ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Кафедра рослинництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ»

Виконала: здобувач вищої освіти
за ОПП Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
денної форми навчання
Огуй Марина Юріївна

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. Господарське значення гороху та технологічні прийоми його вирощування (огляд літературних джерел)……..	7
1.1. Значення гороху у подоланні дефіциту виробництва рослинного білку ……	7
1.2. Значення мікроелементів у покращенні мінерального живлення рослин та формуванні продуктивного потенціалу гороху	9
1.3. Технологічні прийоми підвищення біологічної фіксації азоту	14
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень	17
2.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень	17
2.2. Погодні умови місця проведення досліджень	18
2.3. Методика проведення досліджень	21
2.4. Агротехніка вирощування культури	23
РОЗДІЛ 3. Результати досліджень	27
3.1. Вплив мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння на рівень симбіотичної азотфіксації ……	27
3.2. Вплив мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння на біометричні параметри рослин та елементи структури врожаю гороху	29
3.3. Вплив мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння на врожайність гороху……	34
РОЗДІЛ 4. Економічна ефективність вирощування гороху на зерно залежно від чинників інтенсифікації технології	37
РОЗДІЛ 5. Екологічна експертиза	41
РОЗДІЛ 6. Охорона праці……..	43
ВИСНОВКИ	47
РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	49
ДОДАТКИ………..	54

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Першочерговим завданням аграрного сектору економіки України є виробництво рослинницької продукції у такій кількості, яка здатна забезпечити населення необхідними продуктами харчування, а галузь тваринництва – кормами, які б характеризувалися високою поживною, енергетичною цінністю.

Дані міжнародної організації ФАО свідчать, що добова потреба у споживанні білку для звичайної діяльності людського організму знаходиться в межах 90–120 г. Однак реальне споживаня білку в світі ще далеке від рекомендованого, тобто необхідного для забезпечення фізіологічних потреб людини. Розрахунки свідчать, що середнє світове значення цього показника нижче норми приблизно в два рази і дорівнює 60 г. Аналіз світових тенденцій щодо забезпеченості населення високо протеїновими продуктами харчування показує, що кількість споживання білку корелює із рівнем економічного розвитку країни. Так, у високорозвинених, економічно стабільних країнах світу норми споживання наближається до оптимальних показників і становлять біля 90–95 г, а у відсталих – менше на 70–75 г.

Основним джерелом забезпечення вимог людського організму в білках є продукти тваринного походження, за рахунок яких практично на 60 % покриваються потреби у протеїні.

Однак не менш важливим у вирішенні продовольчої проблеми і забезпеченні потреб у білкових сполуках є вирощування зернових бобових культур. Цінність їх полягає в тому, що вони на відміну від тваринного організму, здатні самостійно синтезувати білок із неорганічних сполук. Білок тваринного походження утворюється шляхом споживання рослинного білку. Слід відзначити, що для утворення одиниці тваринного білку потрібно витрати біля 7,5–8 одиниць рослинного білку.

Тому, зернобобові культури, зокрема і горох псівний, мають значну наукову і практичну цінність для сільськогосподарського виробництва, як основне джерело синтезу рослинного білку.

Актуальність теми. Впродовж останніх десятиліть спостерігається стійка тенденція щодо зростання дефіциту рослинного білку. За даними аналітичних досліджень в першу чергу це пов'язано зі значним скороченням як посівних площ, так і валового збору зерна найбільш важливих зернобобових культур, у тому числі і гороху. Іншою не менш важливою причиною зменшення площ під зернобобовими, зокрема і горохом є недостатній попит на зерно цих культур через різке скорочення поголів'я тварин та низька реалізаційна ціна.

В той же час зосередження виробничників на комерційно привабливих культурах, залишає поза належною увагою вирощування гороху, спостерігається залишкове ресурсне та технічне забезпечення технологій, що перешкоджає максимальній реалізації генетичного потенціалу продуктивності сортів. Серед причин недостатнього розкриття біологічної спроможності щодо рівня зернової продуктивності гороху, також є застарілість технологій, які не враховують вимоги щодо вирощування сучасних інтенсивних сортів культури. Крім того у зв'язку із змінами клімату є потреба у вдосконаленні основних елементів агротехнологічних заходів, зокрема вибір оптимальної норми висіву, сучасні погляди на особливості застосування мікробіологічних препаратів мікродобрив для покращення мінерального живлення рослин.

У зв'язку з цим, особливої актуальності набуває наукове обґрунтування застосування бактеріальних препаратів, мікродобрив в технології вирощування гороху. Це буде сприяти покращенню режиму живлення рослин, активізації біологічної фіксації азоту, підвищенню стійкості рослин до екстремальних абіотичних чинників, збільшенню зернової продуктивності сортів культури.

Мета і задачі досліджень. З'ясувати вплив основних технологічних чинників, зокрема різних доз мінеральних добрив, мікробіологічних препаратів, мікродобрив на біометричні параметри рослин та врожайність зерна гороху.

Для досягнення цієї мети програмою досліджень визначено наступні завдання:

- з'ясувати особливості формування симбіотичного апарату у гороху залежно від застосування мікробіопрепарату та мікродобрива на фоні різних доз мінеральних добрив;

- встановити вплив мікробіопрепарату та мікродобрива на фоні різних доз мінеральних добрив на зміну основних показників структури урожаю залежно;

- визначити вплив мінеральних добрив та мікродобрив, інокулювання насіння на урожайність зерна гороху;

- провести економічну оцінку ефективності технології вирощування гороху за змінних доз мінеральних добрив, передпосівної бактеризації насіння та позакореневого підживлення мікродобривом.

Об'єкт і предмет досліджень. Об'єкт досліджень – процеси росту, розвитку і формування продуктивності рослин гороху.

Предмет досліджень – різні дози мінеральних добрив, інокулювання насіння мікробіологічним препаратом Ризобофіт, позакореневе підживлення мікродобривом Оракул мультикомплекс.

Методи досліджень – польовий, який доповнювали візуальним та вимірювально-ваговим для встановлення фенологічного стану культурних рослин, структури врожаю та продуктивності посівів; математично-статистичний – для оцінки достовірності отриманих даних; розрахунковий – для визначення економічної ефективності агротехнічних прийомів.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні технології вирощування гороху на зерно, базовими елементами якої є раціональне поєднання оптимальної дози мінеральних добрив, передпосівного інокулювання насіння мікробіологічним препаратом на основі штаму бульбочкових бактерій роду Rhizobium та позакореневого підживлення мікродобривом. Встановлено комплексний вплив агротехнічних чинників на симбіотичну активність посівів культури, елементи структури врожаю та зернову продуктивність гороху.

Практичне значення одержаних результатів. Удосконалено існуючу технологію вирощування сучасних сортів гороху, яка базується на застосуванні

помірних доз мінеральних добрив, використанні інокульованого насіння ризобіями бульбочкових бактерій та фоліарного підживлення комплексом мікроелементів для створення оптимальних умов із формування високого врожаю зерна культури. Оптимізація основних елементів технології вирощування забезпечує одержання урожайності зерна гороху на рівні 3,98–4,11 т/га.

Особистий внесок здобувача. Автором безпосередньо проведений інформаційний пошук, аналіз та узагальнення наукової літератури, визначено мету і задачі досліджень, проведено польові та лабораторні дослідження, проаналізовано отримані експериментальні дані, сформульовано висновки та рекомендації виробництву.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень та основні положення дипломної роботи оприлюднені і обговорені 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 науково-практичної конференції:

1. Єремко Л.С., Довгаль Ю.В., Шабельник С.І., Бахтіна Т.О., Огуй М. Ю. Вплив поживного режиму рослин на формування продуктивності гороху / матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні питання та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва» (м. Полтава, 29 листопада 2024 року). Полтава, 2024. С. 100-102.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційну роботу виконано на 55 сторінках машинописного тексту, вона складається із загальної характеристики, 6 розділів, висновків і пропозицій виробництву. Список літературних джерел, які використано при написанні роботи нараховує 49 найменувань. Робота містить 2 таблиці та 7 рисунків.

РОЗДІЛ 1
ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ ГОРОХУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ЙОГО ВИРОЩУВАННЯ

(огляд літературних джерел)

1.1. Значення гороху у подоланні дефіциту виробництва рослинного білку

Горох (Pisum sativum L.), однорічна культура, яка є однією з найважливіших бобових культур завдяки високому вмісту білка, вуглеводів, вітамінів і мінералів. Він може рости на різних типах ґрунтів, починаючи від легких супіщаних і закінчуючи важкими глинистими ґрунтами. Більшість сортів гороху вирощують для отримання високобілкового зерна.

За різними експертними оцінками встановлено, що горох посівний відноситься до найдавніших сільськогосподарських культур. Побутує багато різних думок відносно походження посівного гороху. Однак найбільш поширеною версією багатьох дослідників є та, яка свідчить, що батьківщиною гороху є країни Середньої Азії, зокрема Іран та Туркменістан. В умовах цього регіону вирощують переважно дрібнонасінні види гороху посівного. Що стосується походження крупнонасінних видів гороху то археологічними дослідженнями виявлено, що цю культуру масово культивували на землях сучасної України ще за 4-6 тис. років до нашої ери.

Першочерговою проблемою сьогодення як в Україні, так і в багатьох країнах світу є збільшення обсягів виробництва білку рослинного походження. У розв'язанні цієї важливої глобальної проблеми значна роль належить зернобобовим культурам, зокрема і гороху. Чисельні наукові дослідження свідчать, що завдяки великому різноманіттю екологічних типів і сортів гороху, ця культура має значні перспективи для поширення її у виробництві у різних грунтово-кліматичних зонах [4].

Для гороху, як і всіх інших культур родини бобових, характерна важлива біологічна особливість, а саме здатність нагромаджувати велику кількість білків у різних частинах рослини. Так, середні дані багаторічних аналітичних досліджень свідчать, що вміст білку в зерні гороху становить біля 20–30 %, а в надземній зеленій масі від 2,8 до 4,0 %, соломі – 6–8 %, сіні – в межах 16 %. Біологічна цінність білку зерна гороху зумовлена тим, що до його складу входять практично всі незамінні амінокислоти, які не синтезуються організмом тварин. Наприклад, у білку гороху міститься 11,5 % аргініну, 0,9 % валіну, 2,48 % гістидіну, 4,66 % лізину, 1,63 % метіоніну, 2,78 % теразину, 1,17 % триптофану, 0,89 % цистіну, а також низка важливих для здоров'я людей вітамінів, зокрема А, B_1, B_2, С. Важливою характеристикою білку гороху є те, що він добре розчиняється у воді, а це зі свого боку сприяє максимальній засвоюваності його організмом людей і тварин [2].

Горох з поміж інших зернобобових культур вирізняє висока поживна і кормова цінність, яка підтверджується наявністю в його зерні значно більшої кількості перетравних речовин, ніж в зернових культурах і продуктах харчування. Встановлено, що в одній кормовій одиниці зерна гороху міститься понад 150 г білку, а це на 61 % більше, ніж в зерні кукурудзи. Інші зернофуражні культури також поступаються гороху за вище зазначеним показником, зокрема ячмінь на 63,3 %, овес на 44,7 % [6].

Наступною важливою ознакою гороху, яка підвищує його цінність для використання у харчуванні людей чи годівлі сільськогосподарських тварин є те, що він не містить в собі антипоживних речовин, зокрема інгібіторів протеолітичних ферментів, фітогематоглютелінів, на відміну від більшості інших зернобобових культур. Саме завдяки цій важливій біологічній властивості, горох за кормовою та харчовою цінністю виходить на провідне місце в групі зернових бобових культур [8].

1.2. Значення мікроелементів у покращенні мінерального живлення рослин та формуванні продуктивного потенціалу гороху

Мікроелементи, такі як залізо, цинк і марганець, є життєво важливими для росту рослин, беруть участь в активізації ферментативної діяльності та синтетичних процесах гормонів. Їх доступність для кореневої системи рослин істотно впливає на їх продуктивність та засвоєння поживних речовин із грунту. Наприклад, залізо необхідне для виробництва хлорофілу, тоді як цинк сприяє синтезу білка та вуглеводному обміну [34.]. Дефіцит мікроелементів призводить до таких симптомів у рослин, як хлороз, затримка росту та зниження врожайності, що підкреслює важливість управління та збагачення ґрунтів цими сполуками із внесенням добрив для забезпечення оптимальної продуктивності сільськогосподарських культур. Бобові, різноманітна група рослин родини Fabaceae, вони мають вагоме значення для сільського господарства та харчової промисловості завдяки високому вмісту білка та поживних речовин, слугуючи життєво важливими джерелами енергії як для людей, так і для тварин [29]. Окрім своєї продовольчої і кормової цінності, бобові культури вносять значний вклад у стале сільське господарство, зокрема завдяки симбіотичним відносинам з бактеріями, вони фіксують у ґрунті молекулярний азот із атмосферного повітря і таким чином сприяють зменшенню потреби в синтетичних добривах, а також покращують поживний стан ґрунту [38]. Крім того, бобові мають важливе значення в традиційному раціоні харчування різних країн, особливо в регіонах, де спостерігається дефіцит білка тваринного походження, забезпечуючи потребу в основних поживних речовинах, зокрема мікроелементах залізо, цинк, вітамінах групи В та харчових волокнах, які сприяють доброму загальному стану людини [36].

Мікроелементи, життєво необхідні для оптимального росту і розвитку рослин, але потреба в них лише в невеликих кількостях. Ці важливі елементи відіграють ключову роль у численних метаболічних функціях і позитивно впливають на загальний процес росту і розвитку бобових рослин. Одним з

таких прикладів є залізо, яке є незамінним для пороходження фізіологічних процесів синтезу хлорофілу та полегшення перебігу передачі енергії в бобових [42]. Цинк бере участь в активації ферментів і синтезі білка [43], тоді як марганець функціонує як небілкова частина складних молекул для різних ферментів у бобових. Мідь, з іншого боку, необхідна для реакцій перенесення електронів, а також відіграє певну роль у формуванні лігніну в бобових. Оптимальна забезпеченість грунту мікроелементом бор необхідна зумовлена тим, що він бере участь у формуванні клітинної стінки та функціонуванні мембран, тоді як молібден важливий для метаболізму азоту та зменшення кількості нітратів. Розуміння функцій та впливу мікроелементів на фізіологічні процеси в рослинах має вирішальне значення для оптимізації виробництва сільськогосподарських культур та забезпечення належного фітосанітарного стану рослин [17]. Крім того, дефіцит будь-якого з цих мікроелементів може призвести до затримки росту, зниження врожайності та погіршення якісних показників зерна бобових культур. Тому важливо забезпечити достатній вміст цих мікроелементів у ґрунті та у разі необхідності підтримки оптимального росту і розвитку бобових культур передбачити можливість їх внесення із мінеральними добривами або шляхом позакореневих підживлень [45].

Мікроелементи мають вирішальне значення для росту і розвитку бобових рослин, а їх дефіцит призводить до цілого ряду симптомів і наслідків. Поширеними ознаками дефіциту мікроелементів у бобових є уповільнення росту, зміна кольору листя (хлороз) та зниження врожайності. Для оптимального розвитку бобових, таких як квасоля, сочевиця та горох, найбільш важливими є такі мікроелементи, як залізо, цинк та марганець [19, 30]. Дефіцит цих мікроелементів може призвести до зниження стійкості рослин до біотичних і абіотичних чинників, і як наслідок до зниження рівня зернової продуктивності та якості врожаю [25]. Наслідки дефіциту мікроелементів у бобових також поширюються на здоров'я людини. Бобові є важливим джерелом поживних речовин для багатьох людей у всьому світі, особливо у країнах, що розвиваються, де низька забезпеченість білком тваринного походження.

Нестача мікроелементів у бобових може призвести до погіршення поживної цінності продуктів харчування, що може спричинити дефіцит мікроелементів у раціоні людини. Це, в свою чергу, може призвести до різних проблем зі здоров'ям, зокрема збільшення захворюваності на анемію, порушення імунної функції та затримки розвитку, особливо у дітей [36]. Розуміння механізмів, через які ці дефіцити впливають на ріст, продуктивність і поживну цінність рослин, може дати цінну інформацію про можливі способи вирішення проблеми, такі як впровадження ефективних методів управління поживними речовинами та використання добрив, збагачених мікроелементами [39].

Бобові відомі своєю здатністю поглинати і транспортувати мікроелементи – основні мінеральні речовини, необхідні в невеликих кількостях для різних фізіологічних функцій рослин. Мікроелементи бобові рослини отримують за допомогою різних механізмів, включаючи поглинання іонів клітинами кореня, активні та пасивні транспортні механізми, а також хелатування. Поглинання іонів охоплює поглинання мікроелементів, таких як залізо, цинк і мідь, з ґрунтового розчину клітинами коренів. Активні транспортні процеси, що забезпечуються протонними насосами та специфічними транспортними білками, є особливо важливими для поглинання основних мікроелементів [40]. Крім того, бобові мають здатність засвоювати мікроелементи за допомогою пасивних методів транспорту, таких як дифузія. Після поглинання ці мікроелементи транспортуються всередині рослини через ксилему та флоему. Ксилема переносить воду і мінеральні поживні речовини від коренів до пагонів і листя, тоді як флоема розподіляє органічні поживні речовини, включаючи мікроелементи, між різними частинами рослини. Ці процеси транспортування гарантують ефективне поширення мікроелементів по всіх частинах бобових рослин, тим самим сприяючи важливим фізіологічним процесам, росту і розвитку вцілому [49].

Наявність мікроелементів у ґрунті суттєво впливає на ріст і розвиток рослин, особливо бобових. На доступність мікроелементів у ґрунті впливають різні фактори, такі як pH ґрунту, вміст органічної речовини, структура ґрунту та

мікробіологічна активність. Встановлено, що вище зазначені чинники взаємодіють між собою, впливаючи на розчинність і переміщення мікроелементів у ґрунті, тим самим впливаючи на їх поглинання бобовими культурами. Наприклад, підвищена кислотність ґрунтів часто призводить до зниження доступності таких мікроелементів, як цинк і залізо, тоді як у ґрунтах із лужною реакцією грунтового розчину може бути обмежена доступність марганцю і міді. Крім того, на доступність мікроелементів для бобових може також впливати внесення вгрунт різних видів добрив. Дослідження свідчать, що використання органічних добрив може підвищити доступність мікроелементів у ґрунті, яке призводить до покращення засвоєння поживних речовин бобовими культурами та сприяє підвищенню їх врожайності. Більше того, розкривається значимість ґрунтових мікробів у впливі на доступність мікроелементів для бобових культур, а дослідження підкреслюють їхню роль у розчиненні та мінералізації цих поживних речовин для поглинання рослинами. Глибоке розуміння складного взаємозв'язку між доступністю мікроелементів у ґрунті та їх поглинанням бобовими культурами має вирішальне значення для оптимізації техноогій вирощування та забезпечення сталого виробництва продукції сільськогосподарських культур. Подальше вивчення взаємодії ґрунту, рослин і мікробів та розробка цілеспрямованих підходів до управління ґрунтом може значно покращити засвоєння мікроелементів бобовими культурами та вирішити проблему дефіциту поживних речовин за вирощування польових культур [41].

Дослідження свідчать, що для підвищення вмісту мікроелементів у бобових культурах, таких як квасоля, сочевиця та горох, використовуються різні методи біофортифікації. Ці методи охоплюють традиційні методи селекції, трансгенні підходи та агрономічні практики [41. У традиційних методах селекції відбирають і схрещують сорти бобових з природними генетичними варіаціями, які характеризуються підвищеним вмістом мікроелементів, таких як залізо, цинк і вітамін А. Цей метод виявився ефективним у створенні біозбагачених сортів бобових з підвищеним вмістом мікроелементів за одночасного збереження властивого рівня врожайності та

інших бажаних сільськогосподарських характеристик. Трансгенні підходи передбачають введення в бобові культури генів, відповідальних за синтез певних мікроелементів. Наприклад, вчені підвищили вміст заліза в квасолі шляхом введення генів феритину, які відповідають за накопичення заліза в рослинах [23].

Сільськогосподарські технології, включаючи управління поживними речовинами ґрунту та позакореневе підживлення, також відіграють важливу роль у підвищенні рівня мікроелементів у бобових культурах. Наприклад, регулювання кислотності ґрунтового розчину та використання добрив, багатих на мікроелементи, може підвищити доступність життєво важливих поживних речовин для росту бобових, а це в свою чергу сприяє підвищеннню вмісту мікроелементів у зібраному зерні. Крім того, впровадження науково обгрунтованої сівозміни та системи проміжних культур, сприяє підвищенню загального вмісту та доступності поживних речовин у ґрунті, тим самим чинять позитивний вплив на мікроелементний склад бобових культур [27]. Ці методи біофортифікації є багатообіцяючими напрямами ліквідації дефіциту мікроелементів у світі, які підкріплені результатами численних досліджень та підтверджують їхній позитивний вплив на фізичний стан населення [20].

Зернобобові культури відіграють вирішальну роль у глобальній продовольчій безпеці завдяки високому вмісту білка та здатності фіксувати вільний азот атмосфери [37].

Позакореневе підживлення є ефективним методом ліквідації дефіциту поживних речовин у ґрунті та подолання нездатності ґрунту забезпечувати рослину поживними речовинами [35, 47]. Підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами здебільшого здійснюється або через ґрунт, або через позакореневе підживлення. Відомо, що високий рівень pH і вміст карбонату кальцію роблять мікроелементи, що вносяться в ґрунт, недоступними для рослин. Тому невелика кількість мікроелементів, що вносяться в ґрунт, може бути недостатньою. Поживні речовини бажано використовувати у вигляді розчинів по вегетуючих рослинах, щоб посилити їхню реакцію на внесені

мікроелементи та ефективне використання. Крім того, позакореневе підживлення практикується тоді, коли дефіцит поживних речовин не може бути усунутий шляхом внесення їх у ґрунт [44]. Ще однією перевагою позакореневого підживлення є безпосереднє внесення мікроелемента на культурну рослину, що зменшує ймовірність попадання робочої рідини на бур'яни та покращення їхнього забезпечення поживними речовинами [21].

Враховуючи вищезазначені переваги мікроелементів, таких як B, Mn та Zn, дане дослідження передбачало проведення позакореневого підживлення рослин гороху комплексним мікродобривом та визначення його впливу на ріст, врожайність зерна.

1.3. Технологічні прийоми підвищення біологічної фіксації азоту

Ризобії - це різноманітна група бактерій, що мешкають у ґрунті і відіграють важливу роль у глобальному кругообігу азоту. Вони можуть формувати симбіотичні відносини з певними видами рослин, переважно бобовими, що призводить до природної фіксації азоту, яка дозволяє бактеріям перетворювати атмосферний азот у форму, придатну для використання рослинами. Натомість рослина-господар забезпечує ризобій джерелом вуглецю. Цей процес називається симбіотичною азотфіксацією [32]. Ризобії - це грамнегативні бактерії, що належать до відділу Proteobacteria. Зокрема, вони поділяються на підкласи альфа- та бета-протеобактерій [28, 24]. Точна кількість видів ризобій не є фіксованою, оскільки постійно відкриваються та описуються нові види. Лише рід Rhizobium містить понад 150 відомих видів, а інші роди родини Rhizobiaceae також містять багато видів. Крім того, існує існує також багато неохарактеризованих і некультивованих видів, які були виявлені в різних середовищах [22]. Крім того, ризобії мають здатність формувати неспецифічні асоціативні зв'язки з корінням інших рослин (не бобових) без утворення бульбочок. Ці асоціативні взаємодії між корінням рослин і бактеріями володіють стимулюючим ефектом і мають велике значення,

оскільки багато культур демонструють підвищення врожайності після інокуляції [35]. Симбіотичні відносини між ризобіями та бобовими є складним процесом, який включає низку молекулярних взаємодій між бактеріями та рослиною-господарем [31]. Процес зараження рослин ризобіями включає кілька етапів, таких як розпізнавання та прикріплення бактерій до кореневих волосків рослини-господаря через вироблення хімічних сигналів, проникнення в клітини кореневих волосків, диференціація в інфекційну форму, яка називається бактероїд [18], формування бульбочок і підтримання симбіотичних відносин. Бульбочки - це спеціалізовані структури, які дозволяють ризобіям фіксувати атмосферний азот і надавати його рослині в обмін на вуглеводи та інші поживні речовини [46, 26]. На результатами тривалих польових досліджень виявлено позитивний вплив передпосівного інфікування насіння зернобобових активними штамами бульбочкових бактерій, особливо у разі відсутні в ґрунті специфічних бактерій через тривалий період відсутності вирощування культур цієї родини на полі, де планується їх сівба [13].

Обробляння насіння зернобобових бактеріальними препаратами сприяє активізації біологічної фіксації та забезпечує додаткове нагромадження в грунті біологічного азоту. У сучасних технологіях вирощування зернобобових культур, інокуляція насіння мікробіологічними препаратами є обов'язковим агротехнічним прийомом, що сприяє економії ресрсів та стабілізації екологічного стану агроценозів [14].

Підтвердженням доцільності використання препаратів для інокулювання насіння, зокрема ризоторфіну, нітрагіну, різоніту, тощо, є висока господарська та економічна ефективність, з огляду на щорічне зростання обсягів як їхнього виробництва та розширення застосування. В провідних країнах світу з високо ефективним аграрним виробництвом наприклад, в Австралії щорічно використовується біля шести млн. гектаро-порцій інокулянтів, а в Канаді – в межах чотирьох [10].

Результати досліджень свідчать, що внаслідок інокулювання насіння посилюється процес утворення бульбочок на кореневій системі рослин,

активізуються процеси біологічної фіксації атмосферного азоту, що сприяє істотному збільшенню валових форм цього елементу живлення в орному шарі ґрунту [7]. Іншими дослідженнями виявлено, що в умовах США лише завдяки симбіотичній азотфіксації дефіцит азоту в ґрунтах компенсується на 45 %. Це в свою чергу еквівалентно 13 млн т біологічного азоту, або внесенню 9 млн т мінеральних азотовмісних добрив [48]. Підрахунки свідчать, що в умовах України застосування ризоторфіну для обробляння насіння зернобобових забезпечує щорічну економію азотних добрив, яка орієнтовно становить біля одного мільйона тонн. Завдяки цьому скорочується витрачання невідновлювальних джерел енергії, які є невід'ємною частиною технологічного процесу із виробництва азотних добрив, зокрема природного газу та нафти. Позитивним аспектом цього є також покращання екологічного стану навколишнього природного середовища та здешевлення продукції рослинництва [15, 3, 14]. За узагальненими результатами досліджень, виявлено, що передпосівне оброблення насіння гороху мікробіологічними препаратами сприяло покращенню азотного живлення рослин та як наслідок збільшенню урожайності культури в зоні Лісостепу на 0,20–0,26 т/га [9], Степу – на 0,07–0,27 т/га [1]. Подібну залежність відзначено і за результатами досліджень в умовах Лівобережного Лісостепу [12], де бактеризація насіння зумовила підвищення урожайності зерна гороху на 0,31 т/га. Автори вважають, що це є наслідком збільшення кількості бобів на рослині та маси 1000 насінин.

На підставі експериментальних даних виявлено, що активна симбіотична взаємодія бобових рослин з бульбочковими бактеріями також сприяє поліпшенню якісних показників зерна гороху, зокрема підвищенню вмісту протеїну, незамінних амінокислот [16].

Проведений огляд літературних джерел свідчить про доцільність проведення додаткових досліджень щодо визначення інокуляції насіння гороху мікробіологічними препаратами нового покоління та позакореневого підживлення мікродобривами.

РОЗДІЛ 2.
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень

Польову частину досліджень проведено на базі державного підприємства «Дослідне господарство «Степне»», яке перебуває у підпорядкуванні Інституту свинарства і АПВ НААН. За географічними даними землекористування господарства, де проводили польові експерименти розміщено в південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України на палеогеновій рівнині, яка є частиною Придніпровської низовини.

Черех всю територію землекористування, з південного сходу на північний захід, проходить глибока балка. Максимальне підвищення, яке становить 117 м над рівнем моря знаходиться в районі північно-західної частини с. Олексіївка, а найнижча точка – на дні балки, на північно-західній межі землекористування.

Рельєф земельного масиву господарства переважно рівнинний, однак розділяється вище згаданою балкою на дві практично рівнозначні частини. Перепад висот на кожній із цих частин не перевищує 5–10 м. Земельний масив цілісний без ярів та розмивів. Що стосується грунтових вод то вони залягають переважно на глибині біля 22 метрів, але впродовж останніх років відзначено тенденцію до подальшого зниження їх рівня.

Землі дослідного господарства представлені чорноземними ґрунтами, які сформувалися впродовж мільйонів років у природних умовах за чорноземним типом ґрунтоутворення. Ґрунт поля, де проводилися дослідження, відносяться до чорноземів типових малогумусних важкосуглинкових. Карбонати кальцію залягають переважно до глибини 80–120 см, однак лінія їх скипання місцями опускається до глибини 150–160 см.

2.2. Погодні умови місця проведення досліджень

Клімат Полтавської області відноситься до помірно-континентального, якому властиве нестійке зволоження, холодна зими із жарким, а інколи і сухим літом. В цілому кліматичні особливості області вирізняються із поміж інших регіонів наступними показниками: середня багаторічна сума опадів становить 484 мм, за вегетаційний період гороху (квітень – липень) – 187 мм або 51,7 % до норми. За багаторічними метеорологічними спостереженнями відзначено, що найменша сума опадів випадає у вересні, максимальна – у червні і липні.

Середня річна температура повітря в умовах Полтавської області варіює в межах від плюс 7,0 в північній частингі до 8,5°С – а півдні. Максимальна температура повітря може підвищуватися до 37-38°С, а мінімальна знижуватися до мінус 35°С. Середня добова температура повітря самого теплого місяця (червня) дорівнює 20,5°С, а найбільш холодного (січня) – мінус 7-8°С. Спостереження свідчать, що перехід температури через 0°С відбувається восени і припадає на 21 листопада, а весною – 21 березня. За середніми багаторічними даними відзначено, що тривалість періоду без морозів у повітрі дорівнює 174 дні, на поверхні ґрунту – на 18 днів менше.

Зимовий період характеризується недостатньою потужністю снігового покриву. Впродовж зими спостерігаються часті і тривалі відлиги, коли температура повітря підвищується до 5-10°С. Поряд з цим відзначено інтенсивне наростання позитивних температур впродовж весняного періоду, яке в окремі роки, за поєднання із вітрами східного напрямку, призводить до швидкого пересихання посівного шару грунту і виникнення проблем із одержанням рівномірних сходів, особливо пізніх ярих культур.

Літній період переважно малохмарний, часто жаркий. Впродовж літньо-осіннього періоду нерідко відзначають тривалу відсутність агрономічно ефективних атмосферних опадів, що зумовлює зниження запасів вологи в грунті до мертвого (недоступного для кореневої системи рослин) рівня. Осінній період характеризується збільшенням частоти днів із великою хмарністю та

атмосферними опадами, нічними заморозками, інтенсивним зниженням температури повітря.

Середня відносна вологість повітря коливається від 58 % в серпні до 88 % в січні. В періоди посух вона знижується до 16-17 % (травень і серпень), а у вересні і жовтні – до 55-67 %. Суховії відзначають на всій території області, але залежно від регіону тривалість їх різна. Так в південно-східній частині області суховії тривають 10-14 днів, в північно-західній – 5-9 днів.

Вцілому по області середня річна сума активних температур дорівнює 2600-3000°С, що цілком забезпечує достигання посівів гороху.

Головними природними чинниками життя рослин, які обумовлюють рівень реалізації продуктивного потенціалу гороху в сільськогосподарському виробництві зони Лісостепу в цілому та Полтавської області зокрема, є запаси продуктивної вологи в грунті та температурний режим впродовж періоду вегетації.

Разом з тим деякі особливості клімату, зокрема посухи та сильні вітри, а також коливання деяких показників погоди протягом року вимагають сурового дотримання комплексу агротехнічних заходів по нагромадженню та зберіганню вологи в грунті та захисту його від водної та вітрової ерозії.

Погодні умови весняно-літнього періоду 2023 року. Слід відмітити, що відновлення весняної вегетації озимих культур весною 2023 року відбулося в кінці третьої декади березня, що є близьким до оптимальної середньої багаторічної дати. Середньомісячна температура повітря всіх місяців весни перевищувала середнє багаторічне значення, зокрема в березні на 1,1°С, квітні на 2,0°С, травні на 4,9 °С. Сума опадів за період становила 130,4 мм, що на 20,7 мм менше за норму. Слід відзначити, що в березні сума опадів перевищувала середнє багаторічне значення у 2,7 разу, а квітні навпаки – на 47,8 % менше. Травень теж був достатньо посушливим незважаючи на загальну суму опадів, яка була нижчою норми на 14,1 мм, оскільки 93,6 % фактичних опадів випали за один дощ.

У червні місяці також утримувалася надзвичайно тепла погода із локальними атмосферними опадами. Середня місячна температура повітря склала 21,5 градусів, що вище норми на 3,0 градуси. Сума опадів за місяць склала 67,7 мм, що близько норми. Протягом липня місяця утримувалась малохмарна, нестійка, жарка на початку, та прохолодна в третій декаді періоду погода. Фактична середня місячна температура повітря склала 20,5 градуса, що вище норми на один градус. При цьому відзначено дуже значний дефіцит опадів, їх сума склала лише 12,1 мм, що становить 22 % норми. Такий температурний режим спричинив інтенсивне витрачання запасів продуктивної вологи, пересихання верхнього шару ґрунту.

Погодні умови весняно-літнього періоду 2024 року. Ріст і розвиток рослин гороху протягом весняних і літніх місяців відбувався за аномально високих температур повітря на фоні суттєвого дефіциту вологи опадів.

Так, у квітні середньомісячна температура повітря дорівнювала 14,4 градуса, що на 5,5 градуса вище норми. Сума опадів за місяць 6,1 мм, що або лише 15,3 % норми. Відмічалося скорочення між фазних періодів та прискорене настання фаз розвитку рослин.

Термічний фон травня був значно вищим, ніж звичайно. Середня температура повітря за місяць становила 20,2 градуса, що вище норми на 4,8 градуса. Травень також був бідним на опади, їх випало 21,2 мм, що становить 41,6 % місячної норми.

Середньомісячна температура повітря у червні склала 22,2° С тепла, що вище норми на 3,5°С. Сума опадів за місяць 41,9 мм або на 18,1 мм менше середньої багаторічної норми. Вцілому середньомісячна температура повітря у липні склала 24,8° С тепла, що вище норми на 4,7°С. Протягом місяця випало лише 14,1 мм опадів при середній багаторічній нормі 71 мм.

2.3. Методика проведення досліджень

Дослідження з визначення особливостей формування врожаю гороху залежно від бактеризації насіння мікробіологічним препаратом та мікродобрив проводили в короткотерміновому польовому досліді за такою схемою:

Схема досліду

№ вар.	Дози мінеральних добрив, кг/га д.р. (фактор А)	Інокулювання насіння біопрепаратом Ризобофіт (фактор В)	Позакореневе підживлення мікродобривом Оракул мультикомплекс (фактор С)	Інокулювання насіння+ позакореневе підживлення мікродобривом (фактор D)
1.	$N_{45}P_{45}K_{45}$ (контроль)	-	-	-
2.	$N_{23}P_{23}K_{23}$	+	-	-
3.	$N_{34}P_{34}K_{34}$	+	-	-
4.	$N_{45}P_{45}K_{45}$	+	-	-
5.	$N_{23}P_{23}K_{23}$	-	+	-
6.	$N_{34}P_{34}K_{34}$	-	+	-
7.	$N_{45}P_{45}K_{45}$	-	+	-
8.	$N_{23}P_{23}K_{23}$	-	-	+
9.	$N_{34}P_{34}K_{34}$	-	-	+
10.	$N_{45}P_{45}K_{45}$	-	-	+

Повторність досліду трикразова. На площі земельної ділянки відведеної під закладання досліду, варіанти і повторення розміщували рандомізованим методом. Розмір ділянки: ширина 4,0 м, довжина 20,0 м. Посівна площа ділянки 80 м^2, а облікова – 40 м^2. В досліді висівали сорт гороху – Глянс. У сівозміні передуючою культурою для гороху був ячмінь ярий. Набір, послідовність технологічних прийомів та агротехнічні вимоги до якості їх проведення загальноприйняті для умов зони вирощування, за виключенням заходів, що були предметом вивчення у досліді. Для інокуляції насіння використовували рідку форму мікробіологічного препарату комплексної дії Ризобофіт з розрахунку 1,7 л/т. В одному мл розчину препарату міститься біля 3-5 млрд. клітин бактерій. Препарат сприяє підвищенню польової схожості та енергії проростання насіння гороху. Також забезпечує формування азот фіксуючого бобово-ризобіального симбіозу із кореневою системою культури. Завдяки

утворенню бульбочок та їх активної симбіотичної діяльності, рослини бобових культур здатні збагачувати грунт біологічним азотом, нагромаджуючи його в межах від 60 до 300 кг/га за період вегетації.

Позакореневе підживлення посівів гороху проводили мікродобривом Оракул мультикомплекс у фазу гілкування із розрахунку 2,0 л/га. Оракул мультикомплекс це – універсальне рідке добриво до складу якого входять як макро-, так і мікроеленти, які необхідні для покращення мінерального живлення рослин на різних етапах вегетації. За рахунок позакореневого підживлення цим препаратом можна компенсувати дефіцит необхідних елементів живлення у періоди низької поглинальної здатності кореневої системи. Мікродобриво також підвищує ефективність використання живильних речовин із грунту; посилює стійкість рослин до ураження збудниками хвороб та стресів зумовлених дією несприятливих чинників погоди.

Для вирішення поставлених завдань потрібно провести комплекс спостережень, обліків і аналізів.

1. Фенологічні спостереження проводили в основні фази росту і розвитку культури згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [11]. Відзначали дати настання основних фаз росту і розвитку рослин та етапів органогенезу [5]. Початок фази фіксували, коли вона наступить в 10 % рослин і повну – у 75 % рослин.

2. Кількість бульбочок культур підраховували на час настання фази цвітіння, тобто в період максимальної активності симбіотичної азотфіксації [5]. Відокремлені з кореневої системи рослини бульбочки зважували на електронних вагах.

2. Аналіз основних структурних елементів врожаю проводили за «Методикою державного сортовипробовування сільськогосподарських культур» [11].

3. Визначення урожайності проводили з кожної експериментальної ділянки, методом суцільного обмолоту комбайном SAMPO-500.

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

5. Економічна оцінка ефективності елементів технології вирощування проводили розрахунковим методом за технологічними картами та методичними рекомендаціями.

6. Математичний аналіз результатів польових та лабораторних дослідів виконували за допомогою дисперсійного методу [5].

2.4. Агротехніка вирощування культури

Характеристика сорту Глянс.

Державною комісією сорт рекомендовано до вирощування з 2008 року. Сорт відноситься до безлисточкового або вусатого типу, напівкарликовий. Лінійні розміри рослин становлять 65–80 см, а відстань від поверхні грунту до перших суцвіть біля 12–14 см. По дві квітки білого кольору розміщено на квітконіжках. Біб лущильного типу, в ньому знаходиться у середньому 4–5 насінин. У бобі може максимально міститися до 7 шт насінин.

Сорт призначений для використання на зерно. Відноситься до середньостиглої групи із тривалістю періоду вегетації біля 75–78 діб. Для сорту характерна добра стійкість до посухи. Маса 1000 насінин 260–280 г. В насінні гороху сорту Глянс вміст білка дорівнює 21–22 %. Сорту властива висока стійкість до вилягання, що робить його придатним до збирання прямим комбайнуванням.

За роки державного сортовипробування максимальну урожайність 6,0 т/га одержано в 2005 році, на Білоцерківській ДСС НДЦ «Південний» в умовах Лісостепової зони та 5,92 т/га на Рівненській ДЦЕСР у Поліській зоні.

В 2012 році, за вирощування сорту Глянс в СТОВ «Перемога» Фастівського району Київської області, урожайність становила 5,0 т/га.

Місце в сівозміні. Кращим місцем гороху в сівозміні є розміщення після озими зернових культур, кукурудзи, буряку цукрового. Можливими попередниками гороху можуть бути ячмінь, пшениця яра і овес. Низький рівень забур'яненості полів є головною умовою за вибору попередника для розміщення гороху. Поля сильно забур'янені багаторічними видами, а також ті,

де у попередньому році вирощували гречку і просо, які продукують велику кількість сходів падалиці, не придатні для посіву гороху. Також важливо витримувати просторову ізоляцію від посівів зернобобових та багаторічних бобових трав попередніх років, яка для цієї культури повинна становити не менше одного км. Завдяки цьому досягається істотне зменшення шкодочинності основних шкідників і хвороб, зокрема бульбочкового довгоносика, горохової попелиці, горохового комарика, іржі, борошнистої роси.

Основний обробіток ґрунту. У технології вирощування гороху важливе значення має якісний і своєчасний обробіток ґрунту, де набір і послідовність операцій в значній мірі залежить від місця культури у сівізміні та типу і ступеня забур'яненості поля.

На полях після стерньових попередників з малорічним типом забур'яненості, обробіток грунту розпочинають з лущення стерні за допомогою лущильників або дискових борін на глибину 8–10 см. Цим досягається розпушування грунту на вище зазначену глибину, загортання рослинних решток та насіння бур'янів, підрізання вегетуючої небажаної рослинності. Після одержання сходів падалиці обробіток грунту дисковими знаряддями повторюють. Основний обробіток проводять знаряддями безполицевого типу на глибину 16–18 см.

У разі розміщення гороху після збирання кукурудзи поле дискують важкими дисковими боронами. По мірі відростання багаторічних бур'янів проводять повторне розпушування боронами або плоско різними знаряддями на глибину 12–14 см. На полях з наявністю великої кількості пожнивних решток необхідно провести полицевий глибокий обробіток з метою їх загортання. У системі заходів з основного обробітку грунту важливим є вирівнювання поверхні поля з осені. Тому перед замерзанням грунту необхідно загорнути розвальні борозни та провести обробіток ріллі паровими культиваторами без боронування. Такі заходи необхідні для створення сприятливих умов з якісної передпосівної культивації, рівномірного загортання насіння і одержання одночасних сходів.

Удобрення. Не зважаючи на відносно низьку вимогливість гороху до застосування добрив, однак їх внесення у стартових дозах посилює енергію росту рослин, зумовлює підвищення їх стійкості до біотичних чинників. Добрива сприяють швидкій регенерації рослин у разі їх пошкодження бульбочковими довгоносиками та іншими листоїдними шкідниками. Внесення фосфорно-калійних добрив забезпечує підвищення стійкості рослин гороху до ураження іржистими хворобами. Для одержання 3,0–3,5 т/га зерна гороху доза мінеральних добрив повинна становити $N_{45}P_{45}K_{45}$. Їх вносять восени під основний обробіток ґрунту або на весні в передпосівну культивацію. Доцільним також є внесення в рядки за сівби культури по 50 кг/га гранульованого суперфосфату, що сприяє покращенню умов росту та розвитку рослин на перших етапах онтогенезу.

Підготовка насіння. За підготовки насіння до сівби обовя'зковим є його протруювання за 1–1,5 діб до сівби препаратами фунгіцидної дії рекомендованими для гороху. Використання не протруєного насіння призводить до збільшення ураженості сходів аскохітозом, фузаріозною кореневою гниллю. Ефективним є також додавання до бакової суміші мікродобрив та стимуляторів, які покращують мінеральне живлення рослин та підвищують їх стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища.

Сівба. Горох добре реагує на ранні строки сівби. Тому його висівають у перші дні після досягнення ґрунтом фізичної стиглості. Це дозволяє більш ефективно використовувати накопичену вологу в ґрунті, забезпечити підвищення стійкості рослин до шкідливих організмів та збільшення урожайності культури.

Кращий спосіб сівби гороху звичайний рядковий. Оптимальна норма висіву зернових сортів гороху становить 1,2 млн. шт. схожих насінин на 1 га, а укісних 1,0–1,1 млн. шт/га. Глибина загортання насіння 5–6 см. Сівбу краще здійснювати зерновими сівалками із сошниками анкерного типу.

Догляд за посівами. Після сівби поверхню поля необхідно ущільнити за допомогою кільчасто-шпорових котків.

У системі догляду за посівами гороху надзвичайно важливим є контролювання рясності бур'янів у зв'язку із низькою конкурентною здатністю рослин, особливо на початкових етапах онтогенезу. Боротьба з бур'янами може вестися за допомогою агротехнічних заходів, зокрема боронування легкими боронами, до- або після сходів культури, та хімічним способом, який передбачає внесення гербіцидів.

Важливим є також контролювання ураження посівів хворобами (аскохітоз) та пошкодження шкідниками, а саме гороховим зерноїдом, попелицею.

Збирання урожаю. Якщо посіви чисті від бур'янів, а сорти гороху мають ознаки стійкості до осипання зерна та вилягання, то їх доцільно збирати прямим комбайнуванням за вологості зерна 16–17 %. За наявності у посівах бур'янів, особливо високорослих, а також за нерівномірного достигання доцільним є проведення обприскування посівів гербіцидами суцільної дії або десикантами. Ця технологічна операція здійснюється за побуріння 70-75 % бобів.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння на рівень симбіотичної азотфіксації

Результати досліджень, які представлені на рисунку 1 свідчать, що за використання мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) у чистому вигляді відзначено найнижчі показники симбіотичної активності (рис. 1). При цьому кількість бульбочок на одну рослину становила 23,9 шт., а маса бульбочок – 15,6 г/100 рослин (рис. 2). Вище приведені результати свідчать, що внесення мінеральних добрив у чистому виді не може забезпечити формування якнайкращих умов для симбіотичної азотфіксації.

У разі поєднання різних доз мінеральних добрив із мікробіологічним препаратом Ризобофіт або мікродобривом Оракул мультикомплекс спостерігали позитивний вплив як на кількість, так і масу бульбочок. Наприклад, інокулювання насіння мікробіологічним препартом Ризобофіт на фоні найменшої дози мінеральних добрив $N_{23}P_{23}K_{23}$, яка становить лише 50 % від повної норми, сприяло збільшенню кількості бульбочок з однієї рослини гороху на 22,6 %, а їх маси із 100 рослин – на 20,5 %, у порівнянні з контролем. Позакореневе підживлення посівів гороху мікродобривом Оракул мультикомплекс також демонструє покращення вище зазначених показників, хоча самі їх значення нижчі, ніж за бактеризації насіння препаратом Ризобофіт.

Результати досліджень свідчать, що найкращі умови для симбіотичної азотфіксації досягаються за використання комбінації мінеральних добрив, мікробіологічного препарату і мікродобрива. Максимальну кількість бульбочок (32,4 шт.) і найбільшу їх маса (20,6 г) виявлено на варіанті, де вносили найменшу дозу мінеральних добрив $N_{23}P_{23}K_{23}$, проводили сівбу насінням, яке попередньо було оброблене препаратом Ризобофіт, а посіви були підживлені мікродобривом Оракул мультикомплекс. Одержані результати досліджень

підкреслюють важливість комплексного підходу до внесення добрив і мікробіологічних препаратів та мікродобрив для максимізації симбіотичної азотфіксації.

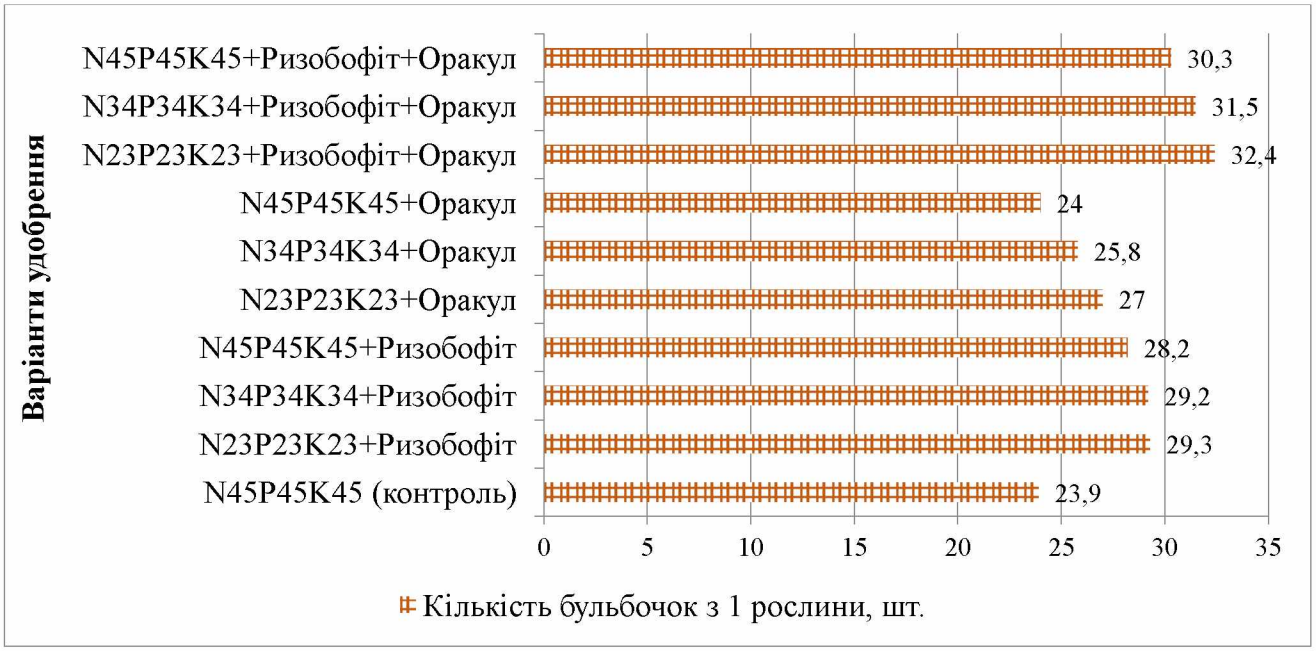

Рис. 1. **Активність симбіотичної азотфіксації залежно від застосування мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння, середнє за 2023–2024 рр.**

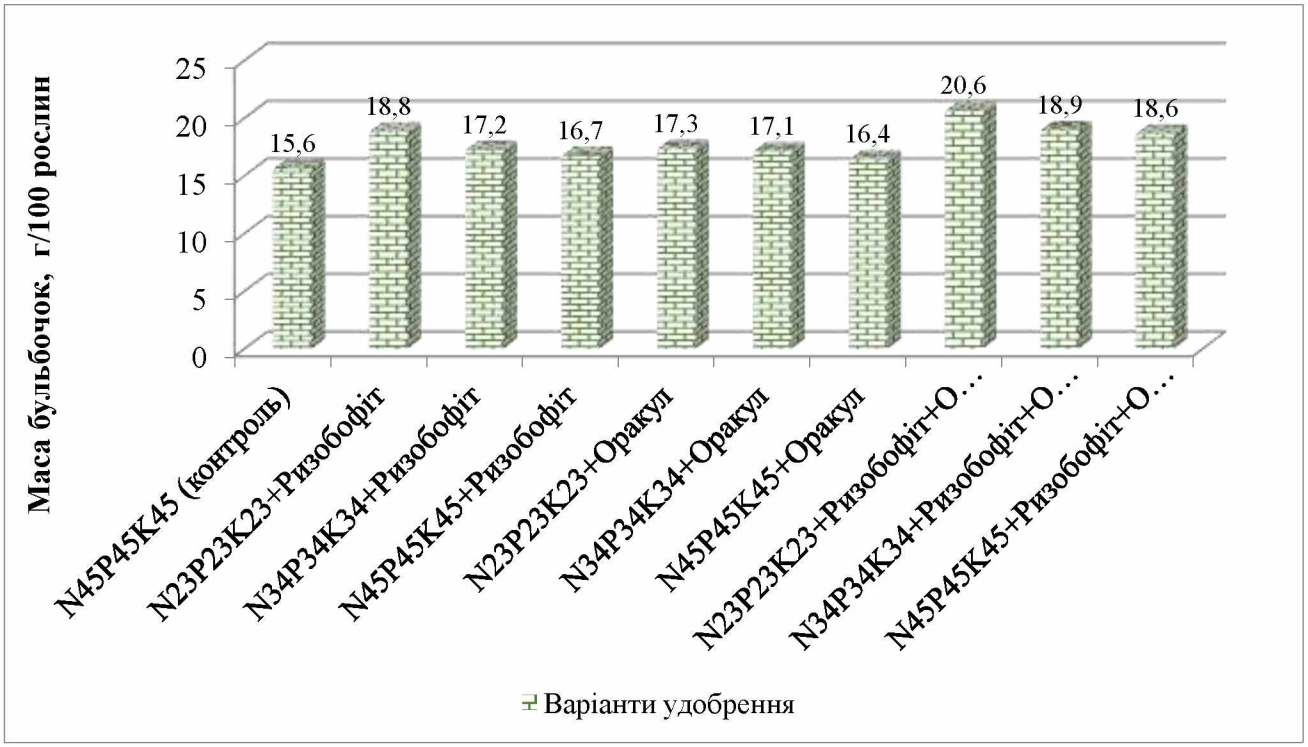

Рис. 2. **Маса бульбочок залежно від застосування мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння, середнє за 2023–2024 рр.**

Таким чином, виявлено, що застосування мікробіологічних препаратів, мікродобрив значно підвищує ефективність симбіотичної азотфіксації у порівнянні з використанням лише мінеральних добрив. Найкращі результати досягаються за комбінованого використання макро- і мікродобрив, інокулянтів, що свідчить про їх синергетичний ефект.

3.2. Вплив мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння на біометричні параметри рослин та елементи структури врожаю гороху

Висота рослин є важливим морфологічним показником гороху (рис. 3). Результати досліджень свідчать, що внесення мінеральних добрив демонструє позитивний вплив на величину цього показника. Так, за використання добрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ висота рослин становила 63,2 см. У разі зменшення основної дози мінеральних добрив на 50 ($N_{23}P_{23}K_{23}$) і 75 % ($N_{34}P_{34}K_{34}$), навіть за сівби насінням обробленим мікробіологічним препаратом Ризобофіт відзначено зниження висоти рослин, відповідно на 8,8 і 5,4 см або 13,9 і 8,5 %. Це свідчить про те, що незважаючи на загальний позитивний вплив мікробіологічного препарату на азотне живлення рослин гороху, однак це не компенсовує ту кількість поживних речовин, яку недовнесено під культуру із мінеральними добривами внаслідок зменшення їх дози на 50 і 75 %. Поряд з цим слід відзначити, що сівба насінням обробленим мікробіопрепаратом Ризобофіт на фоні $N_{45}P_{45}K_{45}$, сприяло збільшенню висоти рослин на 4,0 см або 6,3 %, порівняно до контролю, що свідчить про позитивний ефект від проведення передпосівної інокуляції насіння.

За використання мікродобрива Оракул мультикомплекс для позакореневого підживлення посівів гороху на фоні мінімальної та середньої дози мінеральних добрив також відзначено зменшення висоти рослин відносно контролю, однак спостерігали певну перевагу застосування мікродобрива, порівняно із мікробіопрепаратом Ризобофіт за впливом на вище зазначений показник.

Найбільш результативним, за впливом на лінійні розміри рослин гороху, виявився синергетичний ефект, який сформувався внаслідок поєднання максимальної дози мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та використання мікробіопрепарату і мікродобрива. При цьому висота рослин була максимальною і становила 70,4 см.

Отже, експериментальні дані свідчать, що висота рослин гороху позитивно корелює з використанням найбільшої дози мінеральних добрив у поєднанні з інокулянтом Ризобофіт та мікродобривом Оракул мультикомплекс.

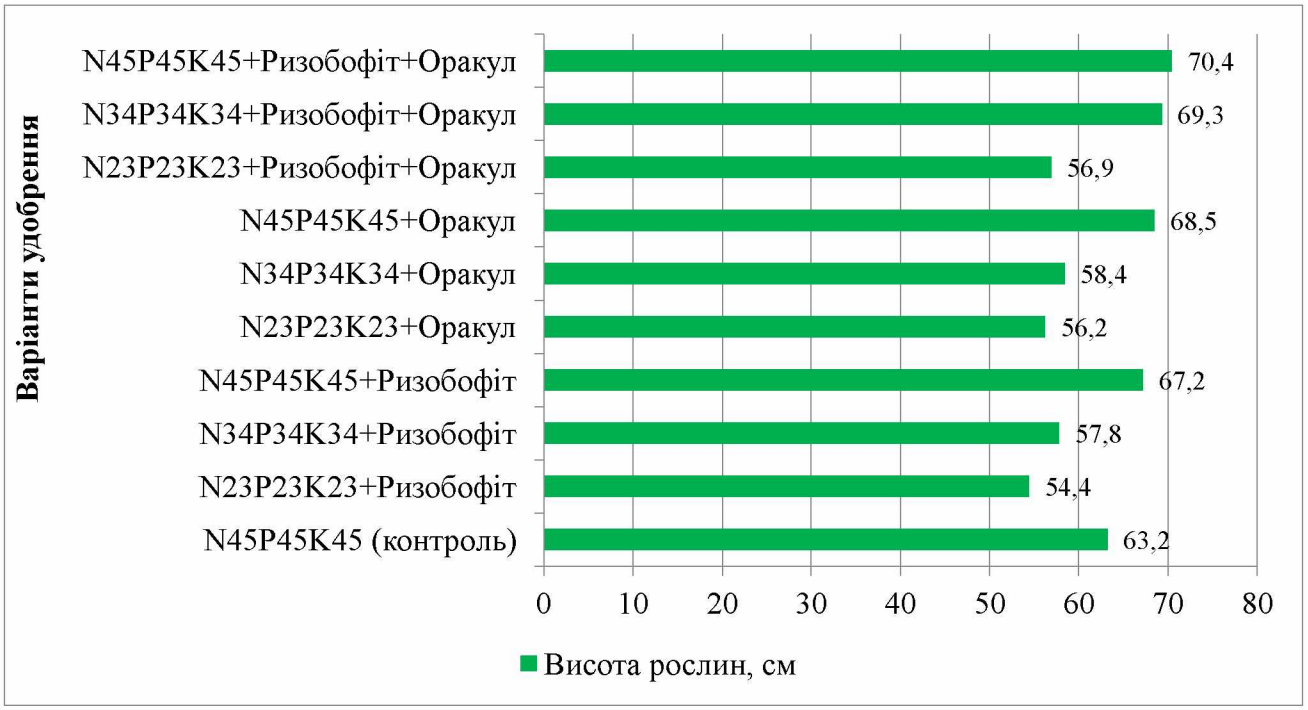

Рис. 3. **Висота рослин залежно від застосування мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння, середнє за 2023–2024 рр.**

Довжина боба є важливим морфологічним та структурним елементом рослин гороху посівного (рис. 4). Результати досліджень свідчать, що на лінійні розміри боба істотний вплив чинили кількість внесених мінеральних добрив, а також поєднання їх з мікродобривами та інокулянтами. Аналіз результатів досліджень свідчить, що найбільшу довжину боба (7,2 см) зафіксовано за поєднання максимальної дози мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ із обробляннням насіння активним штамом бульбочкових бактерій та позакореневим підживленням комплексним мікродобривом. Слід відзначити, що інокулювання

насіння гороху перед сівбою препаратом Ризобофіт або позакореневе підживлення мікродобривом Оракул мультикомплекс на фоні зменшення дози мінеральних добрив, поступалося за впливом на довжину боба відносно контрольного показника.

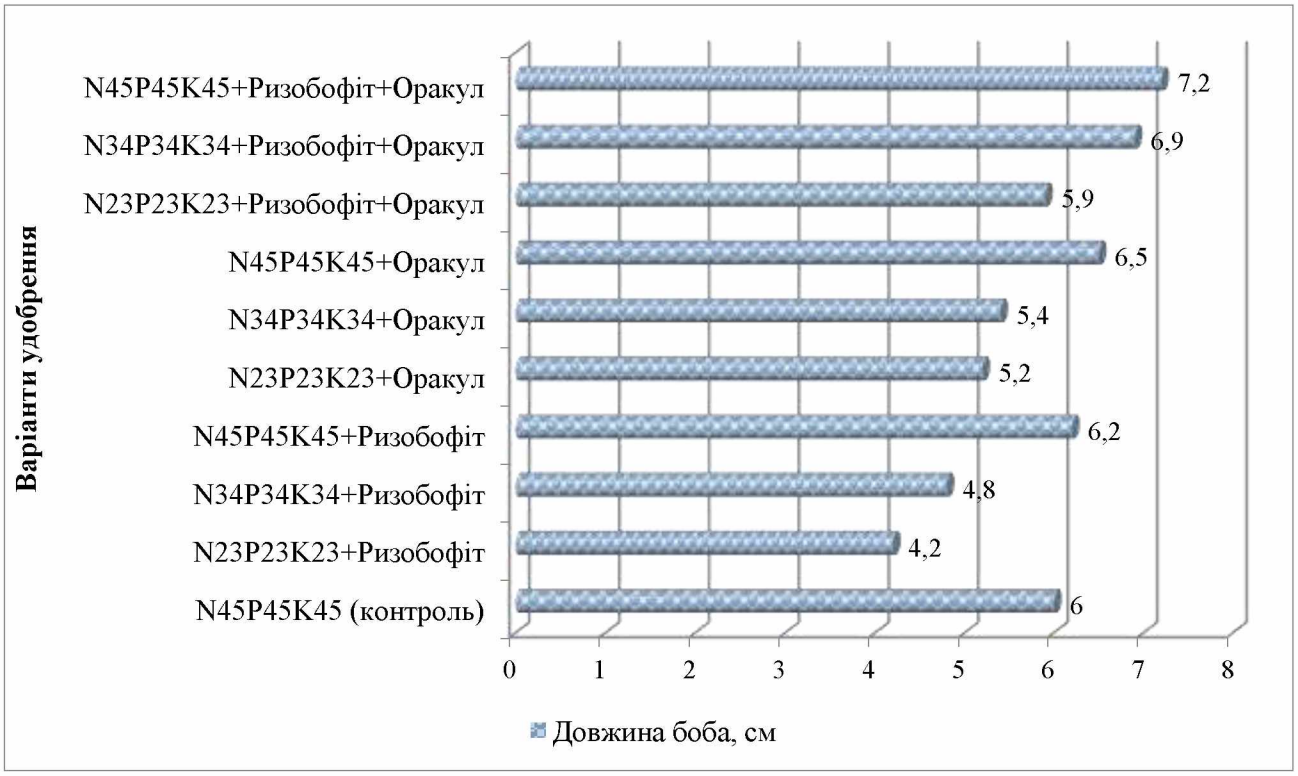

Рис. 4. **Довжина боба у рослин гороху залежно від застосування мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння, середнє за 2023–2024 рр.**

За результатами проведених нами досліджень встановлено, що кількість бобів на рослині насамперед залежала від удобрення та передпосівної бактеризації насіння мікробіологічними препаратом. Аналіз експериментальних даних свідчить, що у середньому за роки досліджень кількість бобів на рослині коливалася в межах від 7,3 на варіанті із внесенням мінімальної дози мінеральних добрив та інокуляції насіння до 27,7 за внесеня $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Ризобофіт (1,7 л/т) + Оракул мультикомплекс (2 л/га) у фазі гілкування.

За результатами досліду виявлено позитивний вплив мікробіологічного препарату та мікродобрива на зміну кількості бобів на рослині (рис. 5). За інокуляції насіння даний показник збільшувався у середньому на 3,0

шт./рослину або на 19,6 % на фоні внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$. У разі позакореневого підживлення посівів гороху препаратом Оракул мультикомплекс на аналогічному фоні основного удобрення, кількість бобів на рослині зростала на 4,1 шт./рослину або 26,8 % відносно контрольного варіанту. На варіанті, де вносили мінеральні добрива із розрахунку $N_{45}P_{45}K_{45}$, а також висівали насіння оброблене перед сівбою препаратом Ризобофіт та проводили позакореневе підживлення посівів мікродобривом Оракул мультикомплекс кількість бобів збільшилася порівняно з контролем на 12,4 шт./рослину, а відносно застосування лише інокулянту чи мікродобрива зростання становило, відповідно на 51,3 і 42,8 %.

Таким чином найвища кількість бобів на одну рослину у досліді формувалась на варіанті синергічного ефекту досягнутого внаслідок внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ + інокуляції насіння препаратом Ризобофіт (1,7 л/т) + підживлення посівів мікродобривом Оракул мультикомплекс (2 л/га) у фазі гілкування.

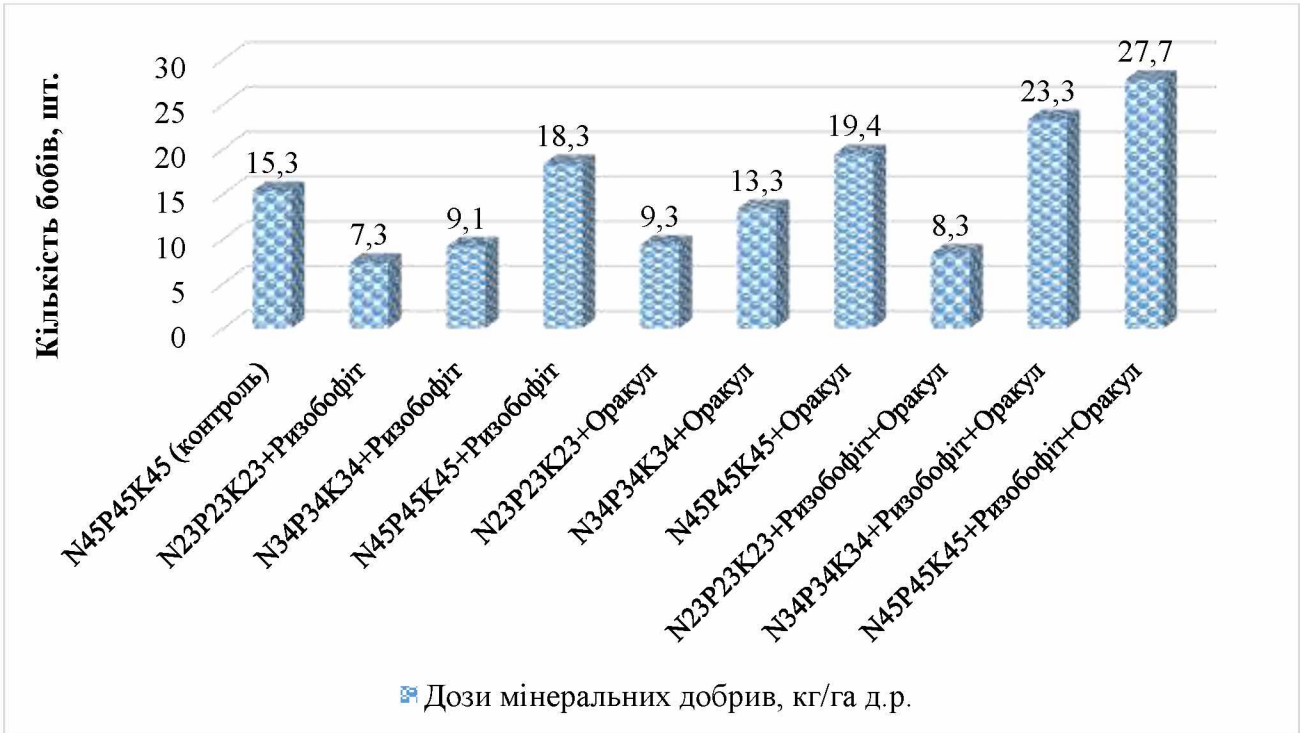

Рис. 5. **Варіювання кількості бобів у рослин гороху залежно від застосування мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння, середнє за 2023–2024 рр.**

Що стосується кількості зерен в бобі, то результати обліків свідчать, що цей показник є стабільнішим порівняно з іншими елементами структури врожаю культури (рис. 6). Слід відзначити порівняно слабку реакцію на макро- та мікродобрива і інокуляцію насіння зміною кількості бобів на рослині, однак максимальним було значення цього показника за бактеризації насіння та позакореневого підживлення посівів комплексним мікродобривом на фоні внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$.

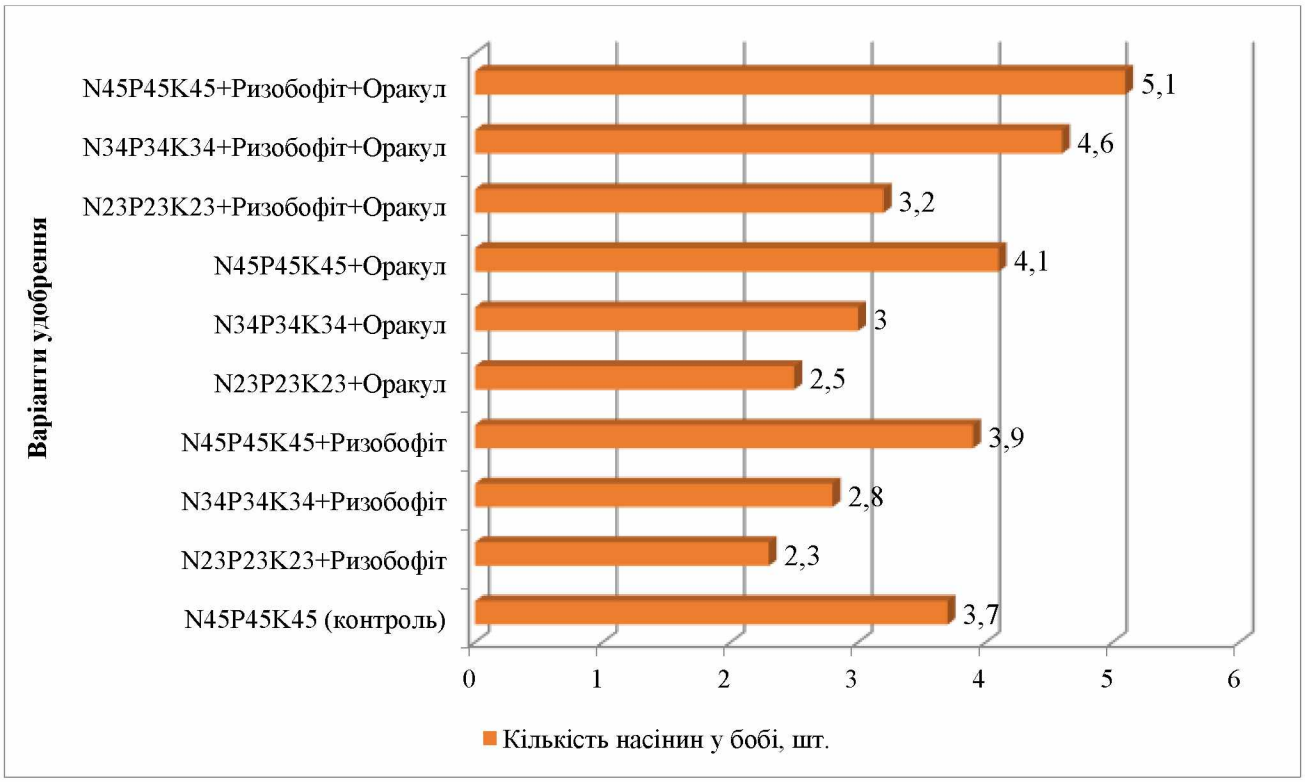

Рис. 6. **Варіювання кількості насінин у бобі гороху залежно від чинників інтенсифікації технології, середнє за 2023–2024 рр.**

Дослідженнями встановлено, що покращення системи живлення рослин сприяє підвищенню маси 1000 зерен (рис. 7). При цьому виявлено, що внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ та сівба інокульованим насінням зумовили збільшення маси 1000 зерена на 1,2 %, проведення позакореневого підживлення посівів препаратом Оракул мультикомплекс – на 1,6 %, а поєднання вище зазначених елементів у технології вирощування демонструє підвищення цього показника на 1,9 %, порівняно із контролем.

Отже, на основі одержаних результатів досліджень встановлено, що найкращі умови для росту, розвитку та формування індивідуальної продуктивності рослин гороху створюються на варіанті удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ + інокуляція насіння препаратом Ризобофіт (1,7 л/т) + підживлення посівів мікродобривом Оракул мультикомплекс (2 л/га) у фазі гілкування.

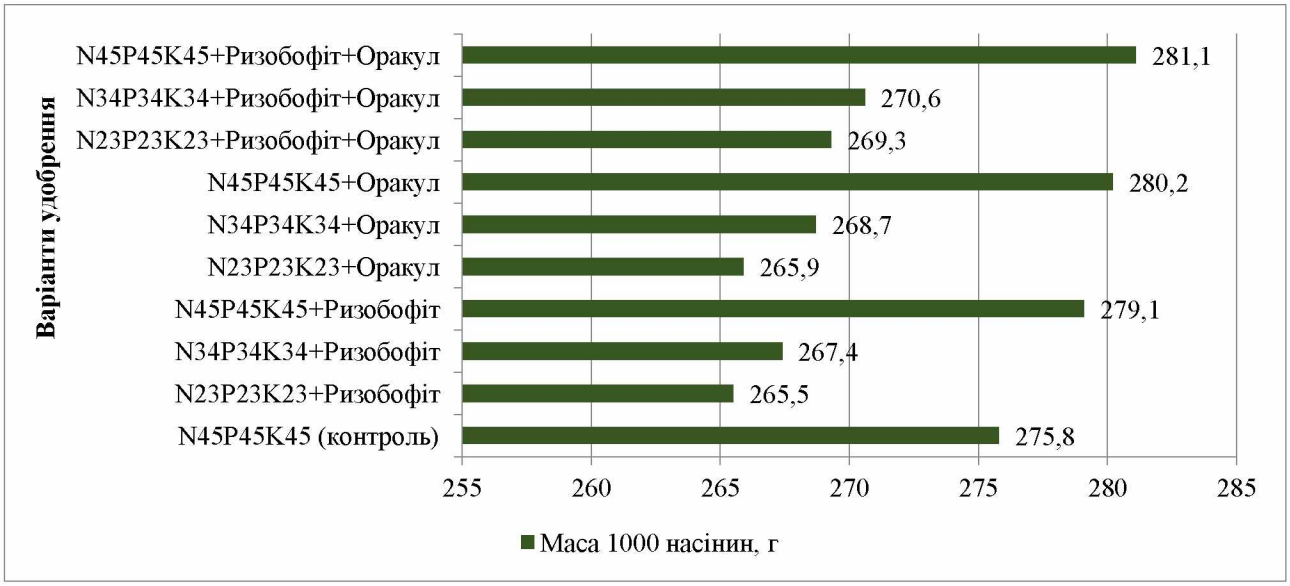

Рис. 7. **Варіювання кількості насінин у бобі гороху залежно від чинників інтенсифікації технології, середнє за 2023–2024 рр.**

3.3. Вплив мінеральних добрив, мікродобрива та інокуляції насіння на врожайність гороху

Рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності рослин гороху зумовлюється значною кількістю різних біотичниї і абіотичних чинників, в тому числі і набору агротехнічних прийомів вирощування. Важливе місце у технології вирощування цієї важливої зернобобової культури належить особливостям живлення рослин, зокрема застосуванню мінеральних добрив, позакореневим підживленням. Урожайність є узагальнюючим показником, який демонструє ефективність функціонування всіх складових ланок, які беруть участь у формуванні у розкритті продуктивного потенціалу рослин.

Результати проведених нами досліджень свідчать, що інокулювання насіння перед сівбою препаратом Ризобофіт на фоні внесення $N_{23}P_{23}K_{23}$

супроводжується зниженням урожайності до 2,77 т/га, або на 8% у порівнянні з контролем (табл. 3.1). Збільшення дози мінеральних добрив до $N_{34}P_{34}K_{34}$ та бактеризація насіння Ризобофітом призводять до незначного підвищення урожайності до 3,07 т/га або 2%, відносно контролю.

Більш ефективним виявилося поєднання мінеральних добрив і мікродобрив. Наприклад, за внесення $N_{23}P_{23}K_{23}$ і позакореневого підживлення прапаратом Оракул мультикомплекс урожайність зерна гороху становила 2,98 т/га, що практично знаходиться на рівні контролю, різниця становить лише 1%. Подальше підвищеня дози мінеральних добрив до $N_{34}P_{34}K_{34}$ сприяло збільшенню урожайності зерна, однак прибавка врожаю була не істотною по відношенню до контролю. Натомість, у разі застосування препарату Оракул мультикомплекс на фоні $N_{45}P_{45}K_{45}$ урожайність зросла до 3,76 т/га, або перевищувала контроль на 24,9%, що свідчить про ефективність поєднання вище зазначеної дози мінеральних добрив та цього препарату.

Таблиця 3.1

Урожайність гороху залежно від чинників інтенсифікації технології, середнє за 2023–2024 рр.

№ вар.	Дози мінеральних добрив, кг/га д.р.	Урожайність, т/га	+_ до контролю	
			т/га	%
1.	$N_{45}P_{45}K_{45}$ (контроль)	3,01	–	–
2.	$N_{23}P_{23}K_{23}$+Ризобофіт	2,77	-0,24	-8,0
3.	$N_{34}P_{34}K_{34}$+Ризобофіт	3,07	0,06	2,0
4.	$N_{45}P_{45}K_{45}$+Ризобофіт	3,56	0,55	18,3
5.	$N_{23}P_{23}K_{23}$+Оракул	2,98	-0,03	-1,0
6.	$N_{34}P_{34}K_{34}$+Оракул	3,14	0,13	4,3
7.	$N_{45}P_{45}K_{45}$+Оракул	3,76	0,75	24,9
8.	$N_{23}P_{23}K_{23}$+Ризобофіт+Оракул	3,21	0,20	6,6
9.	$N_{34}P_{34}K_{34}$+Ризобофіт+Оракул	3,98	0,97	32,2
10.	$N_{45}P_{45}K_{45}$+Ризобофіт+Оракул	4,11	1,10	36,5
НІР 0,95		0,55	-	-

Результати досліджень свідчать, що поєднання різних доз мінеральних добрив із інокулюванням насіння і позакореневим підживленням посівів сприяло формуванню вищого рівня урожайності, порівняно із внесенням лише мінеральних добрив або їх комбінування з мікробіологічним препаратом чи мікродобривом. Найбільш ефективним виявилася комбінація $N_{45}P_{45}K_{45}$ з обробкою насіння Ризобофітом і піживленням посівів препаратом Оракул мультикомплекс, що забезпечило одержання найвищої урожайності 4,11 т/га, яка на 36,5% перевищувала контроль. Не менш ефективним виявилося комбінування мінеральних добрив дозою $N_{34}P_{34}K_{34}$ з Ризобофітом і Оракулом, яке сприяло підвищенню урожайності зерна гороху до 3,98 т/га або на 32,2% вище контролю.

Таким чином дослідні дані свідчать, що найвища урожайність зерна гороху спостерігається за використання високих доз мінеральних добрив разом із мікробіологічними препаратами та мікродобривами.

РОЗДІЛ 4.
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ЧИННИКІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Рушієм економічно і соціально сталого розвитку суспільства є зростання ефективності виробництва, зокрема і аграрному секторі економіки.

Розрахунок економічної ефективності виробництва сільському господарстві потребує чіткого визначення із системою взаємозв'язаних показників, які забезпечать всебічну, повну, об'єктивну оцінку їхнього рівня. В умовах сьогоденя найбільш поширеним інструментом досягнення вище зазначеної мети є широке використання показників у грошовому виразі.

Удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур у напрямку інтенсифікації, які набули широкого використання в сучасному агровиробництві завбачають не лише підвищення реалізації їх продуктивного потенціалу, але й заощадження ресурсів на виробництво товарної продукції.

Збільшення обсягів валового виробництва зерна ключових зернобобових культур, які відзначаються високим вмістом білку можна досягти лише завдяки широкому впровадженню інноваційних, економічно обгрунтованих технологічних рішень з їх вирощування. Запровадження інноваційно спрямованих технологій сприяє як підвищенню урожайності польових культур, так і вагомому покращенню показників, що характеризують якість зерна, а це в свою чергу надає йому істотні конкурентні переваги на ринку товарної продукції.

Серед найбільш впливових чинників інтенсифікації технологій в умовах сьогодення та на основі цього збільшення врожайності зернобобових культур, зокрема і гороху, є широке використання нових, більш продуктивних і адаптованих до умов вирощування сортів, вдосконалення системи живлення рослин, інтегрованої системи захисту рослин на основі препаратів нового покоління, оптимізація норми висіву, строків та способів сівби, які за

комплексного їх комбінування забезпечить максимальну реалізацію генетичного потенціалу продуктивності.

Необхідно зауважити, що економічну оцінку ефективності запропонованої технології вирощування гороху виконано на основі найбільш вживаних показників, за використання яких досягаєтьбся найбільш повне вартісне вираження рівня окупності матеріально-фінансових ресурсів, які було застосовано для інтенсифікації виробничого процесу. До таких показників належать: вартість валової продукції, загальні виробничі витрати, собівартість одиниці основної продукції, умовний чистий прибуток, рентабельність. Основною відмінною ознакою сучасних технологій вирощування гороху є те, що вони побудовані на основі раціонального поєднання генетичних можливостей щодо потенціалу продуктивності сортів, оптимальній системі живлення рослин та захисту посівів від шкодочинних об'єктів, широкого використання в технологічному процесі новітніх препаратів для передпосівного обробляння насіння, підживлення посівів, зокрема високоефективних штамів азотфіксувальних бактерій та комплексних мікродобрив.

Проведена економічна оцінка ефективності різних доз мінеральних добрив та поєднання їх в технології вирощування гороху із використання для сівби насіння інокулюваного мікробіологічним препаратом Ризобофіт та позакореневого підживлення мікродобривом Оракул мультикомплекс засвідчила істотні відмінності за рівнем значень основних економічних показників. Слід відзначити, що значення основних оціночних економічних показників (собівартість, прибуток, рентабельність) визначали за абсолютними величинами виробничих витрат і вартості товарної продукції (табл. 4.1).

Як свідчать результати проведених розрахунків (табл. 4.1), найвищий рівень виробничих витрат (31852,5 грн./га) відзначено на варіанті, де було внесено мінеральні добрива із розрахунку $N_{45}P_{45}K_{45}$ та обробляння насіння перед сівбою мікробіологічним препаратом Ризобофіт і позакорене підживлення посівів гороху мікродобривом Оракул мультикомплекс. Слід відзначити, що різниця між варіантами досліду за сумою загальних виробничих

витрат формувалася переважно за рахунок трьох чинників, зокрема різної дози мінеральних добрив, використання інокуляції насіння та проведення позакореневого підживлення посівів культури. Зменшення дози внесення мінеральних добрив як за сівби інокульованим насінням, так і за підживлення посівів комплекним мікродобривом або їх поєднання супроводжувалося скороченням загальних виробничих витрат за технологією вирощування культури.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування гороху за поєднання різних чинників інтенсифікації технології, середнє за 2023–2024 рр.

Варіант	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість 1 т зерна, грн.	Рентабельність, %
$N_{45}P_{45}K_{45}$ (контроль)	3,01	23327,5	19114	4213,5	6350,2	22,0
$N_{23}P_{23}K_{23}$+Ризобофіт	2,77	21467,5	15568	5899,5	5620,2	37,9
$N_{34}P_{34}K_{34}$+Ризобофіт	3,07	23792,5	17529	6263,5	5709,8	35,7
$N_{45}P_{45}K_{45}$+Ризобофіт	3,56	27590,0	19464	8126,0	5467,4	41,7
$N_{23}P_{23}K_{23}$+Оракул	2,98	23095,0	15818	7277,0	5308,1	46,0
$N_{34}P_{34}K_{34}$+Оракул	3,14	24335,0	17779	6556,0	5662,1	36,9
$N_{45}P_{45}K_{45}$+Оракул	3,76	29140,0	19714	9426,0	5243,1	47,8
$N_{23}P_{23}K_{23}$+Ризобофіт+Оракул	3,21	24877,5	16168	8709,5	5036,8	53,9
$N_{34}P_{34}K_{34}$+Ризобофіт+Оракул	3,98	30845,0	18129	12716,0	4555,0	70,1
$N_{45}P_{45}K_{45}$+Ризобофіт+Оракул	4,11	31852,5	20064	11788,5	4881,8	58,8

Так, за внесення найменшої дози мінеральних добрив ($N_{23}P_{23}K_{23}$), виробничі витрати були меншими, порівняно з максимальною нормою на 3896 грн/га або 20,0 %, а за використання для удобрення середньої дози – на 1935 грн/га або 9,9 %. Слід відзначити, що найвищий рівень вартості валової

продукції (27590,0–31852,5 грн./га) виявлено на варіантах досліду як із внесенням $N_{45}P_{45}K_{45}$ та передпосівнимо обробляннням насіння, так і поєднанням цієї норми добрив із позакореневим підживлення препаратом Оракул або комбінування вище зазначених чинників в одній технології вирощування. Ці варіанти досліду відзначалися і за найвищим рівнем зернової продуктивності гороху.

Слід звернути увагу на ролі оброблення насіння перед сівбою штамом бульбочкових бактерій і проведення позакореневого підживлення посівів мікродобривом у формуванні економічних показників вирощування зерна гороху. Так, інокулювання насіння перед сівбою забезпечило зростання вартості валової продукції на 4268 грн/га або 18,3 %, умовного чистого прибутку – на 3913 грн/га або 92,9 %, порівняно із варіантом без застосування інокулянта. Проведення позакореневого підживлення мікродобривом сприяло збільшенню вартості валової продукції на 5813 грн./га або 24,9 %, умовного чистого прибутку – на 5213 грн./га або у 2,2 разу.

Однак найбільш ефективним виявилося поєднання $N_{45}P_{45}K_{45}$+Ризобофіт+Оракул, де вартість валової продукції перевищувала контроль на 8525 грн./га або 36,5 %, а умовний чистий прибуток – на 7575 грн./га або у 2,8 разу.

В той же час розрахунки свідчать, що узагальнюючі показники економічної ефективності такі як собівартість однієї тонни зерна та рентабельність технології вирощування гороху найкращі за внесення середньої дози мінеральних добрив $N_{34}P_{34}K_{34}$+Ризобофіт+Оракул, зокрема собівартість 4555,0 грн./т, рентабельність 70,1 %. Тобто таку комбінацію можна вважати оптимальною за вирощування культури в умовах Лівобережного Лісостепу.

РОЗДІЛ 5.
ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Питання екологічної експертизи в першу чергу регулюється Законом України «Про екологічну експертизу», який прийнято ще четвертого лютого 1995 року. Основними завданнями, які передбачені законодавчими актами із екологічної експертизи є регулювання широкого спектру суспільних відносин пов'язаних із охороною навколишнього природного середовища, раціональним використанням та відтворенням природних ресурсів, захистом екологічних прав та інтересів громадян.

Основними правовими обов'язками, які покладаються на фахівців відповідних структур за проведення екологічної експертизи є системна і комплексна оцінка всіх можливих екологічних і соціально-економічних ризиків, які можуть виникати внаслідок результатів здійснення проектів, функціонування об'єктів різного господарського призначення, прийняття управлінських рішень, спрямованих на запобігання їх негативного впливу на довкілля і на вирішення запланованих завдань із найменшим витрачанням ресурсів і мінімальними екологічними наслідками.

Провівши екологічну експертизу технологічного процесу вирощування зерна гороху в дослідному господарстві «Степне» можна зробити наступні висновки:

- переслідуючи ціль охорони грунтів від ерозії та запобігання погіршення показників, що характеризують родючість грунтів в дослідному господарстві «Степне» впроваджено мінімалізовані технології осмновного обробітку грунту під культури сівозміни, зокрема системи міні-тілл та ноу-тілл. У технології передпосівного обробітку грунту використовують широкозахватні комбіновані знаряддя, які дозволять здійснювати за один прохід агрегату декілька технологічних операцій;

- придбано сучасні збиральні комбайни, які якісно подрібнюють нетоварну частину врожаю (солома зернових культур, стебла соняшнику та кукурудзи) та

рівномірно розподіляють її на поверхні поля. Рослинні рештки після збирання кожної культури, що залишаються на полі збагачуються грунт органічною речовиною, при цьому створюються умови для покращення вологозбереження, а також мінімізується негативний прояв ерозійних процесів;

- на виконання вимог природоохоронного законодавства в господарстві побудовано спеціальні стаціонарні площадки для складування і зберігання гною, а також обладнано приміщення для зберігання мінеральних добрив та отрутохімікатів;

- відповідно до вимог регламентуючих документів обладнано приміщення для тимчасового зберігання тари з під мінеральних добрив, пестицидів, а також відпрацьованих мастил, забруднених мастильними матеріалами ганчірок та піску;

- використана тара з-під мінеральних добрив, пестицидів утилізується згідно з вимогами природоохоронного законодавства;

- для покращення екологічного стану в господарстві доцільно побудувати спеціальні стаціонарні площадки із приготування робочих розчинів пестицидів;

- необхідно придбати спеціальні корозостійкі резервуари та обладнати площадку для зберігання рідких мінеральних добрив (КАС);

- за малорічного типу забур'яненості та мінімальної кількості бур'янів у посівах сільськогосподарських культур надавати перевагу механічним заходам їх контролювання;

- у боротьбі із шкідниками та хворобами польових культур ширше використовувати біологічні препарати.

РОЗДІЛ 6.
ОХОРОНА ПРАЦІ

Під системою з охорони праці розуміють набір різноманітних заходів та засобів, зокрема законодавчих та нормативних актів, а також дій соціально-економічного, організаційно-технічного, санітарно-гігієнічного та лікувально-профілактичного спрямування. Головне завдання вище зазначених впливів – це створення для працівників пов´язаних із організацією і виконанням виробничих процесів в сільському господарстві здорових, безпечних умов праці. Поряд з цим не менш важливим є попередження та профілактика виникнення професійних захворювань, нещасних випадків та аварій, тобто захист працюючих від негативного впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників, які можуть бути фізичного, хімічного, біологічного та психофізиного походження.

Основним регламентуючим документом, на якому базується система управління охороною праці є Конституція України, Закон України «Про охорону праці», який прийнято в 1992 р., а зміни до нього внесено у 2002 р. Крім того, при цьому керуються також і іншими нормативними документами, зокрема Кодексом законів України про працю, законами, постановами та інші актами Верховної Ради України; Указами і розпорядження Президента України, постановами та розпорядженнями Кабінету Міністрів України і інших відомств, які мають відношення до здійснення державного управління охороною праці.

Особливістю агропромислового виробництва є наявність цілого ряду негативних чинників, які можуть призводити до погіршення умов раці чи нещасних випадків. До таких наслідків може призводити старіння основних фондів, постійне збільшення кількості фізично зношеного та морально застарілого обладнання. Зношені машини і механізми, не відповідають і не гарантують безпечних умов праці.

Згідно із вимогами «Типового положення про службу охорони праці» і Закону України «Про охорону праці», посадовою особою, яка відповідає за

організацію та контрольованість дотримання правил з охорони праці в державному підприємстві дослідне господарство «Степне» Полтавського району, Полтавської області є директор.

Слід відзначити, що відповідальність за стан з охорони праці у межах виробничих підрозділів, цехів і галузей покладається на їх керівників або головних спеціалістів господарства. Поряд з цим інженер з охорони праці координує роботу та здійснює загальний контроль за створенням безпечних умов праці і дотриманням законодавства з охорони праці у дослідному господарстві.

Важливою складовою частиною системи управління охорони праці в дослідному господарстві, також є організація щорічних навчань безпечним умовам праці, проведення інструктажів на робочих місцях, якими охоплюються всі категорії працівників під час їх трудової діяльності. Також щорічно в господарстві практикується проведення курсів з навчання питанням охорони праці, програма яких формується відповідно до вимогами «Типового положенням про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників запитань охорони праці». Для усіх працівників, які приймають на роботу організовують навчання, а також проводять ряд інструктажів загального та спеціального характеру, зокрема вступний, первинний на робочому місці, позаплановий, цільовий. Особи із якими було проведено інструктажі, засвідчують про це особистими підписами у журналах інструктажів з охорони праці та техніки безпеки.

Виконання технологічних робіт дозволяють лише технічно справні та ретельно підготовлені машини і знаряддя, які повністю відповідають вимогам безпеки. Нові або відремонтовані, а також машини, які тривалий час не експлуатувалися, допускають до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки роботи всіх механізмів і агрегатів.

Комплектування машинно-тракторних агрегатів здійснює тракторист-машиніст під обов’язковим контролем бригадира, механіка або агронома. У разі

потреби залучаються допоміжні робітники. Самочинна зміна машин у складеному агрегаті без дозволу контролюючих осіб не допускається.

Технологічний процес вирощування насіння гороху включає в себе ряд технологічних операцій, зокрема обробіток ґрунту (основний і передпосівний), внесення добрив, сівба, догляд за посівами (обробка пестицидами) і збирання.

Під час проведення обробітку ґрунту (оранка, обробіток знаряддями плоско різного типу, важкими чизель-культиваторами, передпосівна культивація) та збиранні врожаю виникає небезпека механічного травмування працівників.

За обслуговування машин для протруювання насіння, найбільшу загрозу становлять залишки отрутохімікатів, які небезпечні для здоров'я людини.

При сівбі, допосівній обробці насіння протруйниками та за обприскування посівів пестицидами не дозволяється допуск до роботи підлітків, вагітних жінок, а також хворих працівників. За безпосереднього виконання робіт із хімічними речовинами заборонено палити і приймати їжу. Обприскування, приготування робочих розчинів потрібно проводити в спеціальному одязі, гумових рукавичках, респіраторах. Всі роботи з пестицидами рекомендовано проводити вранці або надвечір, значно нижчий температурний фон та практично відсутній вітер.

До роботи із пестицидами допускаються особи, яким виповнилося 18 років та пройшли інструктаж із техніки безпеки. Протипожежні заходи спрямовані на попередження, а за їх виникнення на локалізацію і тушіння пожеж.

Для покращення умов праці і підвищення рівня безпеки та охорони праці в господарстві пропонується:

1. В кожному виробничому підрозділі організувати куточки з охорони праці та безпеки життєдіяльності, наповнити їх документацією, наочним матеріалом, необхідними засобами.

2. Роботи, пов'язані з підготовкою мінеральних добрив до внесення у ґрунт, треба здійснювати за допомогою механізмів, оснащених пристроями для

зниження пилоутворення. Працівники мають використовувати відповідний спецодяг, спецвзуття та засоби індивідуального захисту органів дихання та зору.

3. Не дозволяти готувати розчини пестицидів безпосередньо в полі без засобів механізації.

4. Забезпечити механізоване завантаження у сівалки сипучих, порошкоподібних мінеральних добрив та протруєного насіння.

5. Чітко дотримуватись тривалості робочої зміни, за виконання робіт із отрутохімікатами і мінеральними добривами, згідно із розробленими і науково обґрунтованими рекомендаціям щодо їх проведення.

6. Один раз на рік проводити медичні огляди та підвищення кваліфікації персоналу, який працює з отрутохімікатами, на спеціальних курсах при станціях захисту рослин.

7. В повному обсязі забезпечити працівників засобами індивідуального захисту та спецодягу з фонду заробітної плати.

8. Підвищити якість контролю за дотриманням законодавства з питань охорони праці.

ВИСНОВКИ

1. Виявлено, що застосування мікробіологічних препаратів, мікродобрив значно підвищує ефективність симбіотичної азотфіксації у порівнянні з використанням лише мінеральних добрив. Найкращі результати досягаються за комбінованого використання макро- і мікродобрив, інокулянтів, що свідчить про їх синергетичний ефект.

2. Висота рослин гороху позитивно корелює з використанням найбільшої дози мінеральних добрив у поєднанні з інокулянтом Ризобофіт та мікродобривом Оракул мультикомплекс.

3. Встановлено, що найкращі умови для росту, розвитку та формування індивідуальної продуктивності рослин гороху створюються на варіанті удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ + інокуляція насіння препаратом Ризобофіт (1,7 л/т) + підживлення посівів мікродобривом Оракул мультикомплекс (2 л/га) у фазі гілкування.

4. Найвища урожайність зерна гороху спостерігається за використання високих доз мінеральних добрив разом із мікробіологічними препаратами та мікродобривами.

5. Розрахунками економічної ефективності встановлено, що за внесення середньої дози мінеральних добрив $N_{34}P_{34}K_{34}$+Ризобофіт+Оракул, найнижча собівартість і тонни зерна гороху (4555,0 грн./т) і максимальний рівень рентабельності який становить 70,1 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для умов лівобережного Лісостепу рекомендується удосконалена технологія вирощування сучасних сортів гороху, яка включає такі основні елементи:

- оптимальна і економічно виправдана норма мінеральних добрив становить $N_{34}P_{34}K_{34}$;

- для інокуляції насіння гороху застосовувати в день сівби мікробіологічний препарат Ризобофіт з розрахунку 1,7 л препарату на тонну насіння;

- у фазу гілкування проводити позакореневе підживлення посівів комплексним мікродобривом Оракул мультикомплекс 2,0 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурикіна С. І., Архіпенко З. П., Кітаєва Л. І. Ефективність при вирощуванні гороху в сівозміні на чорноземах південних. *Вісник аграрної науки Південного регіону*. Одеса, 2005. Вип. № 6. С. 28-39.
2. Гангур В. В. Урожайність і якість зерна гороху залежно від попередників та насиченості різноротаційних сівозмін в умовах лівобережного Лісостепу України. *Зернові культури*. 2017. Том 1. № 1. С. 129–133.
3. 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
4. Гангур В.В., Єремко Л.С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху в умовах лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 9. С. 19-23.
5. 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.
6. Камінський В.Ф. Значення та шляхи стабілізації виробництва зернобобових культур в Україні. *Збірник наукових праць Інституту землеробства*. 2004. 62 Спецвипуск. С.138-143].
7. Капінос М.В., Калитка В.В. Вплив регуляторів росту рослин і мікробних препаратів на проростання насіння та початковий ріст гороху посівного (Pisum sativum l.). *Таврійський науковий вісник*. 2016. № 96. С. 66-73.
8. Кравченко В.С., КононенкоЛ.М., Вишневська Л.В. [та ін.] Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Випуск 92. С83-91.
9. Лемішко С.М. Застосування мікробіологічних препаратів в посівах гороху з метою підвищення їх продуктивності. Матеріали науково – практичної конференції науково-педагогічних працівників, аспірантів та молодих вчених за підсумками науково-дослідної роботи у 2016 р. «Сучасні

проблеми та перспективи розвитку аграрного виробництва» (м. Дніпро, 29 березня. 2017 р.). Дніпро, 2017. С. 10-12.

10. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ Українські технології, 2008. 312 с.
11. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин. За ред. В.В. Волкодава. К. 2000. 100 с.
12. Павлюк О.О., Тоцький В.М. Особливості формування врожаю гороху в залежності від рівня інтенсивності технологій в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2007. № 2. С. 58-60.
13. Патика В.П. Перспективи використання біопрепаратів у землеробстві. *Збірник наукових праць ІЗ УААН*. К.: Нора-Прінг. 1999. С. 84–91.
14. Петриченко В.Ф., Коць С.Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Вісник НАН України*. 2014. № 3. С. 57-66.
15. 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. P. 30–32.
16. Телекало Н.В. Вплив екологічних факторів на ріст та розвиткок інтенсивних сортів гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 241-247.
17. Baligar V. C., Fageria N. K., & He Z. L. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2007. December 2012. P. 37–41.
18. Bellabarba A., Fagorzi C., Dicenzo G.C., Pini F., Viti C., Checcucci A. Deciphering the Symbiotic Plant Microbiome: Translating the Most Recent Discoveries on Rhizobia for the Improvement of Agricultural Practices in Metal-Contaminated and High Saline Lands. *Agronomy*. 2019. Vol. 9. P. 529.
19. Cakmak I. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *REVIEW New Phytol*. 2000. Vol. 146(111). P. 185–205.
20. Cakmak I. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic

biofortification? *Plant and Soil*. 2008. Vol. 302(1–2). P. 1–17.

21. Chaubey T., Manimurugan C., Gupta N., Kumar R., Singh P.M. and Singh B. Effect of different weed management practices on seed yield and quality of vegetable pea. *Vegetable Science*. 2016. Vol. 43(1). P. 142-144.
22. Chen W.F., Wang E.T., Ji Z.J., Zhang J.J. Recent development and new insight of diversification and symbiosis specificity of legume rhizobia: Mechanism and application. *J. Appl. Microbiol*. 2021. Vol. 131. P. 553–563.
23. Connorton J. M., & Balk J. Iron Biofortification of Staple Crops: Lessons and Challenges in Plant Genetics. Plant and Cell Physiology. 2019. Vol. 60(7). P. 1447–1456.
24. De Lajudie P.M., Andrews M., Ardley J., Eardly B., Jumas-Bilak E., Kuzmanovi´c N., Lassalle F., Lindström K., Mhamdi R., Martínez-Romero E. et al. Minimal standards for the description of new genera and species of rhizobia and agrobacteria. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*. 2019. Vol. 69. P. 1852–1863.
25. Deshmukh R., Nadaf A., Ansari W. A., Singh K., & Sonah H. Biofortification in Cereals: Progress and Prospects. *Biofortification in Cereals: Progress and Prospects*. 2023. Vol. 113(6). P. 1–385.
26. Etesami H. Root nodules of legumes: A suitable ecological niche for isolating non-rhizobial bacteria with biotechnological potential in agriculture. *Curr. Res. Biotechnol*. 2022. Vol. 4. P. 78–86.
27. Garg M., Sharma N., Sharma S., Kapoor P., Kumar A., Chunduri V., & Arora P. Biofortified Crops Generated by Breeding, Agronomy, and Transgenic Approaches Are Improving Lives of Millions of People around the World. Frontiers in Nutrition, 5(February). 2018.
28. Helene L.C.F., Klepa M.S., Hungria M. New Insights into the Taxonomy of Bacteria in the Genomic Era and a Case Study with Rhizobia. *Int. J. Microbiol*. 2022. P. 4623713.
29. Herridge D. F., Peoples M. B., & Boddey R. M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*. 2008. Vol. 311(1–2). P. 1–18.

30. Impa S. M., Morete M. J., Ismail A. M., Schulin R., & Johnson-Beebout S. E. Zn uptake, translocation and grain Zn loading in rice (Oryza sativa L.) genotypes selected for Zn deficiency tolerance and high grain Zn. *Journal of Experimental Botany*. 2013. Vol. 64(10). P. 2739–2751.
31. Jaiswal S.K., Mohammed M., Ibny F.Y.I., Dakora F.D. Rhizobia as a Source of Plant Growth-Promoting Molecules: Potential Applications and Possible Operational Mechanisms. Front. Sustain. Food Syst. 2021, 4, 619676.
32. Ledermann, R.; Schulte, C.C.M.; Poole, P.S. How Rhizobia Adapt to the Nodule Environment. *J. Bacteriol*. 2021. Vol. 203. P. e00539-20.
33. Marschner H. Mineral nutritional in higher plants. 2ed. New York, Academic Press Sun Diago, CA. 1995. P. 379-396.
34. Marschner P. Marschner's mineral nutrition of higher plants. In Mineral nutrition of higher plants. 2012.
35. Mehboob I., Naveed M., Zahir Z.A. Rhizobial Association with Non-Legumes: Mechanisms and Applications. *Crit. Rev. Plant Sci*. 2009. Vol. 28. P. 432–456.
36. Messina M., Rogero M. M., Fisberg M., & Waitzberg D. Health impact of childhood and adolescent soy consumption. *Nutrition Reviews*. 2017. Vol. 75(7). P. 500–515.
37. Mudryj A. N., Yu N., & Aukema H. M. Nutritional and health benefits of pulses. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 2014. Vol. 39(11). P. 1197–1204.
38. Peoples M. B., Brockwell J., Herridge D. F., Rochester I. J., Alves B. J. R., Urquiaga S., Boddey R. M., Dakora F. D., Bhattarai S., Maskey S. L., Sampet C., Rerkasem B., Khan D. F., Hauggaard-Nielsen H., & Jensen E. S. The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis*. 2009. Vol. 48(1–3). P. 1–17.
39. Rengel Z. Availability of Mn, Zn and Fe in the rhizosphere. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2015. Vol. 15(2). P. 397–409.
40. Romheld V., & Marschner H. Function of micronutrients in plants. *Micronutrients in Agriculture*. 2018. Vol. 4. P. 228–297.

41. Roorkiwal M., Pandey S., Thavarajah D., Hemalatha R., & Varshney R. K. Molecular Mechanisms and Biochemical Pathways for Micronutrient Acquisition and Storage in Legumes to Support Biofortification for Nutritional Security. *Frontiers in Plant Science*. 2021. 12(June).
42. Rout G. R., & Sahoo S. Role of Iron in Plant Growth and Metabolism. *Reviews in Agricultural Science*. 2015. Vol. 3(0). P. 1–24.
43. Rudani K., Patel V., & Prajapati K. the Importance of Zinc in Plant Growth-a Review. *International Research Journal of Natural and Applied Sciences ISSN*. 2018. Vol. 46(2). P. 2349–4077.
44. Sarkar D., Mandal B. and Kundu M.C. Increasing use efficiency of boron fertilizers by rescheduling the time and methods of application for crops in India. *Plant Soil*. 2007. Vol. 301. P. 77-85.
45. Sharifi M. Role of Micronutrients in Crop Production. January. 2013. P. 1–4.
46. Soto M.J., Staehelin C., Gourion B., Cárdenas L., Vinardell J.M. Editorial: Early signaling in the Rhizobium-legume symbiosis. *Front. Plant Sci*. 2022. Vol. 13. P. 1056830.
47. Stigler J.C., Michaem L.D., Ichrdson R., Dougjas E., Karcher A. and Patton J. Foliar nutrient uptake by cool-season and warm-season turf grasses. University of Arkansas research lends insight into understanding turf grass foliar feeding. USGA Sponsored Research. *Turf. Lib. Msu.* 2010. edu/gsr/2010s/ 2010/100107.
48. Voisin A.S., Salon C., Munier-Jolain N.G., Ney B. Effect of mineral nitrogen on nitrogen nutrition and biomass partitioning between the shoot and roots of pea (Pisum sativum L.). *Plant and Soil*. 2020. 242(2):251-262.
49. White P. J., & Broadley M. R. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets - Iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytologist*. 2009. Vol. 182(1). P. 49–84.

ДОДАТКИ

АНОТАЦІЯ

Огуй М. Ю. Вплив біопрепаратів і мікроелементів на формування продуктивності гороху.

Кваліфікаційна робота на здобуття СВО Магістр.

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

Обсяг магістерської роботи: 55 с., 2 табл., 7 рис., 1 додаток, 49 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: процеси росту, розвитку і формування продуктивності рослин гороху.

Мета роботи: з'ясувати вплив основних технологічних чинників, зокрема різних доз мінеральних добрив, мікробіологічних препаратів, мікродобрив на біометричні параметри рослин та врожайність зерна гороху.

Результати та їх новизна: у вступі підкреслюється актуальність дослідження різних норм мінеральних добрив для гороху, бактеризації насіння та позакореневого підживлення посівів мікродобривами в технології вирощування гороху.

Основні наукові та практичні результати: Наукова новизна дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні технології вирощування гороху на зерно, базовими елементами якої є раціональне поєднання оптимальної дози мінеральних добрив, передпосівного інокулювання насіння мікробіологічним препаратом на основі штаму бульбочкових бактерій роду Rhizobium та позакореневого підживлення мікродобривом. Встановлено комплексний вплив агротехнічних чинників на симбіотичну активність посівів культуру, елементи структури врожаю та зернову продуктивність гороху.

Удосконалено існуючу технологію вирощування сучасних сортів гороху, яка базується на застосуванні помірних доз мінеральних добрив, використанні інокульованого насіння ризобіями бульбочкових бактерій та фоліарного підживлення комплексом мікроелементів для створення оптимальних умов із формування високого врожаю зерна культури. Оптимізація основних елементів технології вирощування забезпечує одержання урожайності зерна гороху на рівні 3,98–4,11 т/га.

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: вирощування насіння гороху з високими посівними якостями.

Перелік ключових слів: горох, сорт, мінеральні добрива, інокуляція насіння, мікродобрива, урожайність, економічна ефективність.