожайності сої та вміст у зерні білку.

Завдяки впровадженню у виробництво нових технологій вирощування та оптимізації окремих елементів технологій можливим є підвищення урожайності культур. Нині цьому приділяється багато уваги ще й у зв'язку зі зміною кліматичних умов у світі. Тому пріоритетними напрямками є для науковців створення та добір сортів сої із високим потенціалом продуктивності, варто зауважити, з високими показниками якості. Урожайність сої є остаточним, інтегральним показником ефективності впливу чинників, які ми вивчали на продукційний процес.

Урожайність сої, залежить від сортових особливостей культури та їх чутливості до застосування добрив. Це важливо за вивчення впливу удобрення у комбінації із застосуванням інокуляція насіння до сівби. Варто враховувати, що новостворені сорти вимагають ретельного підбору технологічних процесів за їх вирощування, зокрема добрив та строків їх внесення. Саме створення оптимальних умов живлення здатне забезпечити високі прирости урожаю культури.

Результати досліджень показали, що застосування азотних добрив дозволило суттєво збільшити показники урожайності сортів сої. Застосування сірки, сприяє зростанню показників урожайності завдяки її впливу на процесу обміну в рослинному організмі та активації ряду механізмів.

Таким чином, за вирощування сорту Сайдіна показники урожайності змінювалися за впливу варіантів удобрення від 1,97 до 3,02 т/га. Застосування інокуляції інокулянтном Атува сприяло зростанню урожайності. Показники зросли та становили від 2,11 до 3,17 т/га (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Показники урожайності сої за впливу удобрення, т/га

Сорт	Удобрення	Урожайність, т/га
Сайдіна	Без інокуляції насіння	
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	1,97
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	2,89
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	3,02
	Інокулянт Атува	
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	2,11
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	3,01
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	3,17
Ментор	Без інокуляції насіння	
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	2,14
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	2,98
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	3,19
	Інокулянт Атува	
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	2,29
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)	3,27
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)	3,54
НІР05		0,08 т/га

У сорту Ментор прослідковувалися аналогічні залежності. Показники при цьому за впливу удобрення без застосування інокуляції варіювали від 2,14 до 3,19 т/га. Проведення інокуляції насіння сприяло їх зростанню до 2,29-3,34 т/га.

Максимальну урожайність було сформовано за вирощування сорту сої Ментор у варіанті із внесенням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та проведенням інокуляції препаратом Атува – 3,54 т/га.

Проведення кореляційного аналізу між елементами структури врожаю та урожайністю сої за варіантами удобрення та впливу інокуляції дозволяє зробити висновок, що вони змінювалися у сорту Сайдіна залежно від елементу структури врожаю. Найнижчий коефіцієнт кореляції $r = 0,5582$, було встановлено між урожайністю та кількістю насінин у бобі. При цьому був виявлений середній кореляційний зв'язок між показниками. Максимальні значення $r = 0,9680$ та $r = 0,9799$ було між кількістю насінин на рослині та кількістю насінин у бобі і кількістю насінин у бобі, відповідно (таблиця 3.11).

Таблиця 3.11

Коефіцієнти кореляції між елементами структури врожаю сої сорту
Сайдіна та урожайністю, 2024 рік

Елемент структури врожаю	Кількість бобів на рослині, шт	Кількість насінин у бобі, шт	Кількість насінин на рослині, шт	Маса 1000 насінин, г	урожайність, т/га
Кількість бобів на рослині, шт	1				
Кількість насінин у бобі, шт	0,899565	1			
Кількість насінин на рослині, шт	0,968029	0,979907	1		
Маса 1000 насінин, г	0,930264	0,902441	0,945661	1	
урожайність, т/га	0,754445	0,558269	0,664948	0,733391	1

Аналогічні залежності було виявлено між відповідними елементами структури врожаю і за вирощування сорту Ментор. Проте, між показниками було встановлено майже у всіх випадках сильний кореляційний зв'язок (таблиця 3.12).

Таблиця 3.12

Коефіцієнти кореляції між елементами структури врожаю сої сорту
Ментор та урожайністю, 2024 рік

Елемент структури врожаю	Кількість бобів на рослині, шт	Насінин у бобі, шт	Насінин на рослині, шт	Маса 1000 насінин, г	урожайність, т/га
Кількість бобів на рослині, шт	1				
Насінин у бобі, шт	0,994896	1			
Насінин на рослині, шт	0,999414	0,996737	1		

Маса 1000 насінин, г	0,977056	0,967669	0,9735	1	
урожайність, т/га	0,840787	0,86281	0,847733	0,716298	1

Варто зазначити, що діапазон у значеннях коефіцієнта кореляції, що характеризував зв'язок між урожайністю та елементами структури врожаю був значно вужчим.

3.6 Показники якості зерна сої

Соя є однією із культур, які характеризуються високим вмістом білку та олії. Вона займає лідируючі позиції в групі високобілкових культур. Саме у зв'язку з цим, площі її вирощування стрімко зростають. Хімічний склад насіння робить культуру універсальною.

Хімічний склад зерна сої належить до генетичних ознак. Вміст окремих його складових може змінюватися за впливу погодних умов чи елементів технології вирощування. Результати попередніх досліджень свідчать про стабільність вмісту жиру та білку, тоді як кількісні параметри є змінними. Параметри можуть змінюватися за впливу погодних умов у межах можливих норм реакцій, характерних для сортів.

Як свідчать наукові літературні джерела, прямого зв'язку між вмістом білку та урожайністю не встановлено. Так, як існують суперечливі результати науковців. Варто відмітити, що вміст білку і жиру у зерні сої залежить від умов живлення. Інокуляція також характеризується позитивним впливом на указані показники, зокрема на вміст білку. Акцентують увагу науковці і на тому, що якість білка, який синтезується в рослинному організмі за впливу мінеральних елементів та інокуляції різниться за показниками якості. У результаті дії інокуляції формується більш якісний.

Азотні добрива сприяють збільшенню вмісту білку в зерні. Варто зауважити, що зі збільшенням норм внесення азоту, знижується вміст у зерні

жиру. Вчені підтверджують обернену залежність у зерні сої між показниками вмісту білку та жиру.

Дослідження показали, що вміст білку в зерні сої залежав від варіантів досліду, які передбачали застосування різних норм та комбінацій добрив та проведення інокуляції. Варто зазначили, що показники різнилися і за впливу генетичних особливостей сортів, які вивчали. Відповідно до отриманих результатів вищим вмістом протеїну в зерні характеризувався сорт Ментор. Вміст в зерні білку варіював за впливу варіантів удобрення від 38,3 до 39,2 %. Проведення інокуляції забезпечило зростання показника до 38,7-39,6 % (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Вміст жиру та вихід олії сортів сої , 2024 рік

Сорт	Удобрення	Проведення інокуляції	Вміст протеїну,%	Вихід білку, т/га
Сайдіна	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Без інокуляції	36,9	1,03
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		38,0	1,10
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		38,7	1,17
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Інокуляція Атува	37,4	1,11
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		38,4	1,16
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		38,9	1,22
Ментор	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Без інокуляції	38,3	1,09
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		38,6	1,15
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		39,2	1,25
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Інокуляція атува	38,7	1,18
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		39,0	1,28
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		39,6	1,39

У сорту Сайдіна показники за варіантами застосування добрив змінювалися від 36,9 до 38,7 %, за інокуляції – від 37,4 до 38,9 %.

Максимальний вміст було отримано у варіанті із проведенням інокуляції та внесенням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) за вирощування сорту Ментор – 39,6 % з виходом білку – 1,39 т/га.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Виклики сьогодення, пов'язані із війною в Україні, досить зачепили аграрний сектор. У нинішніх умовах аграріям додалося проблем, що стосуються вирощування сільськогосподарської продукції та її реалізації. Багато існує питань і щодо економічного підходу та удосконалення окремих елементів технології вирощування. Нині, одним із пріоритетних завдань, лишається забезпечення мінімальних витрат за вирощування сільськогосподарських культур за максимального виходу урожаю з одиниці площі. Соя є культурою, значення якої полягає нині не тільки в перспективі ринку культури та продуктів її переробки, а й на соціальній її значущості.

Соя посідає провідне місце на ринку дешевого білка, завдяки вмісту у її зерні близько 40 % протеїну. Тому вона є джерелом білку, призначеного для харчування населення країн з низьким рівнем доходів.

Аналіз економічних показників технології вирощування сільськогосподарських культур сприяє об'єктивній оцінці матеріального забезпечення та дозволяє виявити можливості економії засобів на окремі статті витрат. Поряд з економічною ефективністю проводять і біоенергетичну оцінку отриманої продукції, суть якої полягає в оцінці показників накопиченої урожаєм енергії та енергетичних витрат на використанні технологічні процеси та засоби виробництва за вирощування відповідної культури.

Економічну ефективність сої визначають, виходячи з її рівня рентабельності та розміру прибутку. Завдяки зазначеним показникам можна об'єктивно судити про перспективність вирощування культури в конкретних умовах господарства, без додаткових витрат на окремі технологічні процеси, що спричинить великі витрати, та призведе до збитковості вирощування культури.

За вирощування сільськогосподарських культур сьогодні багато уваги надають матеріальному та енергетичному забезпеченню виробництва. Тому

надзвичайно важливим є оцінювання економічної ефективності кожного з прийомів в технологічному процесі. Саме проведення такої оцінки дозволить спрогнозувати її конкурентну здатність на ринку зерна. Тому нині багато виробництв спрямовані на використання ресурсощадних та мало енергоємних технологій. Саме тому, судити про ефективність вирощування культури лише за показниками урожайності не є об'єктивним підходом.

Розрахунки показників економічної ефективності вирощування сої проводили, керуючись технологічною картою з врахуванням витрат за різних варіантів дослідів.

За проведення розрахунків по ефективності вирощування культури приймаємо до уваги ціни на основну продукцію – зерно сої. Вони впродовж маркетингового року варіюють в досить широкому діапазоні. Якщо провести аналіз цін на зерно сої за останні роки, то вони свідчать про чітку тенденцію до зростання. Станом на липень 2024 ціна на зерно сої складала 17300 грн /т. у минулому році показники сягали 21000 грн/т. На 1 листопада показник відповідає на рівні 18700 - 19200 грн/т.

Вартість сої визначається наступними чинниками:

- Співвідношення попит-пропозиція;
- Обсяги виробництва (з врахуванням запасів минулого року);
- Показники якості отриманого зерна;
- Наявність ГМО;
- Погодні умови.

За визначення показників економічної ефективності ціну на зерно сої брали у розмірі – 18700 грн/т.

Проведені нами розрахунки показали, що вартість валової продукції залежно від варіанту дослідів варіювала від 36839 до 66198 грн/га (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Аналіз показників економічної ефективності вирощування сої, 2024

Сорт	Удобрення	Інокуляція	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати/га	Собівартість, т/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Сайдіна	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	б/і	1,97	36839	20400	10355	16439	81
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		2,89	54043	22450	7768	31593	141
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		3,02	56474	24500	8113	31974	131
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Атува	2,11	39457	20900	9905	18557	89
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		3,01	56287	22950	7625	33337	145
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		3,17	59279	24900	7855	34379	138
Ментор	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	б/і	2,14	40018	19900	9299	20118	101
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		2,98	55726	21950	7366	33776	154
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		3,19	59653	24000	7524	35653	149
	$N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)	Атува	2,29	42823	20450	8930	22373	109
	$N_{35} + K_6S_2$ (бутонізація)		3,27	61149	22450	6865	38699	172
	$N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)		3,54	66198	24500	6921	41698	170

Виробничі витрати сортів різнилися у зв'язку з різною ціною посівного матеріалу. Ціна насіння сорту Сайдіна перевищувала показники сорту Ментор. У свою чергу виробничі витрати у сорту Сайдіна змінювалися залежно від варіанту досліду від 20400 до 24900 грн/га, у сорту Ментор – 19900-24500 грн/га.

Собівартість у розрізі варіантів досліду становила від 6921 грн/га до 10355 грн/га.

Результати проведених розрахунків свідчать, що прибуток за вирощування сої за використання різних варіантів удобрення та інокуляції склав від 16439 грн/га (сорт Сайдіна, варіант $N_0 + K_6S_2$ (бутонізація)) до 41698 грн/га (сорт Ментор, $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація)).

Таким чином, найвищий прибуток було отримано за вирощування сорту Ментор у варіанті із застосуванням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та проведення інокуляції препаратом Атува, який склав 41698 грн/га за рівня рентабельності 172 %.

ВИСНОВКИ

На основі проведених нами досліджень можна зробити такі підсумовуючі висновки:

Погодні умови 2024 року вегетації сої характеризувалися підвищеними температурними показниками щодо середніх багаторічних значень та недостатньою кількістю вологи у період росту та розвитку рослин. Особливо критичними виявилися періоди генеративного розвитку культури, які протікали за дуже низької кількості опадів, або взагалі за їх відсутності.

Найдовшим виявився період вегетації у варіанті із застосуванням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та проведенням інокуляції препаратом Атува за вирощування сорту Ментор – 117 діб.

Вирощування сорту Ментор за впливу варіантів удобрення та проведення інокуляції характеризувалося показниками виживання рослин сої, які змінювалися від 90 до 93 %.

Максимальної висоти рослини були сформовані за вирощування сорту Ментор на варіанті із інокуляцією Атува та внесенням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) – 92,3 см.

Максимальну висоту кріплення нижнього боба отримали за вирощування сорту Ментор за внесення $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та інокуляції препаратом Атува – 13,1 см.

За вирощування рослин сорту Ментор у період наливу зерна була сформована максимальна площа листків, показники якої варіювали від 40,9-44,9 до 41,2-46,4 тис $m^2/га$.

За вирощування сорту Ментор показники були вищими та становили від 2,261 до 2,2301 млн. m^2 днів/га, з максимальним показником на варіанті із інокуляцією та внесенням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація).

Найвищу кількість сухої речовини було синтезовано рослинами сорту Ментор на варіанті із застосуванням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та проведення інокуляції – 7,05 т/га.

Максимальну урожайність було сформовано за вирощування сорту сої Ментор у варіанті із внесенням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та проведенням інокуляції препаратом Атува – 3,54 т/га.

Максимальний вміст було отримано у варіанті із проведенням інокуляції та внесенням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) за вирощування сорту Ментор – 39,6 % з виходом білку – 1,39 т/га.

Найвищий прибуток було отримано за вирощування сорту Ментор у варіанті із застосуванням $N_{70} + K_6S_2$ (бутонізація) та проведення інокуляції препаратом Атува, який склав 41698 грн/га за рівня рентабельності 172%.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За вирощування сої сорту Ментор на темно-сірих опідзолених ґрунтах рекомендується для отримання урожайності на рівні 3,4 т/га зерна застосовувати систему удобрення, що включає внесення в передпосівну культивуацію N_{70} , в позакореневе підживлення - K_6S_2 (бутонізація) та інокуляції препаратом Атува (2 л/т).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Didora, V. G., & Stupnicka, O. S. Produktivnist soyi zalezho vid inokulyaciyi ta udobrennya v umovah Polissya Ukrayini. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 4, 2016. 33–37. Retrieved from: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_04_08.pdf
2. Taherzadeh, O., & Caro, D. (2019). Drivers of water and land use embodied in international soybean trade. *Journal of Cleaner Production*, 223, 2019. 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.068>
3. Montanha, G. S., Dias, M. A. N., Corrêa, C. G., & de Carvalho, H. W. P. Unfolding the fate and effects of micronutrients supplied to soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) and maize (*Zea mays* L.) through seed treatment. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(4), 2021. 3194–3202. <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00598-7>
4. Tapas, C., & Gupta, S. B. (2005). Effect of bacterial fertilizers with different phosphorus levels on soybean and soil microflora. *Advances in Plant Sciences*, Raipur, India, 18 (1), 2005. 81–86.
5. Соя: урожайність та скільки зібрано в Україні у 2023 р. по областях. <https://superagronom.com/multimedia/infographics/87-soya-urojaynist-skilki-skilki-zibrano-v-ukrayini-u-2023-r-po-oblastyah>
6. Киричок С. Ринок соєвих бобів в Україні у 2023/24 МР: рекорди, тенденції та очікування. <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1539546>
7. Бахмат О. М., Федорук І. В. Продуктивність сортів сої та якості насіння в умовах Лісостепу Західного. Інноваційні технології в рослинництві : матеріали III Всеукр. наук. інтернет-конф., 15 лип. 2020 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський. С. 15–17.
8. Бахмат М. І., Бахмат О. М., Федорук І. В. Моделювання адаптивної сортової технології вирощування сої у господарствах Хмельницької області : рекомендації. Кам'янець-Подільський, 2017. 33 с.

- 9.Іванюк С. Сучасна селекція сої. Агробізнес сьогодні. 2014. № 17 (288).
URL : <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2387-suchasna-selektsiia-soii.html>.
- 10.Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. Таврійський науковий вісник / Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т. Херсон, 2019. № 108. С. 110. (Серія Сільськогосподарські науки). 189. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. Агробіологія = Agrobiology : зб. наук. пр. / БНАУ. Біла Церква : БНАУ, 2020. № 2 (161). С. 178-184
- 11.Soybean varieties: brochure / LLC «Prograin Ukr» Kyiv, 2021. URL : <http://www.prograinukr.com.ua.pdf>.
- 12.Бахмат М. І., Бахмат О. М. Формування сортової врожайності сої в умовах Лісостепу західного. Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : Данилюк В. Г., 2012. Вип. 73. С. 138-144.
- 13.Якісний насіннєвий матеріал – основа вирощування органічної сої / Федорук І. В., Бахмат О. М., Хоміна В. Я. та ін. Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. «Органічне агровиробництво: освіта і наука», 4 листоп. 2020 р. / НМЦ ВФПО. Київ, 2020. 220 с. 213.
- 14.Agroecological influence of micronutrient fertilizers and seed inoculation on a soybean crop / Fedoruk Inna, Bakhmat Oleg, Khmelianchyshyn Yuri, Gorodyska Olesia. EUREKA : Life Sciences : scientific journal. Tallin, Estonia, 2021. Is. 2. P. 16-24
- 15.Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні. Вісник аграрної науки. 2008. № 3. С. 24-27.
- 16.Федорук І. В., Хмелянчишин Ю. В., Городиська О. П. Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від сорту та елементів технології вирощування. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка / ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, Вип. 33. 2020. С. 54-61.
- 17.Калініченко В. М. Агроєкологічне обґрунтування та моделювання впливу кліматичних факторів на урожайність та якість зерна сої в умовах

центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 03.00.16 – екологія. Житомир, 2005. 20 с.

18.Бабич А. О. Сортові ресурси сої. URL : <http://a7d.com.ua/plants/6352-sortov-resursi-soyi.html>.

19.Камінський В. Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування урожаю сої у північному Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2006. № 9. С. 36-42.

20.Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Соя – стратегічна культура світового землеробства 21 століття. Пропозиція. 2006. № 6. С. 45-46.

21.Бахмат О. М., Федорук І. В. Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу західного. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка / ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2017. Вип. 26, ч. I. С. 9-16.

22.Soybean varieties: brochure / LLC «Prograin Ukr» Kyiv, 2021. URL : <http://www.prograinukr.com.ua.pdf>. Microfertilizers : product catalog / LLC «Spectrum-Agro» Kyiv, 2021. URL : <https://www.spectr-agro.com/showpartner/35/pdf>

23.Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. Таврійський науковий вісник / Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т. Херсон, 2019. № 108. С. 110. (Серія Сільськогосподарські науки).

24.Моргун В. В., Коць С. Я. Симбіотична азотфіксація та її значення в азотному живленні рослин: стан і перспективи досліджень. Фізіологія і біохімія рослин. 2008. Т. 40, № 3. С. 187-205.

25.Від хорошого до кращого. Інокулянти компанії BASF. Агробізнес сьогодні. 2015. 06 берез. С. 20-22. URL : <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2231-vid-khoroshoho-do-krashchoho-inokulianty-kompaniibasf.html>.

26. Ефективність спільної інокуляції сої *Bradyrhizobium japonicum* штам 2490 та *Enterobacter aerogenes* штам 30 Ф / Д. В. Крутило, Т. М. Ковалевська,

О. В. Надкернична та ін. Вісник ОНУ. Біологія / Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. Одеса, 2001. Т. 6, вип. 4. С. 149-152.

27. Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. Plant and Soil Science = Рослинництво та ґрунтознавство : наук. журн. / НУБіП України. Київ. 2021. Том 12, №. 1. С. 7– 17.

28. Каленська С. М. Мінеральне живлення сої / С. М. Каленська, Н. В. Новицька, А. Є. Стрихар // Насінництво. – 2009. – №8. – С. 23–25.

29. Allen O. N, Allen E. K. The leguminosae. A source book of characteristics, uses and nodulation. Madison : Univ, Wisconsin Pres, 1981. 800 p

30. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення / Головатюк Є. О. та ін. Вісник аграрної науки. 2008. № 1. С. 17-20.

31. Бахмат О. М. Вплив біопрепаратів на сортову продуктивність сої в західному Лісостепу України. Вісник Львівського національного аграрного університету. Львів, 2011. № 15 (1). С. 319–322. (Серія «Агрономія»).

32. Бахмат О. М., Бабич А. О., Чинчик О. С. Особливості формування продуктивності сої на зерно за енергозберігаючою технологією в умовах західного Лісостепу України. Збірник наукових праць ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2008. Вип. 16. С. 3–9.

33. Від хорошого до кращого. Інокулянти компанії BASF. Агробізнес сьогодні. 2015. 06 берез. С. 20-22. URL : <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2231-vid-khoroshoho-do-krashchoho-inokulianty-kompaniibasf.html>.

34. Клубук В. В. Вплив зрошення та агробіологічних умов на врожай сої Зрошене землеробство : мі. жвід. темат. наук. зб. Херсон : Тімекс, 2009. Вип. 52. С. 51-54.

35. Симбіотичні властивості і продуктивність сої залежно від концентрації її лектину в інокуляційній суспензії *Bradyrhizobium japonicum* 6346 / Маменко П. М., Маліченко С. М., Даценко В. К., Коць С. Я. Физиология и биохимия культурных растений. 2003. Т. 35, № 3. С. 215-221.

36.Шевніков М. Я., Коблай О. О. Застосування біологічних, хімічних та фізичних засобів у технологіях вирощування сої та кукурудзи : монографія. Полтава : Крюков Ю. Ф., 2015. 228 с.

37.Leaf area index simulation in soybean grown under near optimal conditions / Setiyono T. D., Weiss A., Specht J. E. et al. Field Crops Research. 2008. Vol. 108. P. 82- 92.

38.Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навчальний посібник. 4-те вид., випр. і доп. Львів : Українські технології, 2014. 1040 с

39.Марчук І. Сучасні добрива – на варті врожаю. Пропозиція. 2009. № 4. С. 42-45.

40.Технології позакореневого живлення польових культур. Соя. URL : https://agrii.com.ua/storage/origin/site_corporate_posts/23/a0b0931cb9c29d97a90935d5e2d6964b.pdf.

41.Басанець О. Елементарно, соя! Які елементи живлення найбільше потрібні сої та як розпізнати дефіцит? URL : <https://superagronom.com/articles/138-elementarno-soya-yaki-elementi-jivlennyanaybilshe-potribni-soyi-ta-yak-rozpiznati-defitsit>

42.Москалець В. В., Шинкаренко В. К. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив на якість зерна сої. Агроекологічний журнал. 2004. № 3. С. 20

43.Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. Plant and soil science. Київ, 2020. Vol. 11. №1. С. 13–22.

44.Фурман О. В. Вплив мінеральних добрив та інокуляції на формування індивідуальної та насінневої продуктивності сої в умовах Лісостепу правобережного. Корми і кормовиробництво. 2021. № 91. С. 82–92.

45.Kuczyński, J., Twardowski, T., Nawracała, J., Gracz-Bernaciak, J., & Tyszewska, A. (2020). Chilling stress tolerance of two soya bean cultivars:

Phenotypic and molecular responses. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206 (6), 759–772.

46. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Формування елементів продуктивності та врожайності сортів сої під впливом застосування біостимуляторів росту. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2011. Вип. 16. С. 112-116. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpiok_2011_16_22

47. Shepilova, T., Mostipan, M., Petrenko, D., & Vasylovskaya, K. (2020) The influence of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in the northern steppe of Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (4), 787–792. Retrieved from: <https://www.agrojournal.org/26/04-12.pdf>

48. Дослідна справа в агрономії. Книга перша: Теоретичні аспекти дослідної справи / Рожков А. О. та ін. / Харків: Майдан, 2016. 300 с.

49. Дослідна справа в агрономії. Книга друга: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / Рожков А. О. та ін. Харків, 2016. 298 с.

50. Димитров В. Г. Формування продуктивності сої залежно від біологічних особливостей та оптимізації елементів технології вирощування в умовах Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Біла Церква, 2018. 61 с.

51. Дідора В. Г. Продуктивність сої в умовах Полісся залежно від елементів технології вирощування. *Агроном*. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/produktivnist-soyi-v-umovah-polissya-zalezno-vid-elementiv-tehnologiyiviroshhuvannya/>

52. 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 ВНАУ. 2020. 276 с.

53. Дідора В. Г. Продуктивність сої в умовах Полісся залежно від елементів технології вирощування. *Агроном*. 2020. URL:

<https://www.agronom.com.ua/produktivnist-soyi-v-umovah-polissya-zalezno-vid-elementiv-tehnologiyivyroshhuvannya/>

54. 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. ВНАУ. 2020. 276 с.

55. Taherzadeh, O., & Caro, D. (2019). Drivers of water and land use embodied in international soybean trade. *Journal of Cleaner Product*.