

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА  
РОБОТА**

**05.01 – МКР. 18 «С» 2024.01.08.002 ПЗ**

**РОМАНЕНКА ДМИТРА СЕРГІЙОВИЧА**  
**2024 р.**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 633.34:631.81

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного  
факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри рослинництва

\_\_\_\_\_ Віталій КОВАЛЕНКО \_\_\_\_\_ Світлана КАЛЕНСЬКА

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р. « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА  
РОБОТА

на тему «ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ ПОСІВІВ»

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми,

д. с.-г. наук, професор

\_\_\_\_\_ С.М. Каленська

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор філософії, доцент

\_\_\_\_\_ Б. О. Мазуренко

Виконав

\_\_\_\_\_ Д. С. Романенко

КИЇВ - 2024

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри рослинництва**

доктор с.-г. наук, професор

\_\_\_\_\_ С. М. КАЛЕНСЬКА

«27» жовтня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

**Романенку Дмитру Сергійовичу**

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

Тема магістерської роботи: «Продуктивність сортів сої залежно від позакореневих підживлень посівів» затверджена наказом ректора НУБіП України від 08.01.202 р. № 18 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 18.10.2024 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

Ґрунт – важкосуглинковий, із вмістом гумусу 3,18 %. Механічний склад містить  $\text{CaCO}_3$  у кількості 7,28 %. Хімічний склад після перерахунку на безгумусну і безкарбонатну наважку виглядає наступним чином:  $\text{SiO}_2$  – 67,27 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 15,24 %,  $\text{MnO}$  – 6,52 %,  $\text{CaO}$  – 1,19 %,  $\text{MgO}$  – 4,0 %,  $\text{K}_2\text{O}$  – 2,15 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  – 1,37 %. Ці показники свідчать про наявність у ґрунті достатньої кількості основних макро- та мікроелементів, що забезпечує сприятливі умови для вирощування сої та дозволяє ефективно використовувати стимулятори росту для підвищення продуктивності.

Сорти сої – Спринт, Ніагара, Рапсодія, Кіото; стимулятори росту – Ерайз Р, Атонік Плюс, Терра-Сорб Комплекс.

Перелік питань, що підлягають вивченню:

1. Проаналізувати літературні джерела та встановити очікуваний ефект від застосування стимуляторів росту на формування продуктивності сої.
2. Розробити та імплементувати схему досліджень для різностороннього вивчення впливу стимуляторів росту на ростові процеси та елементи структури врожаю.
3. Оцінити вплив стимуляторів росту на тривалість вегетації та лінійні параметри рослин, такі як висота рослин і висота прикріплення першого боба.
4. Визначити вплив стимуляторів росту на формування елементів структури врожаю, зокрема масу зерен, масу 1000 зерен, масу бобів та кількість бобів на рослину, а також загальну врожайність зерна та його якість.
5. Оцінити економічну ефективність впровадження стимуляторів росту у технологію вирощування сої різних сортів.

Дата видачі завдання 27.10.2023 р.

Керівник магістерської роботи

Б. О. МАЗУРЕНКО

Завдання прийняв до виконання

Д. С. РОМАНЕНКО

## РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи: «Продуктивність сортів сої залежно від позакоренових підживлень посівів».

**Магістерська кваліфікаційна робота** виконана на 59 сторінках машинописного тексту, включає 13 таблиць, 6 рисунків, шість розділів, висновки та пропозиції виробництву, список використаної літератури, що містить 40 найменування, з них 19 латиницею.

У першому розділі представлено огляд літературних джерел щодо ефективності застосування стимуляторів росту для підвищення врожайності сої. Розглянуто основні види стимуляторів росту, їх вплив на фізіологічні процеси рослин та потенційні переваги для продуктивності культури. Другий розділ присвячений характеристиці умов проведення польових досліджень, включаючи тип ґрунту, кліматичні умови та методологію досліджень. Описано методи відбору зразків та проведення обліків для оцінки показників продуктивності сої під впливом різних стимуляторів росту. У третьому розділі досліджено динаміку росту та формування біомаси сої на різних етапах вегетації залежно від використаних стимуляторів росту. Проаналізовано вплив препаратів на розвиток рослин, а також оцінено їхню ефективність для підвищення показників продуктивності. Четвертий розділ містить аналіз елементів структури врожаю сої за різних умов підживлення. В п'ятому розділі наводиться аналіз даних по двох локаціях за комплексною тематикою магістерської роботи. У шостому розділі розглянуто економічну ефективність впровадження стимуляторів росту в технологію вирощування сої.

Робота завершується висновками та пропозиціями для виробництва

**Ключові слова:** ВРОЖАЙНІСТЬ, МАСА ЗЕРЕН, МАСА 1000 ЗЕРЕН, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ, ПІДЖИВЛЕННЯ, СТРУКТУРА ВРОЖАЮ,

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1.МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ ТА ЇЇ РЕАКЦІЯ НА ПОЗАКОРЕНЕВІ ОБРОБКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	10
1.1 Народного господарське значення сої.....	10
1.2 Обсяги виробництва сої в Україні.....	11
1.3 Біологічні особливості сої.....	13
1.4 Вплив факторів вирощування на продуктивність сої .....	16
1.5 Вплив застосування регуляторів росту на продуктивність сої .....	20
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	23
2.1. Місце проведення досліджень .....	23
2.1.1 Ґрунтові умови вирощування.....	23
2.1.2 Погодно-кліматичні умови господарства.....	25
2.2. Методика, методи та схема досліджень.....	26
2.3. Технологічні умови проведення досліджень .....	29
РОЗДІЛ 3. ФЕНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ ЗА ОБРОБКИ БІОСТИМУЛЯНТАМИ.....	30
3.1. Оцінка впливу факторів вирощування на тривалість міжфазних періодів, тривалість вегетації.....	30
3.2. Вплив позакореневого підживлення на біометричні показники сортів сої .....	31
3.3. Вплив підживлень на стійкість до хвороб та шкідників.....	34
3.4. Якісні показники зерна сої залежно від способів підживлення.....	36
РОЗДІЛ 4. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕНЬ .....	38

	7
4.1. Елементи структури врожаю .....	38
4.2 Урожайність досліджуваної культури залежно від підживлень .....	42
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ (РЕЗУЛЬТАТИ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОМАНЕНКА Д.С. та СУХИНИ О.С.) .....	45
5.1. Дисперсійний аналіз та частка участі факторів .....	45
5.1.1. Мінливість урожайності. ....	45
5.1.2 Мінливість елементів структури врожаю .....	46
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ .....	49
ВИСНОВКИ .....	53
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ .....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	56

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Соя є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі, яка відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та якості харчування населення. Вона є основним джерелом рослинного білка та олії, які широко використовуються як у харчовій промисловості, так і у тваринництві. З огляду на зростаючий попит на продукти з високим вмістом білка та альтернативні джерела олії, вирощування сої набуває все більшого значення як на світовому, так і на національному рівнях [5].

В Україні вирощування сої стало важливою складовою аграрного сектору, оскільки вона не лише покращує структуру сівозмін, але й позитивно впливає на економічну стабільність сільськогосподарських підприємств. Проте для досягнення високих показників врожайності та якості продукції необхідно оптимізувати технології вирощування, зокрема використовувати ефективні методи удобрення та стимуляції росту [8].

Одним із головних завдань сучасного агровиробництва є підвищення продуктивності сільськогосподарських культур при мінімальних витратах, з урахуванням екологічних та економічних аспектів. Застосування позакореневих підживлень та біостимуляторів дозволяє підвищити врожайність та покращити якість продукції, водночас знижуючи негативний вплив на довкілля. У цьому контексті дослідження впливу різних типів підживлення на врожайність та якість сої є актуальним та важливим для розвитку аграрного сектору [12].

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Магістерська робота виконувалася в рамках тематичних напрямів кафедри рослинництва національного університету біоресурсів і природокористування України.

**Мета дослідження** полягає в встановленні реакції сортів сої ранньостиглої групи на обробку посівів стимуляторами росту.

Для досягнення цієї мети було виконано наступні завдання:

1. Проаналізовано літературні джерела щодо очікуваного ефекту від застосування стимуляторів росту на формування продуктивності сої.
2. Розроблено та імплементовано схему досліджень для різностороннього вивчення впливу стимуляторів росту на ростові процеси та елементи структури врожаю.
3. Оцінено вплив стимуляторів росту на тривалість вегетації та лінійні параметри рослин, такі як висота рослин і висота прикріплення першого боба.
4. Визначено вплив стимуляторів росту на формування елементів структури врожаю, зокрема масу зерен, масу 1000 зерен, масу бобів та кількість бобів на рослину, а також загальну врожайність зерна та його якість.
5. Оцінено економічну ефективність впровадження стимуляторів росту у технологію вирощування сої різних сортів.

**Об'єкт дослідження:** сорти сої: Спринт, Ніагара, Рапсодія, Кіото; регулятори росту: Ерайз, Атонік Плюс, Терра-Сорб комплекс; елементи структури врожаю, прибуток.

**Предмет дослідження:** процес формування продуктивності сортів сої за дії стимуляторів росту в умовах ФГ «Агросвіт».

**Методи досліджень:** використовувалися типові загальні та спеціальні методи досліджень у галузі агрономії. Структуру врожаю сої визначали за типовими методиками. Застосовувався дисперсійний аналіз, кластерний аналіз, порівняльно-розрахунковий метод, тощо.

**Цінність результатів** полягає у становленні сортової реакції на обробку стимуляторами росту посівів сої та порівняння і іншими посівами за подібною схемою.

**Апробація результатів дослідження** проведена на Міжнародній онлайн конференції «Освіта і наука в умовах викликів і загроз. Внесок молодих вчених в сталий розвиток» що проводилася за сприяння НУБіП України, 21-22 листопада 2024 року, м. Київ. Були опубліковані тези.

## РОЗДІЛ 1

### МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ ТА ЇЇ РЕАКЦІЯ НА ПОЗАКОРЕНЕВІ ОБРОБКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

#### 1.1 Народногосподарське значення сої

Соя є однією з ключових сільськогосподарських культур, яка вирощується в усьому світі завдяки високому вмісту білка та олії в її насінні. У сучасній агрономії значна увага приділяється підвищенню продуктивності сої через впровадження новітніх технологій вирощування, селекційних методів, оптимізації схем удобрення, а також покращенню стійкості до шкідників і хвороб [1, 2].

Соеві боби славляться своїми перевагами для здоров'я. Вони є багатим джерелом білка і можуть безпечно вживатися кілька разів на тиждень. Вважається, що завдяки своїм унікальним естрогенним та антиестрогенним властивостям, мають позитивний або нейтральний вплив на здоров'я. Вони багаті на вітаміни групи В, клітковину, калій, магній і високоякісний білок, що містить усі дев'ять незамінних амінокислот, що кваліфікує соєвий білок як повноцінний. Крім того, соєві продукти використовуються як основа багатьох продуктів для здорового харчування, таких як соєве молоко, тофу та інші замітники м'яса. [2]

У промисловому секторі соєві боби мають широкий спектр застосувань. Вони є важливою сировиною для створення харчових продуктів як для людей, так і для тварин, а також використовуються у виробництві будівельних матеріалів, мастил та інших побутових виробів. У США близько 7% соєвих бобів використовується для виробництва таких продуктів, як фарби, пластмаси та засоби для чищення. Близько 25% соєвої олії використовується для виготовлення біодизеля, екологічно чистої альтернативи нафтовому дизельному паливу. Це сприяє зменшенню викидів парникових газів і підвищенню енергоефективності, роблячи соєві боби важливою частиною сталого розвитку.

Соя складає понад 10% від загальної вартості світової торгівлі сільськогосподарською продукцією. Основними виробниками є Бразилія, США та Аргентина, які забезпечують близько 80% світового виробництва. Зокрема, на початку 2023 року експорт сої зі США оцінювався у 6,9 мільярда доларів, що становить 1,4% від усього експорту товарів і послуг країни. Бразилія є лідером за обсягами виробництва сої, яка досягла 125,9 мільйонів тонн, а за нею слідує США (123,7 млн тонн) та Аргентина (37,8 млн тонн). Ці країни мають переваги завдяки сприятливим кліматичним умовам та сучасним агротехнологіям, що сприяє концентрації виробництва в Америці. [4]

Соя має велике значення для світової економіки. Світовий ринок сої значно зріс за останні роки, і виробництво досягло 353 мільйонів метричних тонн у 2020 році. Розширення ринку обумовлене зростаючим попитом на продукти, багаті на білок, а також популярністю сої серед прихильників веганства та здорового способу життя в західних країнах. Соевий шрот користується особливим попитом у Китаї, оскільки його амінокислотний склад робить його ідеальним кормом для тварин з високим вмістом білка. [4, 5, 7]

Таким чином, соя відіграє важливу роль у світовому сільському господарстві та економіці, задовольняючи потреби як у харчуванні людей, так і у виробництві широкого спектру продуктів для різних галузей.

## **1.2 Обсяги виробництва сої в Україні**

Соя є однією з важливих сільськогосподарських культур в Україні, яка відіграє значну роль в аграрній економіці країни. Завдяки сприятливим кліматичним умовам та родючим ґрунтам, вирощування сої в Україні за останні десятиліття суттєво зросло. Основними регіонами, де культивується ця культура, є південні, центральні та західні області, зокрема Вінницька, Хмельницька, Кіровоградська, Полтавська та Черкаська області.



експортується у вигляді негенетично модифікованої продукції, що є важливою конкурентною перевагою на міжнародному ринку. [9]

Однак, поряд із розвитком соєвого сектора, в Україні існують і виклики. Зокрема, зміни клімату, такі як часті посухи та нестача вологи в окремих регіонах, можуть негативно впливати на врожайність. Також важливою проблемою є нестача сучасної інфраструктури для зберігання та переробки сої, що може впливати на якість продукції під час зберігання.

### **1.3 Біологічні особливості сої**

Соє (Glycine max) належить до родини бобових і вирізняється високою адаптивністю до різних кліматичних умов, що дозволяє її вирощувати як у помірних, так і в тропічних зонах. Соє є важливим джерелом білка для людей і тварин, а також широко використовується в харчовій промисловості завдяки високому вмісту незамінних амінокислот [15].

Соє є одною з найважливіших зернобобових культур у світовому сільськогосподарському виробництві. Вона відрізняється високою адаптацією до різних кліматичних зон і має велике значення як для продовольчого, так і для кормового використання. Соє характеризується значним вмістом білка (до 40%) та олії (до 20%), що робить її важливим джерелом поживних речовин для людини та тварин. [21]

Соє є однорічною рослиною, яка має стрижневу кореневу систему, що може досягати глибини 1,5-2 метрів. Стрижнева коренева система забезпечує добрий розвиток у різних типах ґрунтів, хоча найкращі результати досягаються на добре структурованих, родючих ґрунтах із нейтральним рН. На коренях сої утворюються бульбочки, які є місцем симбіозу з азотфіксуючими бактеріями (роду *Bradyrhizobium*), що дозволяє їй фіксувати атмосферний азот і використовувати його як джерело живлення [13]

Стебло сої зазвичай прямостояче, його висота може коливатися від 30 до 120 см залежно від сорту і умов вирощування. Рослина має трійчасті листки,

які розташовані по черзі на стеблі, а також непоказні дрібні квітки, які можуть бути білими, фіолетовими або блакитними.

Вегетаційний період сої коливається від 80 до 160 днів і залежить від сорту та умов вирощування. Соя є рослиною короткого дня, тому її цвітіння та формування плодів відбувається у разі скорочення світлового дня до 13-15 годин. Проте деякі сучасні сорти сої, виведені шляхом селекції, менш чутливі до тривалості світлового дня, що дозволяє вирощувати їх у ширшому діапазоні кліматичних зон [12].

Соя потребує достатньої кількості вологи протягом усього періоду вегетації, особливо у фазі цвітіння та формування бобів. Недостатня кількість вологи в цей час може суттєво знизити врожайність. У той же час, соя чутлива до застою води, що може призводити до гниття коренів і розвитку хвороб.

Однією з ключових біологічних особливостей сої є її здатність до симбіотичної азотфіксації, що значно знижує потребу в азотних добривах. Азотфіксуючі бульбочки на коренях сої дозволяють рослині використовувати атмосферний азот, що забезпечує їй значну автономність у живленні [9]. Дослідження показують, що до 50% необхідного для рослини азоту може надходити саме завдяки цьому процесу. Для того, щоб фіксація азоту була ефективною, необхідно створити оптимальні умови для розвитку бульбочок, зокрема уникати кислотності ґрунту та нестачі вологи.

Окрім цього, соя має високу конкурентоспроможність щодо бур'янів, що дозволяє зменшити використання гербіцидів під час її вирощування. Завдяки цьому вона стає важливим елементом екологічних сівозмін, особливо в органічному землеробстві [10].

На сьогоднішній день виведено багато сортів сої, які відрізняються за тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю до хвороб, врожайністю та вмістом білка й олії в насінні. Сучасні сорти селекціонуються для підвищення стійкості до абіотичних стресів (посуха, засоленість ґрунтів), а також для покращення адаптації до різних кліматичних умов [11]. Деякі сорти сої також

мають підвищену стійкість до шкідників, таких як нематоди, що дозволяє зменшити втрати врожаю від уражень.

Таким чином, соя є багатофункціональною культурою, яка має унікальні біологічні властивості, що забезпечують її високий агрономічний потенціал. Ефективне управління цією культурою вимагає розуміння її біологічних особливостей і оптимальних умов вирощування.

Насіння сої може варіюватися за формою від майже кулястої до подовженої та плоскої. Промислові сорти, які вирощуються для виробництва олії, зазвичай мають майже сферичну форму, тоді як подовжені сорти використовуються як овочі. Колір насіння може бути жовтим, зеленим, коричневим або чорним, причому промислові сорти мають жовтий колір, а наявність насіння іншого кольору в партії вважається дефектом. Вага промислових соєвих бобів становить 18-20 грам на 100 насінин, а насіння овочевих сортів значно крупніше [14, 15].

Насіння сої складається з кількох частин: оболонки, двох сім'ядолей та гіпокотилія з плюмулем. Сім'ядолі складають близько 90% маси насінини та містять майже всю олію та білок, що зберігаються у вигляді білкових та ліпідних тілець. Оболонка, що складає 8% від маси насінини, виконує захисну функцію і утримує сім'ядолі разом.

Склад соєвих бобів може дещо варіюватися залежно від сорту та умов вирощування. Загалом рівень білка коливається від 40% до 45%, а рівень ліпідів — від 18% до 20%. Зазначено, що збільшення вмісту білка на 1% зазвичай супроводжується зниженням рівня олії на 0,5%. Це негативна кореляція між рівнями білка та олії, яка є причиною того, що сорти з високим вмістом білка не завжди є економічно привабливими для виробників, оскільки не забезпечують значного збільшення доходу з гектара вирощуваної площі [1, 5, 7].

#### 1.4 Вплив факторів вирощування на продуктивність сої

Соя добре росте на майже всіх типах ґрунтів, за винятком глибоких пісків, які погано утримують воду. Оптимальний рН ґрунту становить від 6,0 до 6,5, тому вапнування може бути необхідним для підтримки цього показника. Соя найкраще розвивається в помірних зонах, хоча завдяки виведенню сортів з різними термінами дозрівання її вирощування можливе у ширшому діапазоні кліматичних умов, включаючи субтропічні та тропічні регіони [6, 7].

Важливою особливістю сої є її здатність фіксувати азот завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, які заселяють корені рослини. Цей механізм дозволяє рослині отримувати до 50% загального азоту за допомогою біологічної фіксації. Це означає, що соя менш залежить від азотних добрив порівняно з іншими культурами, що робить її екологічно та економічно вигідною [1].

Соя зазвичай висаджується наприкінці весни або на початку літа, коли ґрунт добре прогрітий. Вона дозріває восени, коли листя починає жовтіти та опадати. Важливим етапом для продуктивності є момент, коли вологість насіння знижується до 13% — це оптимальний рівень для збирання та зберігання врожаю. При вищому рівні вологості насіння необхідно додатково сушити, щоб уникнути його пошкодження [11].

Для отримання стабільно високої врожайності сої важливими є кілька факторів, таких як забезпечення достатньої кількості опадів (близько 500-700 мм), своєчасне зрошення під час критичних етапів розвитку (формування та наливання стручків), а також використання поживних речовин. Крім того, важливо вчасно зібрати врожай, оскільки затримка може призвести до втрат через дихальні процеси у насінні, які активуються підвищеною вологістю повітря [13].

Однією з важливих особливостей вирощування сої є застосування спеціальних агротехнічних прийомів, таких як внесення добрив і регуляторів росту, які сприяють підвищенню врожайності. Наприклад, позакореневе

підживлення магнієм під час стадії наливання стручків (R4) посилює метаболізм у рослинах, що призводить до збільшення кількості зерна [14].

Стадії росту сої поділяються на вегетативні (V) та репродуктивні (R). Вегетативні стадії класифікуються на основі кількості повністю розвинених трійчастих листків, починаючи від появи сходів (VE) до  $V_n$  (де "n" — це кількість листків). Репродуктивні стадії визначаються на основі цвітіння, розвитку стручків і зрілості насіння. Під час репродуктивної стадії R4 (повне утворення стручків) спостерігається максимальна потреба у поживних речовинах для забезпечення майбутньої врожайності [11, 14, 15].

У міру розвитку рослини потреби в поживних речовинах значно змінюються. Наприклад, під час вегетативної стадії V2 починається активна фіксація азоту, що сприяє подальшому росту рослини. На стадії R2 (початок цвітіння) та R6 (повне наливання стручків) спостерігається швидке накопичення азоту (N), фосфору (P), калію (K) та сухої речовини, що є критичним для розвитку рослини [15, 38].

Зокрема, максимальне поглинання калію (K) відбувається на стадії R1 (початок цвітіння), а фосфору (P) та азоту (N) — на стадії R5 (початок наливання насіння). Накопичення цих поживних елементів безпосередньо впливає на загальну біомасу рослини і майбутню врожайність [42].

Правильне та своєчасне внесення поживних речовин під час критичних етапів росту, таких як репродуктивна стадія R4, допомагає значно підвищити врожайність. Наприклад, позакореневе підживлення магнієм на стадії R4 стимулює метаболічні процеси, що сприяє кращому наливанню насіння [41].

Важливим чинником для забезпечення високої продуктивності сої є використання сучасних агротехнічних прийомів. До них належать правильне застосування добрив, використання регуляторів росту та управління водним режимом. Особливе значення мають методи підживлення рослин на критичних стадіях розвитку, такі як позакореневе підживлення або внесення добрив безпосередньо під корінь.

Соя потребує низки макро- та мікроелементів для свого повноцінного розвитку. Найважливішими є азот (N), фосфор (P) і калій (K). Азот, хоча й частково надходить до рослини через симбіоз із бульбочковими бактеріями, часто вимагає додаткового внесення на ранніх етапах росту для забезпечення швидкого старту. Калій (K) та фосфор (P) є ключовими на пізніх стадіях, коли йде активне наливання стручків і насіння [17].

Окрім основних поживних елементів, важливими є також мікроелементи, такі як бор (B), цинк (Zn), мідь (Cu), які беруть участь у регуляції метаболічних процесів та покращують якість насіння [36].

Під час репродуктивної стадії рослин, коли коренева система не завжди може забезпечити необхідну кількість поживних речовин, позакореневе підживлення стає ефективним способом покращення врожайності. Наприклад, внесення магнію під час наливання стручків (R4) покращує метаболічну активність, підвищуючи таким чином урожайність насіння. Також було доведено, що позакореневе підживлення калієм на стадії R1 покращує загальну продуктивність рослини.

Живлення сої відіграє вирішальну роль у забезпеченні її високої продуктивності та якості врожаю. Як культура, соя має високі вимоги до поживних речовин, особливо в ключові моменти свого розвитку, такі як формування та наливання стручків. Важливим аспектом для підвищення врожайності є правильне управління живленням, що дозволяє рослині максимально реалізувати свій потенціал.

Основними макроелементами, які мають велике значення для сої, є азот, фосфор, калій та сірка. Соя володіє здатністю до біологічної фіксації азоту завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями (*Bradyrhizobium*). Це дає рослині можливість самостійно забезпечувати себе азотом, але на ранніх стадіях розвитку (до утворення симбіозу) або під час критичних фаз, таких як наливання стручків, необхідно додаткове підживлення азотом. Важливо правильно дозувати азот, оскільки його надмірне внесення може знизити ефективність процесу біологічної фіксації [21].

Фосфор відіграє важливу роль у розвитку кореневої системи сої та енергетичних процесах, що відбуваються в рослині. Він особливо важливий під час вегетативного росту, коли рослина потребує додаткової підтримки для формування міцних коренів, що допомагає їй краще засвоювати воду та поживні речовини. Калій є ще одним ключовим елементом, відповідальним за регуляцію водного балансу в рослинах і забезпечення стійкості до захворювань і стресів. Він також сприяє наливанню стручків та формуванню якісного насіння, тому його дефіцит може призвести до зниження врожайності [20, 21].

Сірка є критично важливим елементом для синтезу амінокислот, таких як цистеїн і метіонін, які входять до складу білків. Якщо рослина отримує недостатню кількість сірки, це може призвести до зниження вмісту білка в насінні, що негативно впливає на його харчову цінність. Сірка повинна бути доступна для рослини протягом усього періоду її вегетації, щоб забезпечити оптимальний обмін білків.

Крім макроелементів, соя потребує також мікроелементів, таких як молібден, бор і цинк. Молібден бере участь у процесах фіксації азоту, активуючи ферменти, що перетворюють нітрати в аміак, який потім використовується рослиною. Бор відіграє ключову роль у розвитку репродуктивних органів, сприяючи утворенню квіток і насіння. Його дефіцит може негативно вплинути на процеси запилення та формування стручків. Цинк необхідний для синтезу хлорофілу та активації ферментів, що покращує стійкість рослини до стресів і стимулює її ріст на ранніх стадіях.

Живлення сої повинне відповідати її потребам на різних етапах розвитку. На початкових стадіях (V1-V3) важливо забезпечити рослину азотом та фосфором для розвитку кореневої системи. Під час формування бутонів і цвітіння (R1-R2) потреба в калію зростає, оскільки рослина готується до наливання стручків, тому позакореневе підживлення може стати ефективним методом для забезпечення кращого водного балансу. У період наливання стручків та насіння (R4-R6) підвищується потреба в азоті, калії та фосфорі, а

також у сірці та магнії, що сприяє синтезу білків та підвищенню якості насіння [22].

Застосування поживних речовин може здійснюватися різними методами, серед яких основне удобрення, позакореневе підживлення та локалізоване внесення добрив. Основне удобрення, зазвичай, здійснюється до або під час посіву для забезпечення рослини основними поживними речовинами на початкових стадіях росту. Позакореневе підживлення є ефективним методом компенсації дефіциту поживних речовин під час критичних фаз, коли коренева система не може повністю задовольнити потреби рослини. Локалізоване підживлення дозволяє більш ефективно використовувати добрива, зменшуючи їх втрати через вимивання [33].

### **1.5 Вплив застосування регуляторів росту на продуктивність сої**

Використання регуляторів росту. Регулятори росту рослин (PGR), такі як ауксини, цитокініни, гібереліни та інші, є важливим інструментом для підвищення продуктивності сої. Вони покращують транспортування поживних речовин, підвищують стійкість рослин до стресових факторів і сприяють активному росту. Наприклад, застосування ауксинів на ранніх стадіях росту стимулює утворення кореневої системи, що забезпечує краще поглинання поживних речовин з ґрунту. Гібереліни сприяють подовженню стебел та збільшенню біомаси, що безпосередньо впливає на загальний розвиток рослини та майбутню врожайність [16].

Біорегулятори росту рослин (PGR) відіграють важливу роль у максимізації врожайності сої, впливаючи на різні фізіологічні та морфологічні процеси рослини. Вони допомагають оптимізувати транспортування поживних речовин, регулюють фотосинтез і покращують стійкість рослини до стресових факторів, таких як посуха, висока температура та нестача поживних речовин [24].

Ауксини є одними з найважливіших регуляторів росту, що відповідають за розвиток кореневої системи. Вони стимулюють утворення бічних коренів,

що дозволяє рослині краще поглинати воду та поживні речовини. Ефективне використання ауксинів на початкових стадіях росту може значно покращити кореневу систему сої, що в кінцевому результаті впливає на її продуктивність [30].

Гібереліни сприяють росту стебел та збільшенню кількості біомаси. Застосування гіберелінів на пізніх стадіях вегетації дозволяє рослині активно розвивати вегетативну масу, що позитивно впливає на загальну врожайність [29]. Гібереліни також покращують процес фотосинтезу, забезпечуючи ефективніше використання світлової енергії для росту рослин [28].

Цитокініни впливають на поділ клітин, стимулюючи утворення нових пагонів і квіток. Їх застосування під час репродуктивної стадії дозволяє підвищити кількість зав'язей і стручків, що безпосередньо впливає на кількість насіння. Крім того, цитокініни сприяють відкладенню поживних речовин у насінні, підвищуючи його якість [27].

Брасіноліди відіграють ключову роль у підвищенні стійкості сої до стресів. Вони покращують засвоєння поживних речовин і води, сприяють стійкості до посухи та високих температур. Це особливо важливо в умовах кліматичних змін, коли стабільність виробництва сільськогосподарських культур може бути під загрозою [31].

Жасмонова кислота та саліцилова кислота беруть участь у захисних реакціях рослин на стресові фактори. Вони підвищують стійкість рослин до шкідників та патогенів, активізуючи захисні механізми. Це дозволяє зменшити необхідність використання хімічних пестицидів та підвищити екологічність виробництва [34].

Застосування біорегуляторів має бути продуманим і відповідати конкретним стадіям розвитку сої. Наприклад, використання ауксинів та цитокінінів на ранніх стадіях росту допомагає забезпечити активне коренеутворення та ріст пагонів, тоді як гібереліни та брасіноліди можуть бути ефективнішими на пізніх стадіях вегетації для підвищення біомаси та стійкості до стресових умов [41].

Використання біорегуляторів також позитивно впливає на якість насіння. Завдяки поліпшенню метаболічних процесів у рослині, підвищується вміст білка та олії у насінні, що робить сою більш привабливою для переробки та використання в харчовій промисловості. Це, в свою чергу, може підвищити економічну вигоду від вирощування цієї культури [30].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Місце проведення досліджень

ФГ «Агросвіт» розташоване в лісостеповій зоні в селі Грушківка Черкаської області, Черкаського району. Загальна площа сільськогосподарських угідь підприємства складає близько 1046 гектарів. Галузь тваринництва в господарстві відсутня, тому потреби в сінокосах і пасовищах немає.

Щороку значна частина орних земель засівається зерновими та зернобобовими культурами. Господарство має достатньо трудових ресурсів для виконання всіх робіт, а також забезпечене необхідною технікою, що повністю відповідає його потребам.

Розташування підприємства є дуже вигідним через близькість до полів та основних транспортних шляхів, що дозволяє оптимізувати логістичні процеси. Це сприяє зменшенню витрат на паливо, оплату праці персоналу та обслуговування техніки, що в кінцевому підсумку економить час і фінансові ресурси.

#### 2.1.1 Грунтові умови вирощування

Господарство ФГ «Агросвіт» розташоване в лісостеповій зоні, у селі Грушківка, що в Черкаській області, Черкаського району. Загальна площа сільськогосподарських угідь становить близько 1046 гектарів. В господарстві відсутня тваринницька галузь, тому потреба в сінокосах і пасовищах не виникає.

Щороку значні площі орних земель використовуються під посіви зернових та зернобобових культур. Господарство добре забезпечене як трудовими ресурсами, так і технікою, що повністю відповідає його виробничим потребам/

Господарство знаходиться на півдні Черкаської області, де ґрунти отримують достатню кількість вологи і тепла. Лісостепова зона має меншу

кількість опадів у порівнянні з Поліссям (450–550 мм), проте тут вища середньорічна температура повітря. Лісистість у цьому регіоні невелика — приблизно 12%, а сама територія є підвищеною рівниною. Такі теплові ресурси є сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Однак у деякі роки під час вегетаційного періоду можливі несприятливі коливання температури.

Ґрунти в господарстві представлені типовими середньогумусними та лучними чорноземами, а також сірими опідзоленими ґрунтами. Рівень ґрунтових вод має значний вплив на формування різних режимів ґрунту: автоморфного, напівгідроморфного та гідроморфного, що також впливає на розвиток заболочення та оглеєння [31].

Землі ФГ «Агросвіт» розташовані на відносно рівнинній території. Важливим фактором для розвитку культур є рівень кислотності ґрунтів, оскільки висока кислотність негативно позначається на стані рослин: зменшується мікробіологічна активність у кореневій зоні, накопичуються шкідливі елементи, і це може спричиняти захворювання рослин.

Ґрунтоутворні породи лісостепової зони, куди входять землі ФГ «Агросвіт», представлені чорноземамом типовим на лесі.

Хімічний склад ґрунту, на якому проводилося дослідження, наведений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

## Хімічний склад ґрунту

Механічний склад	Гумус, %	CaCO <sub>3</sub>	Перерахунок на безгумусну і безкарбонатну наважку						
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Важко-суглинкові	3,18	7,28	67,27	15,24	6,52	1,19	4,0	2,15	1,37

Вони характеризуються високим вмістом карбонату кальцію (15-17%), що сприяє гарній пористості та здатності накопичувати вологу. Кальцієві

катіони сприяють стабілізації гумусу в ґрунтах і утворенню агрономічно цінних структур. Лес складається переважно з пилюватих частинок (приблизно 60%), глинистих частинок (10-20%) і піщаних (до 7%), що забезпечує його пористість на рівні 40-55%.

### **2.1.2 Погодно-кліматичні умови господарства**

Кліматичні умови мають безпосередній вплив на процеси ґрунтоутворення. Такі фактори, як кількість опадів і середня температура за місяць або рік, визначають активність біохімічних процесів у ґрунті, а також впливають на водний і тепловий режими. Клімат Черкаської області характеризується помірно-континентальними умовами: він м'який, але з недостатнім і нерівномірним зволоженням.

Господарство розташоване в південній частині Черкаської області, де ґрунти отримують достатньо тепла та вологи для ефективного розвитку рослин. Лісостепова зона, до якої належить ця територія, має менший рівень опадів порівняно з Поліссям — від 450 до 550 мм на рік. Також у цьому регіоні спостерігається вища середньорічна температура повітря. Лісистість території становить близько 12%, що є порівняно низьким показником, а сама територія являє собою підвищену рівнину.

Теплові ресурси цієї зони сприятливі для вирощування багатьох сільськогосподарських культур. Однак варто зазначити, що протягом вегетаційного періоду в окремі роки можливі несприятливі зміни температури, що може впливати на розвиток культур.

Умови 2024 вегетаційного року суттєво відрізнялися від попередніх років (таблиця 2.2), тому доцільним є випробування сортів сої та оцінка ефективності стимуляторів росту, які покращуватимуть протидію несприятливим погодним умовам.

Середні дані основних кліматичних елементів на території  
господарства ФГ «Агросвіт» за останні 10 років

Рік	Середньорічна температура, °С	Вологість повітря, %	Кількість опадів, мм	Атмосферний тиск, (мм ртутного стовпа)	Висота снігового покриву, см
2015	+12,3	63	458	762,4	6,8
2016	+8,7	75	652	761,5	7,2
2017	+9,0	73	603	761,9	19,1
2018	+9,2	73	672	763,2	6,9
2019	+9,5	72	623	762,7	5,1
2020	+11,2	66	518	762,6	5,3
2021	+10,1	68	615	763,4	9,2
2022	+10,3	68	556	763,6	9,4
2023	+9,7	70	678	762,8	15,9
2024	+11,1	66	513	763,3	14,2

Сумарна кількість опадів за 2024 рік становила 513 мм, що є найменшим показником за 10 років, а їх розподіл протягом вегетаційного сезону був нерівномірним, що призвело до посухи у другій половині вегетації – в критичний для сої період цвітіння та формування бобів.

## 2.2. Методика, методи та схема досліджень

Дослідження, метою якого було вивчення впливу елементів технології вирощування та тривалості зберігання на якісні показники насіння сої, проводилося на основі польових та лабораторних досліджень. Розмір облікової ділянки складав 25 м<sup>2</sup>, при цьому дослідження проводили з чотирьохразовою повторністю. Попередником культур була кукурудза, а сам дослід мав двофакторну структуру відповідно до визначеної схеми (таблиця

2.3). Подібна схема досліду використовувалася в іншій магістерській роботі за комплексною тематикою, тому спільні елементи проаналізовані в окремому розділі роботи.

Таблиця 2.3

Схема проведення досліджень

<b>Фактор А – Сорти</b>	<b>Фактор В – Позакореневі обробки</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Спринт</li> <li>• Ніагара</li> <li>• Рапсодія</li> <li>• Кіото</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контроль (без біостимуляторів)</li> <li>2. Ерайз, Р, 1,2 л/га</li> <li>3. Атонік Плюс, 0,2 л/га</li> <li>4. Терра-Сорб Комплекс, 1,2 л/га</li> </ol>

Дослідження проводилося з метою вивчення впливу різних способів позакореневого підживлення на продуктивність сортів сої в умовах дослідного господарства. Для досягнення цієї мети використовувалися як польові, так і лабораторні методи. Основний акцент робився на оцінці впливу стимуляторів росту на біометричні показники рослин, їхню врожайність та якість зерна.

Польові дослідження проводилися на експериментальних ділянках, де сіяли різні сорти сої. Польові експерименти були організовані за схемою з чотирьохразовою повторністю для кожного варіанта досліду. Дослідження охоплювали кілька варіантів підживлення: контрольний варіант без використання стимуляторів, варіанти з позакореневим підживленням препаратами Ерайз Р, Атонік Плюс і Тера-Сорб Комплекс.

Перед закладанням експерименту було проведено стандартну підготовку ґрунту: дискування стерні, зяблеву оранку на глибину 25-27 см, а також передпосівну культивуацію. Висів сої проводили сівалкою за міжряддя 17,5 см та глибиною посіву 4 см. Норма висіву становила 400 тис. схожих насінин/га.

Позакореневі підживлення проводилися у фазу третього трійчастого листка. Дози та концентрації препаратів підбиралися згідно з рекомендаціями виробників стимуляторів. Контрольний варіант був без внесення стимуляторів

росту. Кожен варіант підживлення проводився за допомогою обприскування рослин відповідними розчинами препаратів.

У польових умовах проводилися вимірювання біометричних показників рослин, які включали [16]:

- висоту рослин;
- висоту кріплення першого боба;
- кількість бобів на рослині;
- кількість і масу насіння з однієї рослини;
- масу 1000 насінин.

Біологічна врожайність визначалася за допомогою обліку маси зерна, зібраного з кожної облікової ділянки, після чого врожайність перераховувалася на гектар за допомогою спеціальних коефіцієнтів. Для визначення фактичної врожайності враховувалися також втрати під час збору врожаю та можливі природні втрати.

#### ***Лабораторні дослідження***

У лабораторії проводили аналіз якості зерна, отриманого з кожного варіанта дослідження. До цього аналізу входило визначення вмісту білка в зерні; вмісту олії; амінокислотного складу; мінерального складу (азот, фосфор, калій).

Це дозволило оцінити не лише кількісні показники врожайності, а й якісні параметри продукції.

#### ***Агрономічний аналіз***

Паралельно з біометричними та лабораторними показниками проводився агрономічний аналіз ефективності використання добрив і стимуляторів. Це включало порівняння економічних витрат на внесення підживлень та досягнутої врожайності для кожного варіанту.

#### ***Статистична обробка даних***

Отримані дані були оброблені методами варіаційної статистики для визначення достовірності результатів. Статистичний аналіз допоміг виявити залежності між способом підживлення, сортом сої та отриманими

показниками продуктивності. Для цього використовувалися програми статистичного аналізу з метою розрахунку середніх значень, стандартних відхилень і коефіцієнтів варіації.

### **2.3. Технологічні умови проведення досліджень**

Попередником для вирощування сої була кукурудза на зерно. Після збору врожаю кукурудзи на ділянках з традиційним обробітком було проведено дискування, а в середині жовтня виконано зяблеву оранку. Навесні перед посівом на цих ділянках внесли добрива під час культивації. Сівбу здійснювали в травні, використовуючи сівалку Super Walter 1770 разом із трактором Case 190. Міжряддя становило 17,5 см, глибина посіву – 4 см, а норма висіву – 400 тис. сх. Насінин/га.

Традиційний обробіток ґрунту включав кілька етапів, таких як луцення стерні попередника на глибину 10-12 см, зяблеву оранку на глибину 25-27 см і передпосівну культивацію на 10-12 см. На ділянках, де використовувався мінімальний обробіток, проводили дискування на 14 см, а добрива заробляли на глибину 3-4 см за допомогою дискатора Vaderstad Carrier 400.

Інокуляція насіння відбувалася в день посіву за допомогою препарату ХіСтік, відповідно до рекомендацій для обробки насіння. Добрива вносили в кількості N60P60K60.

Для догляду за посівами проводили захист від бур'янів шляхом застосування ґрунтового гербіциду Базагран у нормі 3,0 л/га. Крім того, у фазі двох справжніх листків сої використовували страховий гербіцид Харума в нормі 0,4-0,8 л/га (діюча речовина – 125 г/л).

Захист посівів від шкідників забезпечувався завдяки використанню інсектициду Карате Зеон (діюча речовина – лямбда-цигалотрин, 50 г/л) у нормі 0,150 л/га.

## РОЗДІЛ 3

### ФЕНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ ЗА ОБРОБКИ БІОСТИМУЛЯНТАМИ

#### **3.1. Оцінка впливу факторів вирощування на тривалість міжфазних періодів, тривалість вегетації**

Тривалість вегетаційного періоду та міжфазних періодів є важливими характеристиками, які безпосередньо впливають на продуктивність сої. Вони визначають, як рослина реагує на різні агротехнічні заходи, зокрема на підживлення, умови ґрунту та кліматичні фактори. Вплив позакореневого підживлення на тривалість міжфазних періодів дозволяє зробити висновки про те, наскільки ефективно ті чи інші препарати стимулюють ріст і розвиток рослин [32].

Дослідження показало, що застосування різних стимуляторів підживлення впливає на тривалість окремих фаз розвитку сої. Особливо це помітно на етапах від сходів до цвітіння та від цвітіння до формування бобів. Внесення стимуляторів росту, таких як Ерайз Р, дозволило скоротити тривалість деяких міжфазних періодів, що позитивно вплинуло на загальну тривалість вегетації та забезпечило раніше дозрівання врожаю порівняно з контрольним варіантом.

Відзначено, що вегетаційний період сортів сої, які підживлювали стимуляторами, був коротший на 3-5 днів у порівнянні з контрольним варіантом. Це скорочення тривалості вегетації дозволяє оптимізувати агротехнічні заходи та знижує ризики, пов'язані з пізнім дозріванням в умовах несприятливих погодних умов.

Для оцінки впливу позакореневого підживлення на тривалість міжфазних періодів проводилися регулярні фенологічні спостереження на дослідних ділянках. Було зафіксовано дати настання кожного міжфазного періоду для різних сортів сої та варіантів підживлення (таблиця 3.1).

Дати настання міжфазних періодів за різних варіантів підживлення

Спосіб підживлення	Сорт	Сходи	Початок цвітіння	Формування бобів	Наливання зерна	Дозрівання
Контроль	Спринт	15.05	20.06	05.07	20.07	10.08
	Ніагара	16.05	21.06	06.07	21.07	11.08
	Рапсодія	15.05	19.06	04.07	19.07	09.08
	Кіото	17.05	23.06	08.07	23.07	12.08
Ерайз Р	Спринт	15.05	18.06	02.07	16.07	07.08
	Ніагара	16.05	19.06	03.07	17.07	08.08
	Рапсодія	15.05	17.06	01.07	15.07	06.08
	Кіото	17.05	20.06	05.07	20.07	10.08
Атонік Плюс	Спринт	15.05	19.06	03.07	18.07	09.08
	Ніагара	16.05	20.06	04.07	19.07	10.08
	Рапсодія	15.05	18.06	02.07	17.07	08.08
	Кіото	17.05	21.06	06.07	21.07	11.08
Терра-Сорб Комплекс	Спринт	15.05	18.06	02.07	16.07	07.08
	Ніагара	16.05	20.06	05.07	20.07	10.08
	Рапсодія	15.05	21.06	06.07	21.07	11.08
	Кіото	17.05	19.06	04.07	19.07	09.08

Ця таблиця показує, що застосування різних позакоренових підживлень впливає на тривалість міжфазних періодів у різних сортів сої. Використання стимуляторів, зокрема Ерайз Р, призвело до скорочення міжфазних періодів, що в кінцевому підсумку дозволило отримати врожай на декілька днів раніше, порівняно з контрольним варіантом

### **3.2. Вплив позакоренового підживлення на біометричні показники сортів сої**

Для об'єктивної оцінки впливу досліджуваних факторів на продуктивний потенціал сортів сої використовуються показники, що характеризують елементи продуктивності рослин. Ці показники дозволяють оцінити біологічну врожайність посівів, що є ключовим аспектом у плануванні

врожаїв сільськогосподарських культур. Аналіз елементів продуктивності надає можливість визначити вплив абіотичних факторів на процес формування врожаю, а також простежити, як зовнішні умови впливають на розвиток основних елементів продуктивності рослин.

На жаль, сучасні наукові публікації містять обмежену інформацію про вплив технологічних факторів вирощування на індивідуальну продуктивність різних сортів сої. Це пов'язано з тим, що довгий час індивідуальні показники продуктивності сільськогосподарських культур, включаючи сою, більше враховувалися під час селекційної роботи, а не в агротехнологічних дослідженнях. З цієї причини одним із завдань даного дослідження стало вивчення індивідуальної продуктивності рослин різних сортів сої залежно від способу обробітку ґрунту.

У ході дослідження розглядалися такі показники:

- висота рослин;
- висота кріплення першого боба;
- кількість і маса бобів на рослині;
- маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин.

Отримані результати показали, що за однакових умов вирощування різні сорти сої демонстрували відмінності в індивідуальній продуктивності. Генетичний потенціал продуктивності сої в значній мірі залежав від агрометеорологічних умов, методів обробітку ґрунту та вибору сорту (табл. 3.2).

Вплив позакореневого підживлення на вегетаційні параметри сої різних сортів

Спосіб підживлення	Досліджувані сорти	Висота рослин, см	Висота кріплення, 1-го боба, см
Контроль	Спринт	51,0	10,4
	Ніагара	48,7	9,2
	Рапсодія	45,4	8,5
	Кіото	48,6	9,1
Ерайз Р	Спринт	79,8	12,2
	Ніагара	78,0	10,0
	Рапсодія	70,6	9,8
	Кіото	78,0	11,5
Атонік Плюс	Спринт	75,0	10,8
	Ніагара	70,5	11,0
	Рапсодія	72,0	10,2
	Кіото	71,5	9,5
Терра-Сорб Комплекс	Спринт	68,0	10,5
	Ніагара	73,0	10,5
	Рапсодія	72,5	11,0
	Кіото	71,0	10,0
НІР <sub>05</sub> (Фактор А)		1,6	0,53
НІР <sub>05</sub> (Фактор В)		1,26	0,5

Максимальні показники індивідуальної продуктивності сої були зафіксовані у варіанті з підживленням стимулятором Ерайз Р. В досліджених сортах висота рослин збільшувалась на 5,0-11,8 см порівняно з контрольним варіантом. Найвищі результати продемонстрував сорт Ніагара, де висота рослин становила 78,0 см і 48,7 см залежно від типу підживлення. Найнижчі показники були виявлені у сорту Рапсодія — 70,6 см та 45,4 см для контрольного варіанту.

Висота кріплення першого боба є важливим показником для ефективного збирання врожаю. На висоті 5 см від поверхні ґрунту може розташовуватись до 2% врожаю, тоді як на висоті 9 см вже близько 10%. За рекомендаціями, зріз при збиранні сої має бути на висоті 4-6 см. Наші дослідження показали, що використання різних способів підживлення не призводить до втрат врожаю при збиранні, однак найкращі умови для механізованого збирання створюються при використанні Ерайз Р. В цьому варіанті висота кріплення першого боба на рослинах становила 9,8-12,2 см, тоді як у контрольному варіанті — 8,5-10,4 см. Найбільш придатним для збирання виявився сорт Кіото, а перший біб розміщувався на висоті 11,5 см.

Результати дослідження свідчать, що підживлення стимулятором Ерайз Р сприяло покращенню умов для формування елементів продуктивності рослин сої. Це призвело до зростання основних показників продуктивності. Найбільша варіативність була зафіксована у кількості бобів на рослині, масі бобів та насіння.

Урожайність сої значною мірою залежить від умов вирощування. Формування врожаю починається з вегетативного росту, під час якого утворюються органи для поглинання поживних речовин та фотосинтезу, що є основою для формування врожайності. Важливим аспектом для сої є те, що основна частина кореневої системи розташована у верхньому шарі ґрунту, що може ускладнювати вирощування. Тривале розпушування верхніх шарів ґрунту може призводити до зниження ефективності функцій кореневої системи. Тому підживлення та підтримка оптимальних фізичних показників ґрунту можуть стати ключовими факторами у забезпеченні високої врожайності.

### **3.3. Вплив підживлень на стійкість до хвороб та шкідників**

Одним із важливих аспектів агрономічного аналізу є дослідження впливу позакорневих підживлень не лише на продуктивність рослин, але й на їхню стійкість до хвороб і шкідників. У рамках даного дослідження було

проведено оцінку стійкості сої до основних захворювань і шкідників під впливом різних варіантів позакоренових підживлень, зокрема біопрепаратів.

Дослідження впливу підживлень на стійкість до хвороб і шкідників (таблиця 3.3) проводилися за допомогою фітопатологічних та ентомологічних обліків протягом вегетаційного періоду. Рослини, що отримали різні варіанти підживлення (Ерайз Р, Атонік Плюс, Терра-Сорб Комплекс та контроль), регулярно обстежували на наявність симптомів хвороб та ураження шкідниками. Відповідно до ступеня ураження рослин було визначено шкалу стійкості, а також кількісні та якісні показники розвитку захворювань і ураження шкідниками.

Таблиця 3.3

Вплив позакоренових підживлень на стійкість сортів сої до хвороб та шкідників

Спосіб підживлення	Сорт	Аскохі тоз (бали)	Пероноспороз (бали)	Септоріоз (бали)	Ураження шкідниками (бали)	Стійкість, %
Контроль	Спринт	2	3	2,5	3,5	78
	Ніагара	2,5	3	2	4	75
	Рапсодія	2	2,5	3	3	80
	Кіото	2,5	3,5	2,5	3,5	77
Ерайз Р	Спринт	1	1,5	1	2	90
	Ніагара	1,5	2	1	2	88
	Рапсодія	1	1,5	1,5	1,5	92
	Кіото	1,5	2	1	2	88
Атонік Плюс	Спринт	1,5	2	1,5	2,5	85
	Ніагара	2	2,5	1,5	2,5	82
	Рапсодія	1,5	2	1,5	2	87
	Кіото	2	2,5	2	2,5	83
Терра-Сорб Комплекс	Спринт	1,5	2	1	2	88
	Ніагара	2	2,5	1,5	2,5	83
	Рапсодія	1,5	2	2	2	86
	Кіото	2	2,5	1,5	2,5	84
НІР 0,5 (Фактор А)		0,3	0,4	0,2	0,3	
НІР 0,5 (Фактор В)		0,4	0,5	0,3	0,4	

Результати досліджень показали, що позакореневі підживлення позитивно впливають на стійкість рослин сої до основних хвороб та шкідників. Найвищі показники стійкості продемонстрували рослини, підживлені стимулятором Ерайз Р, що дозволило знизити ступінь ураження хворобами та шкідниками на 20-30% у порівнянні з контрольним варіантом. Атонік Плюс та Тера-Сорб Комплекс також суттєво покращили стійкість рослин, але їхні результати були трохи нижчими.

Таким чином, використання біостимуляторів під час вирощування сої не лише підвищує її врожайність, але й зміцнює захисні властивості рослин, що допомагає зменшити втрати від захворювань та шкідників. Це робить позакореневі підживлення ефективним інструментом для інтегрованого захисту рослин у сучасних агротехнологіях.

#### **3.4. Якісні показники зерна сої залежно від способів підживлення**

У рамках даного дослідження було проведено лабораторний аналіз якості зерна сої для різних варіантів позакореневого підживлення та сортів. Метою аналізу було визначення впливу стимуляторів росту на основні показники якості зерна, такі як вміст білка, олії, амінокислотний та мінеральний склад. Для кожного варіанта підживлення було розраховано ці показники, що дозволило провести порівняльний аналіз ефективності підживлень щодо поліпшення якості зерна.

Результати лабораторного аналізу зерна сої показали (таблиця 3.4), що застосування стимулятора Ерайз Р забезпечило найвищі показники за вмістом білка та олії у зерні для більшості сортів, зокрема у сорту Ніагара, де вміст білка склав 41,0%, а олії — 20,5%. Водночас сорти, підживлені препаратом Тера-Сорб Комплекс, також показали значні результати, особливо за амінокислотним складом. Атонік Плюс продемонстрував стабільно високі показники вмісту азоту, фосфору та калію.

Порівняння якісних показників зерна різних сортів сої залежно від способів підживлення

Спосіб підживлення	Сорт	Вміст білка, %	Вміст олії, %	Амінокислотний склад, %	Азот (N), %	Фосфор (P), %
Контроль	Спринт	38	19	18,5	3	0,35
	Ніагара	39	20	19,2	3,1	0,36
	Рапсодія	37,5	18,8	18	2,9	0,34
	Кіото	38,2	19,5	18,7	3	0,35
Ерайз Р	Спринт	40	21	19,5	3,2	0,38
	Ніагара	41	20,5	19,8	3,3	0,37
	Рапсодія	39,5	20,2	19	3,1	0,36
	Кіото	40,2	21,5	19,7	3,3	0,39
Атонік Плюс	Спринт	39	20	19,2	3,1	0,36
	Ніагара	40,5	20,8	19,7	3,2	0,37
	Рапсодія	38,5	19,5	18,9	3	0,35
	Кіото	39,8	20,5	19,6	3,1	0,37
Терра-Сорб Комплекс	Спринт	38,8	19,8	19,1	3	0,35
	Ніагара	40	20,3	19,4	3,2	0,36
	Рапсодія	38,5	19,2	18,8	3	0,34
	Кіото	39	20	19,3	3,1	0,36
НІР 0,5 (Фактор А)		0,5	0,4	0,3	0,1	0,02
НІР 0,5 (Фактор В)		0,6	0,5	0,4	0,2	0,03

Підсумовуючи, стимулятори росту позитивно вплинули на якість зерна, підвищивши ключові параметри, такі як білковий та олійний склад, що свідчить про їхню ефективність у підвищенні агрономічної та харчової цінності зерна сої.

## РОЗДІЛ 4

### УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕНЬ

#### 4.1. Елементи структури врожаю

Застосування стимуляторів росту сприяло значному підвищенню маси зерна з рослини у всіх досліджуваних сортах порівняно з контролем (таблиця 4.1).

*Таблиця 4.1*

Вплив способу підживлення на масу зерен (г/рослину)  
у різних сортів сої

Стимулятор росту	Сорт	Маса зерен, г/рослина
Контроль	Спринт	6,7
	Ніагара	7,3
	Рапсодія	6,8
	Кіото	6,5
Ерайз Р	Спринт	7,7
	Ніагара	7,9
	Рапсодія	7,1
	Кіото	7,8
Атонік Плюс	Спринт	7
	Ніагара	7,4
	Рапсодія	6,9
	Кіото	7,4
Терра-Сорб Комплекс	Спринт	6,9
	Ніагара	7,3
	Рапсодія	7,1
	Кіото	7,5
НІР (Фактор А)		1
НІР (Фактор В)		1,3

Найвищий показник був досягнутий у сорту Ніагара при використанні стимулятора Ерайз Р (7,9 г/рослину), що свідчить про позитивний вплив цього препарату на процеси накопичення біомаси. Варіанти з Атонік Плюс і Терра-Сорб Комплекс також продемонстрували підвищення маси зерен, але не настільки значне, як Ерайз Р. Це дозволяє зробити висновок, що використання

Ерайз Р може бути особливо ефективним для збільшення продуктивності сої за рахунок підвищення маси зерен з однієї рослини.

Стимулятори росту суттєво впливали на формування маси 1000 зерен збільшуючи цей показник у більшості сортів (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

Маса 1000 зерен (г) у різних сортів сої залежно від підживлення

Спосіб підживлення	Сорт	Маса 1000 зерен, г
Контроль	Спринт	115
	Ніагара	128
	Рапсодія	103
	Кіото	110
Ерайз Р	Спринт	135
	Ніагара	157
	Рапсодія	110
	Кіото	140
Атонік Плюс	Спринт	125
	Ніагара	130
	Рапсодія	140
	Кіото	125
Терра-Сорб Комплекс	Спринт	130
	Ніагара	130
	Рапсодія	132
	Кіото	138
НІР (Фактор А)		0,8
НІР (Фактор В)		0,6

Стимулятор Ерайз Р виявився найбільш ефективним у підвищенні маси 1000 зерен. У сорту Ніагара цей показник сягнув 157 г, що суттєво вище, ніж у контрольному варіанті. Це свідчить про здатність Ерайз Р позитивно впливати на метаболічні процеси в рослині, підвищуючи якість зерна. Вплив Атонік Плюс і Терра-Сорб Комплекс також був позитивним, проте вони поступаються Ерайз Р. Таким чином, Ерайз Р можна рекомендувати для підвищення маси 1000 зерен, що особливо важливо для отримання якісного та конкурентного зерна.

Маса бобів з рослини корелює з урожайністю та масою зерна з рослини, але також може вказувати на невикористаний потенціал продуктивності, оскільки боби можуть мати різну наповненість насінням та його виповненість. За оцінкою варіантів дослідів стимулятори мали несуттєвий вплив на масу бобів з рослини (таблиця 4.3), але суттєвий на масу зерна, що вказує на спрямовану дію стимуляторів росту саме на формування зерна.

Таблиця 4.3

Вплив способу підживлення на масу бобів (г/рослину) у різних сортів сої

Спосіб підживлення	Сорт	Маса бобів, г/рослину
Контроль	Спринт	10,8
	Ніагара	11,4
	Рапсодія	10,4
	Кіото	10
Ерайз Р	Спринт	12,8
	Ніагара	12,1
	Рапсодія	11,6
	Кіото	12,5
Атонік Плюс	Спринт	11,8
	Ніагара	11,5
	Рапсодія	11,9
	Кіото	11
Терра-Сорб Комплекс	Спринт	11,7
	Ніагара	11,7
	Рапсодія	11,6
	Кіото	12
НІР (Фактор А)		2
НІР (Фактор В)		2

Застосування стимуляторів позитивно вплинуло на масу бобів, особливо при використанні Ерайз Р, що забезпечило максимальний приріст у сорту Спринт (12,8 г/рослину). Це підтверджує ефективність Ерайз Р у покращенні показників структури врожаю. Атонік Плюс та Терра-Сорб Комплекс також сприяли зростанню маси бобів, але їх вплив був дещо меншим. Зважаючи на позитивні результати, можна зробити висновок, що стимулятор Ерайз Р є

найбільш ефективним для підвищення маси бобів, що може призвести до збільшення загального врожаю культури.

На відміну від маси бобів їхня кількість зростала суттєво (таблиця 4.4) при обробці стимуляторами росту, також була суттєва різниця в цьому показнику серед сортів.

Таблиця 4.4

Вплив стимулятора росту на кількість бобів (шт./рослину) у різних сортів сої

Спосіб підживлення	Сорт	Кількість бобів, шт./рослину
Контроль	Спринт	16
	Ніагара	19
	Рапсодія	18
	Кіото	17
Ерайз Р	Спринт	19
	Ніагара	21
	Рапсодія	18
	Кіото	20
Атонік Плюс	Спринт	18
	Ніагара	18
	Рапсодія	19
	Кіото	17
Терра-Сорб Комплекс	Спринт	19
	Ніагара	19
	Рапсодія	18
	Кіото	19
НІР (Фактор А)		1,26
НІР (Фактор В)		2,73

Стимулятор Ерайз Р забезпечив найбільше збільшення кількості бобів на рослину, особливо у сорту Ніагара, де кількість бобів досягла 21 шт./рослину. Це підкреслює високу ефективність Ерайз Р для стимуляції репродуктивного розвитку сої. Атонік Плюс та Терра-Сорб Комплекс також показали позитивний вплив, збільшуючи кількість бобів порівняно з контролем, проте не настільки значно, як Ерайз Р. Таким чином, Ерайз Р

можна рекомендувати для підвищення кількості бобів на рослину, що сприяє максимізації врожайності культури.

Результати досліджень демонструють вплив різних варіантів позакореневого підживлення на масу зерен, біологічну та фактичну врожайність сортів сої. Найвищі показники маси зерен і врожайності були зафіксовані при використанні підживлення стимулятором Ерайз Р, що вказує на його ефективність у підвищенні продуктивності культури. Зокрема, сорти Ніагара та Кіото, підживлені Ерайз Р, продемонстрували максимальну масу зерен (7,9 г/рослину) та фактичну врожайність на рівні 2,47 т/га.

Атонік Плюс та Терра-Сорб Комплекс також забезпечили стабільно високі результати, хоча їх ефективність дещо поступається Ерайз Р. Водночас контрольний варіант без підживлення показав найнижчі показники як за масою зерен, так і за фактичною врожайністю. Наприклад, сорт Спринт без підживлення мав фактичну врожайність 2,09 т/га, що є значно нижчим, ніж при використанні стимуляторів.

Найменша істотна різниця (НІР) для маси зерен, біологічної та фактичної врожайності підтверджує статистичну значущість відмінностей між досліджуваними варіантами. Зокрема, НІР для маси зерен становить 0,4 г/рослину, що свідчить про реальний вплив підживлення на цей показник. Аналогічно, НІР для біологічної та фактичної врожайності (0,05 та 0,06 т/га відповідно) підтверджує ефективність застосування біостимуляторів.

Таким чином, дослідження доводять, що застосування позакорневих підживлень, особливо Ерайз Р, суттєво підвищує врожайність та якість зерна сої, що робить їх ефективним агротехнічним інструментом для збільшення продуктивності культури.

#### **4.2 Урожайність досліджуваної культури залежно від підживлень**

Оскільки врожайність сої безпосередньо залежить від оптимального поєднання всіх елементів структури і є результатом їх інтеграції, цей показник

є ключовим для оцінки впливу різних агротехнічних заходів на продуктивність рослин.

На контрольному варіанті дослідження середній рівень врожайності зерна становив 2,167-2,433 т/га. Підживлення стимулятором Ерайз Р сприяло помітному зростанню врожайності, досягаючи 2,567-2,633 т/га, що свідчить про збільшення врожайності на 6,2-21,6% (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Показники врожайності та маси зерен сої залежно від сорту та способу підживлення

Спосіб підживлення	Досліджувані сорти	Маса зерен, г/рослину	Біологічна врожайність, т/га	Фактична врожайність, т/га
Контроль	Спринт	6,7	2,2	2,09
	Ніагара	7,3	2,4	2,28
	Рапсодія	6,8	2,3	2,185
	Кіото	6,5	2,2	2,09
Ерайз Р	Спринт	7,7	2,6	2,47
	Ніагара	7,9	2,6	2,47
	Рапсодія	7,1	2,4	2,28
	Кіото	7,8	2,6	2,47
Атонік Плюс	Спринт	7	2,3	2,185
	Ніагара	7,4	2,5	2,375
	Рапсодія	6,9	2,3	2,185
	Кіото	7,4	2,5	2,375
Терра-Сорб Комплекс	Спринт	6,9	2,3	2,185
	Ніагара	7,3	2,4	2,28
	Рапсодія	7,1	2,4	2,28
	Кіото	7,5	2,2	2,09
НІР 0,5 (Фактор А)		0,4	0,05	0,06
НІР 0,5 (Фактор В)		0,3	0,04	0,05

Сорт Ніагара продемонстрував стабільний рівень врожайності за різних варіантів підживлення, з показниками від 2,433 до 2,633 т/га. Найвищий врожай у цього сорту було отримано при підживленні Ерайз Р — 2,633 т/га. Сорт Кіото також показав високі результати — врожайність на рівні 2,600 т/га при підживленні тим самим стимулятором.

Таким чином, підживлення стимуляторами та добривами має значний вплив на підвищення продуктивності сої та покращення якості зерна. Отримані дані свідчать, що використання стимулятора Ерайз Р забезпечує найкращі результати, зокрема, підвищуючи біометричні показники рослин та збільшуючи загальний рівень врожайності.

Результати досліджень, представлені в таблиці, демонструють вплив різних варіантів позакореневого підживлення на масу зерен, біологічну та фактичну врожайність сортів сої. Найвищі показники маси зерен і врожайності були зафіксовані при використанні підживлення стимулятором Ерайз Р, що вказує на його ефективність у підвищенні продуктивності культури. Зокрема, сорти Ніагара та Кіото, підживлені Ерайз Р, продемонстрували максимальну масу зерен (7,9 г/рослину) та фактичну врожайність на рівні 2,47 т/га.

Атонік Плюс та Терра-Сорб Комплекс також забезпечили стабільно високі результати, хоча їх ефективність дещо поступається Ерайз Р. Водночас контрольний варіант без підживлення показав найнижчі показники як за масою зерен, так і за фактичною врожайністю. Наприклад, сорт Спринт без підживлення мав фактичну врожайність 2,09 т/га, що є значно нижчим, ніж при використанні стимуляторів.

Найменша істотна різниця (НІР) для маси зерен, біологічної та фактичної врожайності підтверджує статистичну значущість відмінностей між досліджуваними варіантами. Зокрема, НІР для маси зерен становить 0,4 г/рослину, що свідчить про реальний вплив підживлення на цей показник. Аналогічно, НІР для біологічної та фактичної врожайності (0,05 та 0,06 т/га відповідно) підтверджує ефективність застосування біостимуляторів.

Таким чином, дослідження доводять, що застосування позакореневих підживлень, особливо Ерайз Р, суттєво підвищує врожайність та якість зерна сої, що робить їх ефективним агротехнічним інструментом для збільшення продуктивності культури.

## РОЗДІЛ 5

### ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ (РЕЗУЛЬТАТИ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОМАНЕНКА Д.С. та СУХИНИ О.С.)

#### 5.1. Дисперсійний аналіз та частка участі факторів

Для оцінки впливу чинників на особливості формування сортів ми проводили дисперсійний аналіз за трифакторною схемою, де третім фактором виступав комплекс виробничих, ґрунтово-кліматичних та технологічних умов різних господарств.

##### 5.1.1. Мінливість урожайності.

Найбільший вплив на урожайність зерна має локація, яка займає 39% у розподілі факторів (рис. 5.1). Це означає, що саме умови вирощування, такі як клімат і особливості ґрунту, визначають значну частину врожайності. Стимулятор росту також має великий вплив, складаючи 30%, що вказує на важливість агротехнічних заходів для оптимізації врожаю. Сорт культури та інші взаємодії між факторами (як-от локація і сорт) мають менший вплив, що підкреслює їхню другорядну роль у порівнянні з основними факторами, такими як локація і стимулятор.

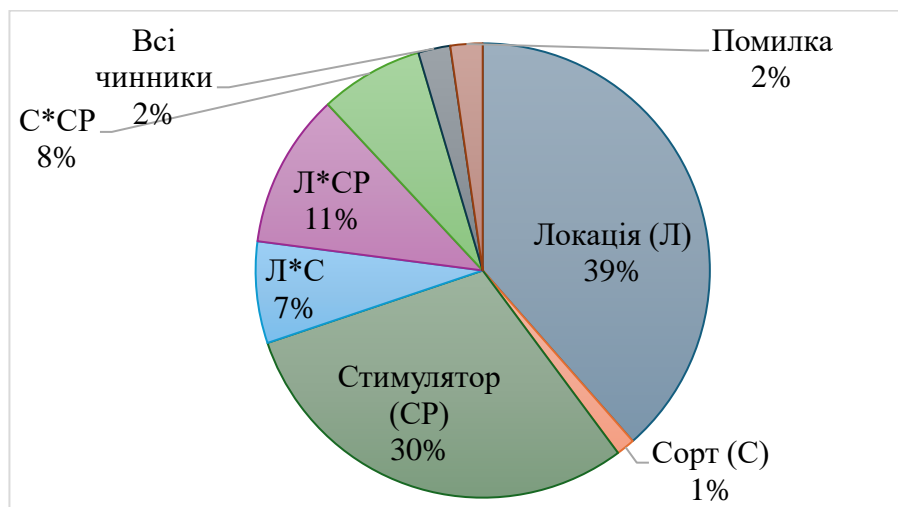


Рис. 5.1. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні врожайності

### 5.1.2 Мінливість елементів структури врожаю

На формування маси зерна з рослини (рис. 5.2) також найбільший вплив має локація — 68%. Це ще раз підтверджує важливість природних умов для досягнення кращих результатів у продуктивності культур. Водночас стимулятор має помітний вплив на рівні 15%, що свідчить про ефективність біостимуляторів у покращенні маси зерна. Інші фактори, зокрема сорт, показують обмежену роль, що свідчить про переважання впливу умов середовища та агротехнічних заходів над генетичними характеристиками рослини.

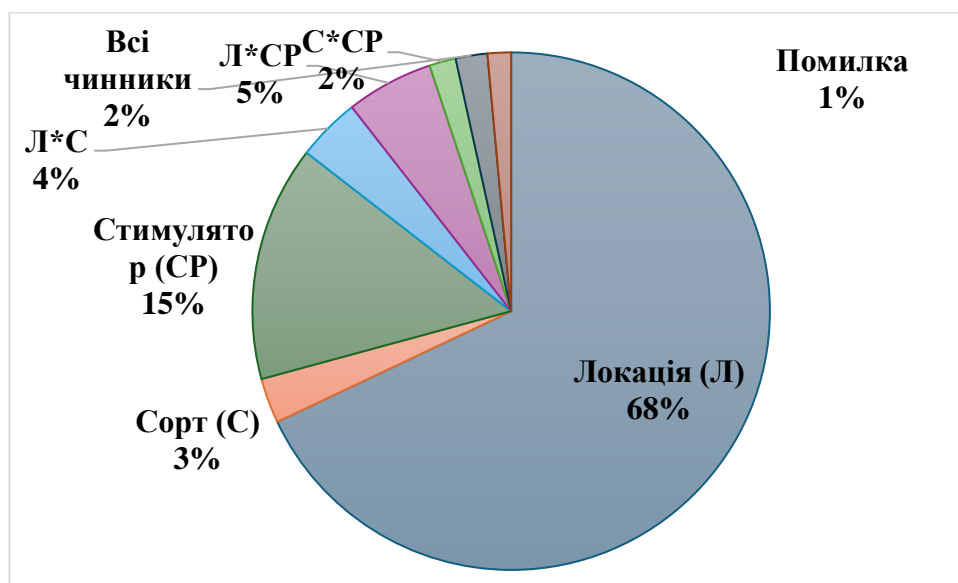


Рис. 5.2. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні маси зерна з рослини

Аналіз кількості бобів з рослини (рис. 5.3) також демонструє домінуючий вплив локації, яка займає 56% у структурі впливу факторів. Сорт та стимулятор мають менший, але значний вплив (відповідно 13% і 11%). Це говорить про те, що генетичні характеристики та стимулятори можуть позитивно впливати на кількість продукції, але їхній ефект поступається впливу середовища.

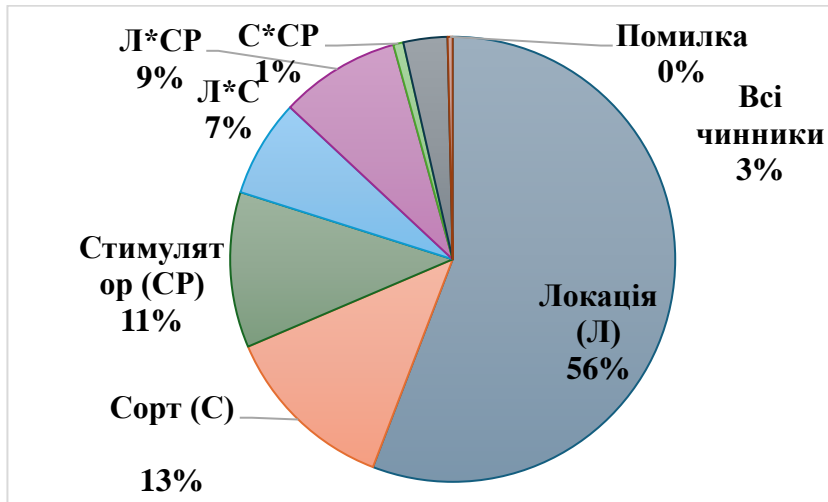


Рис. 5.3. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні кількості бобів на рослині

Щодо маси 1000 насінин (рис. 5.4), локація відіграє визначальну роль із впливом на рівні 87%, що є найбільшим значенням серед усіх діаграм. Це підкреслює, що маса насіння значною мірою залежить від умов вирощування, тоді як інші фактори, як-от стимулятори та сорт, мають мінімальний вплив (по 2% кожен). Це свідчить, що для забезпечення високої якості насіння вирішальним фактором є вибір відповідної локації для його вирощування.

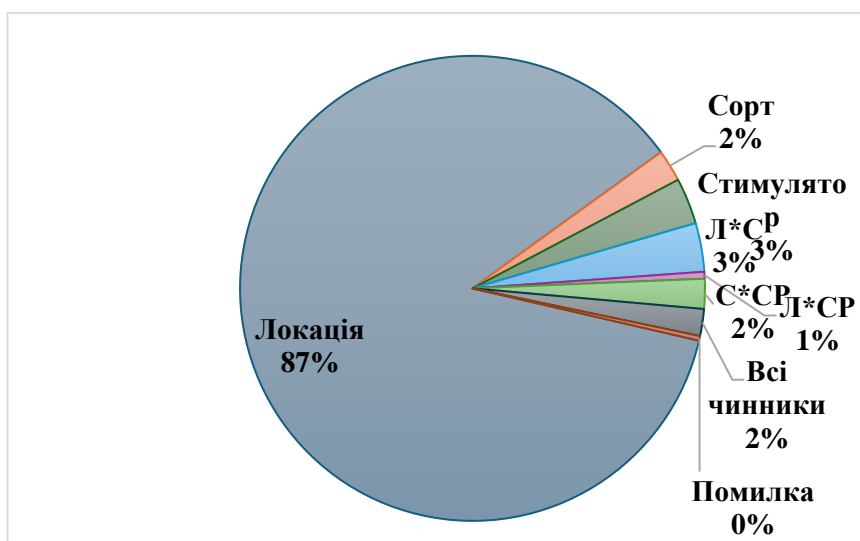


Рис. 5.4. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні маси 1000 насінин

Останній аналіз — мінливість висоти рослин (рис. 5.5) — також підтверджує значення локації, яка складає 80% у загальному впливі факторів. Стимулятор тут займає 17%, що вказує на його важливість для регуляції росту рослин. Решта факторів, як-от сорт і різні взаємодії між факторами, мають незначний вплив, що знову ж таки підкреслює домінування середовища над генетичними та агротехнічними аспектами в аспекті формування висоти рослин.

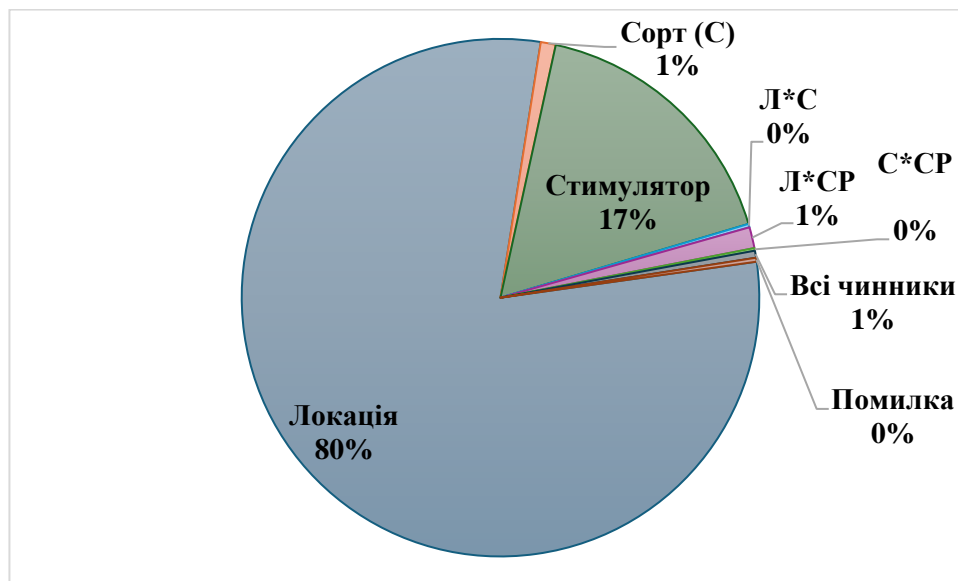


Рис. 5.5. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні висоти рослин

Отже, можна зробити висновок, що для оптимізації всіх розглянутих показників — від врожайності до висоти рослин — основним фактором є локація, тобто природні та кліматичні умови вирощування. Водночас використання стимуляторів росту має вагомe значення, особливо для таких параметрів, як врожайність та висота рослин. Вплив сорту та взаємодій між факторами є менш суттєвим, що говорить про їхню додаткову роль у комплексі заходів, спрямованих на підвищення продуктивності культур.

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Економічна ефективність вирощування сої є важливим показником, що визначає доцільність застосування різних агротехнічних заходів у процесі вирощування цієї культури. Одним із основних факторів, що впливає на кінцевий результат, є вибір системи підживлення, яка забезпечує оптимальний розвиток рослин, підвищує врожайність та покращує якість продукції. Окрім того, важливим аспектом є витрати на добрива, стимулятори росту та інші елементи агротехнології, які повинні бути ретельно обґрунтовані з погляду їх економічної доцільності.

Вибір оптимальної схеми підживлення дозволяє не тільки підвищити врожайність сої, але й знизити виробничі витрати та збільшити чистий прибуток на гектар. У цьому розділі детально проаналізовано вплив різних варіантів позакоренових підживлень на економічну ефективність вирощування сої. Для оцінки ефективності були використані такі показники, як загальні витрати на виробництво, вартість підживлень, урожайність, дохід від реалізації та чистий прибуток.

Результати дослідження демонструють, наскільки застосування таких препаратів, як Ерайз Р, Атонік Плюс та Терра-Сорб Комплекс, може підвищити рентабельність виробництва сої та забезпечити збільшення прибутковості в умовах сучасного сільського господарства.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що використання різних позакоренових підживлень має істотний вплив на економічну ефективність вирощування сої. Аналіз варіантів підживлення, а саме Ерайз Р, Атонік Плюс та Терра-Сорб Комплекс, дозволив визначити найбільш ефективні методи підвищення врожайності та покращення якості продукції, водночас враховуючи економічну доцільність застосування цих препаратів.

Таблиця 5.1

## Економічна ефективність

Сорт	Спосіб підживлення	Урожайність, т/га	Вартість підживлення, грн/га	Загальні витрати без підживлення, грн/га	Загальні витрати з підживленням, грн/га	Дохід від урожаю, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Збільшення прибутку порівняно з контролем, грн/га	Рентабельність, %
Спринт	Контроль	2,09	0	21 800	21 800	31 078,74	9 278,74	0	42,6
	Ерайз Р	2,47	912,6	21 800	22 712,60	36 748,02	14 035,42	4 756,68	61,8
	Атонік Плюс	2,38	194,48	21 800	21 994,48	35 579,68	13 585,20	4 306,46	61,8
	Терра-Сорб Комплекс	2,28	2 655,60	21 800	24 455,60	33 343,68	8 888,08	-390,66	36,3
Ніагара	Контроль	2,28	0	21 800	21 800	33 937,68	12 137,68	0	55,7
	Ерайз Р	2,47	912,6	21 800	22 712,60	36 748,02	14 035,42	1 897,74	61,8
	Атонік Плюс	2,38	194,48	21 800	21 994,48	35 579,68	13 585,20	1 447,52	61,8
	Терра-Сорб Комплекс	2,4	2 655,60	21 800	24 455,60	35 726,40	11 270,80	-866,88	46,1
Рапсодія	Контроль	2,19	0	21 800	21 800	32 552,34	10 752,34	0	49,3
	Ерайз Р	2,28	912,6	21 800	22 712,60	33 937,68	11 225,08	472,74	49,4
	Атонік Плюс	2,19	194,48	21 800	21 994,48	32 552,34	10 557,86	-194,48	48
	Терра-Сорб Комплекс	2,24	2 655,60	21 800	24 455,60	33 297,64	8 842,04	-1 910,30	36,2
Кіото	Контроль	2,09	0	21 800	21 800	31 078,74	9 278,74	0	42,6
	Ерайз Р	2,47	912,6	21 800	22 712,60	36 748,02	14 035,42	4 756,68	61,8
	Атонік Плюс	2,38	194,48	21 800	21 994,48	35 579,68	13 585,20	4 306,46	61,8
	Терра-Сорб Комплекс	2,28	2 655,60	21 800	24 455,60	33 343,68	8 888,08	-390,66	36,3

Застосування підживлень дало змогу не лише збільшити врожайність, але й значно підвищити прибуток на гектар у порівнянні з контрольним варіантом, де не використовувалися біостимулятори. Найбільш економічно ефективним виявився препарат Ерайз Р, який продемонстрував найбільший приріст урожайності серед усіх варіантів підживлення. Для сорту Кіото використання Ерайз Р дозволило досягти збільшення прибутку на 51,24% у порівнянні з контрольним варіантом, а для сорту Ніагара – на 15,64%. Це свідчить про високу ефективність підживлення у забезпеченні кращих умов для росту рослин, що безпосередньо впливає на врожайність та якість зерна.

Препарат Атонік Плюс також продемонстрував високі показники економічної ефективності, зокрема для сортів Спринт і Ніагара. Вартість цього препарату була найнижчою серед досліджуваних варіантів, що забезпечило значний приріст чистого прибутку, навіть якщо врожайність була трохи нижчою, ніж при використанні Ерайз Р. Наприклад, для сорту Спринт застосування Атонік Плюс збільшило прибуток на 46,41%, що робить цей препарат економічно вигідним рішенням, особливо для господарств із обмеженим бюджетом на підживлення.

Терра-Сорб Комплекс, хоч і забезпечив позитивний вплив на врожайність, продемонстрував найвищі витрати на підживлення. Для деяких сортів, таких як Рапсодія, це призвело до зниження чистого прибутку через недостатню врожайність, яка не змогла повністю компенсувати високі витрати на препарат. Відповідно, цей варіант підживлення може бути ефективним лише за умов, коли очікується значне підвищення врожайності або за кращих агрокліматичних умов.

Загалом, результати дослідження свідчать, що застосування позакореневих підживлень є важливим інструментом для підвищення економічної ефективності вирощування сої. Найкращі результати були досягнуті при застосуванні препаратів Ерайз Р та Атонік Плюс, які забезпечили найбільший приріст урожайності та прибутковості. Однак варто відзначити, що економічна ефективність залежить не тільки від виду

підживлення, але й від конкретного сорту сої, що підкреслює важливість індивідуального підходу до вибору агротехнічних заходів.

Таким чином, для забезпечення максимальної рентабельності вирощування сої слід не тільки враховувати вартість підживлень та очікувану врожайність, але й ретельно аналізувати їх вплив на конкретні сорти. Використання таких біостимуляторів, як Ерайз Р та Атонік Плюс, може бути ефективним рішенням для підвищення продуктивності та економічної віддачі, особливо в умовах оптимальної агротехніки та правильного підбору сортів.

## ВИСНОВКИ

1. Обробка посівів сприяла скороченню тривалості вегетації посів на 3–5 діб залежно від стимулятора та сорту. Час появи сходів у сортів був подібним, але відмінності у настанні фенологічних фаз в різних обробках проявлялися вже у фазу цвітіння.

2. Стимулятори росту суттєво підвищували показник висоти рослин з 45,4–51 см на контрольному варіанті до 68–79,8 см за обробки. Максимальної висоти 79,8 см досягали рослини сорту Спринт за обробки Ерайз Р. Сорти Ніагара та Рапсодія також формували вищі рослини за обробки цим препаратом, ніж в інших варіантах.

3. Обробка регуляторами росту сприяла збільшенню висоти кріплення нижнього бобу. Найнижчий показник був у сорту Рапсодія на контрольному варіанті – 8,5 см, але при обробці стимуляторами росту зростав до 9,8–11 см. В інших сортів була подібна тенденція.

4. Вміст білка в зерні суттєво зростав при обробці посівів стимуляторами росту. Найбільший ефект серед препаратів мав Ерайз Р, який сприяв формуванню 40 % білка в сорту Спринт, 41 % у Ніагари, 39,5 % у Рапсодії та 40,2 % у Кіото. На контрольному варіанті без обробки вміст білка був в середньому на 2 % нижчий. Вміст жиру зростав на 0,5–1,0 % порівняно з контролем. Максимальний вміст жиру був при застосуванні Ерайз Р на сорті Кіото – 21,5 %.

5. Біологічна врожайність досліджуваних сортів була у вузькому діапазоні. Застосування стимуляторів росту давало істотний приріст у більшості варіантів. В середньому приріст урожайності до контролю становив 0,1–0,4 т/га, тоді як фактична урожайність при збиранні комбайном була в середньому на 0,1–0,2 нижче, ніж біологічна. Максимальну урожайність на рівні 2,4–2,5 т/га формували сорти сої за обробки Ерайз Р.

6. Стимулятори росту дозволили частково подолати негативний вплив стресових умов вегетації, проте показники маси 1000 зерен всерівно

були меншими за стандартні, що вказує на значний недобір врожаю. Збільшення маси 1000 зерен при обробці стимуляторами росту порівняно з контролем становило 20–37 г. Найбільший приріст був у сорту Рапсодія при обробці Атонік Плюс – з 103 до 140 г.

7. За результатами комплексної оцінки отриманих результатів та порівняння їх з подібними даними з іншого господарства можна зазначити, що стимулятори росту мають високий вплив на формування урожайності зерна сої, маси зерна з рослини та висоти рослини. Втім у формуванні всіх показників визначальними залишаються умови вегетації та технологічні аспекти, що і відображається на прикладі відхилень маси 1000 насінин.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання високих показників урожайності сої та показників економічної ефективності рекомендуємо:

1. При вирощуванні сортів сої Спринт Ніагара та Кіото застосувати стимулятор росту Ерайз Р, що дозволить отримати 2,4–2,5 т/га зерна сої з рентабельністю 61,8 %. Умовно чистий прибуток становитиме 14 тис. грн./га.

2. Застосовувати стимулятор росту Атонік Плюс для мінімізації витрат та отримання співставного чистого прибутку при вирощуванні сортів Спринт та Кіото на рівні 13,6 тис. грн/га.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бикін А.В, Балаєв А.Д., Антоненко О.Ф. Методичні рекомендації з управління родючістю ґрунтів та продуктивності сільськогосподарських культур за ресурсозберігаючих технологій // За науковою редакцією А.В. Бикіна – НУБіП України, 2014. – С. 45-65
2. Бикін А.В, Балаєв А.Д., Антоненко О.Ф. Методичні рекомендації з управління родючістю ґрунтів та продуктивності сільськогосподарських культур за ресурсозберігаючих технологій. НУБіП України, 2014. – С. 45-65
3. Бикіна Н.М. (2013). Управління продуктивністю сої за ресурсозберігаючих технологій вирощування. Наукові доповіді НУБіП України.
4. Бурлака, А. О. (2019). Агрономічна ефективність вирощування сої. Київ: Агропромвидав.
5. Григор'єва, О. М. (2014). Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах північного степу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, (21), 115-121.
6. Гриценко, О. П., Марченко, В. С. (2019). Вплив біостимуляторів на стійкість сої до хвороб. Вісник наукових досліджень, 62(2), 34-41.
7. Експорт української сої йде на рекорд. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/eksport-ukrajinskoji-soji-yde-na-rekord> (дата звернення: 08.10.2024)
8. Заболотний, Г. М., Циганська, О. І., & Циганський, В. І. (2018). Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України, (5).
9. Іваненко, Ю. С., Пономаренко, В. Г. (2020). Вплив біостимуляторів на врожайність та якість зерна сої. Агробіологія, 32(4), 45-53.
10. Кабанець, В. М., Собко, М. Г., & Мурач, О. М. (2017). Функціонування симбіозу *Bradyrhizobium japonicum*-соє і врожайність сої за

впливу Ризогуміну та фізіологічно активних речовин. Корми і кормовиробництво, (83), 58-66.

11. Каленська, С. М., Новицька, Н. В., & Андрієць, Д. В. (2011). Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових. Корми і кормовиробництво, (69), 74-78.

12. Ковальчук, Л. П., Гончарук, О. А. (2021). Роль добрив у формуванні врожайності сої на півдні України. Вісник аграрної науки, 76(1), 88-95.

13. Конончук, О. Б., & Пида, С. В. (2018). Вплив регуляторів росту рослин Регоплант і Стимпо на фізіологічні показники і продуктивність сої культурної. Фізіологія рослин і генетика, (50,№ 1), 59-65.

14. Кравченко, Н. О., Іванова, С. М. (2021). Екологічні аспекти використання біопрепаратів у вирощуванні сої. Екологія і агрономія, 29(1), 22-30.

15. Петров, М. І., Савченко, Л. В. (2020). Інноваційні методи селекції сої. Біологія та біотехнологія, 45(3), 67-73.

16. Рожков, А. О., Пузік, В. К., Каленська, С. М., Пузік, Л. М., Попов, С. І., Музафаров, Н. М., ... & Криштоп, Є. А. (2016). Дослідна справа в агрономії. Кн. 1: Теоретичні аспекти дослідної справи.

17. Романенко, В. П., Коваленко, С. М., Герасименко, Л. О. (2017). Сучасні методи вирощування сої в Україні. Харків: Видавництво «Аграрна наука».

18. Сидорчук, М. В. (2018). Аналіз технологій підживлення сої в умовах Центральної України. Землеробство і рослинництво, 54(2), 101-109.

19. Соя: урожайність та скільки зібрано в Україні у 2023 р. по областях. URL: <https://superagronom.com/multimedia/infographics/87-soya-urojaynist-skilki-skilki-zibrano-v-ukrayini-u-2023-r-po-oblastyah> (дата звернення: 08.10.2024)

20. Тараріко, Ю. О., & Личук, Г. І. (2014). Стимулятори росту рослин у системі органічного землеробства. Вісник аграрної науки, (5), 11-15.
21. Ткаченко, В. Ю., Дуброва, Л. А. (2019). Використання біостимуляторів для підвищення якості зерна сої. Аграрна практика, 15(4), 112-118.
22. Шепілова, Т. П. (2019). Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах північного Степу України. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 80-84.
23. Barker, A. V., & Pilbeam, D. J. (Eds.). (2015). Handbook of plant nutrition. CRC press.
24. Bergersen, F. J. (2016). Biological nitrogen fixation in perspective. The American Phytopathological Society.
25. Blesh, J. (2018). Functional traits in cover crop mixtures: Biological nitrogen fixation and multifunctionality. *Journal of Applied Ecology*, 55(1), 38-48.
26. Brazil – The Tropical Soybean Giant. URL: <https://hsat.space/brazil-the-tropical-soybean-giant/> (дата звернення: 08.10.2024)
27. Chaudhary, M. I., Adu-Gyamfi, J. J., Saneoka, H., Nguyen, N. T., Suwa, R., Kanai, S., ... & Fujita, K. (2008). The effect of phosphorus deficiency on nutrient uptake, nitrogen fixation and photosynthetic rate in mashbean, mungbean and soybean. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30, 537-544.
28. Gibson, L., & Benson, G. (2018). Origin, History, and Uses of Soybean (*Glycine max*). Iowa State University Extension.
29. Hungria, M., Nogueira, M. A., & Araujo, R. S. (2013). Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. *Biology and fertility of soils*, 49, 791-801.
30. Hungria, M., Nogueira, M. A., & Araujo, R. S. (2015). Soybean Seed Co-Inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: A New Biotechnological Tool to Improve Yield and Sustainability. *American Journal of Plant Sciences*, 6(06), 811.

31. Kim, D., Hudson, K. A., & Lee, G. J. (2020). Development of Molecular Markers Associated with Resistance to Soybean Cyst Nematode. *Plant Breeding*, 136(3), 210-216.
32. Li S. X., Wang Z. H., Malhi S. S., Li S. Q., Gao Y. J., and Tian X. H., Chapter 7 nutrient and water management effects on crop production, and nutrient and water use efficiency in dryland areas of China, *Advances in Agronomy*, 2009, Academic Press, Cambridge, MA, USA.
33. McWilliams, D. A., Berglund, D. R., & Endres, G. J. (1999). Soybean growth and management quick guide.
34. Mourtzinis, S., Kaur, G., Orłowski, J. M., Shapiro, C. A., Lee, C. D., Wortmann, C., ... & Conley, S. P. (2018). Soybean response to nitrogen application across the United States: A synthesis-analysis. *Field Crops Research*, 215, 74-82.
35. Novytska, N.; Gadzovskiy, G.; Mazurenko, B.; Kalenska, S.; Svistunova, I.; Martynov, O. (2020). Effect of seed inoculation and foliar fertilizing on structure of soybean yield and yield structure in Western Polissya of Ukraine. *Agronomy Research* 18, 2512–2519
36. Pedrozo, A., Girelli de Oliveira, N. J., & Alberton, O. (2018). Biological nitrogen fixation and agronomic features of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) crop under different doses of inoculant. *Acta Agronómica*, 67(2), 297-302.
37. Schulze, J., Temple, G., Temple, S. J., Beschow, H., & Vance, C. P. (2006). Nitrogen fixation by white lupin under phosphorus deficiency. *Annals of Botany*, 98(4), 731-740.
38. The Vital Role of Soybeans in Worldwide Agriculture. URL: <https://hsat.space/the-vital-role-of-soybeans-in-worldwide-agriculture/> (дата звернення: 08.10.2024)
39. USDA, World agricultural production, *Ekonomika APK*. (2021) 7, 1–37, <https://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production>.
40. What is Nutrient Management?-Nutrient Management. URL: <https://www.nutrientmanagement.ca/about/what-is-nutrient-management/>. (дата звернення: 08.10.2024)

41. Wilcox, J. R. (2017). *World Soybean Production: History, Agronomy, and Modern Techniques*. CRC Press.