МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.01 – МКР. 18 «С» 2024.01.08.001ПЗ

СУХИНИ ОЛЕКСАНДРА СЕРГІЙОВИЧА

2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 633.34:631.81

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

_____Віталій КОВАЛЕНКО

«_____» _____2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри рослинництва

_____Світлана КАЛЕНСЬКА

«_____» _____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 _____О. С. Сухина

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

Сухині Олександру 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 08.01.2024 р. № 18 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 18.10.2024 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

Сорти сої: Ніагара, Рапсодія, Кіото; регулятори росту – Ерайз, Атонік Плюс, Терра-Сорб комлекс.

Перелік питань, що підлягають вивченню:

1. проаналізувати сучасний стан вивчення впливу біостимулянтів та регуляторів росту на перебіг фізіологічних процесів в рослинах сої та оцінити потенційний зиск від їх застосування;

2. імплементувати схему досліджень в умовах ФГ «Заярок» та зібрати необхідні дані для аналізування впливу стимуляторів росту на ростові процеси

та формування продуктивності посівів;

3. визначити вплив регуляторів росту на формування елементів продуктивності сої, урожайність та якість зерна;

4. провести комплексну оцінку впливу регуляторів росту на продуктивність сортів сої та порівняти її з результатами, що отримані в інших грунтово–кліматичних умовах;

5. оцінити економічну ефективність від застосування регуляторів росту на різних сортах сої ранньостиглої групи.

Дата видачі завдання 27.10.2023 р.

Керівник магістерської роботи Б. О. МАЗУРЕНКО

Завдання прийняв до виконання О. С. СУХИНА

РЕФЕРАТ

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

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 51 сторінці машинописного тексту, включає 9 таблиць, 13 рисунків, шість розділів, висновки та пропозиції виробництву, список використаної літератури, що містить 31 найменування, з них 8 латиницею.

В першому розділі описано основні засади реалізації генетичного потенціалу сої та підвищення продуктивності за дії стимуляторів росту.

В другому розділі зазначено методологію провдення досліджень.

В третьому розділі охарактеризовано особливості росту та розвитку сортів сої за обробки стимуляторами росту, їх впливу на формування площі листя, всиоту рослин і висоту кріплення нижнього боба.

В четвертому розділі проаналізовано вплив стимуляторів росту на формування врожайності та якості зерна сої та окремих елементів структури врожаю.

В п’ятому розділі проаналізовано вплив зони вирощування на формування основних показників продуктивності у контексті реалізації комплексної тематики.

В шостому розділі наведено економічну ефективність вирощування сої за обробки стимуляторами росту.

В кінці роботи наводяться висновки та пропозиції виробництву, додатки.

СТРУКТУРА ВРОЖАЮ, ВМІСТ БІЛКА, ПРИБУТОК, УРОЖАЙНІСТЬ

ЗМІСТ

ВСТУП 8

РОЗДІЛ 1. МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ ТА ЇЇ РЕАКЦІЯ НА ПОЗАКОРЕНЕВІ ОБРОБКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ) 11

1.1. Біологічні особливості сої. 11

1.2. Вплив абіотичних чинників на морфологічні параметри рослин 12

1.3. Вплив агротехнічних прийомів на продуктивність сої 14

1.4. Особливості проведення позакореневих підживлень на сої 16

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 18

2.1. Погодні умови у рік виконання досліджень 18

2.2. Огляд грунтових умов 19

2.2. Схема та методика проведення досліджень 20

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ СОЇ ЗА ОБРОБКИ СТИМУЛЯТОРАМИ РОСТУ 22

3.1. Виживання та густота стояння сої рослин протягом вегетації 22

3.2. Тривалість фенологічних фаз 23

3.3. Площа листкового апарату сої в фазу наливу бобів 24

3.4. Висота рослин 26

3.5. Висота прикріплення нижнього боба 27

РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ 29

4.1. Кількість продуктивних вузлів 29

4.2. Параметри генеративної системи сої 30

4.2.1. Кількість бобів 31

4.2.2 Маса 1000 насінин 32

4.2.3. Маса насіння з рослини 33

4.2.4. Кількість насінин з рослини 34

4.2. Урожайність сої за обробки регулятором росту 35

4.3. Якість зерна сої 36

РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ (РЕЗУЛЬТАТИ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ О.С. СУХИНИ ТА РОМАНЕНКА Д.С.) 38

5.1. Дисперсійний аналіз та частка участі факторів 38

5.1.1. Мінливість урожайності. 38

5.1.2 Мінливість маси зерна з рослини 39

5.1.3 Мінливість кількості бобів з рослини 39

5.1.4 Мінливість маси 1000 насінин 40

5.1.5 Мінливість висоти рослин 41

5.2. Кластерний аналіз зв’язку між основними характеристиками 41

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЛІПШЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ 43

ВИСНОВКИ 45

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 46

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 47

ДОДАТКИ 51

ВСТУП

Актуальність теми. Культурна соя є основною зернобобовою культурою сьогодення, яка використовується в багатьох галузях народного господарства. З насіння сої видобувають олію, а соєвий шрот є важливою частиною комбікормів, які використовуються при вирощуванні ВРХ та птиці. В останні десятиліття спостерігається стабільне зростання посівних площ в світі та Україні, а також і потреба в зерні цієї культури. Підтримання високих валових зборів сої можливе лише за рахунок збільшення продуктивності та урожайності, оскільки посівні площі залишаються обмеженими та втрачаються внаслідок ерозії грунту та військових дії [3].

Соя здатна фіксувати атмосферний азот з повітря та має потужну кореневу систему, яка поглинає елементи живлення з грунту з високою ефективністю. Нажаль, соя – рослина мусонного клімату, тому потребує високих температур та достатньої вологості для реалізації генетичного потенціалу. Значна різниця в нічних та денних температурах, дефіцит вологи, мікроелементів та інші абіотичні чинники можуть призводити до абортації бобів та зменшення урожайності. Використання стимуляторів росту різного походження може допомагати рослинам долати негативний вплив стресових чинники і таким чином зберігати урожай в найбільш критичні моменти вегетації [2]. Стимулююча дія таких препаратів може сприяти збільшення площі листя, кількості вузлів та продуктивних органів і таким чином покращувати урожайність культури [1].

Сорти ранньостиглої групи мають обмежений період вегетації та різний підхід до формування врожаю, тому оцінка сортової реакції сої на стимулятори росту різного походження дозволить максимізувати урожайність та валові збори певних сортів, що важливо в умовах зменшення доступних ресурсів.

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 оцінці особливостей росту сортів сої ранньостиглої групи за обробки посівів регуляторами росту та підборі оптимальної стратегії вирощування кожного досліджуваного сорту.

Щоб досягти поставленої мети досліджень було вирішено наступні **завдання**:

1. проаналізовано сучасний стан вивчення впливу біостимулянтів та регуляторів росту на перебіг фізіологічних процесів в рослинах сої та оцінено потенційний зиск від їх застосування;

2. імплементувано схему досліджень в умовах ФГ «Заярок» та отримано необхідні дані для аналізування впливу стимуляторів росту на ростові процеси та формування продуктивності посівів;

3. визначено вплив регуляторів росту на формування елементів продуктивності сої, урожайність та якість зерна;

4. проведено комплексну оцінку впливу регуляторів росту на продуктивність сортів сої та порівняно її з результатами, що отримані в інших грунтово–кліматичних умовах;

5. оцінено економічну ефективність від застосування регуляторів росту на різних сортах сої ранньостиглої групи.

Об’єкт дослідження: сорти сої: Ніагара, Рапсодія, Кіото; регулятори росту: Ерайз, Атонік Плюс, Терра-Сорб комлекс; структура врожаю, урожайність і якість зерна, економічна ефективність технології вирощування.

Предмет дослідження: процес формування продуктивності сортів сої ранньостиглої групи за дії стимуляторів росту, що вносилися у фазу третього трійчастого листка.

Методи досліджень: використовувалися типові загальні та спеціальні методи досліджень у галузі агрономії. Елементи структури врожаю визначали в лабораторії розрахунковим методом Використовувалися статистичні методи дисперсійний аналіз, кластерний аналіз, порівняльно-розрахунковий, математичного моделювання тощо.

Цінність отриманих результатів полягає в уточненні сортової реакції посівів сої на обробку стимуляторами росту та оцінено їх вплив на продуктивність та якість зерна

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.

Публікації. Результати досліджень представлені широкому загалу у вигляді тез доповіді.

РОЗДІЛ 1
МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ ТА ЇЇ РЕАКЦІЯ НА ПОЗАКОРЕНЕВІ ОБРОБКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Біологічні особливості сої.

Соя – культура, що походить з тропічних та субтропічних регіонів і має специфічні вимоги до умов вирощування . Вона потребує підвищених температур під час вегетації та одночасно хорошого вологозабезпечення. Коливання нічних і денних температур негативно впливає на ростові процеси та формування генеративної системи. Оптимальна температура для росту сої протягом вегетації становить +20 … +25 °C, а для появи сходів мінімальною є 8–12 °C. Щодо посухи, то соя непогано її переносить, якщо вона не припадає на період цвітіння– формування бобів.

Морфологія сої є типовою для бобових культур, що виносять сім'ядолі. Вона формує потужну стрижневу кореневу систему, яка здатна вступати в симбіотичний зв'язок з бактеріями роду *Rhizobium*, а найпоширеніший штам – *Bradorhizobium japonicum*. Бульбочки, що утворюються на кореневій системі можу стати потужним механізмом покращення живлення рослин через активну симбіотичну діяльність та фіксацію атмосферного азоту. Подібний процес позитивно впливає на саму рослину, та є корисним з агрономічної точки зору. Азот, який акумулюється в бульбочках після відмирання рослини вивільняється в грунт [11, 14].

Листовий апарат сої також пристосований до вегетації в умовах високих температур, тому може мати опушення, або восковий наліт. В той же час соя є дуже світлолюбною культурою короткого світлового дня, тому в умовах вегетації в північних широтах подовжує тривалість вегетації. Максимальна площа листя досягається у фазу цвітіння–наливу насіння, тому до цього моменту потрібно забезпечувати рослину всі необхідним [16]. Особливістю рослин сої є її здатність до дефоліації (опадання листя) при достиганні, що спрощує збирання цієї культури.

Сорти з більшою тривалістю вегетації зазвичай інтенсивно гілкуються, якщо мають достатню кількість ресурсів та низьку конкуренцію з культурними та дикими рослинами у посіві [17]. Кожен стебловий вузол, що не гілкується потенційно може бути продуктивним. В кожному такому вузлі закладається по три китиці, але в виробничих умовах боби формуються зазвичай лише на центральній китиці. Слід відмітити, що в кожній китиці формується по 5–7 квіток, але боби розвиваються лише з тих, що ближче до основи китиці. Здатність виживати та формувати боби на верхніх квітках пов’язана з доступністю елементів живлення, вологи та реакції на стресові чинники, тому при проведенні операцій, що задовільняють ці вимоги кількість бобів в пазухах листків може суттєво зростати [15, 16].

Важливим технологічним параметром при вирощуванні сої є висотка кріплення нижнього бобу. Оскільки висота зрізу жаткою може бути вищою, ніж місце кріплення бобів це буде призводити до втрат при збиранні. Уникнути цього негативного явища можна при підборі сортів, що закладають боби вище, або при висіві з нормальною, або підвищеною нормою, щоб спровокувати незначне загущення і стимулювати рослин починати закладати боби вище.

1.2. Вплив абіотичних чинників на морфологічні параметри рослин

Абіотичні чинники, такі як світло, волога, елементи живлення та повітня є основою нормального функціювання посівів.

Світловий режим відіграє визначальну роль, оскільки під дією світла в листках відбувається процес фотосинтезу. Більша тривалість світлового дня потенційно дозволяє рослинам утворювати більше сухої речовини та складних метаболітів – білків та жирів. Недостатня кількість світла в свою чергу призводить до сповільнення росту рослин, рослини формуються нижчими, але витягуються на початку вегетації, утворюється менша кількість вузлів та

листків. Надмірна кількість світла може викликати може викликати оксидантний стрес та призвести до опіків та деструкції тканин.

Температура повітря та тривалість теплого періоду року (з температурами вище біологічного нуля сої) впливатиме на доступний набір сортів, що придатні до вирощування в конкретній кліматичній зоні. Зазвичай виробничники надають перевагу сортам, які мають коротший період достигання, бо в такому випадку, сою можна використати, як попередник для озимих зернових культур. При вегетації рослин в умовах низьких температур рослини сповільнюють фізіологічні процес, відбувається деформація стебел, утворюються листки з меншою площею листкової пластинки [22]. При надмірно високих температура рослини піддаються негативному впливу теплового стресу, що призводить до закриття продихів та сповільнення фотосинтезу. Високі температури ґрунту можуть погіршувати діяльність симбіотичних бактерій та ріст кореневої системи.

Вологозабезпечення протягом вегетації впливає на інтенсивність росту рослин – висоту рослин, площу листя та біомасу. Критичним періодом по вологозабезпеченню для сої є час від цвітіння до наливу бобів. Дефіцит вологи може викликати погіршення росту стебла, втрату тургору та опадання листя, абортацію бобів, опадання квіток, зменшення маси 1000 насінин. Надмірно високе зволоження може мати негативний вплив на кореневу систему та діяльність симбіотичної системи [8–9].

Основні макроелементи (азот, фосфор, калій) є необхідними для нормального розвитку рослин та формуванню високого врожаю [4–5].

У сої дуже великий виніс азоту з врожаєм, але значну частину цього виносу вона покриває за рахунок ґрунтових запасів та азотфіксації. Високі норми азотних добрив пригнічуються азотфіксацію, але є необхідними при високих планових показниках. Якщо планова урожайність невисока, то слід обмежтися невеликими нормами – до 60 кг/га діючої речовини азоту [4].

Якщо соя здатна фіксувати певну частину потреби в азоті з атмосферного повітря, то фосфор і калій доступний лише з ґрунту, та добрив

які в нього вносилися. Наявний в грунті калій є достатнім для формування посівів сої, але отримання високої продуктивності можливе лише при застосуванні калійних добрив в комплексі з азотними і фосфорними для оптимізації їх засвоєння [19].

Фосфор в свою чергу впливає на якісні показники насіння сої. Він підвищує продуктивність фотосинтезу, входить до речовин, що відповідають за енергетичний обмін в клітинах, є складовою різних ферментів. Від забезпеченості фосфором буде залежати кількість вузлів в рослині, розмір та маса насінини, його посівні властивості [10].

Окрім макро та мезоелементів (сірка, кальцій, магній) важливу роль у фізіологічних процесах сої відіграють мікроелементи, які поглинаються у невеликих нормах, але входять до складу ферментів, або регулюють певні фізіологічні процеси в рослині. Найважливішими мікроелементами для сої є бор, цинк, молібден, залізо та кобальт [7–8]. Бор та цинк відіграють важливу роль у рості та формуванні генеративних органів, відповідають за посухостійкість рослин. Молібден та кобальт входять до складу симбіотичної системи, тому їх доступність буде впливати також і на азотне живлення, через інтенсивність азотфіксації [7]. Залізо є складовою пігментів симбіотичних бактерій, та входить до складу численних органел і ферментів в рослини сої [6].

Дефіцит мікроелементів призводить не лише до сповільнення фізіологічних процесів, але й до підвищення сприйнятливості до хвороб та ураження шкідниками. При дефіциті вологи рослини також стають сприйнятливішими до негативної дії абіотичних факторів.

1.3. Вплив агротехнічних прийомів на продуктивність сої

Рівень агротехніки сої є важливим, оскільки дозволяє максимально реалізувати потенціал продуктивності сої за наявних ресурсів незамінних чинників.

Соя я помірновимогливою до якості обробітку грунту та здатна формувати високу біологічну врожайність на більшості грунтів України. Але погана аерація і переущільнення грунтів можуть знижувати симбіотичний потенціал та погіршувати поглинання елементів живлення [11]. Іншим негативним чинником неякісного обробітку грунту може бути строкатість посіву – наявність рослин з різною висотою, ступенем розвитку та потенціалом продуктивності [20–21]. Рослини в таких посівах будуть посилювати конкуренцію між собою та можуть зменшувати урожайність через абортацію бобів та опадання квіток [28]. Іншою проблемою поганого обробітку грунту може бути зрідження посівів та закладання бобів нижче висоти зрізу, що призведе до майбутніх втрат врожаю.

Щодо попередників, то соя добре росте після більшості злакових культур. Також слід відмітити, що соя нормально переносить повторні посіви соя-по-сої, особливо при продуманій системі захисту від хвороб і шкідників [24]. Є навіть практичні спостереження, що урожайність сої у повторних посівах на другий та третій рік може зростати, але в подальшому через накопичення збудників хвороб буде йти на спад [12–13].

Норма висіву сої також впливатиме на густоту стояння та інтенсивність гілкування рослин. В зріджених посівах конкуренція з бур’янами сильніше зменшує урожайність, а боби закладаються нижче. Проте в таких посівах рослини за сприятливих умов гілкуються і таким чином регулюють свою продуктивність, але лише у випадку, якщо сорт схильний до гілкування [18].

Часто в посівах сої використовують післяпосівне коткування, що сприяє вирівнюванню поля, а в подальшому покращує умови збирання через однакову висоту зрізку на всьому масиві поля. Коткування покращує контакт насінин з грунтом і може прискорювати початок проростання, але слід не переущільнити грунт [14]. Під час вегетації основна увага має бути приділена захисту посівів від шкідників і хвороб, які здатні погіршити якість та кількість врожаю, а також бур’янам, які знижують продуційний потенціал посівів.

При збиранні слід надавати перебігу способам мінімізації втрат. До таких відноситься використання жаток типу «флекс» зі змінною висотою зрізу, яка копіює поверхню грунту. Також слід збирати сою при оптимальній вологості для зменшення травмування насіння. Збирання перезволоженої зернової маси може призводити до втрат, а пересушеної продукуватиме більше зернової домішки.

1.4. Особливості проведення позакореневих підживлень на сої

Соя на початкових етапах вегетації розвивається дуже повільно, але позакореневі підживлення вже будуть ефективними, оскільки в рослин є велика потреба у різноманітних мікроелементах. Застосування регуляторів росту у фазу 3-5 трійчастих листків дозволяє оптимізувати перебіг основних фізіологічних процесів в рослині, стимулювати фотосинтетичну діяльність та сприяти росту та розвитку кореневої системи [23]. Це сприяє поглинанню більшої кількості елементів живлення і як наслідок закладає вищий потенціал продуктивності [30, 31]. В цей момент активно формуються бульбочки на коренях сої, тому все, що буде сприяти покращенню умов росту також позитивно впливатиме і на азотфіксацію. В цей період також відбувається закладання бічних пагонів та суцвіть у вже сформованих листкових вузлах.

Максимальна симбіотична активність настає в фазу бутонізації та цвітіння, тому позакореневі підживлення сприяють подовженню періоду активної азотфіксації. Діяльність кореневої системи знижується в зв’язку з відтоком поживних речовин до генеративних органів і може проявлятися місцевий дефіцит. Стимулятори росту які вносили завчасно можуть згладити негативний ефект на продуктивність, а також сприятимуть подоланню ймовірного впливу водного і теплового стресу [21].

На даний момент на ринку є багато стимуляторів росту, які є похідними або продуктами, що містять різні діючі речовини. Окремі стимулятори росту можуть містити хелатні форми мікроелементів, які добре поглинаються листками, а потім вводяться в обмінні цикли рослини [25–27]. Інша категорія

препаратів – антистресанти, які містять амінокислоти або інші активні речовини, які підвищують стійкість до абіотичних та біотичних чинників.

У кожному випадку дія препаратів може бути різною, тому ефективність буде залежати від дії стресового чинника, природній здатності сорту протидіяти йому та впливу стимулятора росту на рослину, або середовище навколо неї [29].

Окремою категорією є мікродобрива, які застосовуються для позакореневих підживлень. Поглинання елементів живлення з них вище, ніж з грунту, але таким способом можна покрити лише частковий дефіцит, який може виникнути [22]. Але подібні мікродози мікроелементів та певних макроелементів можу допомоги рослинам пройти критичні періоди з мінімальними втратами і служать для коригування системи удобрення.

РОЗДІЛ 2.
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польовий дослід закладався на полях ФГ «Заярок», що розташоване в селі Великополовецьке Київської області Білоцерківського району, що знаходиться в зоні Правобережного Лісостепу України.

2.1. Погодні умови у рік виконання досліджень

Погодні умови 2024 року були загалом дуже строкатими та характеризувалися високими температурами та нерівномірним розподілом опадів протягом вегетації. Гідротермічний коефіцієнт (таблиця 2.1) показує, що на початку вегетації вологозабезпечення було достатнім або з незначними посухами, а починаючи з липня ГКТ поступово зменшувався в сторону сильної посухи. Такий дефіцит вологи міг впливати на продуктивність сої та формування бобів і насіння, що могло знижувати урожайність посівів.

Таблиця 2.1

Погодні умови в рік проведення дослідження

Місяць	Т повітря, °С	Опади, мм	ГТК	Багаторічні значення	
				Т повітря, °С	Опади, мм
Квітень	12,4	79	2,1	8,9	38,6
Травень	15,8	43,6	0,9	15,3	54,6
Червень	20,8	97,5	1,6	18,4	49,8
Липень	23,2	51,9	0,7	20,0	60,4
Серпень	21,8	36,8	0,6	19,6	47,5
Вересень	19,5	20,8	0,4	15,7	48,3
За період вегетації сої	20,4	229,8		18,3	212,3

За період вегетації сої випало 229,8 мм опадів, що на 17,5 мм перевищує багаторічне значення, але середня температура повітря за цей період суттєво перевищувала багаторічне значення (18,3 °С) на 2,1°С, що неспівставно збільшувало випаровування з поверхні грунту. Найбільш жарким місяцем був

липень, коли перевищення багаторічного значення було на 3,2 °С, а кількість опадів була меншою. Підвищені температури в серпні та менша кількість опадів сприяли рівномірному достиганню рослин сої та початку збиральної кампанії раніше, ніж зазвичай.

2.2. Огляд грунтових умов

Грунтова відміна господарства є типовою для всього регіону, де розташоване господарство. Основні агрохімічні характеристики ґрунту представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Основні агрохімічні та агрофізичні показники грунту

Тип ґрунту	Механічний склад	Ємкість вбирання, мг екв/100 г	Ступінь насичення основами	pH сольової витяжки	Глибина перегнійного горизонту, см	Глибина орного шару	Вміст гумусу, %	Валовий вміст, %			Вміст рухомих форм, мг/100 г		
								N	P	K	P_2O_5	Л.-г. азот	K_2O
Чорнозем типовий	Середньосуглинковий	50	94%	7,3	125-145	32-36	4,38	0,20–0,24	0,12–0,14	2,1–2,2	105,8	129,5	125

Запаси основних елементів живлення у доступній формі є високими, що дозволяє отримувати високий врожай за рахунок природної родючості грунту. pH грунту є слаболужним, тому доступність певних елементів може трохи погіршуватися, а вміст гумусу є достатньо високим – 4,38 %, тому слугує резерватором поживних речовин, які стануть доступні при мінералізації.

2.2. Схема та методика проведення досліджень

Польовий дослід закладався в 2024 році в полі під сою. Для досягнення мети досліджень закладався польовий дослід за двофакторною схемою (таблиця 2.3). Фактором А виступали ранньостиглі сорти сої – Ніагара, Рапсодія, Кіото, а фактором Б – стимулятори росту Ерайз Р (1,2 л/га), Атонік Плюс (0,2 л/га), Терра-Сорб комплекс (1,2 л/га) та контроль без внесення стимуляторів. Стимулятори вносилися в фазу третього трійчастого листка сої в нормі 300 л/га робочого розчину.

Таблиця 2.3.

Схема проведення досліджень

Фактор А – Сорти	**Фактор В – Позакореневі обробки**
• Ніагара • Рапсодія • Кіото	1. Контроль (без біостимуляторів) 2. Ерайз, Р, 1,2 л/га 3. Атонік Плюс, 0,2 л/га 4. Терра-Сорб Комплекс, 1,2 л/га

Повторність досліду триразова. Площа однієї ділянки – 36 м^2 загальна, 24 м^2 облікова.

Попередником виступала пшениця озима. Типова технологія вирощування в господарстві, що застосовується щорічно передбачає дискування після збирання попередника (пшениця озима) та пізню зяблеву оранку (в жовтні). Весняний обробіток проводять з використанням борони зубовидної БЗТС-1 при фізичній стиглості грунту, а в день сівби проводять передпосівну культивацію на 10-12 см культиватором КН-3,8. Після сівби за потреби проводять досходове боронування для руйнування грунтової кірки та боротьби з бур’янами. Під час вегетації бур’яни контролюють хімічним способом – внесенням гербіцидів.

Для протруювання сої у господарстві використовують наступні препарати: Максим XL 1л/т (25 г/л Флудиоксоніл +10 г/л металаксилу–М) + Гуміфілд Форте Брікс 0,8 л/т + Канонір Ультра (Імідаклоприд, 600 г/л) 500 г/т.

Насіння перед сівбою обробляли інокулянтом Ризоактив концентрат (на основі бактерій *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, *Bradyrhizobium japonicum* eko/002, *Bradyrhizobium japonicum* eko/003) з розрахунку 2 л/т насіння.

Норма висіву насіння сої становила 400 тисяч схожих насінин/га, глибина сівби 4-6 см, спосіб сівби – звичайний рядковий з міжряддям 15 см. Сівбу проводили, коли температура грунту становила +10 ºС і більше.

В досліді проводили **наступні обліки та спостереження**:

1. Фенологічні фази та їх тривалість відмічали при досягненні певної фази більше 50 % рослин.

2. Польову схожість, виживання рослин та густоту стояння визначали підрахунком кількості рослин на двох суміжних рядках довжиною 1 м з наступним перерахунком на гектар.

3. Площу листкового апарату визначали у фазу наливу бобів способом сканування листків рослин та вирахуванням площі комп'ютерними методами.

4. Висоту рослин та місце кріплення нижнього боба вимірювали у фазу повної стиглості.

5. Кількість продуктивних вузлів визначали як середнє значення з 10 рослин. Продуктивним вважається вузол, що містив боби хоча б з однією насіниною.

6. Кількість бобів на рослині, масу насіння з рослини визначали, як середнє з 10 рослин

7. Масу 1000 насінин визначали з трьох наважок по 500 насінин.

8. Урожайність визначали обмолотом пробного снопа з 1 $м^2$.

9. Вміст білка та жиру визначали методом інфрачервоної спектрометрії.

10. Економічну ефективність розраховували на основі матеріалів та технологічних карт, що надані господарством.

РОЗДІЛ 3
ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ СОЇ ЗА ОБРОБКИ СТИМУЛЯТОРАМИ РОСТУ

3.1. Виживання та густота стояння сої рослин протягом вегетації

Середнє значення кількості рослин у фазу сходів становило 346,3 тис. шт./га (таблиця 3.1). Польова схожість різних сортів мало різнилася між собою і залежала від якості насіння, тому можна стверджувати, що густота стеблостою сої на початок вегетації на всіх варіантах була подібною.

Таблиця 3.1

Польова схожість та виживання рослин протягом вегетації

Сорт	Регулятор росту	Повні сходи, тис. шт./га	Польова схожість, %	Густота стояння на момент збирання	Виживання протягом вегетації, %
Ніагара	Контроль	340	85,0	286	84,1
	Ерайз	337	84,3	285	84,6
	Атонік	338	84,5	271	80,2
	Терра-Сорб	342	85,5	279	81,6
Рапсодія	Контроль	350	87,5	291	83,1
	Ерайз	354	88,5	289	81,6
	Атонік	350	87,5	278	79,4
	Терра-Сорб	352	88,0	286	81,3
Кіото	Контроль	348	87,0	271	77,9
	Ерайз	348	87,0	278	79,9
	Атонік	350	87,5	266	76,0
	Терра-Сорб	346	86,5	279	80,6
Середнє		346,3	86,6	279,9	80,9

Щодо виживання рослин протягом вегетації, то найбільше значення було у сорту Ніагара, де на контрольному варіанті цей показник становив 84,1 %, а на варіантах з внесенням Атонік та Терра-Сорб зменшувався до 80,2–81,6 %. В сорту Рапсодія на варіантах з обробкою стимуляторами росту також зменшувалося виживання рослин – з 79,4 % до 81,6 %.

В сорту Кіото було найменше виживання рослин серед всіх сортів. На контрольному варіанті в кінці вегетації залишалося 77,9 % рослин порівняно з повними сходами, а при застосуванні Ерайз і Терра-Сорб це значення зростало до 79,9–80,6 %.

Середня чисельність рослин на момент збирання становила 279,9 тис. шт./га. Сорт рапсодія несуттєво перевищував це значення, а Кіото на декількох варіантах мали нижчі показники.

3.2. Тривалість фенологічних фаз

Досліджувані сорти характеризувалися подібною тривалістю вегетаційного періоду та датами настання фази цвітіння. Встановлено, що від появи сходів до початку цвітіння найбільше часу знадобилося посівам сорту рапсодія, де цей показник становив 38–39 діб, а найменше Кіото – 35–37 діб (таблиця 3.2). В сорту Ніагара цей показник становив 37 діб. Обробка регуляторами росту мала різний вплив на початок цвітіння сої. У сорту Кіото при обробці посівів стимуляторами росту настання цвітіння затримувалося на 1-2 доби (2 доби при обробці Атонік Плюс, в сортів Рапсодія та Ніагара цвітіння майже не затримувалося.

Оскільки стимулятори росту впливають на формування вегетативних (продуктивні вузли) та генеративних органів, то таким чином вони збільшують тривалість періоду цвітіння сої та частково впливають на загальну тривалість вегетації. Наприклад у сорту Кіото тривалість цвітіння зростає з 17 діб (на контролі) до 19–20 діб, в сорту Ніагара з 17 до 18–19 діб, а в Рапсодії з 15 до 17–19 діб.

Таблиця 3.2

Тривалість основних періодів вегетації сої, діб

Сорт	Регулятор росту	Фенологічна фаза/період			Вся вегетація
		Сходи-цвітіння	Тривалість цвітіння	Цвітіння – Повна стиглість	
Ніагара	Контроль	37	17	70	107
	Ерайз	37	19	73	110
	Атонік	37	18	72	109
	Терра-Сорб	37	19	73	110
Рапсодія	Контроль	38	15	65	103
	Ерайз	39	17	68	106
	Атонік	39	19	70	108
	Терра-Сорб	38	17	67	105
Кіото	Контроль	35	17	70	105
	Ерайз	36	19	73	108
	Атонік	37	20	75	110
	Терра-Сорб	36	20	74	109
Середнє		37,2	18,1	70,8	107,5

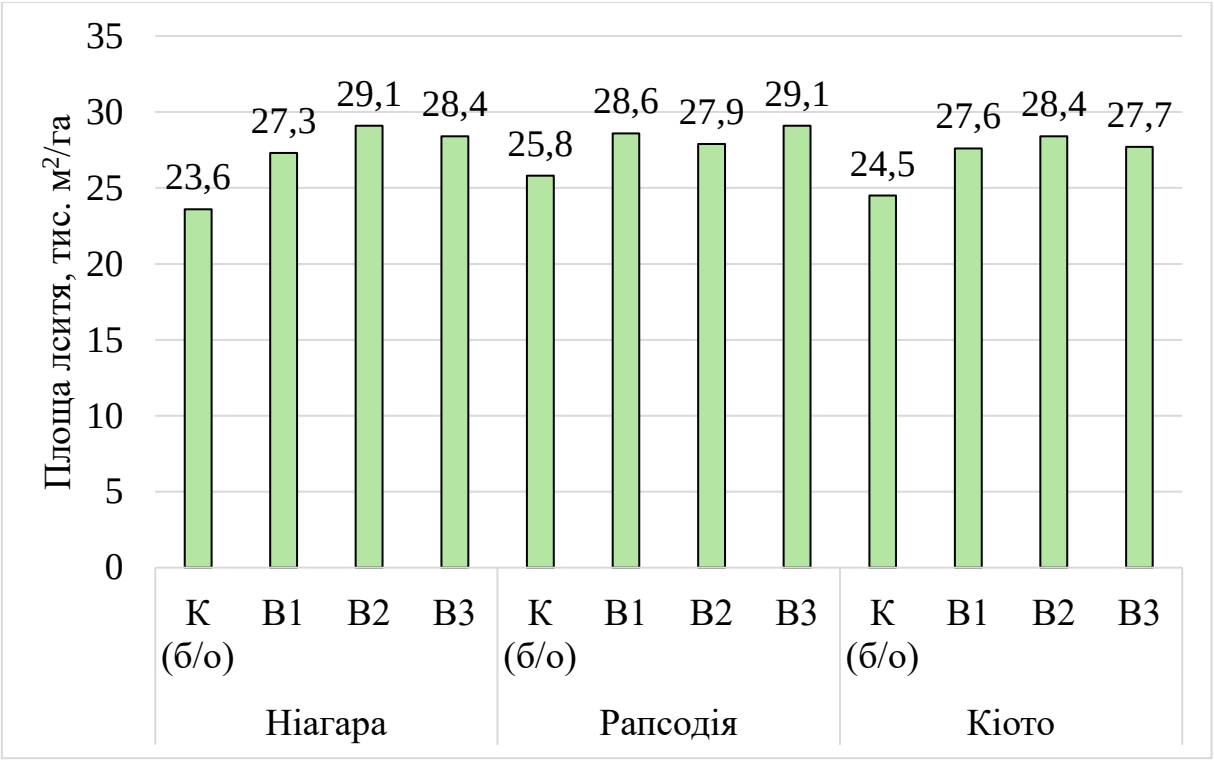
Застосування стимуляторів росту призвело до збільшення тривалості вегетації у сорту Ніагара до 109–110 діб порівняно з 107 добами у контролю, в сорту Рапсодія загальна вегетація становила 103 доби на контролі та 105–108 діб при обробці (максимум у варіанту з внесенням Атонік Плюс), а в Кіото зростання було з 10 діб до 108–110 діб.

3.3. Площа листкового апарату сої в фазу наливу бобів

Ранньостиглі сорти сої характеризуються обмеженим ростом стебла, тому максимуму листової поверхні досягають в період формування та наливу бобів. Нами було встановлено, що стимулятори росту, які вносилися в фазу

третього трійчастого листка (ВВСН 15) мали позитивний вплив на формування листкового апарату та його максимального значення.

Встановлено, що посіви сорту Ніагара (рис. 4.1) на контрольному варіанті без обробок формували площу листя в середньому 23,6 тис. м^2/га, тоді як внесення стимулятору росту суттєво підвищувало цей показник (27,3 тис. м^2/га). Терра–Сорб (28,4 тис. м^2/га) також позитивно впливало на цей показник, що давало суттєву прибавку порівняно з Ерайз, а внесення Атонік Плюс сприяло формуванню максимального значення у цього сорту – 29,1 тис. м^2/га.



Примітка: НІР$_{05}$ = 0,44 тис. м^2/га. Скорочення: В1 – Ерайз, В2 – Атонік плюс, В3 – Терра-Сорб комплекс.

Рис. 3.1. Площа листя сої у фазу початку наливу бобів, тис. м^2/га

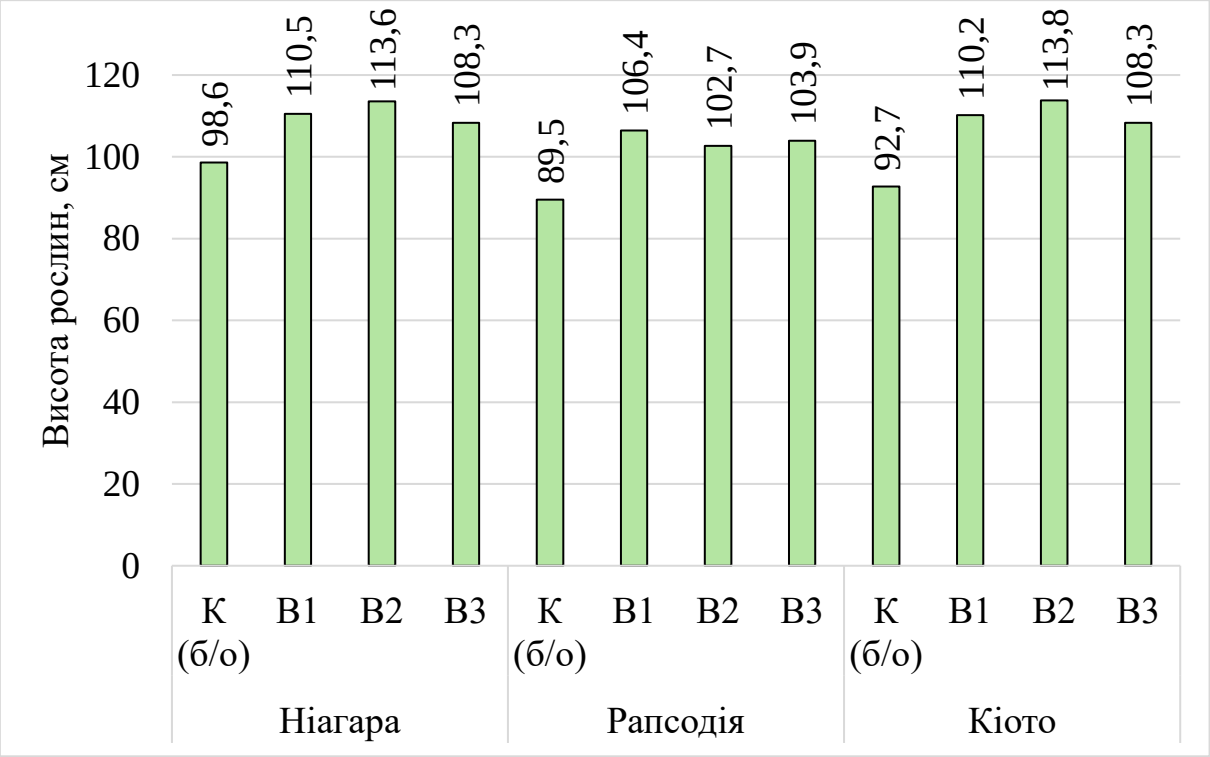
У сорту Рапсодія стимулятори росту також сприяли збільшенню площі листкового апарату. На контрольному варіанті вона становила 25,8 тис. м^2/га, що було також найбільшим значенням серед досліджуваних сортів. При обробці регуляторами росту це значення зростало до 27,9 тис. м^2/га у варіанту

Атонік Плюс, 28,6 тис. м^2/га у Ерайз та максимальне значення було при обробці Терра-Сорб комплекс.

Сорт Кіото на контрольному варіанті формував 24,5 тис. м^2/га листкового апарату, а при застосуванні Ерайз та Терра–Сорб комплекс відповідно 27,6 і 27,7 тис. м^2/га. Обробка посівів Атонік Плюс давала також істотну прибавку до площі листя порівняно з іншими стимуляторам, а максимальна площа за вегетацію становила 28,4 тис. м^2/га.

3.4. Висота рослин

Стимулятори росту вносили а ранніх етапах формування рослини, тому мали позитивний вплив на формування кількості вузлів стебла і відповідно висоти рослини. На контрольному варіанті висота рослин сорту Ніагара в середньому становила 98,6 см, в сорту Рапсоді 89,5 см, а в Кіото – 92,7 см. (рис. 3.2). На всіх сортах регулятори росту давали істотну прибавку до висоти.



Примітка: НІР$_{05}$ = 4,2 см. Скорочення: В1 – Ерайз, В2 – Атонік плюс, В3 – Терра-Сорб комплекс.

Рис. 3.2. Висота рослин сої у фазу повної стиглості, тис. м^2/га

Висота рослин сорту Ніагара становила 108,3–113,6 см при обробці стимуляторами росту, а найбільше значення було при обробці Атонік Плюс. В сорту Рапсодія оброблені посіви формували 102,7–106,4 см у висоту, а в Кіото 108,3–113,8 см. Слід зазначити висота оброблених посівів сортів Кіото та Ніагара подібні, тоді як на контрольному варіанті між цими сортами є суттєва різниця.

3.5. Висота прикріплення нижнього боба

Показник висоти прикріплення нижнього боба є важливим технологічним параметром, що визначатиме висоту зрізу та потенційні втрати врожаю при збиранні. Зазвичай стимулятори росту, які мають вплив на довжину стебла також сприяють закладанню перших продуктивних вузлів вище над рівнем грунту.

Загалом на контрольному варіанті середня висота кріплення бобу становила 12,2 см, але спостерігалася сортова реакція на формування цього показника (таблиця 3.3). Наприклад, сорт Кіото перший біб закладав на висоті 11,0 см, а Рапсодія на 13,1 см. В контексті сортів Найвище закладання бобів було в сорту Ніагара (13,7 см), а найменше у Кіото (11,4 см).

Таблиця 3.3

Висота прикріплення нижнього боба, см

Сорт (А)	Стимулятори росту (В)				Середнє по сорту
	К	В1	В2	В3	
Ніагара	12,6	14,2	14,1	13,9	13,7
Рапсодія	13,1	13,5	13,8	13,6	13,5
Кіото	11,0	11,6	11,5	11,5	11,4
Середнє по обробці	12,2	13,1	13,1	13,0	Х
$НІР_{05\ загальне}$	0,2				
$НІР_{05}$ А	0,1				
$НІР_{05}$ В	0,1				

Примітка: В1 – Ерайз, В2 – Атонік плюс, В3 – Терра-Сорб комплекс.

Стимулятори росту істотно впливали на висоту закладання першого боба порівняно з контролем, але між ними не було суттєвої різниці. Найбільш чутливим сортом до стимуляторів росту виявилася Ніагара, де висота кріплення зростала з 12,6 см до 13,9–14,2 см, а в сортів Кіото і Рапсодія де цей показник зростав лише на 0,4–0,7 см.

Висновок до розділу:

Стимулятори росту давали істотну прибавку до максимального значення площі, висоти рослин та кріплення нижнього боба. Збільшення тривалості вегетації в комплексі зі збільшення інших параметрів потенційно сприяє формуванню кращої продуктивності та урожайності зерна.

РОЗДІЛ 4
ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

4.1. Кількість продуктивних вузлів

Ранньостиглі сорти сої протягом вегетації можуть взагалі не гілкуватися. В той же час це обумовлює обмеження потенціалу продуктивності сої, тому потрібно підбирати такі норми висіву, щоб соя могла повністю реалізувати свій потенціал, а кількість продуктивних вузлів на рослині не була обмежуючим чинником.

В проведеному польовому дослідів в 2024 році соя майже не гілкувалася, проте поодинокі рослини формували бічні гілки. В середньому на кожній рослині формувалося більше 11 продуктивних вузлів які розташовувалися на головному (а часто єдиному) пагоні (рис. 4.1).

Примітка: $НІР_{05}$ = 0,2 шт. Скорочення: В1 – Ерайз, В2 – Атонік плюс, В3 – Терра-Сорб комплекс.

Рис. 4.1. Кількість продуктивних вузлів сої за обробки стимуляторами росту

Найменша кількість вузлів формувалася у рослин сорту Кіото. Слід врахувати, що приріст вузлів при обробці є статистично суттєвим, але реально мало помітним. Найкращий ефектна збільшення кількості продуктивних вузлів був при застосуванні препарату Атонік Плюс, де їх число зростало на 0,8 шт. порівняно з контролем (11,3 шт./рослина). Інші регулятори росту давали прибавку лише в 0,2–0,3 вузли на рослину в сорту Кіото, що трохи перевищувало $НІР_{05}$.

Сорт Рапсодія формував більшу кількість на контрольному варіанті – 12,5 шт./рослина, а при обробці посівів Терра-Сорб комплекс це значення зростало до 12,8 шт. Найбільше вузлів формувалося при обробці посівів Атонік Плюс, як і в попереднього сорту.

Найбільш значима та видима прибавка до кількості продуктивних вузлів була в сорту Ніагара, де обробка посівів стимуляторами росту давала прибавку в 0,8–1,6 вузли на рослину. Слід відмітити, що на контрольному варіанті це сорт формував також суттєво більше вузлів (13,0 шт./рослина), ніж інші. Обробка посівів Терра-Сорб комплекс сприяла формуванню 13,8 вузлів на рослині, а при обробці Ерайз і Атонік Плюс відповідно –14,6 і 14,5 шт./рослина.

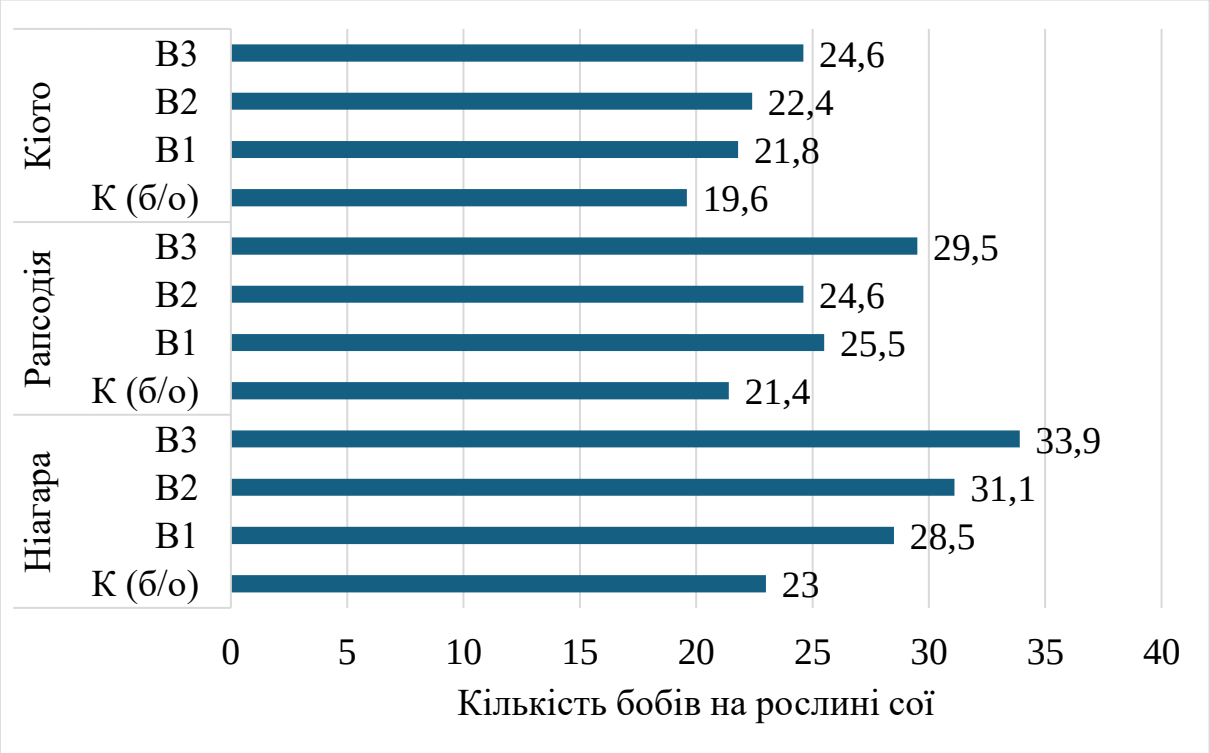
4.2. Параметри генеративної системи сої

Кожен вегетативний вузол має зачатки генеративних органів, тому фактично може бути продуктивним. Важливість показника «кількість продуктивних вузлів» зростає тоді, коли інші ресурси збільшення продуктивності рослини вичерпуються. Як показують наші дослідження, соя не використала весь генеративний потенціал, тому слід оцінити вплив стимуляторів росту на інші параметри генеративної продуктивності – кількість бобів та насіння з рослини, масу насіння та масу 1000 насінин. Ці параметри можуть варіювати в широкому діапазоні під дією абіотичних чинників, тому протидіє негативному впливу за дії стимулятору можу проявлятися по різному.

4.2.1. Кількість бобів

В кожному продуктивному вузлі сої формується до 3 китиць, але часто розвиваються боби лише на центральній китиці. Вірогідність абортації бобів зростає при віддаленні бобу від основи китиці, тому частіше всього кількість бобів в кожному вузлі є однаковою, а загальна кількість бобів з рослини корелює з цим показником. Досліджувані сорти виявилися більш чутливими до збільшення кількості бобів за обробки стимуляторами росту, ніж кількість продуктивних вузлів.

Сорт Ніагара виявився найбільш мінливим за кількістю бобів на рослині (рис. 4.2). На контрольному варіанті він формував 23 боби, а при обробці Ерайз їх кількість зростала на 5,5 шт. (майже 20 %), а при обробці Атонік Плюс і Терра-Сорб комплекс відповідно на 8,1 і 10,9 шт. відповідно. Можна констатувати, що вплив від застосування стимуляторів росту проявляється у покращенні умов живлення в кожному вузлі та протидії абортації, а не формуванню вузлів як таких.



Примітка: $НІР_{05}$ = 0,4 шт. Скорочення: В1 – Ерайз, В2 – Атонік плюс, В3 – Терра-Сорб комплекс.

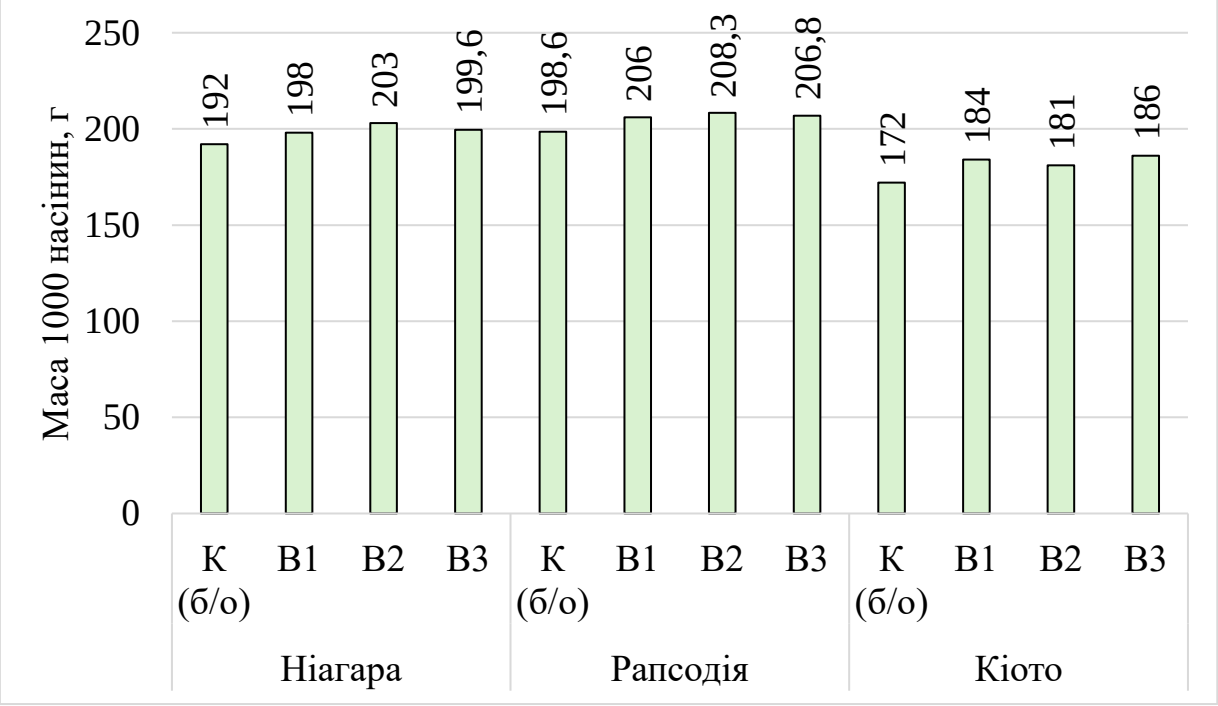
Рис. 4.2. Кількість бобів на рослині сої за обробки стимуляторами росту

Сорт Кіото мав подібну тенденцію, але відхилення від контролю (19,6 шт./рослина) було меншим. Обробка посівів Ерайз призводила до формування на рослині 2,2 додаткових бобів, а при обробці Атолік Плюс – 2,8 шт. Найбільший ефект був від застосування терра-Сорб комплекс де приріт сягав майже 25 % (+5 бобів/рослина).

Сорт Рапсодія займав проміжне місце за кількістю бобів на контрольному варіанті – 21,4 шт. За обробки посівів Ерайз та Атонік плюс це значення зростало відповідно на 3,2 і 4,1 шт., а максимуму (29,5 шт./рослина) досягало при обробці Терра-Сорб комплекс.

4.2.2 Маса 1000 насінин

Маса 1000 насінин сої у всіх сортів істотно зростала при обробці посівів регуляторами росту, проте у суттєво менших відносних показниках (рис. 4.3).



Примітка: $НІР_{05}$ = 3,3 г. Скорочення: В1 – Ерайз, В2 – Атонік плюс, В3 – Терра-Сорб комплекс.

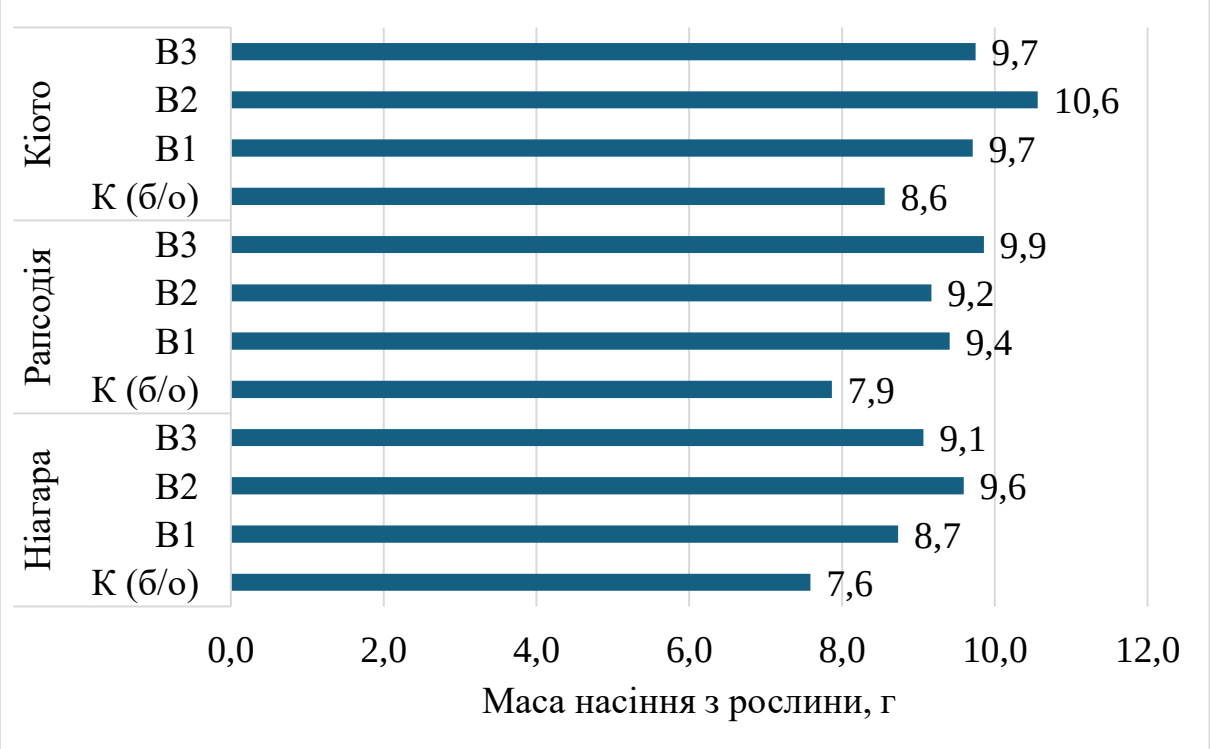
Рис. 4.3. Маса 1000 насінин сої за обробки стимуляторами росту

Найменша маса 1000 насінин формувалася у сорту Кіото – 172 г на контрольному варіанті та 181–186 г при обробці стимуляторами росту, що було суттєво порівняно з контролем.

У сорту Ніагара маса 1000 насінин також зростала за обробок з 192 г до 198–203 г, що у відносних показниках нижче, ніж в Кіото. Подібна ситуація була в сорту Рапсодія, де маса 1000 насінин збільшувалася з 198,6 г до 206–208,3 г.

4.2.3. Маса насіння з рослини

Маса насіння з рослини коливалася у суттєво більших відносних рамках (рис. 4.4). На контрольному варіант сорт Ніагара формував 7,6 г зерна з рослини, а при внесені Ерайз це показник зростав до 8,7 г. Ще суттєвіше маса зерна з рослини збільшувалася при використанні Атонік Плюс та Терра-Сорб комплекс, де ці значення відповідно становили 9,1 і 9,6 г.



Примітка: $НІР_{05}$ = 0,3 г. Скорочення: В1 – Ерайз, В2 – Атонік плюс, В3 – Терра-Сорб комплекс.

Рис. 4.4. Маса насіння з рослини сої за обробки стимуляторами росту

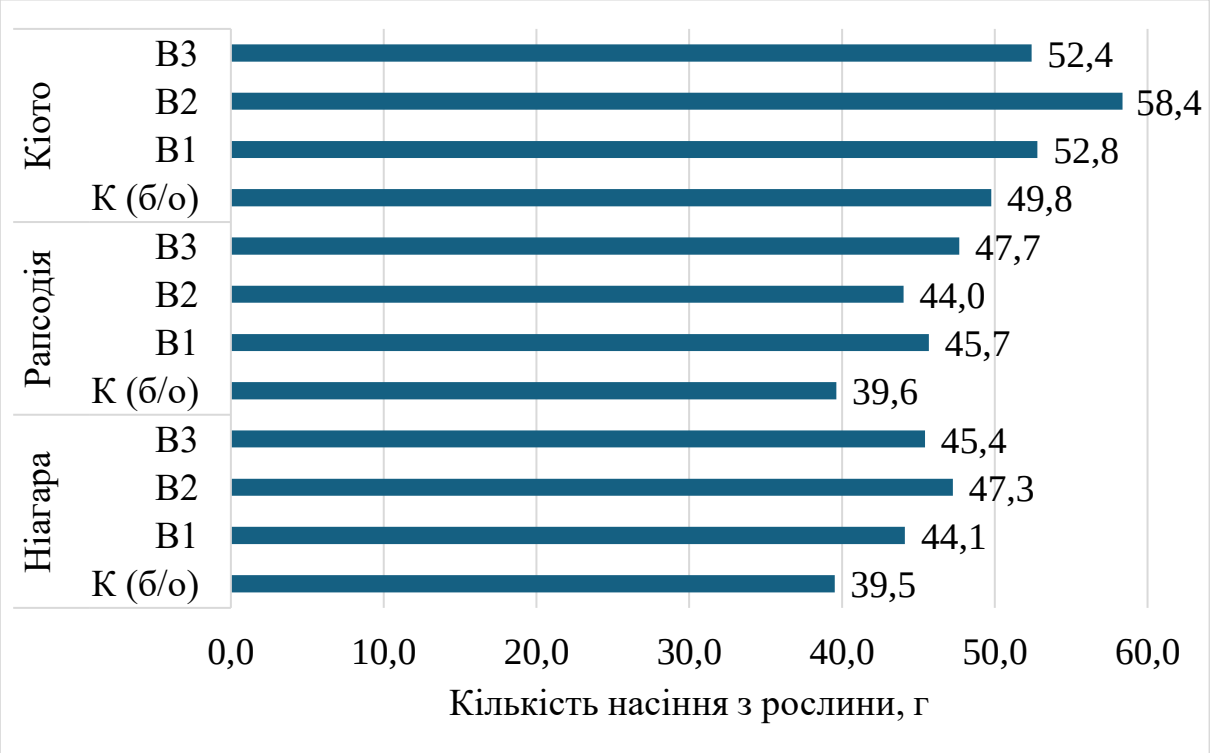
У сорту Рапсодія маса зерна з рослини зростала від 7,9 г (на контролі) до 9,2–9,9 г за обробки стимуляторами росту, з максимумом у Терра-Сорб комплекс.

У сорту Кіото на контрольному варіанті формувалося найбільше зерна – 8,6 г, а обробка посівів Ерайз та Терра-Сорб збільшувала це значення до 9,7 г, тоді як максимального значення 10,6 г можна було досягти при обробці Атонік Плюс.

4.2.4. Кількість насінин з рослини

Оскільки маса 1000 насінин коливалася у вузькому діапазоні, тому і кількість насінин з рослини буде повторювати тенденцію показника маса зерна з рослини.

Сорт Кіото (рис. 4.5) формував суттєво більшу кількість насіння, ніж інші. На контрольному варіанті цей показник досягав 49,8 шт., що більше, ніж на кращих варіантах інших сортів.



Примітка: $НІР_{05}$ = 0,8 шт. Скорочення: В1 – Ерайз, В2 – Атонік плюс, В3 – Терра-Сорб комплекс.

Рис. 4.5. Кількість насіння з рослини за обробки стимуляторами росту

Застосування стимуляторів росту Ерайз та Терра-Сорб комплекс сприяло формуванню в середньому 52,4–52,8 насінин з рослини, а при обробці Атонік Плюс цей показник зростав до 58,4 шт./рослина.

В сорту Ніагара обробка посівів Атонік Плюс також сприяла утворенню найбільшої кількості насіння з рослини – 47,3 шт., тоді як на контролі було 39,5 шт., а на інших варіантах 44,1–45,4 шт.

В сорту Рапсодія більш ефективною виявилася обробка посівів Терра-Сорб комплексом, де формувалося 47,7 насінин з рослини, тоді як в інших варіантів це значення сягало 44–45,7 шт., а на контролі 39,6 шт.

4.2. Урожайність сої за обробки регулятором росту

Урожайність сої є результатом взаємодії всіх елементів структури врожаю, тому позитивний вплив стимуляторів росту на кожен показник внаслідку збільшує суттєво урожайність посівів (таблиця 4.1).

В середньому по сортам найнижче значення урожайності в досліді було у сорту Ніагара – 2,45 т/га, тоді як Кіото та Рапсодії формувалося суттєво більше зерна – 2,64 і 2,6 т/га відповідно, але без суттєвої різниці між ними.

Таблиця 4.1

Урожайність сої залежно від обробки регулятором росту

Сорт	Стимулятори росту				**Середнє по сорту**
	К	В1	В2	В3	
Ніагара	2,17	2,49	2,60	2,53	**2,45**
Рапсодія	2,29	2,72	2,55	2,82	**2,60**
Кіото	2,32	2,70	2,81	2,72	**2,64**
Середнє по обробці	**2,26**	**2,64**	**2,65**	**2,69**	Х
$НІР_{05\ загальне}$	0,08				
$НІР_{05}$ А	0,04				
$НІР_{05}$ Б	0,04				

Стимулятори росту також давали істотну прибавку до урожайності. На контрольному варіанті формувалося в середньому 2,26 т/га зерна, при обробці Ерайз та Атонік Плюс цей показник зростав до 2,64–2,65 т/га, а при застосуванні Терра-Сорб комплекс досягав максимуму – 2,69 т/га.

В розрізі сортів стимулятори росту мали різний вплив. У сорту Ніагара найефективнішим був Атонік Плюс, де прибавка порівняно з контролем становила 0,43 т/га (урожайність 2,6 т/га), як і в сорту Кіото де прибавка становила 0,49 т/га. В сорту Рапсодія найефективнішим виявився Терра-Сорб комплекс де приріст сягав 0,53 т/га.

4.3. Якість зерна сої

Стимулятори росту мали також позитивний вплив на вміст основних органічних сполук в насінні сої – білку та жиру (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

Вміст білку та жиру в насінні сої

Сорт	Регулятор росту	Вміст білку, %	Вміст жиру, %
Ніагара	Контроль	39,1	19,6
	Ерайз	40,6	19,9
	Атонік	40,5	19,7
	Терра-Сорб	40,2	19,8
Рапсодія	Контроль	32,3	20,6
	Ерайз	34,6	21,5
	Атонік	33,8	20,9
	Терра-Сорб	34,5	21,4
Кіото	Контроль	35,8	18,6
	Ерайз	36,7	19,3
	Атонік	35,9	19,8
	Терра-Сорб	36,5	19,5
$НІР_{05}$		0,59	0,33

Досліджувані сорти значно варіювали за вмістом білку, що є сортовою ознакою. Сорт Ніагара на контрольному варіант формував зерно з вмістом білку на рівні 39,1 %, тоді як у Рапсодії цей показник сягав 32,3 %, а в Кіото – 35,8 %. Застосування стимуляторів дозволило збільшити вміст білку в насіння сорту Ніагара до 40,2–40,6 %, без істотної різниці між обробками. В сорту Рапсодія вміст білка зростав до 33,8 % при застосуванні Атонік Плюс та до 34,5–34,5 % у варіантів Ерайз і Терра-Сорб комплекс.

В сорту Кіото обробка Атонік плюс не давала істотної прибавки порівняно з контролем (35,9 і 35,8 % відповідно), тоді як Ерайз і Терра-Сорб комплекс збільшували вміст білка істотно (36,5–36,7 %).

Щодо вмісту жиру, то сорт Ніагара не мав істотного приросту цього показника від застосування стимуляторів росту (19,7–19,9 % порівняно з 19,6 % на контролі), тоді як в Кіото всі регулятори росту істотно збільшували вміст жиру (19,3–19,8 %) порівняно з 18,6 % на контролі. В сорту Рапсодія за впливом на цей показник ефективними виявилися Ерайз та Терра-Сорб комплекс.

Висновок до розділу:

Стимулятори росту дозволили отримати вищі показники продуктивності сої, а також підвищили якість насіння. Всі препарати мали хороший вплив на вміст білка, а от вміст жиру змінювався у вужчому діапазоні. Збільшення кількості та маси зерна з рослини пов’язане з подоланням негативного впливу стресових чинників, що також дозволило підвищити крупність зерна та масу 1000 насінин.

РОЗДІЛ 5
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ (РЕЗУЛЬТАТИ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ О.С. СУХИНИ ТА РОМАНЕНКА Д.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, грунтово-кліматичних та технологічних умов різних господарств.

5.1.1. Мінливість урожайності.

Після проведеного дисперсійного аналізу встановлено, що найбільший на формування урожайності мала локація проведення досліджень, що обумовлювало 39 % всієї варіації цього показника (рис. 5.1). В той же час стимулятори росту обумовлювали 30 % варіації, а на третьому місці з 11 % варіації була взаємодія цих чинників. Сортова реакція на стимулятори росту проявляла себе лише у 8 % відхилень.

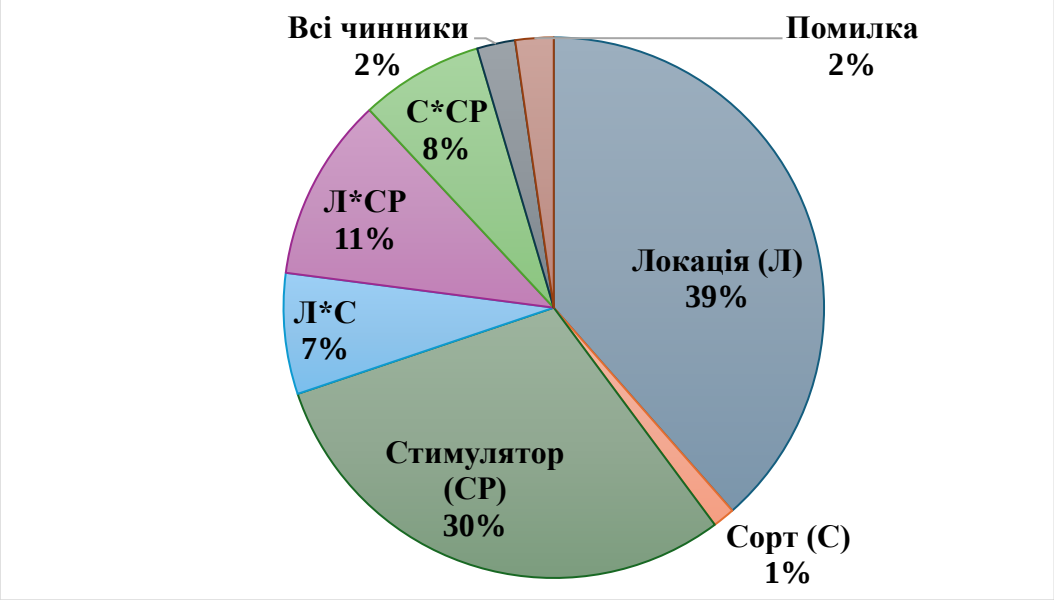


Рис. 5.1. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні врожайності

5.1.2 Мінливість маси зерна з рослини

На масу зерна з рослини визначальний вплив також мала вплив локація проведення дослідів (рис 5.2), що обумовлювала 68 % варіації. Стимулятори росту впливали лише на 15 % відхилень, а частка сортового чинника була на рівні 3 %. Взаємодія цих чинників з місцем розташування дослідів становила близько 4–5 %.

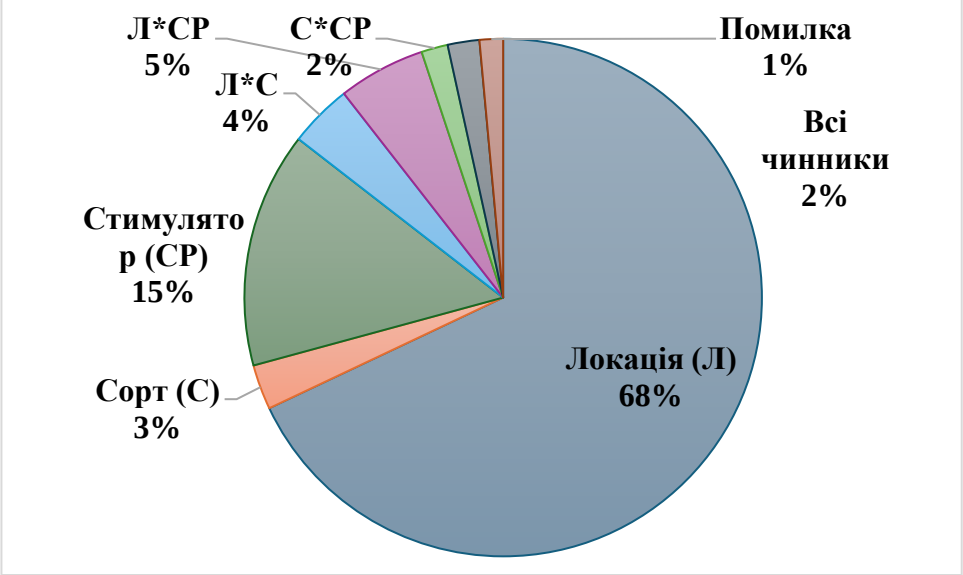


Рис. 5.2. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні маси зерна з рослини

Загалом середня маса насіння з рослини в умовах ФГ «Заярок» становила 9,15±0,84 г, а в умовах ТОВ «Агросвіт» – 7,25±0,41 г. різниця між середніми значеннями по локації більша, ніж різниця по сортам і стимуляторам.

5.1.3 Мінливість кількості бобів з рослини

Умови вирощування також суттєво впливали на формування бобів на рослині, оскільки окрім режиму зволоження відрізнялися параметри сівби сої – норма висіву та ширина міжряддя. В зв’язку з цим вплив чинника локації обумовлював 56 % відхилень (рис. 5.3), а сорт і стимулятори росту відповідно по 13 та 11 %.

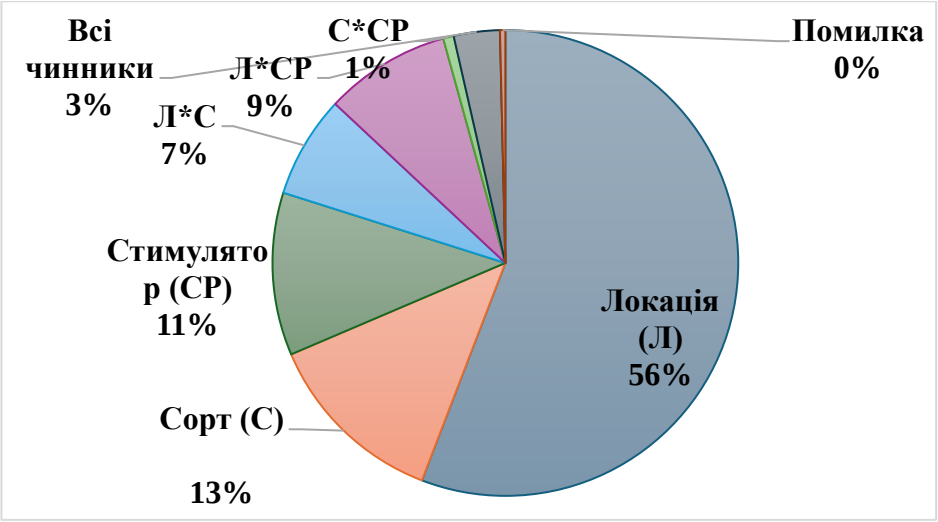


Рис. 5.3. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні кількості бобів на рослині

Взаємодія чинників локації з сортом і з стимуляторами росту обумовлювала 7 і 9 % відхилень відповідно, тоді як всі три чинники при взаємодії формували лише 3 %.

5.1.4 Мінливість маси 1000 насінин

На масу зерна основний вплив мала локація досліду, тому що в умовах ТОВ «Агросвіт» посіви потрапили під дію посухи і формували дрібне і щупле насіння, тому вплив локації на цей показник був визначальним (рис. 5.4).

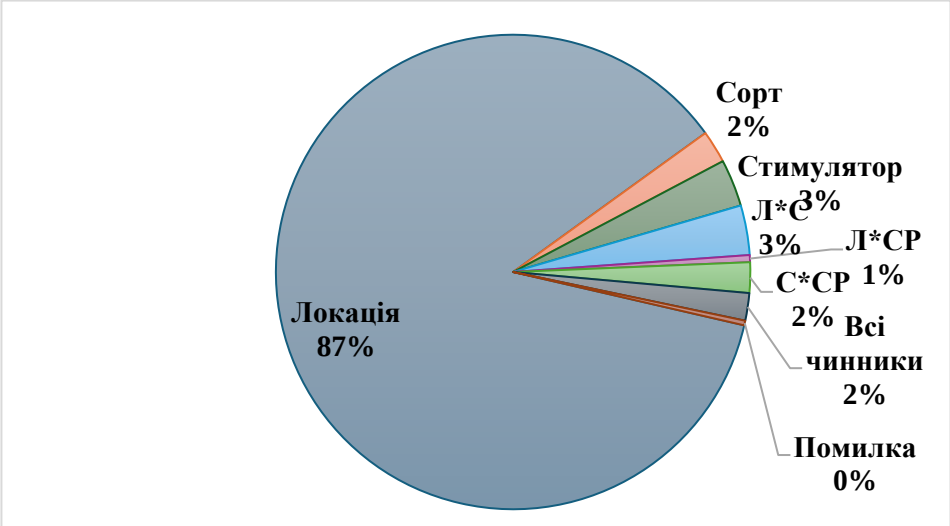


Рис. 5.4. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні маси 1000 насінин

5.1.5 Мінливість висоти рослин

Подібна до маси 1000 насінин була і ситуація з висотою рослин. Оскільки висота рослин формувалася протягом всього періоду вегетації, то стимулятори росту частково змогли реалізувати ростові процеси в умовах дефіциту вологи, тому розподіл участі факторів становив 80 % по локації иа 17 % по стимуляторам росту (рис.5.5).

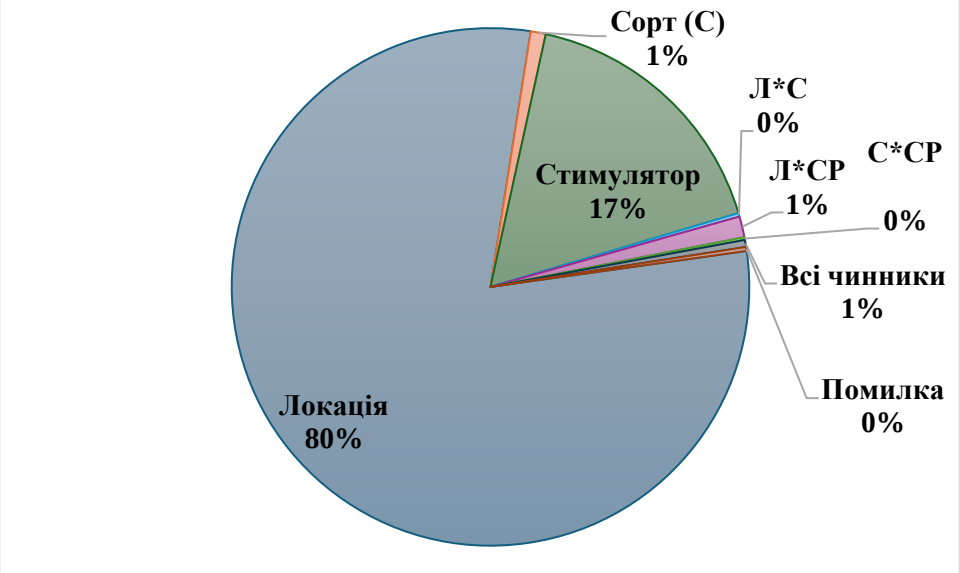


Рис. 5.5. Дисперсійний аналіз та частка участі чинників у формуванні висоти рослин

5.2. Кластерний аналіз зв’язку між основними характеристиками

Ми провели кластерний аналіз зв’язків між різними параметрами продуктивності посівів та побудували відповідні моделі.

Як показав кластерний аналіз показники сої на обох ділянках перебувають в подібних залежностях, але лінійна відстань між параметрами залежить від локації (рис. 5.6).

На дослідній ділянці Романенка Д.С. зв’язок між характеристиками в середньому був тісніший, ніж в умовах ФГ «Заярок»

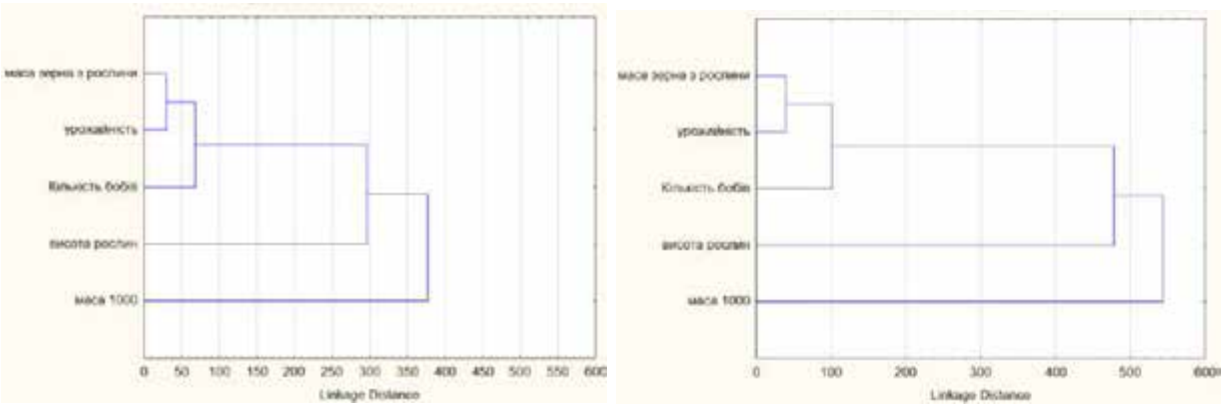


Рис. 5.6. Кластерний аналіз зв’язку між основними елементами продуктивності (лівий кластер побудований по даних Романенка Д.С., правий – по даних Сухини О.С.)

Подібність кластерів та рівнів взаємодії основних характеристик сої ранньостиглої групи при обробці стимуляторами росту вказує, що фактично основні продуційні процеси в них подібні, але масштаб реалізації продуктивності залежить від умов вирощування, на що вказує різниця у відстані зв’язків на кластерній діаграмі.

РОЗДІЛ 6
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЛІПШЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Основною метою ведення сільського господарства є отримання прибутку, тому елементи технології, які дозволяють збільшити дохід при незначному збільшенні витрат завжди приваблюють товаровиробників. Основними складовими затратної частини вирощування сої є оренда, вартість добрив та засобів захисту насіння, паливно-мастильні матеріали та деякі накладні витрати (таблиця 6.1). Частка стимуляторів росту в затратах є невеликою, особливо якщо вони використовуються у баковій суміші з іншими засобами захисту.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність технології вирощування сої

Сорт	Обробка	Урожайність, т/га	Вартість продукції тис. грн	Затрати, тис. грн/га	Собівартість, т	Прибуток, тис. грн.	Рентабельність, %
Ніагара	К	2,17	35,8	26,5	12,2	9,3	34,9
	В1	2,49	41,1	27,2	10,9	13,9	50,9
	В2	2,6	42,9	27,2	10,4	**15,7**	**58,0**
	В3	2,53	41,7	27,1	10,7	14,7	54,3
Рапсодія	К	2,29	37,8	26,2	11,4	11,6	44,1
	В1	2,72	44,9	26,9	9,9	18,0	66,8
	В2	2,55	42,1	26,8	10,5	15,3	56,9
	В3	2,82	46,5	26,7	9,5	**19,8**	**74,1**
Кіото	К	2,32	38,3	26,1	11,2	12,2	46,9
	В1	2,7	44,6	26,7	9,9	17,8	66,6
	В2	2,81	46,4	26,7	9,5	**19,7**	**73,9**
	В3	2,72	44,9	26,6	9,8	18,3	68,9

Примітка: В1 – Ерайз, В2 – Атонік плюс, В3 – Терра-Сорб комплекс.

Затрати на вирощування всіх сортів були подібними, бо використовувався насіннєвий матеріал господарства. Збільшення затратної частини відбувалося за рахунок вартості стимуляторів для внесення на 1 га площі. Вологість зерна сої при збиранні була нижче за 14 %, тому додаткових затрат на сушіння не передбачалося. Збільшення затрат при застосуванні стимуляторів росту становило 0,5–0,7 тис. грн/га. Ефект від їх застосування був суттєвим, тому зростала вартість валової продукції. У сорту Ніагара зростання вартості продукції досягало +7,1 тис. грн/га при застосуванні Атонік Плюс порівняно з контролем. Цей варіант давав найкращі економічні параметри: чистий прибуток – 15,7 тис. грн/га, рентабельність 58,0 %.

У сорту Рапсодія найефективнішим стимулятором росту бу Терра-Сорб комплекс, де умовно чистий прибуток становив 19,8 тис. грн га, що на 8,2 тис. грн/га більше контролю, а рівень рентабельності досягав 74,1 %.

Сорт Кіото мав співставний умовно чистий прибуток – 19,7 тис. грн/га, але при застосуванні Атонік плюс. У цього варіанту рівень рентаьбельності досягав 73,9 %.

Найнижча собівартість отримання 1 т зерна сої була в сорту Кіото при застосовані Атонік Плюс та у сорту Рапсодія при застосуванні Терра–Сорб комплекс – 9,5 тис. грн. Застосування стимуляторів росту на всіх сортах давало істотно зниження собівартості зерна, що є важливим економічним ефектом, тому ключовим при оцінці економічної ефективності при співставній вартості внесення препаратів був саме рівень урожайності.

ВИСНОВКИ

1. Польова схожість та виживання рослин протягом вегетації у різних сортів сої при застосуванні стимуляторів росту були співставними. В середньому в сої на полі розміщувалося біля 280 тис. рослин/га.

2. Стимулятори росту подовжували тривалість вегетації сої в середньому на 3–5 діб за рахунок збільшення тривалості цвітіння. При застосуванні Атонік Плюс тривалість вегетації у сортів Кіото та Рапсодія подовжувалася на 5 діб.

3. Всі препарати мали позитивний вплив на формування площі листя. На початку наливу бобів максимальне значення площі листя у сорту Ніагара становило 29,1 тис. $м^2$/га, в сорту Рапсодія – 29,1 тис. $м^2$/а, а в сорту Кіото – 28,4 тис. $м^2$/га.

4. Стимулятори росту збільшували висоту рослин в середньому на 5–10 см залежно від сорту, а висоту кріплення нижнього боба на 0,8–0,9 см.

5.Відмічався позитивний вплив на формування генеративної системи. Кількість продуктивних вузлів зростала на 0,2–1,6 шт./рослина залежно від сорту та обробки. Як наслідок зростала кількість бобів та насіння з рослини, його маса та маса 1000 насінин. Найбільший вплив на масу 1000 насінин у сортів Кіото та Ніагара мав Атонік плюс (10,6 і 9,6 г відповідно), а в Рапсодії Терра–Сорб комплекс (9,9 г).

6. Найвища урожайність і відповідно економічна ефективність була при застосуванні препарату Терра–Сорб комплекс у сорту Рапсодія – 2,82 т/га, 19,8 тис. грн/га чистого прибутку та 74,1 % рентабельності. У сорту Кіото були співставні показники при застосуванні препарату Атонік плюс. В сорту Ніагара найвища урожайність була при застосуванні Атонік плюс – 2,60 т/га, але умовно чистий прибуток та рентабельність нижча, ніж в інших сортів (15,7 тис. грн/га, 58 %)

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання високих врожаїв сої в умовах Правобережного Лісостепу України рекомендуємо:

1. При вирощуванні сорту сої Ніагара та Кіото застосовувати препарат Атонік плюс у нормі 0,2 л/га у фазу ВВСН 15, що дозволить отримати урожайність на рівні 2,6 т/га з рівнем рентабельності 58 % та чистим прибуток 15,7 тис. грн/га у першого сорту та відповідно 2,8 т/га, 19,7 тис. грн./га умовно чистого прибутку за рентабельності 73,9 % у другого.

При вирощуванні сорту Рапсодія перевагу слід надавати Терра-Сорб Комплекс з нормою витрати 1,2 л/га у фазу ВВСН 15 для отримання урожайності 2,8 т/га з чистим прибутком 19,8 тис. грн/га та рівнем рентабельності 74,1 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Василенко, М. Г., Терновий, Ю. В., Швиденко, І. К., & Душко, П. М. (2020). Застосування біологічного стимулятору росту рослин «Екостим» у сільськогосподарському виробництві. Агроекологічний журнал, (3), 96-101.
2. Вдовенко, С. А., Шевчук, В. В., Шевчук, О. А., & Дєдов, О. В. (2021). Насіннєва продуктивність сої за дії стимулюючих препаратів росту. Сільське господарство та лісівництво. 2021. С. 34-46.
3. Вишнівський, П. С., & Фурман, О. В. (2020). Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. Plant & Soil Science, 11(1).
4. Вожегова, Р. А., Найдьонова, В. О., & Воронюк, Л. А. (2016). Продуктивність сої за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив при зрошенні. Зрошуване землеробство, (65), 20-22.
5. Дідора, В. Г., Бондар, О. Є., & Власюк, М. В. (2019). Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України.
6. 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).
7. Заболотний, Г. М., Циганський, В. І., & Циганська, О. І. (2015). Симбіотична продуктивність сої залежно від рівня удобрення в Правобережному Лісостепу. Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН, (4), 66-71.
8. Заєць, С. О., & Нетіс, В. І. (2016). Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами, на посівах сої в умовах зрошення. Зрошуване землеробство, (66), 60-62.

9. Іванюк, С. В., Вільгота, М. В., & Жаркова, О. Ю. (2016). Вплив гідротермічних умов на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво, (82), 21-28.
10. Климчук, М. (2020). Ефективність позакореневого підживлення сої у західному регіоні України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, (27 (41)), 192-202.
11. Козар, С. (2015). Вплив комплексної бактеризації на продуктивність сої. Вісник аграрної науки, 93(5), 49-52.
12. Козирєв, В. В., Біднина, І. О., Томницький, А. В., & Влащук, О. С. (2015). Ефективність вирощування сої за різних умов зволоження, способів основного обробітку ґрунту та строків внесення меліоранту. Зрошуване землеробство, (63), 61-64.
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. Крамарьов, С. М., & Артеменко, С. Ф. (2016). Вплив інокуляції насіння сої бактеріальними препаратами на продуктивність її агроценозів в умовах північної частини Степової зони України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, (4), 72-75.
15. Мазур, В. А., Ткачук, О. П., Панцирева, Г. В., & Верхолюк, С. Д. (2022). Технологічність, екологічність та продуктивність середньоранньостиглих сортів сої. Наукові доповіді НУБІП України. 2022.№ 1 (95).
16. Мащенко, Ю. В., Соколовська, І. М., & Ткач, А. Ф. (2023). Продуктивність сої залежно від її частки в сівозміні та системи удобрення в умовах північного Степу. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка, (38), 26-32.

17. Петриченко, В. Ф., Кобак, С. Я., Чорна, В. М., Колісник, С. І., Лихочвор, В. В., & Пида, С. В. (2018). Формування азотфіксувального потенціалу та продуктивності сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Мікробіологічний журнал, (80,№ 5), 63-75.
18. Прус, Л. І. (2017). Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої. Агроекологічний журнал, (1), 62-67.
19. Федорук, І. В., Колодій, В. А., & Хмелянчишин, Ю. В. (2022). Вплив елементів живлення на продуктивність сої. Таврійський науковий вісник, (128), 221-228.
20. Чинчик, О. С., & Оліфірович, С. Й. (2023). Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від впливу елементів технології вирощування. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка, (38), 55-63.
21. Чорна, В. М. (2016). Насіннєва продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Корми і кормовиробництво, (82), 69-77.
22. Шепілова, Т. П. (2019). Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах північного Степу України. Scientific Progress & Innovations, (3), 80-84.
23. Шепілова, Т. П., Петренко, Д. І., Лещенко, С. М., & Артеменко, Д. Ю. (2021). Формування продуктивності сої залежно від строків сівби та регуляторів росту рослин. Scientific Progress & Innovations, (4), 30-35.
24. Cordeiro, M. A. S., Ferreira, D. A., Paulino, H. B., Souza, C. R. F., Siqueira, J. O., & Carneiro, M. A. C. (2015). Mycorrhization stimulant based in formononetin associated to fungicide and doses of phosphorus in soybean in the Cerrado. Bioscience Journal, 31(4), 1062-1070.
25. El-Aal, A. (2018). Effect of foliar spray with lithovit and amino acids on growth, bioconstituents, anatomical and yield features of soybean plant. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 56(4th ICBAA), 187-202.

26. Kalenska, S., Novytska, N., Kalenskii, V., Garbar, L., Stolyarchuk, T., Doktor, N., ... & Martunov, A. (2022). The efficiency of combined application of mineral fertilizers, inoculants in soybean growing technology, and functioning of nitrogen-fixing symbiosis under increasing nitrogen rates.
27. Khatun, S., Roy, T., Haque, M., & Alamgir, B. (2016). Effect of plant growth regulators and their time of application on yield attributes and quality of soybean. International Journal of Plant & Soil Science, 11(1), 1-9.
28. Morais, T. B. D., Menegaes, J. F., Sanchotene, D., Dorneles, S. B., Melo, A. A., & Swarowsky, A. (2022). Biostimulants increase soybean productivity in the absence and presence of water deficit in southern Brazil. Journal of Agricultural Science, 14(3), 111.
29. 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(4), 2512–2519.
30. Peres, A. R., Kappes, C., Portugal, J. R., de Sá, M. E., & Meirelles, F. C. (2017). Physiological quality of soybean seeds coming from cultivation with application of biostimulant. Australian Journal of Crop Science, 11(2), 162-168.
31. Shaheen, A. M., El-Samad, E. H. A., Rizk, F. A., Behairy, A. G., & Adam, S. M. (2018). Effect of application methods of plant growth stimulants on growth and yield of snap bean. J. Anim. Plant Sci, 28(3), 854-864.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Система обробітку грунту в полі сої

Завдання	Захід	Глибина, см	Строки виконання	С.-г. машини та їх марки
Основний обробіток				
Подрібнення рослинних решток	Дискування	6–8 см	Відразу після збирання попередника	Дискова борона АГП 2.7-20
Перевертання пласта із насінням бур'янів, накопиченя вологи	Зяблева оранка	20–25 см	Після проростання бур'янів Жовтень	Плуг Lemken Opal 90
Передпосівний обробіток				
Вирівнювання і розпушування верхнього шару Закриття вологи	Боронування	3–4 см	Рано навесні за фізичної стиглості ґрунту	Борона зубова БЗТС-1
Підготовка посівного шару	Культивація	10–12 см	Перед сівбою	Культиватор КН-3.8
Післяпосівний обробіток				
Знищення бур'янів	Досходове боронування	1–1,5 см	Через 4–5 днів після сівби	Зубові борони БЗТС-1
Поліпшення аерації грунту і руйнування грунтової курки	Післясходове боронування проводимо 2 рази	3–4 см	Коли культура утворила 3–4 листки	Ротаційна борона БР-6