

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та
екології

Кафедра рослинництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ
БІОПРЕПАРАТІВ І ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ»

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
денної форми навчання
Окара Дмитро Олександрович

Керівник: **Гангур В.В.**, доктор с.-г. наук, ст.
н. с.

Рецензент: **Ласло О.О.**, кандидат с.-г. наук,
доцент

Полтава – 2024 року

ЗМІСТ

	ст.
Загальна характеристика роботи	3
РОЗДІЛ 1. Мінеральні добрива, мікробіопрепарати як чинник впливу на умови росту, розвитку та продуктивність сої (огляд літературних джерел).....	7
1.1. Сучасний стан виробництва сої в Україні та світі	7
1.2. Вплив елементів живлення та мікробіопрепаратів на формування оптимальних умов для росту, розвитку сої	11
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень	20
2.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень .	20
2.2. Погодні умови місця проведення досліджень	21
2.3. Методика проведення досліджень	22
2.4. Агротехніка вирощування культури	26
РОЗДІЛ 3. Результати досліджень	29
3.1. Польова схожість насіння сої залежно від рівня мінерального живлення та передпосівної бактеризації	29
3.2. Зміна висоти рослин сої залежно від рівня мінерального живлення та передпосівної бактеризації	31
3.3. Вплив різних доз мінеральних добрив та інокулювання насіння на симбіотичну активність посівів сої	33
3.4. Вплив різних доз мінеральних добрив та інокулювання насіння на елементи структури врожаю сої	35
3.5. Формування зернової продуктивності сої залежно від рівня мінерального живлення та інокулювання насіння.....	37
РОЗДІЛ 4. Економічна ефективність різних доз мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів у технології вирощування сої.....	40
РОЗДІЛ 5. Екологічна експертиза	45
РОЗДІЛ 6. Охорона праці.....	48
ВИСНОВКИ	51
РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53
ДОДАТКИ.....	60

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Важливою зернобобовою культурою сучасного аграрного виробництва є соя. Реформування аграрного сектору економіки яке відбувається вже впродовж останніх тридцяти років, призвело не лише до зміни орієнтирів щодо виробничого спрямування, але у зв'язку із цим і істотного корегування раніше прийнятої структури посівних площ сільськогосподарських культур. Трансформація зумовила зміну частки польових культур у структурі посівів, а саме збільшення посівних площ під комерційно привабливими, експортоорієнтованими культурами. До цієї групи належить і соя як високобілкова культура, яка має широкі можливості для застосування у різних галузях. Основною метою розширення площ під посів цієї важливої культури є зменшення дефіциту білку рослинного походження у харчуванні людей та раціонах годівлі сільськогосподарських тварин.

На думку багатьох науковців та практиків, які досліджували або вирощували цю культуру, соя володіє порівняно великим потенціалом продуктивності, для реалізації якого необхідно більш досконало вивчити біологічні особливості, адаптивні властивості та удосконалити існуючі або розробити сучасні, інноваційно спрямовані елементи технології її вирощування.

Актуальність теми. Сучасний рівень зернової продуктивності сої ще далекий від потенційних можливостей культури та новостворених сортів, який не дає можливості в повній мірі забезпечити потреби харчової галузі, переробної промисловості, комбікормове виробництво у зерні із високим вмістом білку та жиру. Тривалі наукові дослідження та виробничий досвід передових господарств свідчать про вагоме значення системи застосування мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів у технології вирощування культури.

Тому, актуальним є більш детальне і поглиблене вивчення цієї проблеми. Важливим є вивчення характеру впливу мікробіологічних

препаратів для інокуляції насіння на активність бобово-ризобіального комплексу та різних доз мінеральних добрив на формування продуктивності сої.

Мета і задачі досліджень. Мета проведення досліджень полягала у з'ясуванні впливу передпосівного оброблення насіння активними штамми бульбочкових бактерій та різних доз мінеральних добрив на біометричні параметри рослин, структурні елементи та урожайність насіння сої.

Для досягнення вище зазначеної мети програмою досліджень було визначено наступні завдання:

- дослідити зміну польової схожості насіння сої залежно від рівнів мінерального живлення та інокулювання;
- визначити вплив удобрення та передпосівної бактеризації насіння на біометричні параметри рослин сої;
- визначити різних доз мінеральних добрив та бактеріальних препаратів на рівень симбіотичної активності рослин сої;
- встановити вплив мінеральних добрив та бактеріальних препаратів на елементи структури рослин та урожайність сої;
- дати економічну оцінку вирощування сої за змінних параметрів елементів технології вирощування сої.

Об'єкт і предмет досліджень. *Об'єкт досліджень* – продукційний процес, ріст і розвиток та формування продуктивності сої за різних доз добрив та інокулювання насіння.

Предмет дослідження – варіанти удобрення та інокулювання насіння, соя сорту Еверест.

Методи досліджень. Основним був польовий метод досліджень, згідно із яким вивчали взаємодію об'єкта та предмета досліджень. Поряд з цим у ході виконання досліджень використано лабораторний метод для визначення лабораторної схожості насіння; математичний (дисперсійний аналіз) – для виявлення достовірності впливу чинників; розрахунково-порівняльний – для визначення економічної ефективності заходів, що опрацьовували в роботі.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі результатів польових досліджень та лабораторних аналізів виявлено особливості формування продуктивності посівів сої за різних рівнів мінерального живлення та передпосівної обробки насіння сучасними інокулянтами. Досліджено параметри варіювання висоти рослин, симбіотичної азотфіксації залежно від доз добрив та обробки насіння активними штамми бульбочкових бактерій; встановлено вплив добрив та інокулянтів на формування урожайності сої; розраховано показники економічної ефективності вирощування культури залежно від чинників інтенсифікації технології вирощування сої.

Практичне значення одержаних результатів. На основі дослідних даних сформульовано пропозиції виробництву, у яких визначено найбільш господарсько та економічно обґрунтовану дозу внесення мінеральних добрив і ефективний бактеріальний препарат для інокуляції насіння, які за умов недостатнього зволоження забезпечують продуктивність сої сорту Еверест на рівні 2,2–2,9 т/га.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведено розширений інформаційний пошук та аналіз результатів досліджень за джерелами вітчизняних і іноземних наукових публікацій, визначено мету і завдання досліджень, проведено польові та лабораторні дослідження, визначено основні положення кваліфікаційної магістерської роботи, узагальнено і проаналізовано отримані експериментальні дані, сформовано обґрунтовані висновки та об'єктивні практичні рекомендації виробництву.

Апробація результатів роботи. Результати експерименту та основні висновки кваліфікаційної роботи оприлюднені та обговорено на Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні питання та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 29 листопада 2024 року.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 1 тези наукових доповідей у матеріалах науково-практичної інтернет-конференції:

1. Єремко Л.С., Скочко В.В., Бостанджи М., Селіванов С.В., Окара Д.О. Особливості формування продуктивності сої залежно від поживного режиму рослин / матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні питання та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва» (м. Полтава, 29 листопада 2024 року). Полтава, 2024. С.103–104.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційну роботу виконано на 61 сторінці машинописного тексту і складається із загальної характеристики, 6 розділів, висновків і рекомендацій виробництву. У списку використаних літературних джерел 59 найменувань. Експериментальний матеріал представлено у 7 таблицях та 3 рисунках.

РОЗДІЛ 1.

МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА, МІКРОБІОПРЕПАРАТИ ЯК ЧИННИК ВПЛИВУ НА УМОВИ РОСТУ, РОЗВИТКУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

(огляд літературних джерел)

1.1. Сучасний стан виробництва сої в Україні та світі

Дослідження свідчать, що перші спроби вирощування сої відзначені в Китаї близько 6000 років тому. За часів династії Чжоу та Цинь, соя стала основною продовольчою культурою в долині Жовтої річки в Китаї [28]. Понад сімсот років тому сою вже вирощували по всьому Китаю, а в США лише з початку 19-го століття. Однак найбільш швидкими темпами зростання вирощування сої в глобальному масштабі розпочалося після Другої світової війни. Походження сої в Індії достеменно невідоме, але вважається, що ця культура походить з Китаю поширившись через Гімалайські гори багато століть тому. Соя є найбільш вирощуваною у світі олійною культурою. Підраховано, що майже із 400 млн т олійних культур на рік, 60 % припадає на зерно сої.

Сою у світі вирощують на площі понад 90 мільйонів гектарів, яка є важливим джерелом білка у продуктах харчування для людей і концентрованих кормах для тварин. У зерні цієї культури зазвичай міститься 18-20 % олії та 38-40 % протеїну, а це практично вдвічі більше, ніж у м'ясі свиней та в 12 разів більше, ніж у молоці. Встановлено, що включення зерна сої до кормів для тварин збільшує ефективність перетворення його в тваринний білок.

На початкових етапах сою використовували як джерело білка, проте в сучасному сільському господарстві зерно цієї культури має подвійне призначення: вона використовується як джерело олії для споживання людиною і як джерело білка в раціонах годівлі сільськогосподарських

тварин. За чисельними оцінками фахівців соя у найближчому майбутньому може стати важливим джерелом виробництва біопалива.

Як було зазначено вище, сою вирощують на площі понад 90 млн. га, з яких 90 % площ посівів зосереджено в США, Бразилії, Аргентині, Китаї та Індії (відповідно 32, 24, 16, 10 і 8 %). Світове виробництво зерна культури становить понад 220 млн. т/рік, а середня врожайність дорівнює 2,38 т/га. Серед п'яти великих світових виробників соєвих бобів, Індія має найнижчий рівень урожайності зерна, лише 0,9 т/га, тоді як у США вона є практично втричі вищою.

В останні роки зростання валового виробництва зерна сої базується переважно на розширенні земельних площ. Більша частина цього відбувається в Латинській Америці, за рахунок земель Савани. Протягом 1990-2004 років землекористування під соєю збільшилось на 60 % по всьому світу, і більша частина цього зростання відбулося в Аргентині та Бразилії. Як наслідок світове виробництво сої зросло в середньому на 4,85 %, проте врожайність культури збільшилася лише на 1,55 % на рік, починаючи з 1990 року. У 2005 році Бразилія та Аргентина разом виробили біля 80 млн. т зерна сої, що є аналогічним обсягом виробництва у США. За розрахунками Міжнародного дослідницького інституту продовольчої політики (IFPRI), майбутнє виробництво сої в 2020 році буде становити в Аргентині, Бразилії та США на рівні, відповідно 26,8, 48,1 та 94,9 млн. т [40].

Щорічний врожай у 223 млн т сої використовується досить у невеликій кількості для виробництва соєвих сирів та замінників м'яса (орієнтовно 15 млн т), а більша частина переробляється на олію (33 млн. т), в основному для харчування людей, але значна кількість її використовується на виробництво біопалива. Продукти переробки сої, зокрема шрот, виробництво якого становить біля 140 млн т, використовується для годівлі великої рогатої худоби, свиней, курей та риби.

За прогнозами, населення світу збільшиться до понад 10 мільярдів людей протягом наступних 30 років. Таким чином, постачання

продовольства має зрости на 60 %, щоб задовольнити прогнозований попит у 2050 році [46, 47, 42]. Вище зазначене посилює актуальність проведення досліджень щодо пошуку напрямів збільшення продуктивності і підвищення показників економічної ефективності вирощування сої.

Глобальний характер екологічних та економічних викликів, а також нестача білка для населення планети вимагає збільшення виробництва найбільш повноцінних і недорогих білковмісних продуктів, одним з яких є насіння сої [35]. Україна є лідером з виробництва сої серед європейських країн, де формується конкурентоспроможна соєва галузь: зростають посівні площі, рівень врожайності та обсяги виробництва сої. Водночас, будучи високорентабельною культурою, соя є одним із найкращих попередників у сучасних сівозмінах, що сприяє підвищенню родючості ґрунту [5]. Крім того, вирощування сої має позитивний вплив на все сільське господарство як ідеальний попередник для зернових культур, завдяки наявності азотфіксуючих бактерій. Це дуже важливо з економічної точки зору в умовах недостатніх обсягів внесення добрив [2].

Впродовж останніх десятирічь Україна стабільно випереджає країни Європи за обсягами вирощування сої та посідає перше місце серед них за цим показником. За цей період істотно змінилася ситуація щодо площ посівів сої серед областей України, відбувалося стрімке їх зростання від декількох десятків тисяч гектарів до двох і більше сотень тисяч гектарів. Так, станом на 2018 рік, із поміж областей України, лідируючі позиції за площею відведеною під вирощування сої займала Полтавська область, де частка культури від загального показника по державі становила 10,7 %. Достатньо близькою була площа посівів сої у Хмельницькій області, відповідно 10,1 %, а в чотирьох областях цей показник знаходився в межах від 8 до 6 %, зокрема у Київській – 8,3 %, у Сумській – 8,2 %, у Житомирській – 7,9 % та Кіровоградській – 6,9 %. Сумарна площа під посівами сої у вище зазначених областях становила біля 52 % відносно загальної площі зайнятої посівами цієї культури в Україні [5].

За оцінками українських вчених виявлено, що зерно сої володіє надзвичайно корисними особливостями і є цінним енергетичним продуктом. За порівняння поживної цінності одного кілограма зерна сої встановлено, що кількість сирого протеїну, яка міститься в ньому еквівалентна двом кілограмам м'яса або риби, чотирьом кілограмам зерна пшениці або ж дванадцяти літрам молока. Впродовж останнього часу, у зв'язку із значною трансформацією структури посівних площ, соя набуває популярності як кращий серед рекомендованого переліку попередників для озимих зернових та ярих культур. Поряд з цим соя належить до числа комерційно привабливих ринково орієнтованих культур на зерно якої користується існує стабільний попит та порівняно висока реалізаційна ціна. До цінних характеристик цієї культури належить також її здатність підвищувати родючість ґрунтів завдяки процесу симбіотичної азотфіксації [8, 13]. Постійне розширення площі під посівами і збільшення валових зборів високобілкового зерна сої демонструє неабияке значення цієї культури для агропромислового виробництва України [16].

Спостереження свідчать, що погодні умови істотно впливають на формування врожайності зерна цієї культури, вносячи свої корективи на різних етапах росту і розвитку. Формування посушливих явищ внаслідок високої температури повітря та тривалих бездошових періодів зумовлюють погіршення умов вирощування та зниження очікуваних показників у регіонах із найбільшою концентрацією посівних площ сої [20]. Ряд науковців та представників від виробництва вважають, що постійне збільшення виробництва сої в Україні дозволить, по-перше зменшити недостатність рослинного білку, який є одним із важливих чинників створення повноцінної кормової бази для тваринництва та стабільної роботи галузі, а по-друге – завдяки симбіотичній азотфіксації ґрунт збагачується біологічним азотом, яким рослина частково забезпечує власні потреби у цьому елементі живлення. Це дозволяє скоротити норми внесення промислових азотних добрив та використання викопних енергетичних ресурсів, які є сировиною

для їх виготовлення, а також зменшити хімічне навантаження на агроценози. Позитивним економічним аспектом є зниження собівартості одиниці товарної продукції [21].

1.2. Вплив елементів живлення та мікробіопрепаратів на формування оптимальних умов для росту, розвитку сої

Соя фіксує азот з повітря, який повертається в ґрунт та використовується наступними культурами у сівозміні. Наприклад, кукурудза після сої потребує менше N, ніж у сівозміні кукурудза-кукурудза, оскільки вона використовує недовикористаний азот після сої. Оптимальні норми азотних добрив для кукурудзи після кукурудзи вищі, ніж для кукурудзи після сої, і становлять від 35 до 55 кг додаткового азоту на гектар [56]. Експериментальні дані польових досліджень з питань сівозміни показали, що середній недобір врожаю кукурудзи за тривалого беззмінного вирощування становить біля 9 %, а в окремі роки цей показник може варіювати діапазоні від 2 до 23 % [32]. Нижчий рівень врожайності кукурудзи за беззмінного її вирощування порівняно з сівозміною в поєднанні з підвищеними нормами азотних мінеральних добрив має подвійний негативний вплив на прибутковість системи землеробства, навіть коли закупівельні ціни на зерно вказують на перевагу кукурудзи над соєю. Збільшення площ із повторним вирощуванням кукурудзи після кукурудзи зважаючи на постійно зростаючі потреби у зерні для біоетанолової промисловості стає поширеним явищем у США, при цьому посівні площі під соєю відповідно скорочуються.

Потреба сої в поживних речовинах залежить від ґрунтово-кліматичних умов, сорту, рівня врожайності, системи землеробства культури та експериментальних методів управління агроценозами.

Поживні речовини, що містяться в зерні, відчужуються з поля, проте нетоварна частина врожаю (листочекловова маса) загортаються в ґрунт, а поживні речовини, що містяться в ній вивільняються в процесі мінералізації і

стають доступними для наступної культури. Впродовж періоду рослини сої в найбільшій кількості поглинають азот, за ним слідує калій, а потім фосфор. Для формування врожайності сої на рівні 3,0 т/га посіви культури використовують з ґрунту біля 240 кг азоту, 45 кг P_2O_5 і 100 кг K_2O /га. Концентрації основних елементів, знайдених в індикаторних тканинах відображають поживний режим рослин. Дані про концентрацію поживних речовин, отримані за допомогою аналізу рослинних тканин можуть бути важливим інструментом в управлінні поживними речовинами, оскільки вони можуть бути використані для діагностики дефіциту або надлишку поживних речовин. Поряд з цим соя може фіксувати атмосферний азот за симбіозу кореневої системи рослин із відповідним штамом бактерій *Rhizobium*, який присутній у ґрунті або внесений у ґрунтове середовище шляхом сівби насінням, яке попередньо було інокульоване мікробіологічними препаратами з активними штамми бульбочкових бактерій. Рослина починає фіксувати значну кількість N приблизно через чотири тижні після сходів. Переважна більшість результатів наукових досліджень свідчать, що соя шляхом біологічної фіксації забезпечує потреби в азоті на рівні від 25 до 75 %. Фіксація пригнічується високим вмістом мінерального азоту в ґрунті, стрес від посухи та погана аерація ґрунту через його надмірне ущільнення [33].

Калій дуже важливий елемент мінерального живлення, який дуже необхідний для активного процесу фіксації азоту, оскільки він стимулює ранній ріст коренів і таким чином забезпечуючи раннє утворення на них бульбочок. Крім того, калій забезпечує корінь необхідними вуглеводами для кращого функціонування бульбочок. Соя, як бобова культура, фіксує достатню кількість атмосферного азоту для отримання врожаю до 3,0-4,0 т/га, якщо умови вирощування оптимальні і сприяють кращому утворенню бульбочок. Внесення азоту під основний обробіток на ґрунтах добре інфікованих бульбочковими бактеріями не призвело до збільшення врожайності посівів сої, а азотні добрива, внесені під час сівби, можуть затримати утворення бульбочок. Внесення азоту рекомендується лише тоді,

коли не очікується достатнього утворення бульбочок [39]. У дослідженнях проведених в США [53] встановлено, що за рахунок внесення азотних добрив врожайність сої було збільшено на 8-15 %. Ці експериментальні дані вказують на те, що азоту, який надходить до ґрунту шляхом фіксації його бульбочками кореневої системи рослин сої може бути недостатньо для формування максимально можливої врожайності зерна культури. Тим не менш, використання азоту в нормі, що використовувалася в цьому дослідженні (300 кг N/га) не було економічно вигідним, оскільки витрати на азотні добрива значно перевищували прибуток від збільшення врожайності. Дефіцит азоту призводить до зниження вмісту хлорофілу у молодих частинах рослин, блідо-зеленого забарвлення листків та уповільненого росту і розвитку, а також недобору врожаю [39].

Фосфор як поживний елемент поглинається протягом всього вегетаційного періоду. Період найбільшої потреби в цьому елементі мінерального живлення починається безпосередньо перед початком формування бобів і триває біля 10 днів до повного розвитку насіння. Значна частина фосфору, що використовується для розвитку насіння, поглинається ранніх етапах онтогенезу, тимчасово зберігається в листі, стеблах і черешках, а потім реутилізується в насіння [39]. Дефіцит фосфору широко розповсюджений на кислих ґрунтах, тому вони є малопридатними для вирощування сої. Еквівалентний рівень фосфору у вигляді мінеральних добрив вноситься на основі агрохімічного обстеження ґрунті та визначення рівня фосфору в ньому [33]. Затримка росту зазвичай є єдиним симптомом дефіциту P_2O_5 , хоча можливе порушення білкового обміну, листові пластинки набувають спочатку темно-зеленого, а потім синюватого відтінку.

Відносно велика кількість калію необхідна для отримання високих врожаїв сої. Ханвей і Вебер [36] повідомляють, що швидкість поглинання калію є найвищою під час швидкого вегетативного росту і сповільнюється з початком формування насіння. Поглинання припиняється практично за два-три тижні до дозрівання насіння. Активність споживання цього елементу

живлення може погіршуватися через надмірне ущільнення ґрунту, надлишок вологи та погану аерацію.

Дослідження свідчать, що на час збирання врожаю біля 56 % калію від загальної його кількості в рослині було в зрілому насінні. Калій, який був швидко поглинутий між фазами росту V10 і R6 становив приблизно 75-80 % від загальної його кількості поглиненої надземною частиною рослин сої [36]. В провінції Онтаріо, Канада, були проведені дослідження щодо реакції сої на калійні добрива [54]. На основі результатів цих експериментів та інших подібних досліджень, було встановлено критичну концентрацію калію в тканинах сої, вона становила 2,0 %, а максимальна концентрація від 2,5 до 3,0 %. Більша частина поглинутого калію переміщується до коренів шляхом дифузії через вологі плівки навколо частинок ґрунту. Зі зменшенням вмісту вологи в ґрунті скорочується надходження калію, бо вологі плівки навколо частинок ґрунту стають тоншими. У недостатньо прогрітих ґрунтах, як це зазвичай буває у ранньовесняний період, зменшується швидкість і ступінь наростання коренів, і це може виступати як обмежуючий чинник поглинання цієї поживної речовини.

Реакція рослин на внесення калійних добрив часто корелює з вмістом обмінного калію у ґрунті, і зазвичай рекомендації щодо внесення добрив ґрунтуються на результатах агрохімічного обстеження ґрунтів та прогнозованій врожайності зерна сої [33]. Калійні добрива можна розділити на два або більше застосувань на ґрунтах з високим рівнем вилуговування. Калійні добрива можна вносити врозкид під основний обробіток ґрунту чи в передпосівну культивуацію або як стартове добриво під час сівби. Якщо виникла необхідність внесення калію стрічково під час сівби, то слід звернути особливу увагу на те, щоб розмістити стрічку на відстані 5 см збоку і на 5 см нижче насіння, щоб уникнути травмування. Не рекомендується вносити калійні добрива на глибину рівну загортанню насіння у зв'язку з тим, що соя дуже чутлива до пошкодження солями добрив [29]. Зростаюча кількість ґрунтозахисного обробітку ґрунту обмежує способи внесення

добрив до переважно поверхневого внесення добрив, особливо за нульового обробітку ґрунту. Як наслідок, виробники часто турбуються чи достатньо доступного калію, особливо коли добриво не було внесено. Дослідження показують, що довготривале застосування нульового обробітку ґрунту призводить до значної вертикальної диференціації ґрунту. Концентрація ґрунтового калію у поверхневому шарі від 0 до 5 см ґрунту значно вища, ніж на глибині 10-20 см на полях без обробітку. Така диференціація калію по профілю орного шару в основному пояснюється недостатнім перемішуванням ґрунту, внесенням калійних добрив по поверхні поля, залишенням пожнивних решток на поверхні ґрунту та обмеженою рухомістю елементу в ґрунті. Це може зменшити поглинання рослинами калію, а отже, збільшити ймовірність дефіциту його в тканинах рослин, а також призвести до зниження врожайності у вегетаційні посушливі періоди. За посушливих погодних умов верхній шар ґрунту швидко втрачає вологу, що призводить до погіршення умов для росту кореневої системи та спроможності її використовувати калій із ґрунту. Крім того, наявність пожнивних решток на поверхні ґрунту за нульового обробітку зазвичай призводить до підвищення його вологості та нижчої температури ґрунту в поверхневому шарі, що може призвести до зменшення доступності ґрунтового K_2O та послаблення наростання коренів на початкових етапах вегетації. Ризики зменшення поглинання рослинами калію через посуху або низьку температуру ґрунту на полях без обробітку стають вагомими коли концентрація калію в глибоких шарах ґрунту занадто низька для оптимального забезпечення потреб рослин у цьому елементі. Тому поверхнєве застосування калійних добрив, може покращити доступність внесеного елементу живлення і зменшити вплив нерівномірності розподілу ґрунтового калію у системах нульового обробітку ґрунту [59]. Позакореневе підживлення сої не рекомендується як засіб забезпечення калієм. Чисельними дослідженнями з позакореневого підживлення посівів виявлено зниження врожайності, яке в деяких випадках є наслідком «підпалу» листової пластинки за змочування її сольовим

розчином добрива. Наукові дослідження свідчать, що єдиним практичним способом забезпечення потреб рослин сої в цьому елементі мінерального живлення є внесення його ґрунт під основний обробіток.

Дефіцит калію легко розпізнати оскільки хлороз починається вздовж зовнішніх країв листя, особливо старих листків. Це супроводжується некрозом (побурінням) країв листків. Не існує способу забезпечити достатню кількість калію під час вегетаційного періоду, щоб підвищити врожайність, коли з'являються симптоми недостатності цього елементу.

Соя здійснює фіксацію азоту шляхом встановлення симбіотичних відносин з бактеріями, *Rhizobium japonicum*, у корневих бульбочках. Ці бактерії фіксують молекулярний азот з повітря і перетворюють його на метаболізований амоній N, таким чином зменшуючи потребу сої в азотних добривах. Вплив забезпеченості калієм на симбіотичну азотфіксацію було досліджено на сої, вирощеній в живильному середовищі. На основі експериментальних даних виявлено, що урожайність сухої речовини, параметри бульбочок (кількість бульбочок і сира маса бульбочок на рослину, середня маса бульбочки), вихід сухої речовини та загальне накопичення азоту в рослині зростали зі збільшенням надходження калію [52]. В іншому дослідженні із посівами квасолі, активність нітрогенази зростала пропорційно до внесення калійних добрив, особливо на ранніх стадіях росту і розвитку культури [50]. Вплив калію на процес фіксації молекулярного азоту впливає з різнопланової ролі цього елементу в метаболізмі рослин. Калій активує понад 60 ферментних систем, включаючи фермент нітрогеназу, який є важливим для фіксації N₂. Він необхідний для ефективного проходження іншого, не менш важливого фізіологічного процесу – фотосинтезу. Вуглеводи, що утворюються в результаті фотосинтезу забезпечують бактерії енергією, необхідну їм у бульбочках для фіксації атмосферного азоту. Калій посилює синтез вуглеводів у листі та їх подальшому переміщенню до коренів. Потрапляючи в кореневу систему, вуглеводи стимулюють ріст нових корневих волосків, а також розвиток і функцію бульбочок. Цей елемент

живлення також сприяє активному росту коренів, забезпечуючи створюючи необхідне середовище для заселення бульбочковими бактеріями, які фіксують азот. Дослідження впливу калію на фіксацію атмосферного азоту у кореневих бульбочках іншої бобової культури (*Vicia faba*) показують, що чим краща забезпеченість рослин калієм, тим вищий вміст вуглеводів у бульбочках, а це забезпечує оптимізацію вуглеводного обміну в бульбочках і, таким чином посилюється діяльність АТФ і відновлення електронів, необхідних для нітрогенази [45]. В умовах польового дослідження, за вивчення впливу калію на вміст протеїну та олії в насінні сої, встановлено, що його дія на ці якісні параметри є не істотною і не стабільною. Однак, через збільшення врожайності зерна, як вихід олії, так і вихід білка часто є вищими за внесення калієвмісних мінеральних добрив [37].

Сьогодні споживачі шукають переваги серед продуктів харчування, які містять природні сполуки, корисні для здоров'я. Наприклад, фітохімічні речовини мають лікувальну цінність, вирізняються як біологічно активні інгредієнти в продуктах харчування, які підтримують здоров'я та фізичну форму. Ізофлавіони в сої належать до цієї ж групи. Вони пов'язані з профілактикою або лікуванням раку, діабету, гіпертонії та серцевих захворювань. Польові дослідження Wun et al. [57] підтвердили позитивний зв'язок між внесенням калійних добрив під сою та вмістом ізофлавіонів у зерні. Дослідження авторів свідчать, що особливо на ґрунтах з низькою родючістю, калійні добрива підвищували вміст основних ізофлавіонів - геністеїну, дайдзеїну та гліцетеїну - на 16 %. Іншими позитивними аспектами впливу калію на якість насіння сої є покращення розміру насіння, зменшення кількості пошкодженого та знебарвленого насіння та підвищення стійкості рослин до шкідників та хвороб.

У багатьох дослідженнях було доведено, що внесення калію може істотно зменшити шкодочинність деяких хвороб сої, таких як пурпурова плямистість насіння (*Cercospora kikuchii*), гниль насіння (*Phomopsis* sp.), стеблова та корончаста гниль (*Rhizoctonia solani*), плодова і стеблова

(*Diaporthe phaseolorum*, *Daiphorte sojae*) [27, 51]. Вплив калію на контроль фузаріозу бобів та стебла сої також пов'язаний з механізмом стійкості, оскільки гриб може інфікувати рослини культури лише у певну фенологічну фазу. Прискорене настання фенологічних фаз росту і розвитку сої, завдяки збалансованому внесенню добрив забезпечує можливість уникнення ураженням збудниками найбільш поширених хвороб [41]. Під час довготривалого експерименту в Індії з соєю, поширення таких комах як синій жук, сірий напівлучний метелик, сірий підгризаючий жук і стеблова муха були явно меншими у разі внесення калійних добрив. Зменшення чисельності вище зазначених шкідників забезпечило збільшення врожайності насіння сої [26]. Причиною більш високої частоти пошкодження комахами та патогенами рослин, які погано забезпечені калієм частково може бути пов'язано з тим, що цей елемент живлення сприяє формуванню товстіших зовнішніх стінок в епідермальних клітинах, таким чином забезпечуючи захист від шкочинних організмів [44].

Використання біопрепаратів ще не настільки поширене порівняно з хімічними препаратами, але ця ситуація з часом стрімко змінюється. Через нераціональне використання хімікатів у сільському господарстві, кількість корисних ґрунтових мікроорганізмів значно зменшується і накопичуються залишки пестицидів, які мають токсичний вплив на ґрунт.

Одним з найбезпечніших засобів живлення рослин є використання біологічних препаратів та біодобрив [49, 48]. Вони є альтернативою мінеральним добривам, пестицидам, які порушують природний кругообіг речовин, негативно впливають на біоту та природне середовище. Широке використання ресурсів біологічного походження для інтенсифікації сільського господарства має не лише екологічний, а й у більшості випадків економічний пріоритет. У той же час, чим складніші ґрунтово-кліматичні та погодні умови, тим важливішою є роль біологізації в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Застосування біопрепаратів сприяє збільшенню чисельності мікроорганізмів основних екологічних і трофічних

груп, покращує поживний режим ґрунту та посилює його ферментативну активність [31]. Бактерії, що входять до складу біопрепаратів підвищують доступність поживних речовин у ризосфері, позитивно впливають на ріст коренів та сприяють розвитку корисних рослинно-мікробних симбіозів [55], в результаті чого підвищується врожайність посівів польових культур. Застосування біопрепаратів дає можливість не тільки покращити ріст і розвиток рослин, але й підвищити їхню стійкість до хвороб, що має особливе значення за ведення рослинництва на засадах екологізації [34].

У біологізації сучасних агротехнологій вирощування сої особлива увага приділяється ґрунтовим мікроорганізмам. Одним з основних шляхів оптимізації агроєкосистеми за вирощування цієї культури є застосування біологічних препаратів на основі азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих бактерій. Так, інокуляція насіння сої зазвичай сприяє збільшенню розміру симбіотичного апарату, підвищує її врожайність, вміст сирого протеїну та жиру. Для передпосівної обробки насіння сої високу ефективність забезпечує використання мікробіологічних препаратів, які створені на основі природних штамів мікроорганізмів. Під час вегетації мікроорганізми перетворюють складні сполуки на прості, які стають доступними для живлення рослин сої. Завдяки повноцінному комплексу мікроорганізмів, рослина сої отримує необхідне кореневе живлення, що сприяє реалізації генетичного потенціалу її продуктивності [38]. Активізація агрономічно корисних мікробних процесів у кореневій зоні рослин можлива двома шляхами, зокрема внесенням в ґрунт органічних і мінеральних добрив, які оптимізують діяльність природної ґрунтової мікрофлори, та шляхом збагачення ґрунту високоефективними штамами азотфіксуючих, фосфатмобілізуючих мікроорганізмів, а також мікроорганізмів, що продукують рістрегулюючі та антибіотичні речовини [43. 58]. Таким чином, проведений аналіз джерел літератури свідчить про унікальність сої як в господарському, так і агрономічному відношенні та ключовій ролі мінеральних добрив, мікробіологічних препаратів у живленні рослин культури і забезпеченні сталої продуктивності.

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень

Дослідженнями за темою дипломної роботи проводили на землях державного підприємства «Дослідне господарство «Степне», яке функціонально підпорядковано Інституту свинарства і АПВ НААН та є його експериментальною базою для випробування, адаптації та впровадження закінчених наукових розробок. Центральна садиба та землекористування господарства розміщені в селищі Степне, на відстані 25 км від районного і обласного центру м. Полтава.

Впродовж тисячоліть ґрунти Полтавської області формувалися за помірного клімату із близьким до оптимального рівнем зволоженням. Процеси ґрунтоутворення відбувалися у більшості випадків на лесових карбонатних пухких породах. Вони добре забезпечені поживними речовинами, а також володіють сприятливими фізико-хімічними властивостями. На слабо дренованих вододілах і терасах найбільш поширеною була лучно-степова і степова рослинність. В той же час на розчленованих правобережжях річок переважала широколистяно-лісова рослинність. Ці фактори зумовили формування в ґрунтовому покриві області переважно чорноземів і опідзолених ґрунтів. З усієї площі земель на території Полтавщини частка чорноземних ґрунтів становить більше 92 % площі, що знаходиться в активному обробітку і 84 % сільськогосподарських угідь. Для цього типу ґрунтів характерні потужний гумусований профіль – від 80 до 120 см, формування якого відбувалося завдяки великому обсягу відмерлої рослинної маси.

Земельний масив дослідного господарства представлений чорноземами типовими мало гумусними важко суглинковими, який характеризується наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см

становить 3,72 %, азоту, що гідролізується (за Тюріним і Коновою) 5,48–8,13 мг, рухомого фосфору (за Чириковим) 12,3–15,7 мг, калію (за Масловою) 17,7–21,1 мг на 100 г ґрунту.

2.2. Погодні умови місця проведення досліджень

Характерною особливістю клімату Полтавської області є його помірна континентальність з нестабільним за порами року зволоженням, холодною зимою і жарким, а часто і посушливим літом. В цілому клімат Полтавської області характеризується наступними показниками: середня багаторічна сума опадів становить 489 мм, за вегетаційний період сої, зокрема травень – вересень – 256 мм. Найменша кількість опадів випадає переважно в вересні, а максимальна – у червні та липні.

На території Полтавської області середня багаторічна температура повітря варіює в межах від плюс 7,0 до 8,5°C. Максимальна температура може досягати 37–38°C, а мінімальна мінус 35° С. В умовах області найтеплішим місяцем є червень із середньодобовою температурою повітря 20,5°C, а самим холодним – січень – мінус 7–8°C. Середньо багаторічна дата переходу середньодобової температури повітря через 0°C восени припадає на 21 листопада, а весною – 21 березня. Тривалість безморозного періоду в повітрі становить 174 дні, а на поверхні ґрунту – 156 днів.

Погодні умови весняно-літнього періоду 2023 року.

Погодні умови 2023 року були найбільш сприятливими для формування високого врожаю посівів сої. Встановлення стійких активних температур ще у другій декаді квітня та достатня кількість опадів дали змогу одержати дружні, вирівняні сходи, що забезпечило створення сприятливих стартових умов, а в подальшому позитивно вплинуло на формування врожайності. За вегетаційний період сума активних температур склала 2870°C і кількість опадів 294 мм. Гідротермічний коефіцієнт дорівнював одиниці. Такі умови сприяли одержанню порівняно високої врожайності насіння сої, зокрема в межах 3,0-3,5 т/га.

Погодні умови весняно-літнього періоду 2024 року.

Погодні умови 2024 року були самими екстремальними за роки проведення досліджень. Недостатня кількість опадів у весняний період не дала змоги одержати дружні сходи. Випадання дощів у травні та майже на протязі всього місяця червня в кількості 34 мм було малопомітним на фоні високих температур, що спричинило слабкий розвиток рослин. І тільки в кінці червня і на початку липня випала достатня кількість опадів, яка в деякій мірі посприяла росту та розвитку рослин. Але в подальшому значно високі температури при повній відсутності опадів мали негативний вплив на формування врожаю. Випадання дощів в кінці серпня - на початку вересня уже не мали ніякого впливу, так як на той час посіви сої достигли. В загальному за даний вегетаційний період сума активних температур становила 3394°C, кількість опадів 291 мм, ГТК - 0,85.

2.3. Методика проведення досліджень

Дослідження проводили впродовж 2023–2024 рр., у першій польовій сівозміні в умовах короткотермінового досліду, згідно з методичними вказівками по дослідній справі в агрономії [14]. Польовий дослід з вивчення різних рівнів удобрення та ефективності біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння сої закладено за наступною схемою (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема досліду з вивчення ефективності різних рівнів удобрення та мікробіологічних препаратів для обробки насіння

А. Варіанти удобрення	В. Інокулювання насіння		
1. Контроль (без добрив)	Без бактеризації (обробляння насіння водою)	Бактеризація насіння препаратом Ризоактив соя (2 л/т)	Бактеризація насіння препаратом Хістик соя (4 кг/т)
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅			
3. P ₄₅ K ₄₅			
4. N ₂₃ P ₂₃ K ₂₃			
5. P ₂₃ K ₂₃			
6. N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈			
7. P ₆₈ K ₆₈			

Метод проведення досліджень – польовий, який було доповнено лабораторними аналізами. Повторність досліду триразова. Метод розміщення варіантів і повторень – рендомізований. Загальна посівна площа елементарної ділянки варіанту становила 162 м², а облікова - 60 м². У сівозміні сою розміщували після ячменю ярого. На експериментальних ділянках досліду висівали сучасний сорт сої Еверест. Спосіб сівби культури звичайний рядковий із шириною міжрядь 15 см. В досліді норма висіву насіння культури становила 700 тис. схожих на гектар. Передпосівну бактеризацію насіння проводили мікробіологічними препаратами Ризоактив соя (рідка форма), який створено на основі трьох штамів бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium japonicum* eko/001, *Bradyrhizobium japonicum* eko/002, *Bradyrhizobium japonicum* eko/003), із розрахунку 2,0 л/т насіння та Хістик соя до складу якого входять бактерії родини *Bradyrhizobium japonicum* (штам 532 С), норма витрати 4,0 кг/т. На контрольному варіанті насіння сої перед сівбою обробляли водою.

Позитивний вплив інокулянту Ризоактив проявляється у інтенсифікації ростових процесів та формуванні кореневої системи і симбіотичного центру; утворенню на кореневій системі бульбочок у яких міститься велика кількість бульбочкових бактерій; підвищенні рівня азотного живлення рослин та нагромадженні додаткового біологічного азоту в ґрунті доступного для послідовуючих культур сівозміни; підвищенні стійкості посівів до стресів зумовлених абіотичними і біотичними чинниками; збільшенні зернової продуктивності на 0,3-0,8 т/га та підвищенні показників якості зерна.

HiStick Soy (Хістик соя) відноситься до високоефективних інокулянтів нового покоління на стерильній торф'яній основі, який створено компанією BASF та рекомендовано до застосовується для передпосівної бактеризації насіння сої. Цей мікробіологічний препарат сприяє активізації роботи симбіотичного апарату рослин та завдяки цьому і підвищенню акумуляції азоту в доступній для рослин формі. Ефективність препарату, за впливом на фіксацію атмосферного азоту, не знижується навіть за настання стресових

умов. Оптимальна забезпеченість рослин азотом шляхом фіксації його з атмосфери зумовлює стабільну урожайність сої за несприятливих умов вирощування. Перевагою мікробіологічного препарату Хістик соя є його сумісність практично з усіма протруйниками та іншими засобами для захисту рослин.

Сою в досліді вирощували за загальноприйнятою для агроформувань Лівобережного Лісостепу технологією, за виключенням елементів, що досліджували. Відповідно до програми досліджень були проведені наступні обліки та спостереження:

1. Спостереження за настанням основних фенологічних фаз за росту і розвитку рослин сої проводили згідно [18]. Початок настання відповідної фази фіксували, коли у неї вступало 10 % рослин, а повну – 75 % рослин культури.

2. Польову схожість визначали шляхом висівання насіння вручну на дослідних ділянках. Висівали по 100 насінин у чотириразовій повторності. Глибина загортання насіння 4,0 см з інтервалом між насінинами не менше одного см та шириною міжряддя 15 см. Показник фактичної польової схожості (Псх) розраховували згідно з формулою:

$$Псх = \frac{К_{пп}}{К_{пл}} \times 100,$$

де, Псх – польова схожість;

К_{пп} – кількість порослого насіння у польових умовах;

К_{пл} – кількість порослого насіння у лабораторних умовах.

3. Висоту рослин визначали перед збиранням у двох несуміжних повтореннях за допомогою мірної лінійки в п'яти рівновіддалених місцях ділянки.

4. Кількість бульбочок культур підраховували на час настання фази цвітіння, тобто в період максимальної активності симбіотичної азотфіксації. Відокремлені з кореневої системи рослини бульбочки зважували на електронних вагах.

5. Аналіз структури врожаю рослин сої проводили за «Методикою державного сортовипробовування сільськогосподарських культур» [18].

6. Облік урожайності проводили з кожної експериментальної ділянки, методом суцільного обмолоту за допомогою селекційного комбайну Sampo-500.

7. Маса 1000 насінин визначали відповідно до ДСТУ 4138-2002.

8. Показники економічної ефективності чинників, що вивчали, розраховували на основі технологічних карт та керувалися методичними вказівками [22].

9. Оцінку достовірності результатів дослідів здійснювали за допомогою дисперсійного методу [14].

2.4. Агротехніка вирощування культури

Сорт сої Еверест створено селекціонерами Швейцарії, який занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2018 році. Сорт вирізняється швидкими темпи росту та розвитку у початковій фенофазі. Це дає можливість швидко закрити та затінити поверхню ґрунту і таким чином максимально зменшити непродуктивні втрати вологи, а також ефективно використовувати її запаси для формування майбутнього врожаю. Висівати його рекомендують за настання оптимальних строків характерних для регіону вирощування, тобто після того, як мине загроза весняних приморозків. Для сорту характерний високий ступінь опушення листків та стебел, що підвищує стійкість рослин сої до шкідливого впливу біотичних та абіотичних стресів. Сорт Еверест володіє високими показниками стійкості до розтріскування та забезпечує рівномірне дозрівання бобів у різних ярусах, що сприяє мінімізації втрат врожаю за комбайнового збирання. Для сорту характерна добра стійкість до ураження основними збудниками хвороб, що є запорукою гарного фітосанітарного стану посіву за використання стандартних схем захисту. Тривалість вегетаційного періоду сорту становить біля 110-115 діб, тобто в більшості років його можна використовувати як попередник для пшениці озимої, зважаючи на те, що строки звільнення поля дають можливість вчасно і якісно підготувати ґрунт для посіву.

Сорт придатний до вирощування на різних типах ґрунтів. Фактична урожайність в умовах виробництва залежно від ґрунтово-кліматичних умов знаходилася в межах 2,8–4,2 т/га. Олійність насіння становить 23,1–24,0 %. Висота кріплення нижнього бобу – 12 см. Оптимальна густота рослин на час збирання – 500–550 тис./га.

Місце у сівозміні та попередники. Кращим місцем сої у сівозміні є просапні ланки сівозмін та чисті від бур'янів поля у зв'язку із низькою конкурентною здатністю рослин протидіяти сегетальній рослинності. В умовах Лівобережного Лісостепу кращими попередниками для сої є озимі та ярі зернові колосові культури, кукурудза на силос і зерно, буряк цукровий,

кормові коренеплоди та овочеві культури. Недопустимими попередниками для вирощування сої є поля звільнені після соняшника, однорічних і багаторічних бобових культур. Основною причиною такого обмеження є наявність у цих культур спільних хвороб та шкідників, що неминуче призведе до зниження продуктивності культури. Бажаною є також просторова ізоляція від минулорічних посівів бобових культур.

Основний обробіток ґрунту. Технологічна схема та послідовність операцій з підготовки ґрунту під сою включає одно- чи дворазове лущення стерні після збирання попередника, оранку на зяб і пізньоосіннє вирівнювання поверхні поля. Глибина оранки може варіювати залежно від попередника, зокрема після зернових культур – 20-22 см, після кукурудзи на зерно – 25-27 см. На чистих від бур'янів полях з мінімальною кількістю рослинних решток оранку можна обмежитися безполицевим розпушуванням плоскорізами-глибокорозпушувачами або важкими культиваторами-плоскорізами на глибину 18-20 см.

Удобрення. Соя володіє унікальною здатністю фіксувати молекулярний азот із атмосферного повітря і тим самим частково забезпечувати свої потреби у цьому елементі живлення. Тому, в сучасних технологіях вирощування рекомендовано вносити під культуру 50-60 кг/га амонізованого суперфосфату або 100–150 кг/га нітроамофоски локальним способом у рядки одночасно з сівбою.

Передпосівний обробіток ґрунту. Завдання передпосівного обробітку ґрунту під сою полягає у ретельному розпушенні, вирівнюванні поверхні поля з метою максимального знищення сходів бур'янів, створення мульчуючого шару, який буде сприяти збереженню вологи у верхньому шарі ґрунту, а також забезпечить сприятливі умови для проростання насіння. Для цього слід застосовувати широкозахватні комбіновані агрегати типу «Європак», а глибина розпушування не повинна перевищувати 4 см.

Підготовка насіння. Обов'язковим елементом передпосівної підготовки насіння має бути обробка протруйниками фунгіцидної дії рекомендованими

для сої. Важливим доповненням до системи удобрення є застосування мікробіологічних для інокуляції насіння, що сприяє активізації симбіотичної діяльності, збагаченню ґрунту біологічно фіксованим азотом та підвищенню врожайності сої. Бактеризацію насіння активними штамми бульбочкових бактерій проводять в переддень або день сівби уникаючи попадання прямих сонячних променів.

Сорти. В умовах зони Лівобережного Лісостепу рекомендовано вирощувати сорти різних груп стиглості – від ультра скоростиглих до середньоранніх. У структурі посівів сортів сої найбільш доцільним є співвідношення між цими групами стиглості 20-40-40.

Сівба. Оптимальним строком початку сівби сої є стійке встановлення середньодобової температури ґрунту на глибині загортання насіння на рівні 10–12 градусів. За календарними строками це припадає на останню п'ятиденку квітня та першу травня місяця. Найбільш поширеним способом сівби сої в теперішніх технологіях вирощування є суцільний рядковий із шириною міжрядь 15 см. Також практикують сівбу сої широкорядним способом з шириною міжрядь 30 або 45 см. Залежно від способу сівби, групи стиглості сорту, норма висіву насіння становить: за широкорядного способу – 0,5–0,55 млн. штук схожих зерен на гектар, а за суцільного – 0,65–0,7 млн. штук з перерахунком на посівну придатність.

Догляд за посівами. Технологія догляду за посівами сої полягає в контролюванні рясності бур'янів та поширення шкідників і хвороб. За досягнення вище зазначеними шкідливими об'єктами порогів шкодочинності обов'язковим є застосування рекомендованих препаратів, зокрема гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів у суміші із стимуляторами і мікродобривами.

Збирання врожаю. Проводиться в стислі строки, прямим комбайнуванням за вологості зерна не більше 14–15 %. На збиранні потрібно використовувати сучасні жатки, які копіюють поверхню поля, що забезпечить підрізання стебел нижче місця прикріплення нижніх бобів і зменшення при цьому втрат зерна.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Польова схожість насіння сої залежно від рівня мінерального живлення та передпосівної бактеризації

Постійне надходження у виробництво сучасних сортів сої спонукає до пошуку шляхів удосконалення існуючих технологій вирощування з метою створення оптимальних умов для найбільш повного прояву їх потенціалу продуктивності. Вибір оптимальної дози мінеральних добрив та комбінації в ній елементів живлення, активація симбіотичної азотфіксації шляхом передпосівної бактеризації насіння має важливе значення в комплексі прийомів агротехніки спрямованих на ріст, розвиток рослин та рівень реалізації генетичного потенціалу урожайності [6–8]. Доопрацювання існуючих технологій вирощування сої, переслідує мету із виявлення ефективності та оптимізації рівня комплексної дії і взаємодії базових складових, які мають найбільш дієвий вплив на формування урожаю, і визначають його параметри у кількісних та якісних величинах. Поряд з цим також важливо встановити, наскільки варіювання одного окремо взятого або ж комбінації чинників впливає на формування продуктивності такої непростой системи якою є біоценоз культури [9, 10].

Експериментальні дані тривалих польових дослідів із з'ясування механізму формування урожайності посівів сільськогосподарських культур свідчать, що максимальна реалізація біологічного і господарського рівні їх продуктивності можлива лише у разі оптимізації комплексу взаємопов'язаних чинників – елементів технологій, які визначають: біометричні параметри рослин, розмір фотосинтетично активної поверхні та тривалість її діяльності, кількісні параметри основних структурних елементів урожаю [11, 12].

Визначення польової схожості насіння дає можливість оцінити вплив технологічних чинників та ґрунтового середовища на цей показник.

Одержані нами результати досліджень свідчать, що різні дози мінеральних добрив мали певний вплив на рівень польової схожості насіння сої сорту Еверест (рис. 3.1). Так, за експериментальними даними встановлено значне підвищення значень польової схожості за внесення мінеральних добрив, порівняно з контролем. Підвищення значень вище зазначеного показника за різними варіантами використання мінеральних добрив становило 3,3–8,0 %. Слід відзначити, що найвищим було значення польової схожості насіння сої на варіанті із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{23}P_{23}K_{23}$ (90,7 %), а за внесення лише $P_{23}K_{23}$ – на 2,6 % нижчою.

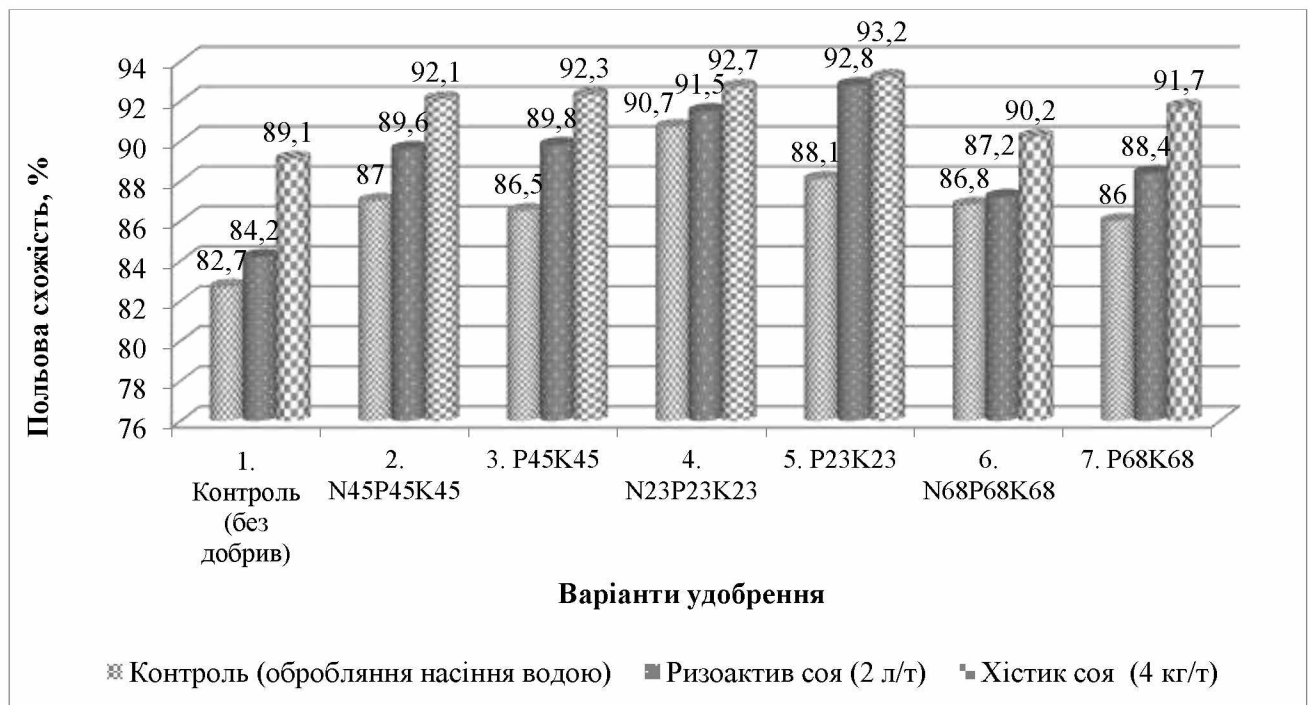


Рис. 3.1. Вплив рівня мінерального живлення та передпосівної бактеризації на польову схожість насіння сої, середнє за 2023–2024 рр.

За результатами досліджень також виявлено, що внесення високих доз мінеральних добрив, зокрема $N_{45}P_{45}K_{45}$ і $N_{68}P_{68}K_{68}$ та відповідно зумовлена цим підвищена концентрація елементів живлення в зоні проростання насіння, зумовлювали зниження польової схожості, відносно низьких доз. У досліді відзначено, значне підвищення показника польової схожості насіння сої, яке

забезпечило передпосівне інокулювання мікробіопрепаратом Ризоактив соя та Хістик соя. Дослідження свідчать, що лише за рахунок передпосівного оброблення насіння вище зазначеними мікробіологічними препаратами польова схожість насіння сої зросла, відповідно на 1,5 і 6,4 %, порівняно з обробкою водою. У середньому за роки досліджень, залежно від дози внесених мінеральних добрив, передпосівне оброблення насіння активними штамами бульбочкових бактерій забезпечило підвищення польової схожості у разі застосування препарату Ризоактив соя на 3,0–8,6 %, а Хістик соя – на 1,1–4,1 %. Середні за два роки дані польового дослідження свідчать, що найвищі значення польової схожості насіння було зафіксовано на варіантах дослідження, де вносили мінеральні добрива у дозі $N_{23}P_{23}K_{23}$ або $P_{23}K_{23}$, відповідно 91,5 і 92,8 та 92,7 і 93,2 %.

Окрім мінеральних добрив та інокулювання насіння мікробіологічними препаратами, на польову схожість насіння значно впливали погодні і умови весняного періоду років дослідження. Так, вищі значення польової схожості насіння отримано за більш сприятливих умов зволоження 2023 року, а нижчі – у 2024 році.

3.2. Зміна висоти рослин сої залежно від рівня мінерального живлення та передпосівної бактеризації

Висота рослин, є однією із важливих ознак сої, яка має безпосередній вплив на їх стійкість до вилягання та придатність до механізованого збирання. На формування висоти рослин впливає ряд чинників, зокрема біологічні особливості сорту, ґрунтово-кліматичні умови зони та погодні умови періоду вегетації року вирощування, агротехнічні прийоми, що застосовуються у технології [30, 25, 24]. Дослідження свідчать, що збільшення висоти рослин може забезпечити зростання числа продуктивних вузлів і підвищення загальної урожайності посівів культури [19, 23].

Спостереження за формуванням висоти стебел сої свідчать про те, що використання у технології вирощування чинників її інтенсифікації сприяло

істотному збільшенню лінійних розмірів рослин культури. Середні за роки проведення результати досліджень (2023–2024 рр.) свідчать, що на час настання фази повної стиглості найбільші значення висоти рослин сої були на варіантах досліду, де вносили максимальні дози мінеральних добрив (рис. 3.2). Так, застосування різних доз мінеральних добрив та відповідно покращення мінерального живлення рослин сої сприяло активізації ростових процесів і збільшення показника висоти стебла. На фоні оброблення насіння перед сівбою водою, максимальною висотою вирізнялися рослини сої за внесення мінеральних добрив в дозі $N_{68}P_{68}K_{68}$, що на 8,0 см більше, ніж на контролі. Оброблення насіння мікробіологічними препаратами, також мало позитивний вплив на формування показника висоти рослин. На варіантах досліду, де перед сівбою проводили інокуляцію насіння біопрепаратом Ризоактив соя висота рослин сої була на 2,8 см більшою, відносно контролю, а на фоні мінеральних добрив – 3,3–8,0 см.

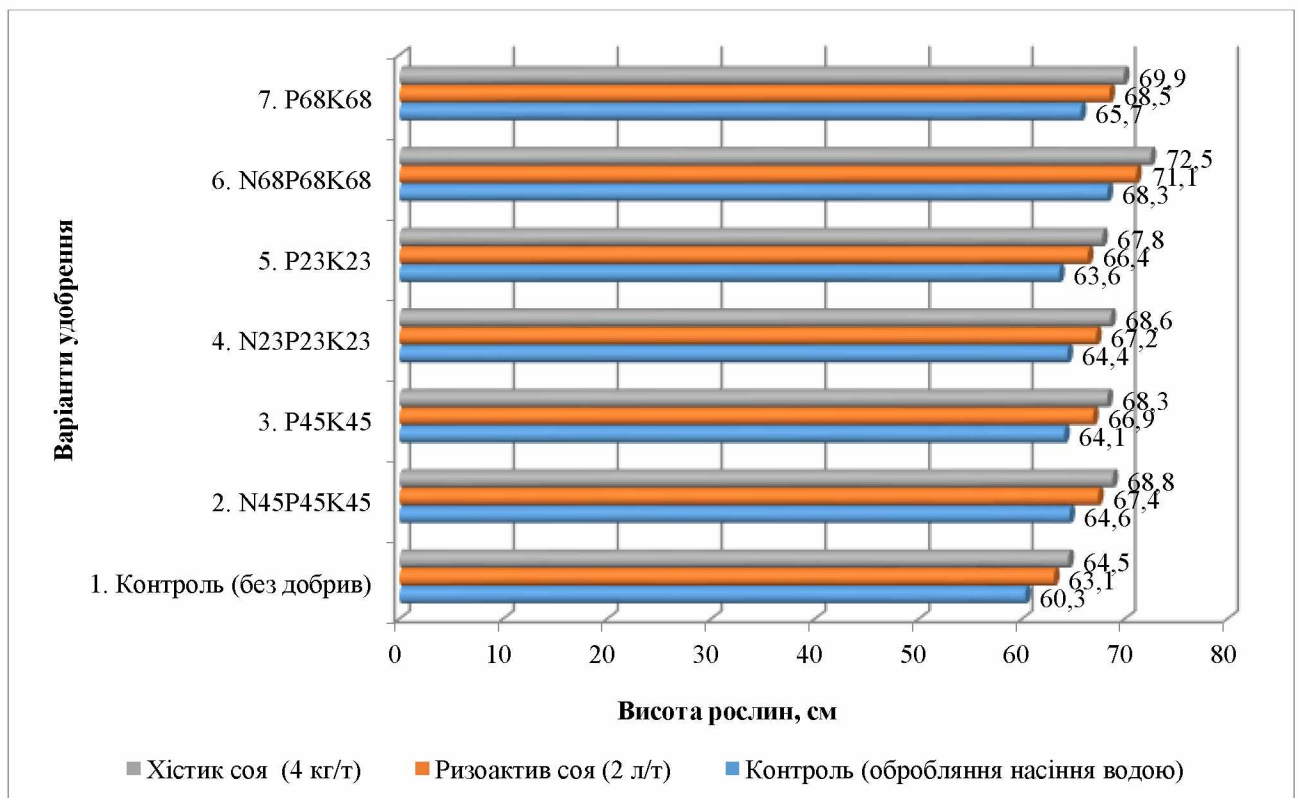


Рис. 3.2. Вплив рівня мінерального живлення та передпосівної бактеризації на висоту рослин сої, середнє за 2023–2024 рр.

У разі обробляння насіння мікробіологічним препаратом Хістик соя висота рослин зросла відносно контрольного варіанту на 4,2 см.

Таким чином, за результатами аналізу одержаних експериментальних даних встановлено, що максимальну висоту 72,5 см рослини сої формують за передпосівної бактеризації насіння мікробіологічним препаратом Хістик соя (4,0 л/т) на фоні застосування мінерального добрива у дозі $N_{68}P_{68}K_{68}$.

3.3. Вплив різних доз мінеральних добрив та інокулювання насіння на симбіотичну активність посівів сої

Серед першочергових напрямів діяльності світового землеробства в умовах сьогодення є використання унікальних біологічних можливостей бобових культур щодо симбіотичної азотфіксації з метою підвищення продуктивності культур, родючості ґрунту та покращення екологічного стану агроценозів. Посіви сої впродовж вегетаційного періоду здатні фіксувати з повітря від 70 до 150 кг/га азоту та на 50-75 % забезпечувати свої потреби в цьому елементі живлення.

Результати проведених нами досліджень свідчать про варіювання як кількості бульбочок на коренях рослин сої, так і їх маси залежно від рівнів мінерального живлення та використання мікробіологічних препаратів для передпосівної обробки насіння (табл. 3.1). Так, у середньому за роки досліджень на варіантах із внесенням добрив кількість бульбочок збільшилася на 3–18 шт/рослину, а їх маса на 0,12–0,75 г/рослину, порівняно з контролем. Варто відзначити, що найбільше формувалося бульбочок на кореневій системі рослин, де під сою було внесено мінімальну дозу фосфорно-калійних ($P_{23}K_{23}$) або азотно-фосфорно-калійних добрив ($N_{23}P_{23}K_{23}$), відповідно 82 і 80 шт/рослину із масою 3,50 і 3,46 г/рослину, а це на 28,1 і 25,0 % більше за кількістю бульбочок і на 25,8 і 27,3 % за їх масою, ніж на контролі. Подальше збільшення дози внесення мінеральних добрив до $N_{45}P_{45}K_{45}$ і $N_{68}P_{68}K_{68}$ призвело до зменшення чисельності бульбочок та їх

маси. За найменшою кількістю і масою бульбочок на рослинах сої, відповідно 67 шт/рослину і 2,87 г/рослину, вирізнявся варіант удобрення, де внесено максимальну дозу мінеральних добрив, зокрема N₆₈P₆₈K₆₈. На нашу думку, це зумовлено тим, що високі дози мінеральних добрив, а саме азотних пригнічують діяльність симбіотичного апарату рослин сої і відповідно зумовлюють зменшення показників кількісної і якісної характеристики його роботи.

Таблиця 3.1

Симбіотична активність посівів сої залежно від доз мінеральних добрив та інокулювання насіння, середнє за 2023–2024 рр.

Варіанти удобрення	Варіанти інокулювання насіння					
	Контроль (обробляння насіння водою)		Ризоактив соя (2 л/т)		Хістик соя (4 кг/т)	
	кількість бульбочок, шт/роsl.	маса сирих бульбочок, г/роsl.	кількість бульбочок, шт/роsl.	маса сирих бульбочок, г/роsl.	кількість бульбочок, шт/роsl.	маса сирих бульбочок, г/роsl.
1. Контроль (без добрив)	64	2,75	69	2,81	76,0	3,11
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	71	3,26	80	3,39	87,0	3,73
3. P ₄₅ K ₄₅	73	3,39	81	3,46	88,0	3,94
4. N ₂₃ P ₂₃ K ₂₃	80	3,46	84	3,59	91,0	4,10
5. P ₂₃ K ₂₃	82	3,50	89	3,68	96,0	4,47
6. N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	67	2,87	72	3,08	79,0	3,53
7. P ₆₈ K ₆₈	70	3,14	74	3,19	81,0	3,71
НІР _{0,95}	5	0,32	6	0,36	7	0,41

Результати досліджень свідчать що обробляння насіння перед сівбою мікробіологічними препаратами сприяли активізації діяльності симбіотичного апарату рослин сої. Так, використання лише препарату Ризоактив соя для бактеризації насіння забезпечило збільшення кількості бульбочок і їх маси, відповідно на 5,0 шт/рослину і 0,06 г/рослину або 7,8 і 2,2 %, порівняно з контролем. Дослідження свідчать, що найбільш сприятливі умови для утворення бульбочок на кореневій системі рослин сої створювалися на фоні внесення під культуру мінеральних добрив у дозі

$P_{23}K_{23}$ і $N_{23}P_{23}K_{23}$. При цьому кількість становила, відповідно 89 і 84 шт/рослину, а маса 3,68 і 3,59 г/рослину.

Ще вищі показники симбіотичної діяльності посівів сої відзначено за інокулювання насіння перед сівбою препаратом Хістик соя. Завдяки використанню мікробіопрепарату кількість бульбочок збільшилася на 12,0 шт/рослину або 18,8 %, а маса – на 0,36 г/рослину або 13,1 %, відносно контролю. Щодо впливу варіантів внесення мінеральних добрив на ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з кореневою системою рослин сої, то варто відзначити, що цей мікробіологічний препарат як і попередній формував більшу кількість і масу бульбочок за внесення мінімальної дози азотно-фосфорно-калійних або фосфорно-калійних добрив.

Таким чином результати досліджень свідчать, що кращі умови для симбіотичної азотфіксації створюються на фоні внесення мінімальних доз мінеральних добрив та оброблення насіння перед сівбою інокулянтами Ризоактив соя та Хістик соя. Серед мікробіологічних препаратів, що вивчали, перевага за впливом на симбіотичну активність посівів сої належить препарату Хістик соя.

3.4. Вплив різних доз мінеральних добрив та інокулювання насіння на елементи структури врожаю сої

Продуктивність сої визначається низкою показників, які формуються впродовж періоду вегетації культури. На величину цього показника мають істотний вплив такі морфоботанічні чинники як лінійні розміри рослини, число продуктивних вузлів, кількість бобів та насінин в одному бобі. На значення цих показників істотно впливають умови живлення рослин, тобто рівень забезпеченості ґрунту доступними елементами мінерального живлення. Основним інструментом корегування системи удобрення є мінеральні добрива.

Результати польового дослідження свідчать, що за усередненими за два роки даними найменша кількість бобів на рослинах сої формувалася на варіанті

без внесення добрив 24,6 шт/роsl. Вирощування сої на фоні внесення різних доз мінеральних добрив сприяло збільшенню числа бобів на рослині, зокрема на 3,7–6,4 шт/роsl., або 15,0–26,0 %, відносно контрольного варіанту. Слід відзначити, що верхнє значення цього показника за внесення під сою мінеральних добрив із розрахунку $N_{68}P_{68}K_{68}$, а нижнє – за $P_{23}K_{23}$.

Використання мікробіопрепаратів для бактеризації насіння сприяло покращенню азотного живлення рослин, що в кінцевому рахунку забезпечило зростання кількісних показників елементів структури врожаю. Так, за інокулювання насіння препаратом Ризоактив соя кількість бобів збільшилася відносно контролю на 4,3–5,7 шт/роsl., або 17,3–19,4 %. У разі бактеризації насіння сої мікробіологічним препаратом Хістик соя число бобів на рослині збільшилося на 7,0–9,5 шт/роsl., або 28,1–31,1 %, порівняно із контролем (обробляння насіння водою). Що стосується кількості насінин в одному бобі, то результати досліджень показують, що формувалося їх більше на фоні підвищених доз мінеральних добрив та інокулювання насіння препаратом Хістик соя, відповідно 2,5–2,6 шт.

Таблиця 3.2

Варіювання елементів структури врожаю сої залежно від доз мінеральних добрив та інокулювання насіння, середнє за 2023–2024 рр.

Варіанти удобрення	Варіанти інокулювання насіння					
	Контроль (обробляння насіння водою)		Ризоактив соя (2 л/т)		Хістик соя (4 кг/т)	
	кількість бобів, шт/роsl.	кількість насінин в бобі, шт	кількість бобів, шт/роsl.	кількість насінин в бобі, шт	кількість бобів, шт/роsl.	кількість насінин в бобі, шт
1. Контроль (без добрив)	24,6	1,6	28,9	1,9	31,6	2,1
2. $N_{45}P_{45}K_{45}$	29,5	2,1	34,6	2,4	37,8	2,6
3. $P_{45}K_{45}$	29,0	2,0	34,3	2,3	37,3	2,5
4. $N_{23}P_{23}K_{23}$	28,9	2,0	34,3	2,3	37,9	2,5
5. $P_{23}K_{23}$	28,3	1,9	33,8	2,2	37,1	2,4
6. $N_{68}P_{68}K_{68}$	31,0	2,1	36,6	2,4	40,5	2,6
7. $P_{68}K_{68}$	30,6	2,0	36,3	2,3	39,8	2,5

Важливим оціночним показником ефективності впливу технологічних чинників на індивідуальну продуктивність рослин сої є маса 1000 насінин (табл. 3.3). Значення цього показника в значній мірі залежить від умов вирощування, зокрема наявності в ґрунті доступних елементів живлення у потрібній для оптимального росту і розвитку кількості.

Таблиця 3.3

Варіювання маси 1000 насінин сої залежно від доз мінеральних добрив та інокулювання насіння, середнє за 2023–2024 рр.

Варіанти удобрення	Варіанти інокулювання насіння		
	Контроль (обробляння насіння водою)	Ризоактив соя (2 л/т)	Хістик соя (4 кг/т)
1. Контроль (без добрив)	113,7	108,1	108,2
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	114,9	109,1	108,6
3. P ₄₅ K ₄₅	113,1	106,2	108,1
4. N ₂₃ P ₂₃ K ₂₃	113,2	103,9	116,3
5. P ₂₃ K ₂₃	112,8	105,6	113,6
6. N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	105,4	103,9	110,2
7. P ₆₈ K ₆₈	105,2	110,2	111,9

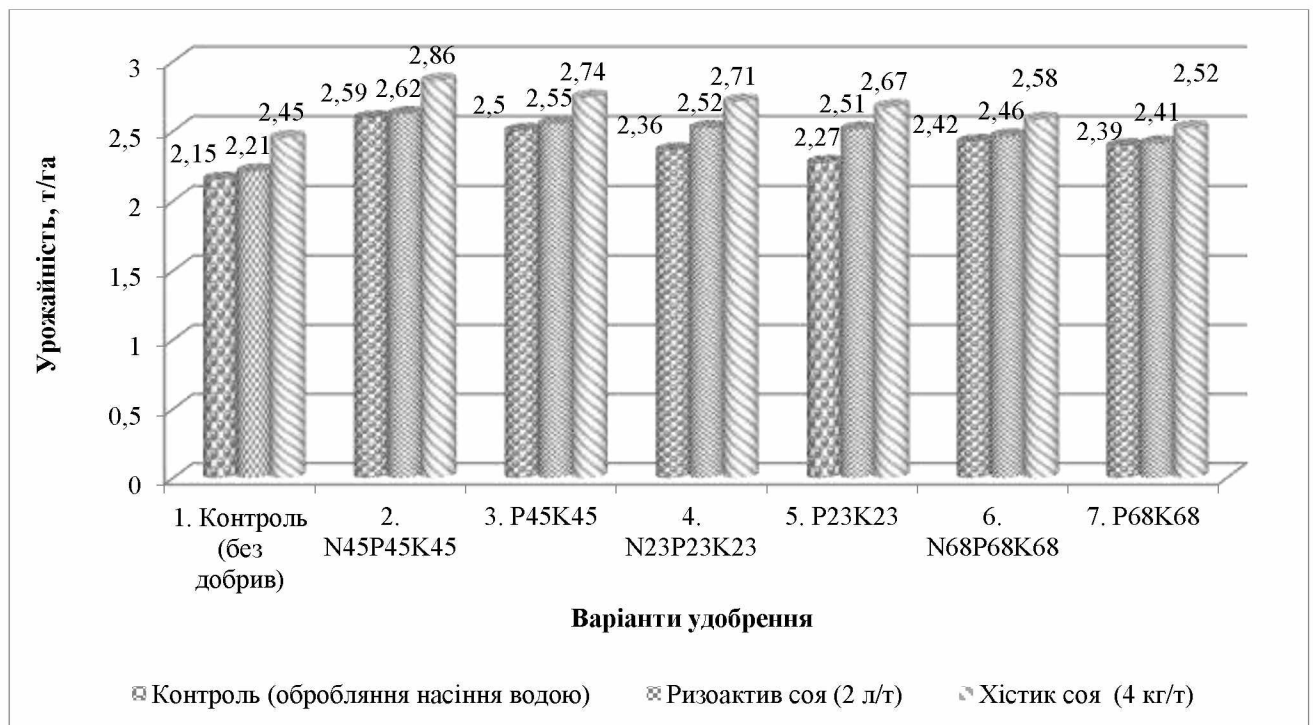
У середньому за два роки досліджень найбільшу масу 1000 насінин – 116,3 г одержано на варіанті досліду, де було внесено під культуру мінеральні добрива в дозі N₂₃P₂₃K₂₃ та проведено обробляння насіння перед сівбою бактеріальним препаратом Хістик соя. Це на 2,6 г більше, ніж на контрольній ділянці (без внесення добрив та інокулювання).

3.5. Формування зернової продуктивності сої залежно від рівня мінерального живлення та інокулювання насіння

Загальновідомо, що зернова продуктивність культури ключовим показником оцінки господарської ефективності запровадження того чи іншого технологічного чиннику. Урожайність є результатом сукупної дії погодних умов, ґрунтового середовища, а також технологічних прийомів, що

впроваджуються. Найбільш оптимальне їх поєднання та взаємний вплив забезпечують найбільш повну реалізацію як біологічного потенціалу продуктивності культури, сорту, так і агротехнічного заходу.

Середні за два роки (2023–2024) результати польового експерименту свідчать про безпосередній вплив варіантів удобрення та бактеріальних препаратів на формування урожайності зерна сої (рис. 3.3). Так, за внесення різних доз мінеральних добрив урожайність збільшилася на 0,12–0,44 т/га або 5,6–20,5 %. Слід відзначити, що максимальне значення приросту врожаю зерна сої одержано за внесення під культуру середньої дози мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, а найнижче – за мінімальної дози фосфорно-калійних добрив $P_{23}K_{23}$.



НІР_{0,95}: фактор А – 0,21; фактор В – 0,16.

Рис. 3.3. Урожайність насіння сої залежно від рівня удобрення та бактеризації насіння, (середнє за 2023–2024 рр.)

Передпосівна обробка насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив соя сприяла підвищенню урожайності зерна сої. Порівняно із контрольним варіантом (оброблення насіння водою), приріст урожайності становив 0,06 т/га або 2,8 %. Слід відзначити, що за даними дисперсійного аналізу вище

вказана різниця в урожайності є не істотною, вона знаходиться в межах помилки досліджу.

На варіанті, де насіння обробляли перед сівбою бактеріальним препаратом Хістик соя приріст урожайності відносно контролю був істотним і становив 0,3 т/га або 14,0 %. Найбільшу урожайність зерна сої 2,86 т/га одержано на варіанті досліджу, де крім передпосівної обробки насіння вище зазначеним мікробіологічним препаратом, ще вносили мінеральні добрива із розрахунку $N_{45}P_{45}K_{45}$. Приріст урожайності, порівняно з контролем становив 0,27 т/га або 10,4 %. Слід відзначити високу ефективність обробки насіння інокулянтном Хістик соя на варіантах із внесенням мінімальної дози добрив, зокрема $N_{23}P_{23}K_{23}$ та $P_{23}K_{23}$. На цих варіантах удобрення приріст урожайності становив, відповідно 0,35 і 0,40 т/га або 14,8 і 17,6 %.

Таким чином, за результатами досліджень слід констатувати, що комбінування помірних доз мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) із обробкою насіння активними штамами бульбочкових бактерій (Хістик соя, 4 кг/т) забезпечує формування високої зернової продуктивності посівів сої (2,86 т/га).

РОЗДІЛ 4.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

В умовах сьогодення, за розвитку ринкових відносин у сільськогосподарському виробництві, першочергового значення набуває проведення економічної оцінки застосованих агротехнічних заходів. Особливо це відноситься до технологій, які використовуються за виробництва рослинницької продукції. Визначення показників економічної ефективності дає можливість об'єктивно обрахувати дійсні витрати коштів та суму одержаного прибутку і на підставі таких даних запропонувати технології вирощування польових культур, які будуть найбільш економічно доцільні для конкретного регіону.

Одним із вагомих чинників впливу на рівень продуктивності сільськогосподарських культур, собівартість одиниці врожаю є застосування ефективної системи удобрення, яка забезпечує найвищу окупність витрат на використання мінеральних добрив.

Загальновідомо, що використання добрив під сільськогосподарські культури є одним із найбільш швидкодіючих і впливових агротехнічних заходів, який зумовлює підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Однак в умовах сьогодення відзначається значне зростання реалізаційних цін на мінеральні добрива на фоні незначного підвищення закупівельних цін на продукцію рослинництва, зокрема зерно сої. Зважаючи на те, що мінеральні добрива в сучасному виробництві розглядаються як засіб інтенсифікації технологій, тому важливо, щоб їх застосування забезпечувало не лише повернення витрачених коштів, але й прибуток [3, 4].

Використання добрив у технології вирощування сої є специфічним агротехнічним прийомом, оскільки ця культура володіє біологічною здатністю до засвоювання атмосферного азоту за допомогою симбіозу

кореневої системи із бульбочковими бактеріями, і тим самим частково забезпечувати потреби в цьому елементі живлення [17].

Дослідження свідчать, що у технології вирощування сільськогосподарських культур значна частина виробничих витрат пов'язана із придбанням та внесенням мінеральних добрив.

Економічними розрахунками встановлено, що внесення різних доз мінеральних добрив помітно впливало на рівень економічних показників, які характеризують ефективність вирощування сої (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Вплив різних доз мінеральних добрив на економічну ефективність вирощування сої, середнє за 2023–2024 рр.

Показники ефективності	Контроль (обробляння насіння водою)						
	контроль (без добрив)	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	P ₄₅ K ₄₅	N ₂₃ P ₂₃ K ₂₃	P ₂₃ K ₂₃	N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	P ₆₈ K ₆₈
Урожайність, т/га	2,15	2,59	2,50	2,36	2,27	2,42	2,39
Вартість основної продукції, грн/га	42892,5	51670,5	49875	47082	45286,5	48279	47680,5
Виробничі витрати, грн/га	16435	23585	22291	20035	19429	27060	25302
Собівартість 1 т зерна, грн	7644	9106	8916	8489	8559	11182	10587
Умовний чистий прибуток, грн/га	26457,5	28085,5	27584	27047	25857,5	21219	22378,5
Рентабельність, %	161,0	119,1	123,7	135,0	133,1	78,4	88,4

Так, серед варіантів удобрення найвищу вартість валової продукції 51670,5 тис. грн/га одержано за внесення під культуру мінеральних добрив у дозі N₄₅P₄₅K₄₅, що на 8778 тис. грн/га більше, ніж на контролі. Зменшення чи збільшення вище зазначеної дози мінеральних добрив на 50 % або

виключення із неї азоту супроводжувалося зменшенням вартості валової продукції, однак при цьому її значення перевищували показник контрольного варіанту. Найвищі виробничі витрати 27060 грн/га відзначено на варіанті із внесенням максимальної дози мінеральних добрив. Вони перевищували контрольний варіант на 10625 грн/га або 64,6 %. Собівартість одиниці продукції є важливим показником оцінки економічної ефективності застосування мінеральних добрив. За проведеними розрахунками найнижчим був цей показник (8489 грн/т) за внесення мінеральних добрив із розрахунку $N_{23}P_{23}K_{23}$. Слід відзначити, що цей варіант удобрення вирізнявся серед інших і найвищою рентабельністю вирощування сої (135,0 %).

Дослідження свідчать про високу економічну ефективність використання мікробіологічних препаратів для передпосівної обробки насіння (табл. 4.2; 4.3).

Таблиця 4.2

Вплив різних доз мінеральних добрив та інокулювання насіння препаратом Ризоактив соя на економічну ефективність вирощування сої, середнє за 2023–2024 рр.

Показники ефективності	контроль (без добрив)	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$P_{45}K_{45}$	$N_{23}P_{23}K_{23}$	$P_{23}K_{23}$	$N_{68}P_{68}K_{68}$	$P_{68}K_{68}$
Урожайність, т/га	2,21	2,62	2,55	2,52	2,51	2,46	2,41
Вартість основної продукції, грн/га	44089,5	52269	50872,5	50274	50074,5	49077	48079,5
Виробничі витрати, грн/га	16621	23771	22477	20221	19615	27246	25488
Собівартість 1 т зерна, грн	7521	9073	8815	8024	7815	11076	10576
Умовний чистий прибуток, грн/га	27468,5	28498	28395,5	30053	30459,5	21831	22591,5
Рентабельність, %	165,3	119,9	126,3	148,6	155,3	80,1	88,6

Так, інокуляція насіння препаратом Ризоактив соя забезпечила збільшення вартості валової продукції на 1197 грн/га, а Хістик соя – на 5985 грн/га. Слід зазначити, що на фоні різних доз мінеральних добрив обробка насіння вище зазначеними мікробіологічними препаратами сприяла збільшенню вартості валової продукції, відповідно на 399–4788 та 2593,5–7980 грн/га. За проведеними розрахунками виявлено, що бактеріальні препарати забезпечили здешевлення одиниці врожаю. При цьому собівартість зменшилася на 123 і 660 грн/т, порівняно із варіантом, де насіння перед сівбою обробляли водою. На варіантах удобрення зменшення собівартості, за використання препарату Ризоактив соя становило 11–744 грн/т, а за обробки інокулянт Хістик соя – 279–1029 грн/т.

Таблиця 4.3

**Вплив різних доз мінеральних добрив та інокулювання насіння
препаратом Хістик соя на економічну ефективність вирощування сої,
середнє за 2023–2024 рр.**

Показники ефективності	контроль (без добрив)	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	P ₄₅ K ₄₅	N ₂₃ P ₂₃ K ₂₃	P ₂₃ K ₂₃	N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	P ₆₈ K ₆₈
Урожайність, т/га	2,45	2,86	2,74	2,71	2,67	2,58	2,52
Вартість основної продукції, грн/га	48877,5	57057	54663	54064,5	53266,5	51471	50274
Виробничі витрати, грн/га	17110	24260	22966	20710	20104	27735	25977
Собівартість 1 т зерна, грн	6984	8483	8382	7642	7530	10750	10308
Умовний чистий прибуток, грн/га	31767,5	32797	31697	33354,5	33162,5	23736	24297
Рентабельність, %	185,7	135,2	138,0	161,1	165,0	85,6	93,5

Що стосується рентабельності вирощування сої за інокулювання насіння на фоні різних доз мінеральних добрив, то за використання препарату Ризоактив соя найвищим цей показник 155,3 і 148,6 % був за внесення, відповідно $P_{23}K_{23}$ і $N_{23}P_{23}K_{23}$. Мікробіологічний препарат Хістик соя також забезпечив найвищий рівень рентабельності на вище зазначених варіантах удобрення, але із збільшеними значеннями 165,0 і 161,1 %.

Таким чином внесення мінімальної дози фосфорно-калійних чи азотно-фосфорно-калійних мінеральних добрив та обробка насіння перед сівбою бактеріальними препаратами забезпечує вищі показники економічної ефективності вирощування сої із рівнем рентабельності 148,6–165,0 %.

РОЗДІЛ 5.

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

В Україні проведення екологічної експертизи почали на початку 80-х років минулого століття через значне погіршення екологічного стану територій, особливо після аварії на Чорнобильській атомній електростанції. Для проведення оцінки екологічного стану, «експертизи» потрібними були відповідні знання і фахівці. Цю роботу на даний час здійснюють 6 спеціально утворені юридично самостійні структури, комісії або сформовані Міністерством екології та природних ресурсів підрозділи з еколого-експертної оцінки ризиків [1].

Відповідно до положень чинного законодавства, зокрема закону «Про оцінку впливу на довкілля», який прийнято Верховною Радою України від 23 травня 2017 р., № 29 зі змінами, які внесено у 2019, 2020 і 2021 роках, здійснення екологічної експертизи є обов'язковим за всіх видів діяльності, які тим чи іншим чином можуть негативно впливати на стан довкілля. Важливо відзначити, що в умовах сьогодення надзвичайно нагальною є потреба об'єктивної і своєчасної оцінки наслідків зумовлених негативним впливом людської діяльності на агроєкосистему. Поряд з цим важливим є не лише наявність інформації щодо шкочинної дії антропогенного впливу на стан навколишнього природного середовища, але й розробка відповідних ефективних заходів які б усували або мінімізували можливі негативні наслідки. У сільськогосподарському виробництві екологічній оцінці підлягають всі технологічні заходи з вирощування польових культур або інша діяльність, яка може нести загрозу довкіллю або створювати небезпеку для здоров'я людей [1].

Згідно нормативних документів на даний час в державі Україна проводять громадську та інші передбачені законодавством види екологічної експертизи. Заключення та пропозиції державної екологічної експертизи носять обов'язковий для виконання всіма суб'єктами господарювання

характер. Приймаючи рішення щодо подальшої роботи об'єктів, де здійснено екологічну експертизу, заключення державної екологічної експертизи беруться до відома на тому ж рівні, що і результати інших видів державних експертиз. Рішення громадської та інших екологічних експертиз носять лише мотиваційний характер. Однак її результати, за доцільності, можуть враховуватися за проведення державної екологічної експертизи.

Провівши екологічну експертизу технології вирощування сої в дослідному господарстві "Степне" можна зробити наступні висновки:

- як позитив слід відзначити, що в господарстві побудовано спеціальні стаціонарні площадки для складування і зберігання гною, а також обладнано приміщення для складування мінеральних добрив та отрутохімікатів відповідно до вимог чинного природоохоронного законодавства. Також виділено та відповідно до чинних вимог обладнано спеціальне приміщення для тимчасового зберігання тари з під використаних мінеральних добрив, отрутохімікатів, відпрацьованих мастил, забруднених мастилами ганчірок та піску. Утилізація шкідливих відходів відбувається на спеціалізованих підприємствах відповідно до укладених господарством угод;

- для підвищення родючості ґрунтів та захисту від ерозії в дослідному господарстві «Степне» необхідно зменшити глибину полицевої оранки або замінити її плоскорізним чи чизельним розпушуванням ґрунту під культури сівозміни. Також доцільно застосовувати комбіновані широкозахватні агрегати для передпосівного обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами з метою скорочення кількості проходів тракторних агрегатів по полю та як наслідок зменшення ущільнення поверхні поля;

- для поповнення ґрунту органічною речовиною максимально використовувати подрібнену побічну продукцію сільськогосподарських культур - солому зернових культур, стебла соняшнику та кукурудзи, що забезпечить покращення умов нагромадження та використання ґрунтової вологи, а також мінімізацію деградаційних порочесів ґрунту і стан довкілля;

- на перспективу для зменшення ймовірності пестицидного забруднення в господарстві доцільно побудувати спеціальні площадки для приготування їх робочих розчинів та укомплектувати сучасним обладнанням;
- для безпечного зберігання рідких мінеральних добрив (КАС) потрібно придбати спеціальні резервуари та обладнати площадку;
- на полях за мінімальної кількості бур'янів у посівах сільськогосподарських культур широко використовувати агротехнічні заходи їх контролювання;
- практикувати застосування мікробіологічних препаратів, мікродобрив з метою зменшення норм внесення мінеральних добрив, а також речовини біологічного походження для боротьби із шкідниками та хворобами польових культур;
- чітко дотримуватись рекомендованих регламентів використання отрутохімікатів з метою досягнення максимального ефекту від їх застосування.

РОЗДІЛ 6.

ОХОРОНА ПРАЦІ

Головним завданням з охорони праці є створення безпечних і нешкідливих умов для здійснення виробничої діяльності у відповідних підприємствах. В умовах сучасного сільськогосподарського їй приділяється все більше уваги. В свою чергу на створення таких умов праці на виробництві, щорічно зростають потреби матеріально-технічних ресурсів. Крім того актуальним є впровадження сучасних знань і інноваційних рішень з охорони праці, які розроблено науково-дослідними установами відповідного профілю та напрацьовано передовими господарствами. На даний час, істотною є різниця між рівнем інформованості, знаннями про методи і засоби захисту працівника, і фактичним впровадженням їх в умовах конкретного підприємства чи виробництва. Зведення до мінімуму цих невідповідностей має бути покладено на фахово підготовлених спеціалістів не лише у сфері екології та охорони довкілля, але й в галузі створення безпечних, нешкідливих, безпечних умов роботи на будь якому виробництві. У зв'язку з цим дуже великого значення і ролі набувають знання із питання щодо недопущення травматизму на робочому місці. Базові уміння, досвід з цього питання набуваються під час навчання майбутніх фахівців [15]. Відповідно до положень нормативних документів, які регулюють питання охорони праці, відповідальність із організації та стану охорони праці в дослідному господарстві несе директор. До безпосередніх посадових обов'язків керівника входить створення, у кожному підрозділі чи цеху, на робочому місці кожного працівника, безпечних умов праці, які були створені відповідно із вимогами нормативно-правових документів. З метою створення належних умов роботи директор ініціює організацію в господарстві системи із управління охороною праці. Також призначає відповідальних посадових осіб, які будуть займатися вирішенням конкретних завдань з цього питання. Ця група відповідальних осіб розробляє комплекс організаційних дій, які б

забезпечили виконання встановлених нормативів. В господарстві відповідальним за організацію і контроль дотримання положень з охорони праці є інженер відповідного профілю. Керівники виробничих цехів та головні спеціалісти господарства безпосередньо несуть відповідальність за організацію та стан охорони праці в межах своїх підрозділів і галузей. Технологія вирощування сої включає в себе ряд механізованих робіт: обробіток ґрунту (основний і передпосівний), використання різних видів добрив, сівба, обробка посівів засобами захисту рослин, збирання і доробка зерна. Для покращення умов роботи і безпеки на робочих місцях в господарстві рекомендується:

1. В умовах кожного виробничого підрозділу організувати інформаційні куточки з охорони праці та забезпечити їх щорічне наповнення новими нормативно-правовими матеріалами.

2. Для підготовки до використання мінеральних добрив максимально залучати механізовані пристрої які мають бути оснащені пристосуваннями, які б зменшували пилоутворення.

3. Приготування розчинів отрутохімikatів проводити на спеціальних стаціонарних площадках, укомплектованих сучасним обладнанням, яке буде мінімізувати контакт працівника із шкідливими препаратами та їх розчинами. До виконання такого виду робіт потрібно залучати тільки висококваліфікованих працівників.

4. Спеціально обладнати вантажні автомобілі для забезпечення механізованої загрузки сівалок сипучими, порошкоподібними мінеральними добривами та протруєного насіння з тим, щоб виключити попадання шкідливого пилу до дихальних шляхів зайнятих на цих роботах працівників.

5. При проведенні робіт з отрутохімикатами і мінеральними добривами необхідно чітко дотримуватись технологічних регламентів їх застосування передбачених інструкцією виробника, а також тривалості робочої зміни відповідно розробленим і науково обґрунтованим рекомендаціям щодо виконання таких робіт.

6. Щорічно проводити медичні огляди та підвищення кваліфікації працівників, які залучаються до робіт з отрутохімікатами, на спеціальних курсах у закладах чи установах, які ліцензовані із відповідного напрямку.

7. В повному обсязі забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту та спецодягу.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що найвищі значення польової схожості насіння було зафіксовано на варіантах досліду, де вносили мінеральні добрива у дозі $N_{23}P_{23}K_{23}$ або $P_{23}K_{23}$, відповідно 91,5 і 92,8 та 92,7 і 93,2 %.

2. Виявлено, що максимальну висоту 72,5 см рослини сої формують за передпосівної бактеризації насіння мікробіологічним препаратом Хістик соя (4,0 л/т) на фоні застосування мінерального удобрення у дозі $N_{68}P_{68}K_{68}$.

3. З'ясовано, що кращі умови для симбіотичної азотфіксації створюються на фоні внесення мінімальних доз мінеральних добрив та оброблення насіння перед сівбою інокулянтами Ризоактив соя та Хістик соя. Серед мікробіологічних препаратів, що вивчали, перевага за впливом на симбіотичну активність посівів сої належить препарату Хістик соя.

4. У середньому за два роки досліджень найбільшу масу 1000 насінин – 116,3 г одержано на варіанті досліду, де було внесено під культуру мінеральні добрива в дозі $N_{23}P_{23}K_{23}$ та проведено оброблення насіння перед сівбою бактеріальним препаратом Хістик соя. Це на 2,6 г більше, ніж на контрольній ділянці (без внесення добрив та інокулювання).

5. Встановлено, що комбінування помірних доз мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) із обробкою насіння активними штамами бульбочкових бактерій (Хістик соя, 4 кг/т) забезпечує формування високої зернової продуктивності посівів сої (2,86 т/га).

6. Встановлено, що внесення мінімальної дози фосфорно-калійних чи азотно-фосфорно-калійних мінеральних добрив та обробка насіння перед сівбою бактеріальними препаратами забезпечує вищі показники економічної ефективності вирощування сої із рівнем рентабельності 148,6–165,0 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою покращення умов для формування високої урожайності сої за умов нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу, господарствам усіх форм власності рекомендується:

- у зв'язку із здатністю сої фіксувати азот атмосфери і частково забезпечувати себе цим елементом живлення доцільно вносити під сою мінімальну дозу мінеральних добрив $N_{23}P_{23}K_{23}$ або $P_{23}K_{23}$;

- з метою підвищення рівня симбіотичної азотфіксації в ґрунті проводити перед сівбою інокулювання насіння сої азотфіксуючими штамами бульбочкових бактерій, зокрема мікробіологічним препаратом Хістик соя, 4 кг/т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроекологія: навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. К.: Вища освіта, 2006. 671 с.
2. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: монографія / Є.М. Огурцов, В.Г. Міхєєв, Ю.В. Белінський, І.В. Клименко; за ред. д-ра с.-г. наук, професора, чл.-кор. НААН України М.А. Бобро. Х.: ХНАУ, 2016. 268 с.
3. Бабич А., Венедіктов О. Моделі технологій вирощування сої, їх економічна ефективність та конкурентоспроможність. *Корми та кормовиробництво*. Вип. 56. 2006. С. 22–29.
4. Бабич А., Колісник С., Побережна А. Розміщення посівів і технології вирощування сої в Україні. *Пропозиція*. 2000. № 5. С. 3–11.
5. Бербенець О. В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. *Агросвіт*. 2019. № 10. С. 41–45.
6. Гангур В. В., Лень О. І., Гангур Ю. М. Продуктивність короткоротаційних сівозмін за максимальної частки в них сої та кукурудзи при вирощуванні в умовах недостатнього зволоження лівобережного Лісостепу України. *Зернові культури*. 2017. Том 1. № 2. С. 313–319.
7. Гангур В. В., Пипко О. С., Прокопів О. О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 80–85. doi: 10.31210/visnyk2021.04.10
8. Гангур В. В., Сахацька В. М. Мікробіологічна активність ґрунту за різних способів обробітку. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 13–19. doi: 10.31210/visnyk2019.04.01
9. Гангур В.В. Вплив позакореневого підживлення посівів гуміновим стимулятором на продуктивність сої. *Шляхи адаптації технологій у рослинництві до перманентних змін клімату*: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, 25 липня 2022 р. м. Полтава. Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція імені М.І.

Вавилова ІС і АПВ НААН України, 2022. С. 63–64.

10. Гангур В.В. Єремко Л.С. Тривалість міжфазних періодів сої залежно від способів основного обробітку ґрунту. Матеріали X науково-практичної інтернет-конференції *«Інноваційні аспекти сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур»* (присвячена 115 річчю з дня народження професора Є. С. Гуржій). Полтавська державна аграрна академія, 2021. С. 25–29.
11. Гангур В.В., Гангур Ю.М. Ефективність сучасних регуляторів росту рослин в технології вирощування сої. *Хімія, агрохімія, екологія та освіта: Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (м. Полтава, 14-15 травня 2019 року). Полтава, 2019. С. 189–192.
12. Гангур В.В., Єремко Л.С. Оптимізація поживного режиму сої як основа підвищення продуктивності. *Актуальні напрямки та інновації у вирішенні проблем галузі рослинництва»: матеріали XII науково-практичної інтернет-конференції присвяченої 180 річчю з дня народження професора А. Є. Зайкевича* (05 травня 2022 р., м. Полтава). Полтавський державний аграрний університет, 2022. С. 29–32. [doi: 10.5281/zenodo.6641805](https://doi.org/10.5281/zenodo.6641805)
13. Єремко Л.С., Гангур В.В. Особливості формування індивідуальної продуктивності рослин сої (*Glycine Hispida* Moench.) за різної забезпеченості елементами мінерального живлення. *Вісник ПДАА*. 2022. № 3. С. 40–46. [doi: 10.31210/visnyk2022.03.05](https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.05)
14. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В, Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
15. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. К.: Центр учбової літератури, 2009. 264 с.
16. Казакова І.В., Кондратюк Н.В. Ефективність виробництва сої та розвиток ринку соєвих продуктів в Україні і світі. *Ефективна економіка*. 2015. № 5.

<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4070>

17. Лихочвор В., Петриченко В., Іващук П., Корнійчук О. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / за ред. В. Лихочвора, В. Петриченка. Вид. 3-є, виправ. і допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. С. 511–512.
18. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2000. 100 с.
19. Поліщук І. С. Поліщук М. І, Мазур О. В. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. №11. С. 36-43.
20. Січкарь В.І. Стан і перспективи селекції сої в Україні. *Зб. наук. праць ЛНАУ*. 2002. № 20 (32). С. 7–14.
21. Сокирко Д.П., Гангур В.В., Єремко Л.С. Вплив елементів технології вирощування на формування симбіотичного апарату зернобобових культур. *Colloquium-journal*. 2021. № 10 (97). Część 1. Р. 30–32.
22. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Шепель А.В. Економічна та біоенергетична ефективність вирощування соняшника різних груп стиглості в основних посівах при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 1998. Вип. 8. С. 10–15.
23. Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив та біопрепарату на ріст та розвиток рослин сої. Наукові доповіді НУБіП України. *Агрономія*. 2021. № 6 (94). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.06.008>
24. Циганська О.І., Циганський В.І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 15. С. 83-93.
25. Циганська О.І., Циганський В.І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на коефіцієнт збереження рослин. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 119-133.
26. Bansal S.K., Dixit A.K., Imas P. and Magen H. The effect of potassium application on yield and quality of soybean and wheat in Madhya Pradesh.

- Fertiliser News*. 2001. Vol. 46. P. 45-52.
27. Basseto M.A., Ceresini P.C. and ValÈrio Filho W.V. Severidade da mela da soja causada por *Rhizoctonia solani* AG-1 IA em funÁ,ão de doses de pot·ssio. *Summa Phytopathologica*. 2007. Vol. 33. P. 56-62.
 28. Clay J. *World Agriculture and the Environment*. Island Press, Washington, Covelo, London. 2004. pp.173-202.
 29. Dahnke W.C., Fanning C. and Cattanach A. *Fertilizing Soybean*, SF-719, North Dakota State University of Agriculture and Applied Science. 1992.
 30. Didur I.M., Prokopchuk V.M., Pantsyreva H.V. Investigation of biomorphological and decorative characteristics of ornamental species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (3). P. 287-290.
 31. Dumych V.V. Investigation of the effectiveness of the use of biopreparations in the technologies of the cultivation of spring cereal crops. *Machinery and technologies of the AIC*. 2018. Vol. 2. P. 19–22.
 32. Erickson B. and Lowenberg-DeBoer J. *Crop Rotation Literature Review*. Dept of Agricultural Economics, Purdue Univ, W. Lafayette. 2005. http://www.agecon.purdue.edu/pdf/Crop_Rotation_Lit_Review.pdf.
 33. Fageria N.K., Baligar V.C. and Jones C.A. *Growth and mineral nutrition of field crops*. 2nd ed. M. Dekker, New York. 1997. pp.624.
 34. Fuentes-Ramirez L.E., Caballero-Mellado J. *Bacterial Biofertilizers. Biocontrol and Biofertilization* [edited by Z. A. Siddiqui]. Aligarh Muslim University, Aligarh, 2006. P. 143–172.
 35. Godfray H., Charles J., et al. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*. 2010. Vol. 327. P. 812-818.
 36. Hanway J.J. and Weber C.R. Accumulation of N, P and K by soybeans (*Glycine max*L.) Merrill) plants. *Agronomy Journal*. 1971. Vol. 63. P. 406-408.
 37. Haq M.U. and Mallarino A.P. Response of Soybean Grain Oil and Protein Concentrations to Foliar and Soil Fertilization. *Agronomy Journal*. 2005. Vol. 97. P. 910ñ 918.
 38. Horodyska I.M., Plaksiuk L.B., Chub A.O. Use of biological preparations in

the conditions of organic soybean cultivation. *Bulletin of Agricultural Science*. 2018. Vol. 9. P. 73–78.

39. IFA. World Fertilizer Use Manual. International Fertilizer Industry Association. Paris. 1992. pp.632.
40. IPI. Annual report (internal). International Potash Institute, Horgen, Switzerland. 2002.
41. Ito M.F., Mascayrenhas H.A.A., Tanaka R.T., Martins A.L.M., Otsuk I.P., Carmello Q.A.C. and Muraoka T. Control of stem canker in soybeans by liming and potassium fertilizer. *Rev. de Agricultura, Piracicaba*. 2001. Vol. 76. P. 307-316.
42. Kinge T.R., Ghosh S., Cason E.D., Gryzenhout M. Characterization of the endophytic mycobiome in cowpea (*Vigna unguiculata*) from a single location using illumina sequencing. *Agriculture (Switzerland)*. 2022. Vol. 12. P. 333.
43. Kots S. Ya., Morgun V.V., Patyka V.F., Malichenko S.M., Mamenko P.N., Kiriziy D.A., Mikhalkiv L.M., Beregoenko S.K., Melnikova N.N. Biological fixation of nitrogen legume-rhizobial symbiosis: monograph in 4 tons. 2011. Vol. 2. Logos, Kyiv.
44. Magen H. and Imas P. Potassium chloride and suppression of disease. Poster presented at the XVTH International Plant Protection Congress, Beijing, China, May, 2004. P. 11-16.
45. Mengel K., Haghparast M. and Koch K. The Effect of Potassium on the Fixation of Molecular Nitrogen by Root Nodules of *Vicia faba*. *Plant Physiology*. 1974. Vol. 54. P. 535–538.
46. Pambuka G.T., Kinge T.R., Ghosh S. et al Baseline data of the fungal phytobiome of three sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars in south africa using targeted environmental sequencing. *J Fungi*. 2021. Vol. 7. P. 978.
47. Pambuka G.T., Kinge T.R., Ghosh S. et al Plant and soil core mycobiomes in a two-year sorghum–legume intercropping system of underutilized crops in South Africa. *Microorganisms*. 2022. Vol. 10. P. 2079.
48. Panda H. Manufacture of Biofertilizer and Organic Farming. Asia Pacific

Business Press Inc, New Delhi. 2017.

49. Panwar J.D.S. Organic farming and biofertilizers: scope and uses of biofertilizers. New India Publishing Agency, New Delhi. 2016.
50. Parthipan S. and Kulasoorya S.A. Effect of nitrogen- and potassium-based fertilizers on nitrogen fixation in the winged bean. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 1989. Vol. 5. P. 335-341.
51. Perrenoud S. Potassium and plant health. IPI Research Topics No. 3, 2nd rev. edition. International Potash Institute, Switzerland. 1990.
52. Premaratne K.P. and Oertli J.J. The influence of potassium supply on nodulation, nitrogenase activity and nitrogen accumulation of soybean (*Glycine max* L. Merrill) grown in nutrient solution. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 1994. Vol. 38. P. 95-99.
53. Ray J.D., Heatherly L.G. and Fritschi F.B. Influence of Large Amounts of Nitrogen on Nonirrigated and Irrigated Soybean. *Crop Science*. 2006. Vol. 46. P. 52ñ60.
54. Reid K. and Bohner H. Interpretation of Plant Analysis for Soybeans. 2007. [http:// www.omafra.gov.on.ca/english/crops/ facts/soybean_analysis.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/soybean_analysis.htm).
55. Vessey J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*. 2003. Vol. 255(2). P. 571–586.
56. Vitosh M.L., Johnson J.W. and Mengel D.B. 1995. Tri-state Fertilizer Recommendations for Corn, Soybeans, Wheat and Alfalfa. Extension Bulletin E-2567. Michigan State Univ., The Ohio State Univ., and Purdue Univ. [http:// www.ces.purdue.edu/extmedia/AY/ AY-9-32.pdf](http://www.ces.purdue.edu/extmedia/AY/AY-9-32.pdf).
57. Wyn T.J., Yin X., Brunlsema T.W., Jackson C.C., Rajcan I. and Brouder S.M. Potassium fertilization effects on isoflavone concentrations in soybean. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 2002. Vol. 50. P. 3501-3506.
58. Yatsenko V., Poltoretskiy S., Yatsenko N., Poltoretska N., Mazur O. Agrobiological assessment of green bean varieties by adaptability, productivity, and nitrogen fixation. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26(7). P. 79–194. DOI: 10.48077/ scihor7.2023.79.

59. Yin X. and Vyn T. J. Potassium Placement Effects on Yield and Seed Composition of No-Till Soybean Seeded in Alternate Row Widths. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 126-132.

ДОДАТКИ

АНОТАЦІЯ

Окара Д. О. Урожайність сої залежно від застосування біопрепаратів і доз мінеральних добрив.

Кваліфікаційна робота на здобуття СВО Магістр.

Кваліфікація: магістр з агрономії за освітньо-професійною програмою Еколого-економічне рослинництво.

Обсяг магістерської роботи: 61 с., 7 табл., 3 рис., 1 додаток, 59 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: продукційний процес, ріст і розвиток та формування продуктивності сої за різних доз добрив та інокулювання насіння.

Мета роботи: з'ясувати вплив передпосівного оброблення насіння активними штамми бульбочкових бактерій та різних доз мінеральних добрив на біометричні параметри рослин, структурні елементи та урожайність насіння сої.

Результати та їх новизна: у вступі підкреслюється актуальність застосування мінеральних добрив, мікробіологічних препаратів для підвищення продуктивності сої.

Основні наукові та практичні результати: На основі результатів польових досліджень та лабораторних аналізів виявлено особливості формування продуктивності посівів сої за різних рівнів мінерального живлення та передпосівної обробки насіння сучасними інокулянтами. Досліджено параметри варіювання висоти рослин, симбіотичної азотфіксації залежно від доз добрив та обробки насіння активними штамми бульбочкових бактерій; встановлено вплив добрив та інокулянтів на формування урожайності сої; розраховано показники економічної ефективності вирощування культури залежно від чинників інтенсифікації технології вирощування сої.

На основі дослідних даних сформульовано пропозиції виробництву, у яких визначено найбільш господарсько та економічно обгрунтовану дозу внесення мінеральних добрив і ефективний бактеріальний препарат для інокуляції насіння, які за умов недостатнього зволоження забезпечують продуктивність сої сорту Еверест на рівні 2,2–2,9 т/га.

Значення роботи та висновки: покращення поживного режиму ґрунту, підвищення врожайності насіння сої.

Перелік ключових слів: соя, мінеральні добрива, інокуляція насіння, урожайність, економічна ефективність.