

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ,
СЕЛЕКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ**

Кафедра рослинництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ ГОРОХУ ЗА РІЗНОЇ
ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН ПОЖИВНИМИ
РЕЧОВИНАМИ»**

Виконала: здобувач вищої освіти
за ОПП Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
Ступеня вищої освіти магістр
Заочної форми навчання
Бахтіна Т. О.

Керівник: Людмила ЄРЕМКО канд. с.-г. наук, ст.н.с.

Рецензент: Олег Міщенко, канд. с.-г. наук, доцент

Полтава – 2024 року

ЗМІСТ

	ст.
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....	5
РОЗДІЛ 1. РОЛЬ ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ	
1.1. Властивості гороху, його значення і використання.....	10
1.2. Роль елементів мінерального живлення у процесі формування продуктивності гороху.....	14
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Характеристика умов місця проведення досліджень.....	19
2.2. Погодні умови місця проведення досліджень	21
2.3. Методика проведення досліджень	24
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН ЕЛЕМЕНТАМИ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ	
3.1. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на висоту рослин гороху.....	30
3.2. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на динаміку розвитку листової поверхні посівів гороху.....	35
3.3. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на тривалість і продуктивність фотосинтетичної діяльності листової поверхні посівів гороху.....	37
3.4. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на величину симбіотичного апарату рослин гороху	36
3.5. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів гороху	41
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОЗ І СПОСОБІВ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ	44
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.....	46
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
ВИСНОВКИ	55
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

У контексті цілей ООН щодо сталого розвитку на період до 2030 року зростає розуміння необхідності глибоких перетворень у способах виробництва, переробки та вживання продуктів харчування. Це виражається у необхідності створення агропромислових систем, що забезпечують продовольчу безпеку і харчування для всіх таким чином, щоб економічні, соціальні та екологічні основи для забезпечення продовольчої безпеки і харчування майбутніх поколінь не піддавалися ризику. Такі зміни у сфері виробництва повинні супроводжуватися переходом до більш екологічних продуктів харчування. Глобальний перехід до раціону харчування, заснованому більшою мірою на рослинній їжі, може бути визнаний найважливішою необхідністю в боротьбі з недоїданням і проблемами, пов'язаними зі стійкістю агропромислового комплексу. В останні кілька років пошук альтернатив продуктам тваринного походження привернув увагу до бобових як до одного з найкращих варіантів, враховуючи їх численні позитивні соціальні, економічні та екологічні властивості, які вже давно були оцінено емпірично. За рахунок здатності до біологічної фіксації азоту повітря у симбіотичній взаємодії із азотфіксувальними бактеріями, бобові позитивно впливають на навколишнє середовище та ефективність використання ресурсів в агропродовольчих системах. Це твердження було доведено в численних дослідженнях і підтверджено результатами польових експериментів, підходів до моделювання та оглядів. Біологічна фіксація азоту дозволяє бобовим культурам бути самодостатніми у забезпеченні азотом, а отже, не потребувати не потребують внесення азотних добрив. Разом з тим перенесення азоту залежить від більшої кількості азоту, що переноситься в наступну культуру, порівняно з азотом, що переноситься з інших культур, зазвичай зернових.

Економія ресурсів у технологіях вирощування окремих сільськогосподарських культур завдяки зменшенню потреби в азотних

добривах, може бути згенерована у великих масштабах. Так, загальне зниження попиту на азотні добрива може сприяти зменшенню використання викопної енергії у виробництві синтетичних добрив і відповідному зменшенню викидів парникових газів у процесі виробництва добрив.

Відомий також позитивний вплив вирощування бобових культур на властивості ґрунту, що виражається у позитивній дії на розвиток ґрунтових мікроорганізмів, покращанні структури ґрунту підвищення водопоглинальної здатності та зменшення його ущільнення. Ці властивості також притаманні і гороху. Відомо, що його надходження його органічних решток до ґрунту сприяє збагаченню орного шару органічною масою, азотом, фосфором, калієм, кальцієм за рахунок чого покращується структура ґрунту та підвищується його родючість. Коренева система гороху характеризується високою засвоювальною здатністю, що сприяє підвищенню рухомості фосфору в ґрунті та покращанню фосфорне живлення наступних культур у сівозміні.

Актуальність теми. Внесення добрив є одним з основних методів покращення доступності поживних речовин у ґрунті для рослин. Воно може позитивно впливати на ознаки рослин, але надмірне використання хімічних добрив створило низку економічних, екологічних та природоохоронних проблем. Використання добрив вважається одним з найважливіших факторів підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Використання неорганічних добрив у поєднанні з органічними матеріалами здатне забезпечити бажану та сталу врожайність сільськогосподарських культур, ніж використання лише неорганічних добрив або гною. Внесення курячого посліду, який найбільш широко використовується для вирощування сільськогосподарських культур, збільшує приріст врожаю. Біодобрива можуть допомогти задовольнити потреби сталого, продуктивного сільського господарства за низьких витрат. Ризобіальні інокулянти застосовуються для бобових культур як біодобрива вже понад 120 років, а інокулянти, що містять ризобактерії, які стимулюють ріст рослин, використовуються в сільському господарстві вже понад півстоліття.

Фосфор є важливим елементом, і його внесення має важливе значення для росту, розвитку та врожайності. Азот є життєво важливою поживною речовиною для діяльності органів рослин. Він входить до складу багатьох компонентів, тому кількість азоту може впливати на ріст рослин.

Мета і задачі досліджень. Мета досліджень - визначення впливу різної забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на процеси росту і розвитку, формування симбіотичного апарату та величину зернової продуктивності посівів гороху.

У ході проведення досліджень для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

1. вивчити особливості росту і розвитку рослин гороху залежно від рівня забезпеченості рослин поживними речовинами;
2. визначити інтенсивність наростання надземної маси та листкової поверхні залежно від рівня забезпеченості рослин поживними речовинами;
3. визначити вплив різних рівнів забезпеченості рослин поживними речовинами на динаміку формування симбіотичного апарату;
4. визначити вплив різних рівнів забезпеченості рослин поживними речовинами на продуктивність фотосинтетичної роботи посівів гороху;
5. визначити вплив різних рівнів забезпеченості рослин поживними речовинами на величину індивідуальної продуктивності та урожайність зерна гороху.
6. визначити рівень економічної доцільності впровадження досліджуваних агроприймів у процесі виробництва насіння гороху.

Об'єкт досліджень – ріст і розвиток рослин, динаміка формування листкової поверхні, наростання сухої маси рослин, величина симбіотичного апарату, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння гороху залежно від рівня забезпеченості рослин поживними речовинами.

Предмет досліджень – сорт гороху Отаман, урожай зерна, мінеральні добрива, підживлення рослин під час вегетації.

Методи досліджень: польовий – для спостереження за протіканням процесів розвитку рослин гороху, наростанням їх надземної частини а також симбіотичного апарату, визначення величини елементів продуктивності рослин та величини врожаю насіння; статистичний – для проведення статистичного аналізу впливу досліджуваних факторів на величину урожайності насіння; розрахунково-порівняльний – для визначення рівня економічної доцільності застосування агротехнічних прийомів вирощування, що вивчаються.

Наукова новизна одержаних результатів проведеного дослідження полягає у науковому обґрунтуванні оптимізації поживного режиму рослин за рахунок підбору найбільш доцільної дози внесення мінеральних добрив та поєднання мінерального удобрення із позакореневим підживленням рослин азотом і бором.

Вивчено вплив різних рівнів забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на процеси розвитку рослин гороху, формування листкової поверхні та симбіотичного апарату, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, індивідуальну продуктивність рослин, урожайність насіння.

Удосконалено поживний режим рослин гороху за рахунок оптимізації строків і доз внесення мінеральних добрив.

Практичне значення одержаних результатів. Для покращання умов росту і розвитку рослин, формування їх симбіотичного апарату, наростання листкової поверхні посівів, і відповідного підвищення урожайності насіння найбільш доцільним та економічно виправданим є поєднання мінерального удобрення з дозою внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$ та позакореневого підживлення рослин у фазу гілкування комбінацією $N_{20}+B$.

Особистий внесок здобувача. Магістерська дипломна робота була підготовлена на основі результатів, отриманих автором у ході проведення дослідження. Автором було зібрано літературні джерела за тематикою та проведений їх детальний аналіз. Автором проведені польові та лабораторні

дослідження, отримано, опрацьовано та проаналізовано отримані результати, на основі чого сформовано детальні висновки та надано рекомендації для впровадження у виробничий процес.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень та основні положення магістерської дипломної роботи оприлюднені і обговорені на III Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 28 листопада 2024 року.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 1 тези в збірнику матеріалів 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 III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 28 листопада 2024 року. Полтава, 2024.

Структура та обсяг магістерської дипломної роботи. Загальний обсяг дипломної роботи становить 62 сторінок загального друкованого тексту, містить 6 таблиць, 8 рисунків. Магістерська дипломна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури налічує 65 найменувань.

РОЗДІЛ 1

РОЛЬ ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ

1.1. Властивості гороху, його значення і використання.

Горох польовий є основною бобовою культурою та важливим компонентом сталих систем землеробства. Він займає найбільшу частку посівних площ і загального національного виробництва серед усіх бобових культур, що вирощуються у світі. Насіння гороху є важливим джерелом білку і має надзвичайно різноманітний поживний профіль [1]. Основними його складовими є крохмаль (18,6-54,1%) і білки (15,8-32,1%), за якими слідують клітковина (5,9-12,7%), цукроза (1,3-2,1%) і олія (0,6-5,5%). Насіння також містить мінеральні сполуки, вітаміни та мікроелементи, поліфеноли, сапоніни, α -галактозиди та фітинові кислоти, вплив яких на здоров'я досліджується наразі [2,3].

У раціоні харчування людини горох має велике розмаїття форм: свіжі проростки, незрілі боби та насіння споживаються як зелені овочі, а ціле або мелене сухе насіння використовується для приготування різноманітних страв. З сухого насіння гороху отримують високоякісні ізоляти крохмалю, білків або олігозидів, а структурні та функціональні характеристики цільного насіння використовуються у промисловості для покращення якості харчових продуктів [4, 5].

Оскільки сухе насіння містить мало антипоживних сполук, у кормовиробництві його застосовують як джерело білка переважно в моногастричні дієти [6]. Горохове сіно використовується як корм у раціонах жуйних тварин [7].

Польовий горох містить 344 калорії, 20,1 г білка і 64,8 г вуглеводів на 100 г їстівної частини [8]. У країнах, що розвиваються, він відомий як «м'ясо бідняків», оскільки забезпечує цінний дешевий білок. У поєднанні з пшеницею, рисом та іншими зерновими він забезпечує збалансований раціон, хоча гороховий білок має дефіцит сірковмісних амінокислот (цистеїну та метіоніну) [9, 10].

Висока різноманітність зразків гороху польового пов'язана з широким представництвом центру його одомашнення, тобто Близького Сходу та Середземномор'я. Горох був одомашнений фермерами епохи неоліту близько 10 000 років тому [11]. Потім польовий горох швидко поширився в напрямку південно-західної Азії, Середземноморського басейну та Європи. Ймовірно, це пов'язано з широким ареалом вирощування та різноманітністю використання гороху як продовольчої, кормової або фуражної культури, і зараз він демонструє неймовірне розмаїття форм і способів вирощування, пристосованих до різних умов, систем землеробства та кінцевого використання [1].

Це величезне розмаїття культурних форм гороху є основним резервом для сучасного вдосконалення даної культури. У процесі вирощування овочевого гороху були виведені різні типи його сортів, які відрізняються за основними генами, що контролюють ознаки насіння та рослини. Наприклад, зморшкуваність насіння пов'язана з модифікацією синтезу крохмалю [12]. Існують також різні види гороху, які відрізняються за кольором сім'ядолей, архітектонікою рослини або часом цвітіння. На додаток до цього, дикий горох можна схрещувати з культурним горохом. Вчені показали, що хромосомні перебудови серед зразків різних видів і підвидів *Pisum* можуть викликати часткову стерильність у гібридів [13].

1.2. Роль елементів мінерального живлення у процесі формування продуктивності гороху.

Хоча польовий горох є однією з найдавніших культурних рослин, підвищенню врожайності цієї культури приділялося мало уваги порівняно з іншими бобовими культурами.

Азот виступає важливою поживною речовиною, необхідною для росту і розвитку рослин. Рослини гороху можуть засвоювати азот двома шляхами, або шляхом прямого поглинання корінням NO_3^- або NH_4^+ з ґрунту або фіксувати N_2 повітря у симбіозі із азотфіксуючими бактеріями в корневих бульбочках. Таким чином, біологічна фіксація азоту, поглинання залишкового азоту з ґрунту та азоту добрив є основними джерелами для задоволення потреб культури в азоті [14].

Під час росту і розвитку рослин, кількість азоту, накопиченого насінням, може бути збільшена за рахунок тривалої симбіотичної фіксації у період формування і наливу насіння, а також більш ефективного засвоєння залишків мінерального азоту з ґрунту, що залежить від морфогенезу коренів, або оптимізації взаємної доповнюваності між обома способами засвоєння азоту впродовж циклу росту і розвитку. Деякі автори припускають, що витрати вуглецю на азотфіксацію вищі, ніж витрати, пов'язані із засвоєнням мінерального азоту [15].

Результати польових досліджень показали, що рослини, вирощені в присутності мінерального азоту в ґрунті, балансують між симбіотичною азотфіксацією і корневим поглинанням мінерального азоту, але при цьому урожайність насіння не підвищується [16].

У гороху більша частина нітратів відновлюється в кореневій системі [17], а витрати на відновлення динітрогену і нітратів є теоретично подібними

[15]. Отже, різниця у витратах вуглецю між симбіотичною азотфіксацією і поглинанням нітратів може бути зумовлена процесами росту або підтриманням розвитку симбіотичного апарату. Таким чином, наявність мінерального азоту в ґрунті може призвести до збільшення кореневої біомаси через обмеження симбіотичної азотфіксації та пов'язаних з нею високих витрат вуглецю [18-20].

Хоча підвищення доступності мінерального азоту може сприяти збільшенню біомаси пагонів через стимуляцію вегетативного росту, вченими не було виявлено значного впливу внесення азоту ні на врожайність насіння, ні на концентрацію азоту в насінні. Разом з тим вчені повідомляють про токсичність високих рівнів нітратів [21, 22].

У польових умовах доступність мінерального азоту в ґрунті, як правило, достатня для задоволення потреби у ньому за рахунок поглинання коренями на початку циклу росту [23]. За наявності мінерального азоту в ґрунті ріст коренів прискорюється, що сприяє збільшенню біомаси коренів та щільності їх розміщення у ґрунті [24, 25].

Ріст коренів продовжується до репродуктивного періоду розвитку, а остаточне зменшення біомаси коренів пояснюється старінням тканин. Тим не менш, наприкінці ростового циклу все ще можливе пізнє збільшення біомаси коренів і щільності їх розміщення [26].

Вчені стверджують, що, на відміну від зернових, довжина коренів бобових може збільшуватися до кінця циклу росту, оскільки вони мають здатність до повторного росту у відповідь на зміни водного статусу ґрунту [27].

Це також може бути пов'язано з коливаннями доступності мінерального азоту в ґрунті. Отже, доступність мінерального азоту сприяє проліферації коренів, а не їх абсолютному росту, що приводить до утворення більшої кількості, але менших за розміром коренів, за рахунок чого коренева система формує більшу площу поверхні.

Густота кореневої системи в основному може збільшуватися у верхньому шарі ґрунту, що містить більшу частину мінерального азоту. Це свідчить про прямий стимулюючий вплив мінерального азоту на ріст коренів, на додаток до вуглецевого ефекту через обмеження симбіотичної фіксації азоту [28].

Тим не менш, здатність рослин поглинати поживні речовини залежить не тільки від густоти кореневої системи, але й від вертикального розташування коренів. Профілі коріння показали подібний їх розподіл з глибиною, незалежно від азотного забезпечення. Розподіл коренів, що спостерігався на ґрунтових профілях, показав експоненціальне зменшення щільності коріння з глибиною [29]. Причому, понад 70 % підрахованих коренів були розташовані у верхніх 30 см ґрунту [30].

Дослідження показали, що водопоглинальна здатність гороху більше корелює з максимальною глибиною розташування кореневої системи, ніж з її щільністю [31].

Іншим важливим елементом мінерального живлення є фосфор. Фосфор є другим за важливістю елементом розвитку рослин. Майже 90 % даного елемента фіксується в ґрунті у формі фосфатів алюмінію/заліза або кальцію/магнію, залежно від рН ґрунту. Рослини не можуть використовувати ці фіксовані або нелабільні форми фосфору з ґрунту. Інша частина нерозчинного фосфору, так звана лабільна фракція, обмінюється з ґрунтовим розчином. Це єдина форма фосфору, доступна рослинам для поглинання. Тому дефіцит фосфору є широко розповсюдженим явищем. Оскільки фосфорні добрива виробництво отримує з гірських фосфатів, фосфор вважається невідновлюваним ресурсом, який, як очікується, буде вичерпано протягом наступних 50-60 років. Форма, в якій даний елемент знаходиться в ґрунтовому розчині, залежить від рН, але при типовому рН ґрунтового розчину він зустрічається виключно у вигляді H_2PO_4^- , переважної форми неорганічного фосфору, що поглинається рослинами.

У рослині неорганічний фосфор знаходиться у вигляді розчинних

(ортофосфату) або пірофосфату. Органічний фосфор переважно зв'язаний гідроксильними групами з вуглецевим ланцюгом (C-O-P) у вигляді простого фосфатного ефіру або приєднаний до іншого фосфату енергетичним пірофосфатним зв'язком (P~P), як, наприклад, в АТФ. Іншим типом фосфатного зв'язку є диефірний стан (C-P-C) з відносно високою стабільністю. У цій асоціації фосфат утворює групу між сполучними одиницями, що приводить до утворення більш складних макромолекулярних структур.

Фосфор є складовою частиною численних біохімічних продуктів, таких як коферменти, цукровий фосфат, нуклеїнові кислоти (ДНК, РНК), нуклеотиди і фосфоліпіди. Він приймає участь у проходженні багатьох фізіологічних реакцій, пов'язаних із ростом коренів, формуванням насіння, зав'язування плодів і цвітіння. Крім того, багато фізіологічних процесів у рослинах, таких як фотосинтез і дихання, накопичення енергії, поділ і розширення клітин є пов'язаними із наявністю фосфору. Окрім того він приймає участь у синтезі цукрози, крохмалю, целюлози, та забезпечує енергією біосинтез фосфоліпідів. Багаті на енергію фосфати, такі як АТФ, ГТФ, АДФ, модулюють активність ферментів шляхом зворотного фосфорилування.

Велика кількість фосфору, що зберігається в насінні у вигляді фітинової кислоти, сприяє розвитку ембріона, проростанню насіння та росту проростків. Фосфор відіграє вирішальну роль у процесі фотосинтезу. Зазвичай фотосинтез лімітується активністю Рубіско або здатністю до регенерації рибулозо-1,5-бісфосфату. В умовах достатнього освітлення фотосинтетична активність рослини є оптимальною за концентрації фосфору у хлоропластах в діапазоні 2,0-2,5 мМ. Зменшення його концентрації у хлоропластах до 1,4-1,0 мМ призводить до пригнічення фотосинтетичної діяльності рослин.

Дефіцит фосфору призводить до затримки ростових процесів рослин більшою мірою, аніж коренів, а листя часто має темно-зелений колір, що пояснюється накопиченням значної кількості крохмалю та цукрів. Разом з тим

спостерігається гальмування розвитку листкової поверхні. Розвиток листкових пластинок гальмується внаслідок зменшення поділу та збільшення клітин. Оскільки фосфор є дуже мобільним у тканинах, старіші листки першими проявляють хлороз. Дозрівання рослин також затримується. Навпаки, надмірна кількість даного елемента є токсичною для рослин. Це явище проявляється у затримці формування репродуктивних органів [32].

Калій також відіграє значну роль у процесах росту і розвитку рослин. У ґрунті він зустрічається у трьох формах: присутній у ґрунтовому розчині (легкодоступний для рослин), адсорбований в обмінній формі на ґрунтових колоїдах, таких як глинисті мінерали, і як структурний елемент ґрунтових мінералів. Як правило, дефіцит калію є рідкісним явищем, але ріст рослин зазвичай стимулюється додатковим надходженням даного елемента.

Рослини поглинають калій у вигляді одновалентного катіону K^+ . Його поглинання в рослинних тканинах відбувається з високою швидкістю завдяки відносно високій проникності рослинних мембран. Така висока проникність мембран для калію зумовлена наявністю в них іонофорів, які полегшують дифузію калію. Крім пасивного поглинання, калій також потрапляє в корені рослин через високоафінні та низькоафінні транспортери.

Калій є дуже мобільним на всіх рівнях рослинного організму, тобто в межах окремих клітин, тканин і при транспортуванні на великі відстані по ксилемі та флоемі. Основна його частина поглинається рослинами у період активного розвитку вегетативної частини. Великий потік калію від пагона до кореня підтримується через флоему, що має вирішальне значення для підтримання гомеостазу калію та забезпечення постійного надходження катіонів, які супроводжують аніони, такі як NO_3^- , для їхнього руху до пагона.

На відміну від інших елементів, калій не метаболізується в рослині і утворює лише слабкі комплекси, в яких він легко обмінюється. Він відіграє виняткову роль у водному балансі рослини. Крім підтримки тургору, він необхідний для активації ряду ферментів у метаболічних реакціях.

Він необхідний для поглинання поживних речовин, процесу фотосинтезу, транслокації цукрів, активації ферментів, відкриття продохів та росту меристематичних тканин. Він також сприяє утворенню білків, уповільненню розвитку хвороб, зміцненню стебла та розвитку коренів. Він регулює дихання і приймає участь у транспортуванні хімічних речовин.

алій легко перерозподіляється в рослинних тканинах, тому симптоми нестачі спочатку з'являються на старих листках. Типовим симптомом нестачі даного елементу є розвиток хлорозу, який пізніше перетворюється на некротичні ураження на кінчику листка, що поширюються вниз по краях. За сильного дефіциту калію молоді листки також стають хлоротичними. Іншими ознаками дефіциту калію є скручування листя та вкорочення міжвузлів, що призводить до затримки росту. Сильний його дефіцит спричиняє накопичення редуруючих цукрів і виснаження органічних кислот, а також синтез токсичних амінів, таких як путресцин і агматин, шляхом декарбоксілювання аргініну. Високий вміст калію в поживному середовищі зазвичай не викликає жодних токсичних симптомів у рослин [33].

Мікроелементи добре відомі тим, що діють як стимулятори у фізіолого-біохімічних реакціях рослин, пов'язаних із ростом і розвитком рослин. Стійкість рослин до несприятливого впливу навколишнього середовища можна підвищити за допомогою застосування мікроелементів. Ефективним способом застосування певних мікроелементів є позакореневе обприскування посівів, оскільки вони використовуються лише в невеликих кількостях [34].

Позакореневе підживлення мікроелементами сприяє забезпеченню рослин необхідними поживними речовинами під час цвітіння та наливу насіння, що послідовно підвищує врожайність [35]. Було виявлено, що підживлення рослин рідкими добривами є більш корисним, ніж внесення в ґрунт для різних мікроелементів, таких як Zn, Fe і B [36].

Для позакореневого підживлення використовують лише ті добрива, які можна розчинити у воді. Якщо вносити добрива в більшій концентрації, ніж потрібно рослинам, це може спричинити плямистість листя, та опіки [37, 38].

Доступність бору для рослин є дуже важливою впродовж усього вегетаційного періоду усього. Оскільки бор не зв'язується з частинками глини та органічних речовин, він легко вимивається через ґрунтовий профіль. Тому, позакореневе підживлення є найкращим способом подолання дефіциту даного елемента. Бор є досить важливим елементом для росту і розвитку, формування врожайності насіння та його якісних показників. Він, в першу чергу бере участь у структурній інтеграції та синтезі клітинної стінки в рослинах, а також відіграє важливу роль у виконанні різних фізіологічних процесів у рослинах [39-41].

В умовах дефіциту бору відбувається затримка розвитку кореневої системи, що у свою чергу призводить до деформації плодів. Разом з тим достатній рівень забезпеченості рослин даним елементом живлення забезпечує формування провідної тканини та розвиток кореневої системи [42]. Забезпеченість рослин даним елементом відіграє важливу роль у процесах проростання пилку і росту пилкової трубки. Дефіцит бору призводить до набрякання кінчику пилкової трубки, що має негативний вплив на процес запліднення [43].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика умов місця проведення досліджень.

Дослідження було проведено на території Державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Ґрунт дослідної ділянки чорнозем типовий малогумусний глибокозакіпаючий [44]. За механічним складом ґрунт дослідної ділянки є важким суглинком із вмістом грубого пилу – 37-43 %, мулуватих часток – 25-38 %. Колоїдні частинки по профілю розподілені незначною мірою.

Значення показників питомої ваги орного шару ґрунту (0-30 см) становлять 2,63 г/см³, загальної пористості – 55,1-59,8 %, вологість стійкого в'янення – 8,9-9,4 %, польової вологоємності – 29,7-30,5 %.

За наявними значеннями агрохімічних показників ґрунт може вважатися придатним для цілей виробництва продукції наявних у господарстві сільськогосподарських культур. Так вміст гумусу в горизонті 0-20 см становить 4,9-5,2 %, у горизонті 35-45 см – 3,72-4,07 %, у горизонті 1,5 м – 0,6-0,7 %. В орному шарі ґрунту ємкість поглинання катіонів знаходиться на рівні 33,0-35,0 мг-екв. на 100 г.

Реакція ґрунтового розчину є слабкокислою, із рН сольової витяжки на знаходиться на рівні 6,3. Гідролітична кислотність ґрунту становить 1,6-1,9 мг-екв. на 100 г ґрунту. Величини вмісту основних елементів у орному шарі ґрунту знаходяться на рівні: для азоту що гідролізується – 5,44-8,10 мг, (визначено за методикою Тюріна і Конової), рухомого фосфору – 10-15 мг (визначено за методикою Чирикова), калію – 16-20 мг на 100 г ґрунту (визначено за методикою Маслової).

2.2. Погодні умови місця проведення досліджень

Умови, що склалися впродовж вегетаційного періоду гороху у два роки проведення досліджень за характером розподілу опадів були досить контрастними. Слід відмітити, що роки проведення досліджень характеризувалися підвищеними порівняно із середньобагаторічними показниками, значеннями середньодобової температури повітря. Початкові етапи розвитку гороху у 2023 році відбувалися за помірного прогрівання повітря та достатнього рівня вологозабезпеченості рослин. Середня температура повітря у квітні становила 9,8 °С, що перевищувало середньобагаторічні значення на 0,5 °С. Разом з тим, кількість опадів була дещо меншою за норму. Розвиток рослин у травні відбувався за дещо вищих за середньобагаторічні показники, але достатньо помірних значень температури повітря та досить нерівномірного розподілу опадів. Їх значна

частина випала у другій декаді місяця, у той час як перша і третя декади були посушливими. Активний розвиток надземної частини гороху припав на червень, що характеризувався підвищеними на $0,9^{\circ}\text{C}$ значеннями середньодобової температури повітря порівняно із багаторічними показниками. В цілому за місяць випало 33,8 мм дощу, що на 27,9 мм менше за багаторічні значення. Достигання гороху відбувалося за жарких посушливих умов липня та недостатньої вологозабезпеченості рослин, що відповідно негативно відобразилося на формуванні продуктивності рослин.

Таблиця 2.1

**Значення температури повітря та кількості опадів за
вегетаційний період 2023 року**

Показники	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
Фактична середньодобова температура повітря, $^{\circ}\text{C}$ за місяць	9,8	15,0	20,3	24,3	20,0
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1
Абсолютний максимум t повітря, $^{\circ}\text{C}$ фактично	25,8	30,6	33,8	35,3	33,8
норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Опади, мм фактично за місяць	30,9	27,3	34,6	25,2	22,9
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7

Погодні умови 2024 року були вкрай несприятливими для росту і розвитку рослин та формування урожайності гороху, особливо під час репродуктивного розвитку рослин, що було пов'язано із аномальною повною відсутністю опадів.

Таблиця 2.2

**Значення температури повітря та кількості опадів за
вегетаційний період 2024 року**

Показники	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
Фактична середньодобова температура повітря, $^{\circ}\text{C}$ за місяць	9,1	16,3	23,2	25,2	22,7
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1

Абсолютний максимум t повітря, °С фактично	26,3	28,6	34,8	39,7	37,2
норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Абсолютний мінімум t повітря, °С фактично	-4,2	3,4	8,1	13,0	12,0
норма	-3,7	2,1	6,8	9,9	8,5
Опади, мм фактично за місяць	41,5	38,4	32,8	0,1	0,0
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7

Натомість температура повітря у місяці вегетації різною мірою перевищувала середньобогаторічні значення. Це перевищення було найменш вагомим у квітні (0,2 °С) і найбільш відчутним – у липні (4,0 °С). Значення абсолютного максимуму і температури були також підвищеними. Наприкінці червня та у липні склалися вкрай несприятливі погодні умови. Поєднання повної відсутності опадів у третій декаді червня і у липні і високих значень середньодобової температури повітря призвело до порушення усіх фізіологічних процесів, пов'язаних із формування врожаю.

2.3. Методика проведення досліджень

Закладання досліду і проведення запланованих експериментів відюувалося на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН” впродовж 2023 і 2024 років. Основними факторами, що вивчалися у нашому дослідженні були:

(фактор А) – різні рівні забезпеченості рослин елементами мінерального живлення $N_0P_0K_0$, $N_{20}P_{20}K_{20}$, $N_{20}P_{40}K_{40}$

(фактор В) – проведення позакореневого підживлення рослин у фазі гілкування N_{20} і у фазі бутонізації при використанні В.

Варіанти і повторення у досліді розміщувалися рендомізовано. Повторність досліду чотириразова. Площа однієї ділянки становила 40 м². Горох у досліді вирощували за загальноприйнятою технологією, виключаючи досліджувані фактори.

Для оцінки розвитку симбіотичного апарату гороху відбирали по десять рослин з кожної ділянки у фазі цвітіння і підраховували кількість бульбочок на рослині, визначали свіжу та суху масу бульбочок (г).

Для проведення аналізу розвитку вегетативної частини рослин у динаміці під час настання фаз гілкування, цвітіння, формування бобів, наливу та повної стиглості насіння кожен раз відбирали по 10 рослин. На цих рослинах проводили вимірювання висоти (см), їх свіжої та сухої маси. Вимірювання площі листової поверхні у динаміці проводили у фазах гілкування, цвітіння, формування і наливу бобів.

Безпосередньо перед збиранням врожаю відбирали проби для визначення величини елементів індивідуальної продуктивності рослин (кількість бобів, кількість насінин у одному бобу, маса насіння з однієї рослини, маса 1000 насінин) [65].

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН ЕЛЕМЕНТАМИ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ

3.1. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на висоту рослин гороху.

Ріст є однією з найбільш фундаментальних і помітних характеристик живої істоти. Це поняття визначити як необоротне збільшення в розмірах органу, його частин або навіть окремої клітини. Як правило, ріст відбувається за рахунок протікання в організмі метаболічних процесів, як анаболічних, так і катаболічних), які відбуваються за рахунок поглинутої і перетвореної у рослинах енергії сонячної радіації. Ріст рослин обумовлений наявністю меристем в певних місцях їх організму. Клітини таких меристем мають

здатність ділитися і самовідновлюватися. Ріст рослин виражається рядом параметрів, основними з яких є збільшення лінійних розмірів у висоту.

Всі рослини ростуть; різниця полягає в швидкості росту, яка буває або повільною, або швидкою. Зростання припиняється у певний момент життєвого циклу рослини. На це впливає взаємодія генів і факторів навколишнього середовища, серед яких вагому роль поряд із освітленням, температурою повітря, вологозабезпеченістю, відіграє забезпеченість рослин поживними речовинами.

Ростові процеси надземної частини рослин є нерівномірними впродовж вегетаційного періоду. Результати досліджень показали незначне збільшення висоти рослин у всіх варіантах, що досліджувалися. Від фази гілкування до фази цвітіння спостерігалось досить інтенсивне збільшення лінійних розмірів надземної частини рослин гороху. Від початку цвітіння до формування бобів було занотовано деяке гальмування лінійних приростів рослин у висоту, що могло бути пов'язано із спрямуванням синтезованих органічних сполук до репродуктивних органів. Під час формування, розвитку і досягання бобів і насіння у них лінійний приріст рослин у висоту був мінімальним (табл 3.1).

Таблиця 3.1.

Висота рослин гороху залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, см (середнє за 2023-2024 рр.)

Удобрення	Підживлення рослин	Фази росту і розвитку рослин				
		гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	повна стиглість насіння
N ₀ P ₀ K ₀	-	9,8	25,8	36,2	39,4	40,4
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	-	10,4	27,3	38,6	43,2	43,9
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	-	11,2	29,2	41,3	49,7	50,7
N ₀ P ₀ K ₀	N ₂₀	10,1	26,3	39,4	43,5	45,1
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₂₀	11,2	29,2	43,8	46,8	47,3
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₂₀	12,3	30,7	44,3	49,4	51,9
N ₀ P ₀ K ₀	N ₂₀ +B	10,4	28,4	45,1	48,7	49,4

N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₂₀ +B	11,5	31,6	46,3	51,3	51,9
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₂₀ +B	12,5	32,8	47,9	52,5	53,2

Відомо, що для забезпечення росту і розвитку рослини потребують 17 основних елементів мінерального живлення. Відомо, що елементом, який визначає інтенсивність наростання надземної вегетативної маси рослин і відповідного збільшення їх лінійних розмірів є азот та його комбінація із фосфором і калієм.

Отримані дані дослідження чітко вказують на те, що найнижчі показники ростових характеристик гороху, тобто висота рослин, були занотовані на контрольному варіанті, тобто без застосування мінеральних добрив. Так у фазі гілкування значення даного показника були на рівні 9,8 см, а до кінця періоду вегетації рослини сягали висоти 40,4 см. Разом з тим, отримані результати дослідження показали, позитивний вплив внесення NPK, проведення позакореневого підживлення азотом і бором та їх поєднання на лінійний приріст рослин впродовж усього періоду вегетації.

Щодо впливу хімічних добрив, то дані таблиці показують, збільшення висоти рослин у варіантах мінерального удобрення. Так у фазі повної стиглості насіння її значення перевищували контрольний варіант на 8,66 % за внесення

У варіантах із застосуванням позакореневого підживлення рослин азотом висота рослин впродовж вегетаційного періоду гороху перевищувала контрольний варіант у всіх фазах розвитку гороху, а до кінця вегетаційного періоду величина даного показника сягала 45,1 см за значень даного показника на контрольному варіанті 40,4 см. Поєднанням азоту і бору у позакореновому підживленні рослин виявилось більш ефективним, на що вказує підвищення параметрів лінійного приросту головного стебла рослин.

Поєднання мінерального удобрення і позакореневого підживлення посівів гороху сприяло підвищенню інтенсивності ростових процесів,

внаслідок чого висота голосного стебла рослин гороху збільшувалася на 17,7 % для дози внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$ і на 28,46 % - для дози внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$.

Найвищі значення висоти рослин були відмічені у варіантах комплексного поєднання усіх досліджуваних факторів досліду, причому поєднання азоту і бору у позакореновому підживленні рослин виявилось більш ефективним на фоні внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$. У цьому варіанті значення висоти рослин у фазі повної стиглості перевищило контроль на 12,8 см.

3.2. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на динаміку розвитку листкової поверхні посівів гороху

Продуктивність рослин визначається як результат роботи цілісної системи. Так, фотосинтез забезпечує постачання метаболічних процесів вуглецем і енергією, на які спирається вся система, але ця взаємодія не є лінійною, вона визначається взаємозв'язком кількох факторів, таких як розвиток, структура рослинного покриву, величина листкових пластинок, співвідношення джерела і поглинача, а також інтенсивність і продуктивність фотосинтезу. Листкові пластинки є основними органами фотосинтетичної діяльності рослин, тому їх розміри є ключовим параметром впливу на різні біологічні процеси, наприклад, на ріст рослин та їх розмноження. Розвиток листкової поверхні піддіється значному впливу факторів зовнішнього середовища, серед яких вагому роль відіграє забезпеченість рослин елементами мінерального живлення.

Результати дослідження показали, позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх поєднання на величину листкової поверхні посівів гороху. Дані представленої таблиці показують, що найменші параметри площі листкової поверхні були відмічені у контрольному варіанті (табл. 3.2.).

Разом з тим, отримані результати дослідження показали, позитивний вплив NPK та позакоренового підживлення азотом і бором та їх поєднання на процес формування листкової поверхні рослин у посівах гороху впродовж

усього періоду вегетації. Найвищі параметри даного показника були відмічені у фазі формування бобів.

Так у варіанті застосування мінерального удобрення, збільшення величини листкової поверхні посівів гороху щодо контролю впродовж вегетаційного періоду варіювало у межах 4,3-13,1 % за внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$, і 6,45-24,3 % - за внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$.

У варіантах із застосуванням позакореневого підживлення рослин азотом перевищення величини площі листкової поверхні посівів гороху у період максимального її розвитку щодо контрольного варіанту становило 3,5 тис. $m^2/га$, а проведення позакореневого підживлення посівів $N_{20}+B$ сприяло збільшенню величини даного параметру порівняно з контролем на 4,6 тис. $m^2/га$.

Поєднання мінерального удобрення і позакореневого підживлення рослин N_{20} , збільшення величини листкової поверхні посівів гороху у фазі формування бобів щодо контролю становило 10,4 % за внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$, і 13,6 % - за внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$.

Найвищі значення площі листкової поверхні посівів були відмічені у варіантах комплексного поєднання усіх досліджуваних факторів досліду, причому поєднання азоту і бору у позакореновому підживленні рослин виявилось більш ефективним на фоні внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$. У цьому варіанті значення площі листкової поверхні посівів у фазі формування бобів перевищило контроль на 18,6 %.

Таблиця 3.2

Площа листкової поверхні посівів гороху залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, тис. $m^2/га$ (середнє за 2023-2024 рр.)

Удобрення	Підживлення рослин	Фази росту і розвитку рослин				
		гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння
$N_0P_0K_0$	-	8,2	18,6	23,7	33,8	27,5
$N_{20}P_{20}K_{20}$	-	9,3	19,4	25,6	35,6	29,4
$N_{20}P_{40}K_{40}$	-	10,2	19,8	26,8	36,2	30,5

N ₀ P ₀ K ₀	N ₂₀	8,5	19,7	25,4	36,7	31,6
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₂₀	9,9	21,4	26,8	37,3	32,8
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₂₀	11,3	21,9	28,4	38,4	33,7
N ₀ P ₀ K ₀	N ₂₀ +B	8,6	19,8	26,4	38,3	32,1
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₂₀ +B	10,2	21,7	27,7	39,5	34,3
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₂₀ +B	10,9	30,1	28,4	40,1	35,6

Слід також відзначити нерівномірність збільшення величини листової поверхні посівів гороху впродовж вегетаційного періоду. На початку вегетації рослини формували листову поверхню незначних розмірів. Період від гілкування до цвітіння характеризувався найбільш інтенсивним розвитком асиміляційної поверхні рослин. Піку свого розвитку вона досягала у фазі формування бобів. У цей час величина площі листової поверхні посівів гороху залежно від застосування досліджуваних факторів сягала значень 33,8-40,1 тис. м²/га. Надалі, від формування бобів до наливу зерна розміри листової поверхні посівів гороху поступово зменшувалися, здебільшого за рахунок відмирання листків нижніх ярусів.

3.3. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на тривалість і продуктивність фотосинтетичної діяльності листової поверхні посівів гороху.

У процесі фотосинтезу листові пластинки вловлюють енергію сонячних променів впродовж періоду вегетації та перетворюють її у біомасу. Таким чином кількість синтезованої рослиною органічної речовини визначається не тільки розмірами листової поверхні, а й тривалістю періоду її активного функціонування. Тривалість перебування листової поверхні у активному стані визначає показник фотосинтетичного потенціалу посіву.

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив елементів технології, що вивчалися та їх поєднання на динаміку формування листової поверхні та тривалість її активної фотосинтетичної роботи. Так мінеральне

удобрення забезпечило підвищення значень фотосинтетичного потенціалу посівів гороху на 0,12-0,17 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$ порівняно з контролем. Слід відмітити закономірне збільшення величини даного показника у варіанті внесення $\text{N}_{20}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$ порівняно із $\text{N}_{20}\text{P}_{20}\text{K}_{20}$.

У варіантах із застосуванням позакореневого підживлення N_{20} фотосинтетичний потенціал посівів гороху збільшився порівняно із контролем на 0,06 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$, а застосування $\text{N}_{20}+\text{B}$ сприяло збільшенню величини даного параметру порівняно з контролем на 0,27 тис. $\text{м}^2/\text{га}$.

У варіанті поєднання мінерального удобрення і позакореневого підживлення рослин N_{20} , збільшення параметрів фотосинтетичного потенціалу посівів гороху у фазі формування бобів щодо контролю становило 17,9 % за внесення $\text{N}_{20}\text{P}_{20}\text{K}_{20}$, і 21,1 % – за внесення $\text{N}_{20}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$.

Найвищі значення фотосинтетичного потенціалу посівів були відмічені у варіантах комплексного поєднання усіх досліджуваних факторів досліду, причому поєднання азоту і бору у позакореновому підживленні рослин виявилось більш ефективним на фоні внесення $\text{N}_{20}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$. У цьому варіанті значення даного показника у фазі формування бобів перевищило контроль на 0,52 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$ (рис. 3.1).

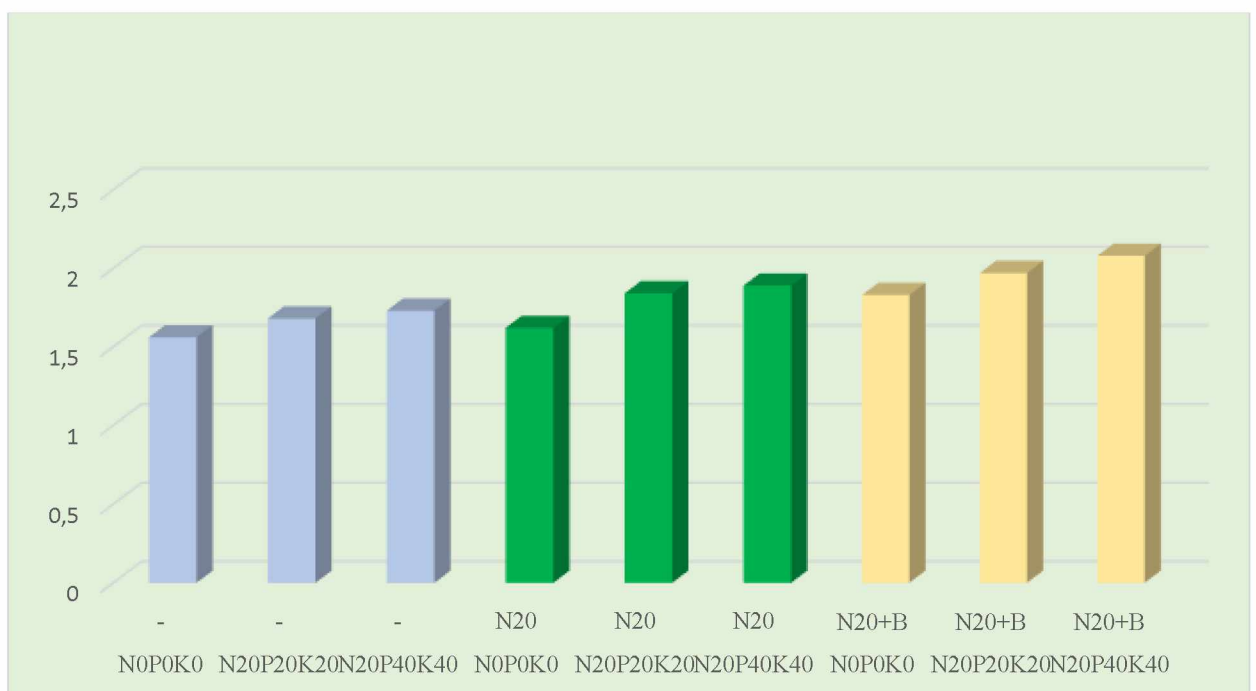


Рис. 3.1. Фотосинтетичний потенціал посівів у фазі цвітіння-формування

бобів, залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, млн. м²×діб/га, (середнє за 2023-2024 рр.)

Фотосинтез є основою продукування біомаси рослинами. Так, у процесі фотосинтетичної діяльності рослини синтезують близько 95 % органічних сполук, що забезпечують проходження усіх життєво важливих процесів.

У спеціалізованих структурах, які називаються хлоропластами, рослини використовують енергію сонячного світла для перетворення вуглекислого газу та води в глюкозу та кисень. Цей процес не тільки стимулює ріст рослин, але і призводить до накопичення органічної речовини у вигляді біомаси. Енергія, що отримується в процесі фотосинтезу, накопичується в клітинах рослин і може бути використана для різних цілей, що робить рослини безцінним ресурсом як для природних екосистем, так і для діяльності людини. Динаміку накопичення рослинами органічної біомаси показує чиста продуктивності фотосинтезу. Її значення виражає кількість створеної у процесі фотосинтезу сухої речовини одиницею листової поверхні за певний проміжок часу. Її значення можуть істотно варіювати залежно від впливу факторів навколишнього середовища.

Результати дослідження вказують на позитивний ефект факторів, що вивчалися на величину чистої продуктивності фотосинтезу (рис. 3.2).

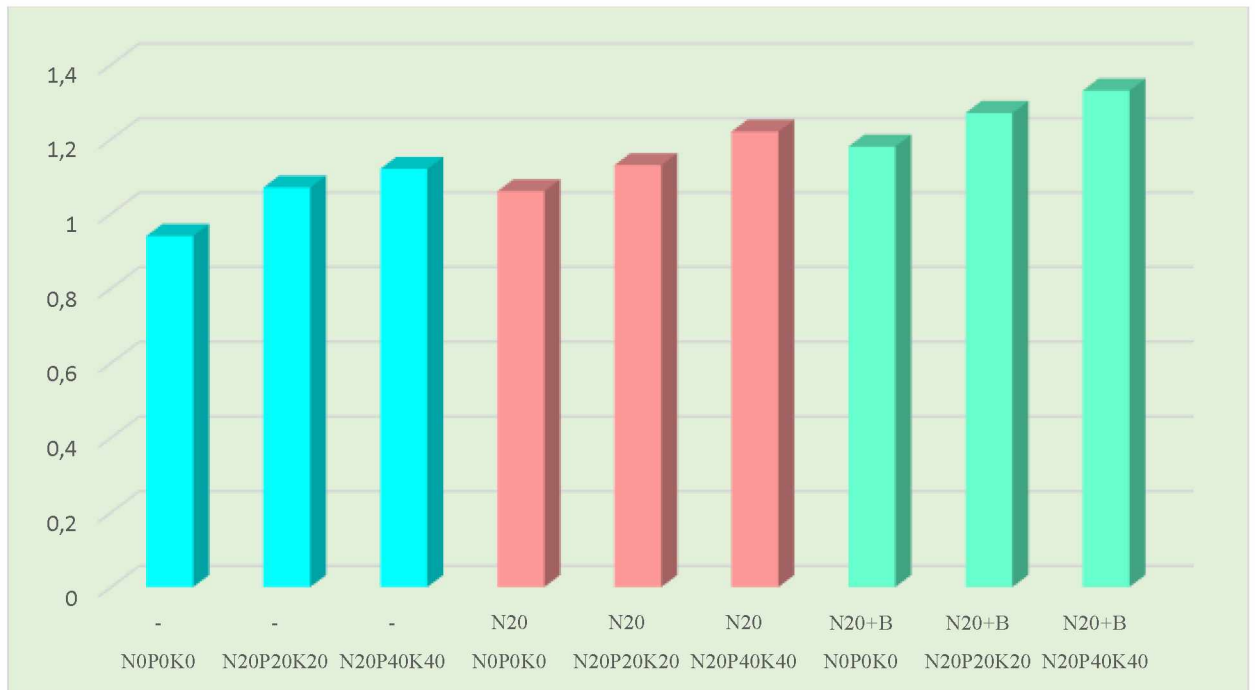


Рис. 3.2. Чиста продуктивність фотосинтезу у фазі цвітіння-формування бобів залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, г/м² за добу, (середнє за 2023-2024 рр.)

У варіантах із внесенням NPK значення даного показника перевищували контроль на 0,13-0,18 г/м² за добу, причому їх вищі значення були відмічені у варіанті внесення N₂₀P₄₀K₄₀.

Проведення позакореневого підживлення рослин N₂₀ підвищувало інтенсивність продукування ними органічної біомаси на 0,12 г/м² за добу щодо контрольного варіанта. Комбінація N₂₀+B як елемент покращання забезпеченості рослин мінеральними елементами у фазі гілкування забезпечувала збільшення продукування рослинами органічної біомаси щодо контролю на 0,24 г/м² за добу.

Поєднання внесення під час сівби N₂₀P₄₀K₄₀ та підживлення у фазі гілкування N₂₀+B виявилось найбільш ефективним прийомом, застосування якого надало можливість підвищити рівень продукування рослинами органічної біомаси на 41,5 % порівняно з контролем.

Інтенсивність накопичення органічних сполук визначила величину загальної надземної біомаси рослин. Її величина підвищувалася по мірі покращання поживного режиму рослин гороху (рис. 3.3). Так внесення

мінеральних добрив сприяло збільшенню маси рослин у сухому стані на 1 га порівняно з контролем на 5,88 % для дози удобрення $N_{20}P_{20}K_{20}$ і на 11,7 % для дози удобрення $N_{20}P_{20}K_{20}$.

У варіантах із проведенням позакореневого підживлення рослин азотом суха маса рослин перевищувала контроль на 16,1 %, а його комбінація із застосуванням бору сприяла збільшенню величини даного показника щодо контролю на 22,8 %.

Комплексне внесення під час сівби $N_{20}P_{40}K_{40}$ та підживлення у фазі гілкування $N_{20}+B$ виявилося найбільш ефективним прийомом, застосування якого надало можливість підвищити збір сухої маси рослин з 1 га на 42,6 % порівняно з контролем.

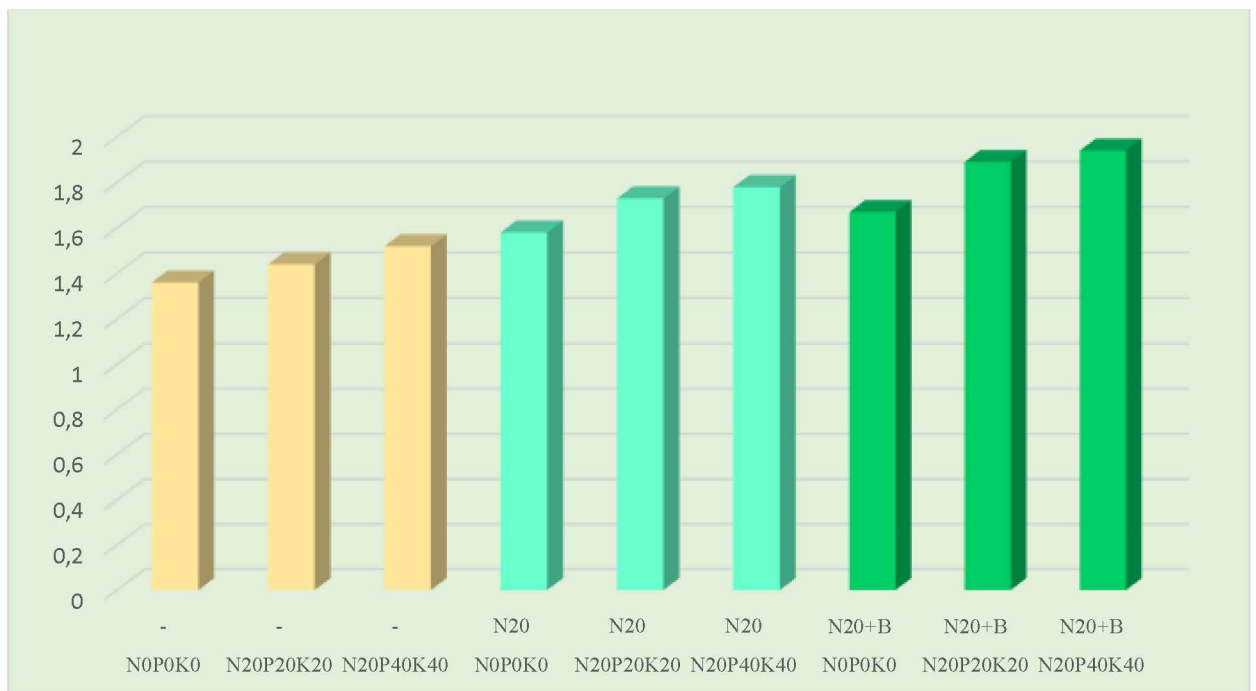


Рис. 3.3. Маса рослин у абсолютно сухому стані у фазі формування бобів залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, т/га, (середнє за 2023-2024 рр.)

3.4. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на величину симбіотичного апарату рослин гороху.

Горох має унікальну біологічну здатність забезпечувати свої потреби в азоті на 70-80 % за рахунок процесу симбіотичної азотфіксації, що відбувається в результаті симбіотичних взаємовідносин із азотфіксуючими бульбочковими бактеріями *Rhizobium*.

Становлення і функціонування ефективного бобово-ризобіального симбіозу у зоні ризосфери залежить не тільки від ефективної взаємодії генотипів рослин та симбіотрофних мікроорганізмів, а й від дії агротехнологічних приймів вирощування культури.

Результати досліджень показали, що нодуляційна здатність гороху змінювалося залежно від рівня забезпеченості рослин поживними речовинами.

Симбіотичний апарат рослин гороху був найбільш розвиненим у варіанті поєднання усіх факторів, що досліджувалися (рис. 3.4, 3.5).

Застосування позакореневого підживлення посівів азотом сприяло збільшенню кількості бульбочок на коренях рослин гороху та їх маси на 8,71 % і 12,0 порівняно з контролем.

Більш ефективним у цьому відношенні виявилось поєднання застосування азоту і бору у позакореновому підживленні рослин у фазі гілкування. У даному варіанті значення кількості бульбочок на коренях рослин гороху та їх маси зростали порівняно з контролем на 49,0 % і 46,3 % відповідно.

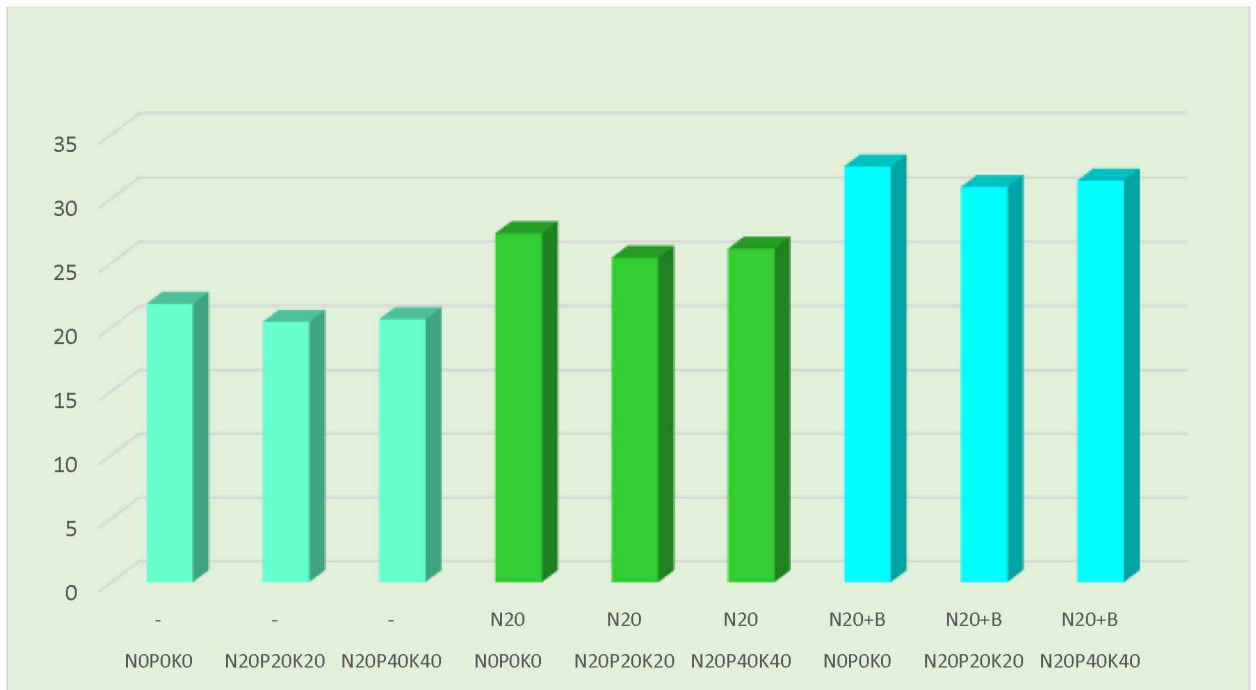


Рис. 3.4. Кількість бульбочок на одній рослині залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, , шт./роsl., (середнє за 2023-2024 рр.)

Внесення NPK перед сівбою значною мірою покращувало умови нодуляції гороху. Слід відмітити, що найбільш ефективним у цьому відношенні виявилось поєднання внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$ та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації $N_{20}+B$. У даному варіанті перевищення значень кількості бульбочок на коренях рослин гороху та їх маси щодо контролю становило 44,0 % і 38,9 % відповідно.

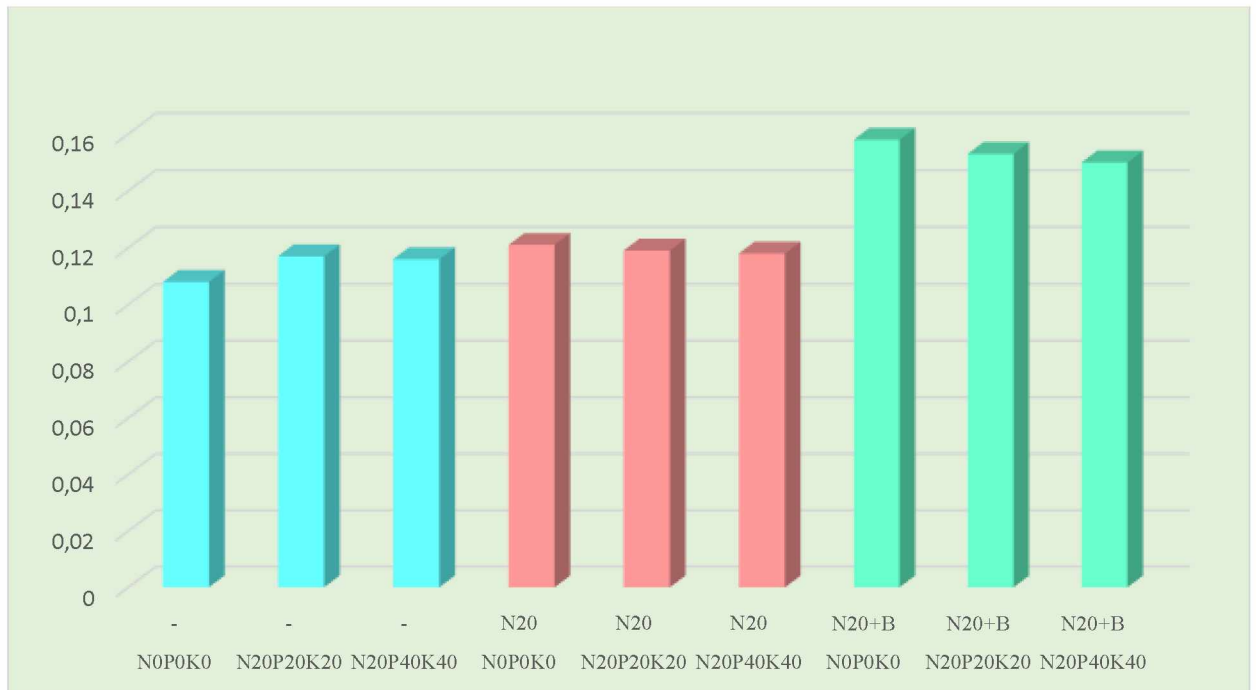


Рис. 3.5. Маса бульбочок з однієї рослини залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, шт./росл., (середнє за 2023-2024 рр.)

3.5. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів гороху.

Індивідуальна продуктивність рослин виступає як складна взаємодія усіх фізіологічних процесів у рослині впродовж усього періоду вегетації під впливом комплексу факторів навколишнього середовища. Ключовий вплив на розвиток рослин та формування елементів їх продуктивності має вміст у ґрунті достатньої кількості елементів мінерального живлення.

Отримані результати свідчать про позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх комплексної взаємодії на величину структурних елементів рослин гороху (рис. 3.6, 3.7, 3.8).

Так проведення позакореневого підживлення рослин азотом сприяло збільшенню кількості бобів, насінин у них, маси 1000 насінин порівняно з контрольним варіантом на 0,1 шт., 0,5 шт., і 8,1 г відповідно. За обробки посівів комбінацією $N_{20}+B$ кількість бобів на рослинах, насінин у них, маса 1000 насінин зросли порівняно із контролем на 0,2 шт., 0,7 шт., і 12,9 г відповідно.

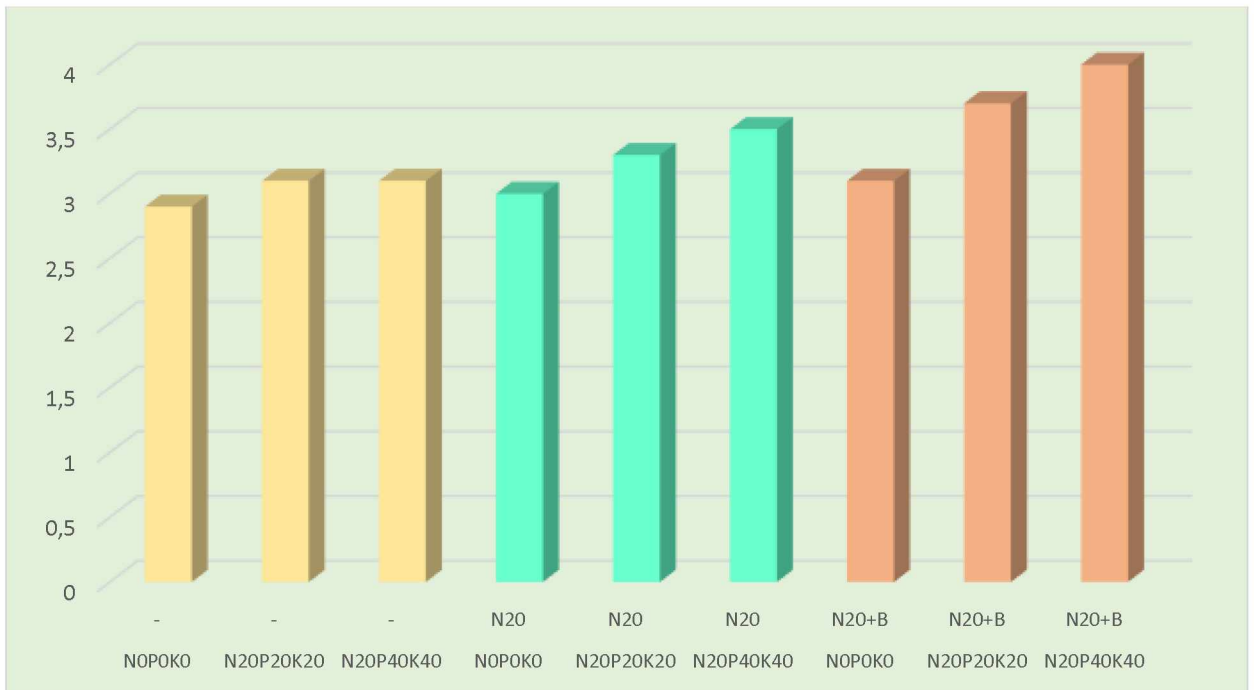


Рис. 3.6. Кількість бобів на 1 рослині залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, шт., (середнє за 2023-2024 рр.)

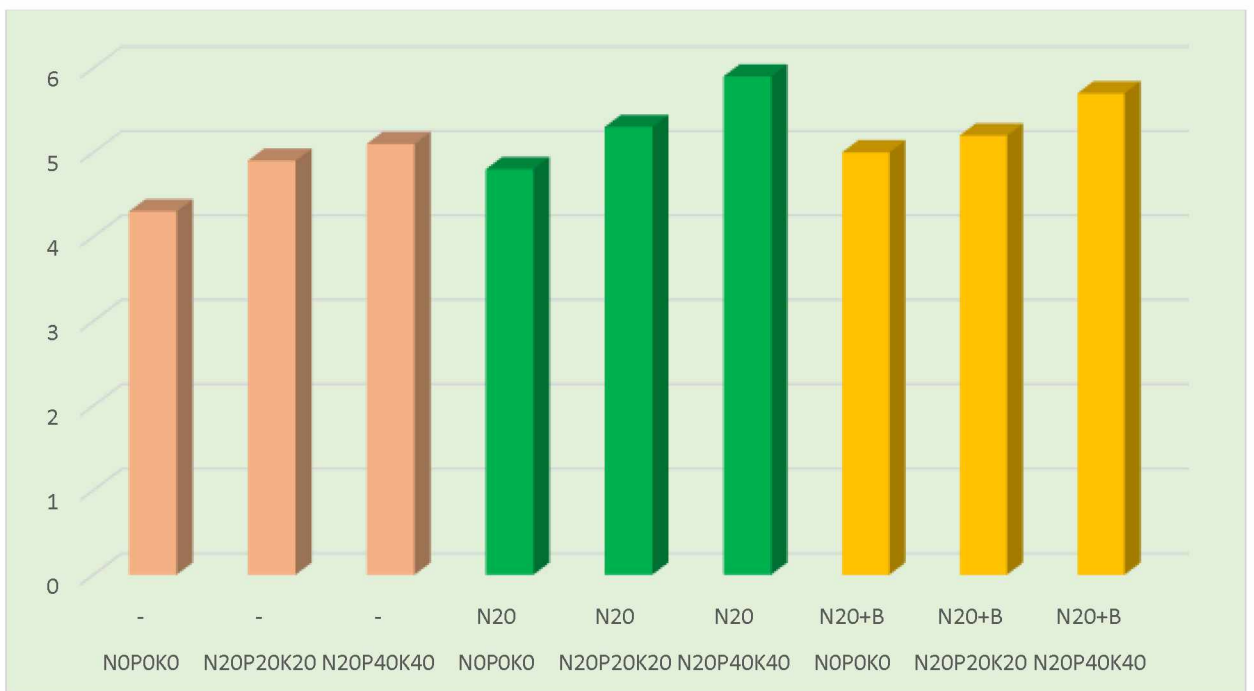


Рис. 3.7. Кількість насінин у 1 бобі залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, шт., (середнє за 2023-2024 рр.)

Більш ефективним у цьому відношенні виявилось внесення мінеральних добрив до сівби, причому величина індивідуальної продуктивності рослин

була вищою у варіанті із внесенням $N_{20}P_{40}K_{40}$. Даний варіант мінерального удобрення у поєднанні із позакореневим підживленням рослин комбінацією $N_{20}+B$ забезпечив отримання найвищого рівня індивідуальності продуктивності рослин гороху.

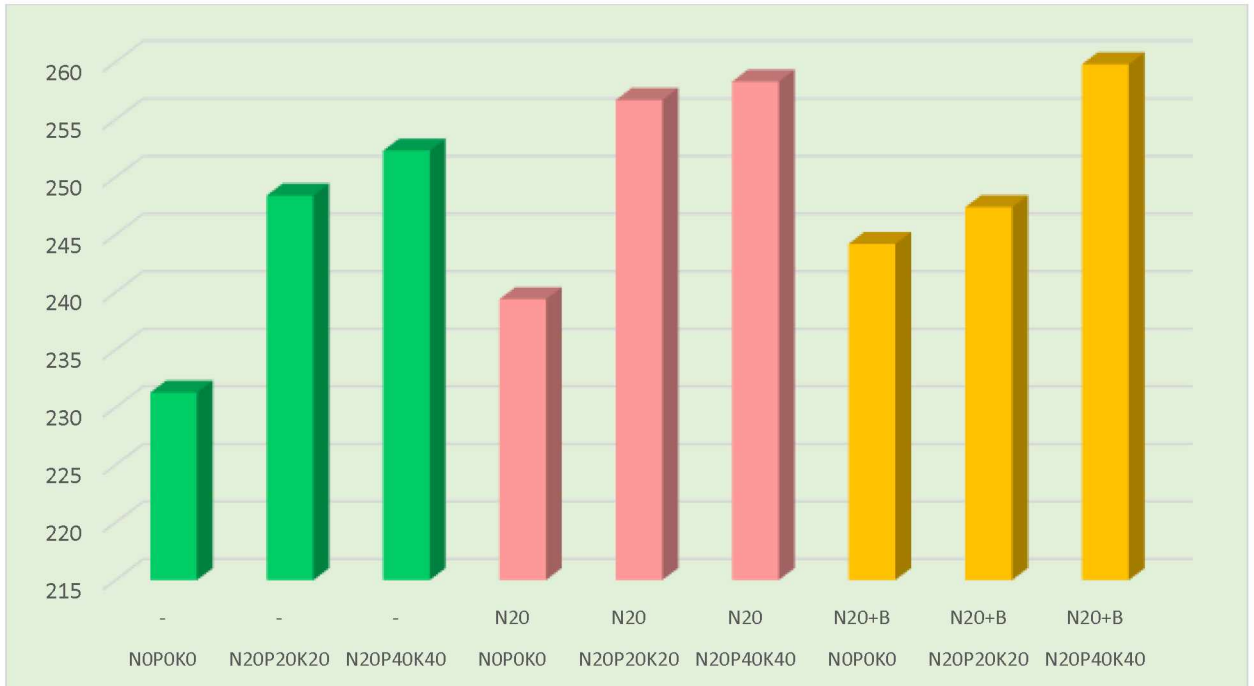


Рис. 3.8. Маса 1000 насінин залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, г., (середнє за 2023-2024 рр.)

Інтенсивний ріст надземної частини і кореневої системи рослин, достатній розвиток фотосинтезуючої поверхні рослин, сприяли, в свою чергу, збільшенню кількості синтезованих метаболітів і накопичення сухої речовини рослинами, а також збільшення середньої кількості сформованих на рослинах бобів та насінин у них, маси 1000 насінин та урожайності насіння.

В цілому по досліді найбільш ефективним виявилось поєднання мінерального удобрення з дозою внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$ та позакореневого підживлення рослин комбінацією $N_{20}+B$. Величина урожайності насіння у середньому за роки проведення дослідження у даному варіанті була найвищою (2,28 т/га). Прибавка урожайності насіння гороху від внесення різних доз мінеральних добрив була на рівні 0,25-0,29 т/га (табл. 3.3).

Так проведення позакореневого підживлення рослин азотом сприяло збільшенню величини даного показника щодо контролю на 0,09 т/га, а

комбінація $N_{20}+B$ сприяла підвищенню зернової продуктивності посівів щодо контролю на 0,28 т/га.

Таблиця 3.3

Урожайність гороху залежно від доз і способів внесення мінеральних добрив, т/га (середнє за 2023-2024 рр.)

Удобрення	Підживлення рослин	Урожайність насіння, т/га		Середнє за 2 роки, т/га
		2023	2024	
$N_0P_0K_0$	-	1,96	1,54	1,75
$N_{20}P_{20}K_{20}$	-	2,22	1,78	2,00
$N_{20}P_{40}K_{40}$	-	2,26	1,82	2,04
$N_0P_0K_0$	N_{20}	2,05	1,63	1,84
$N_{20}P_{20}K_{20}$	N_{20}	2,31	1,89	2,10
$N_{20}P_{40}K_{40}$	N_{20}	2,38	1,95	2,17
$N_0P_0K_0$	$N_{20}+B$	2,18	1,88	2,03
$N_{20}P_{20}K_{20}$	$N_{20}+B$	2,37	2,01	2,19
$N_{20}P_{40}K_{40}$	$N_{20}+B$	2,42	2,13	2,28

$HP_{0,95}$, т/га А – 0,06; В – 0,07; АВ – 0,10

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОЗ І СПОСОБІВ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ

У процесі впровадження нових елементів технології досить важливим аспектом є врахування фінансових показників, і особливо прибутку, доцільність впровадження інвестицій і рівень ризику збільшення витрат, щоб зберегти здатність до виживання і ведення бізнесу. Визначення фінансових аспектів, які варто використовувати для отримання загального уявлення про існуючі можливості впровадження нових технологічних прийомів, може бути оцінено для прийняття рішень щодо їх застосування.

Фінансова доцільність проведення технологічних прийомів складається із показників вартості вирощеної продукції, величини витрат на її вирощування, собівартості вирощування, чистого прибутку від реалізації товарної продукції, рентабельності виробництва. Величини даних показників є визначальним результатом аналізу реалізації проекту, що пропонується.

Аналіз економічної доцільності впровадження різних рівнів забезпеченості рослин елементами мінерального живлення був здійснений із врахуванням вартості матеріалів та проведених технологічних операції на базі ціни у 2023-2024 рр.

Для проведення технологічних операцій, що досліджувалися, потрібно було використати неоднакову кількість фінансів. Це у свою чергу визначило рівень грошових витрат на технологічний процес вирощування гороху та його економічну ефективність.

Результати досліджень представлені у поданій таблиці показали, що рівень фінансових витрат змінювався залежно від вартості проведення технологічних операцій у кожному варіанті дослідження. Найменшим (20300 грн./га) він у контрольному варіанті, найвищим – (25600 грн./га) у варіанті поєднання усіх досліджуваних факторів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Економічна ефективність вирощування гороху залежно від доз і способів
внесення мінеральних добрив, (середнє за 2023-2024 рр.)**

Удобрення	Підживлення рослин	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
N ₀ P ₀ K ₀	-	26250	20300	5950	11600	51,29
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	-	30000	22350	7650	11175	68,46
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	-	30600	24400	6200	11960	51,84
N ₀ P ₀ K ₀	N ₂₀	27600	21000	6600	11413	57,83
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₂₀	31500	23300	8200	11095	73,91
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₂₀	32550	24700	7850	11382	68,97
N ₀ P ₀ K ₀	N ₂₀ +B	30450	21900	8550	10788	79,25
N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₂₀ +B	32850	23850	9000	10890	82,64
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₂₀ +B	34200	25600	8600	11228	76,59

Вартість валової продукції, як показник ціни зібраного врожаю збільшувалася по мірі зростання величини отриманого з ділянки врожаю насіння з урахуванням покращання умов вирощування рослин залежно від застосування факторів дослідження. Значення даного показнику були найвищими у варіанті поєднання мінерального удобрення з дозою внесення N₂₀P₄₀K₄₀ та позакореневого підживлення рослин комбінацією N₂₀+B .

Значення вартості валової продукції та виробничих витрат визначили рівень умовного чистого доходу, собівартості та рентабельності застосування пропонованих елементів технології вирощування гороху.

Залежно від факторів, що вивчалися, величина чистого прибутку у технологічному процесі вирощування гороху змінювалася у межах від 5950-

Собівартість вирощеної продукції при цьому становила 10788-11960

Г

р

н

.

У ході проведення детального аналізу економічної ефективності впровадження пропонованих елементів технології вирощування сої було визначено, що серед факторів, які вивчалися у дослідженні найбільш доцільним виявилось поєднання мінерального удобрення з дозою внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$ та позакореневого підживлення рослин комбінацією $N_{20}+B$, де рентабельність виробничого процесу насіння гороху сягала рівня 82,64 %.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Внесення добрив є вирішальною практикою, що застосовується сучасному сільському господарстві, для підвищення рівня виробництва товарної продукції рослинництва. Хімічні добрива являють собою добавки, що містять поживні речовини, необхідні для росту рослин. Ці поживні речовини класифікуються як первинні, вторинні поживні речовини, мікроелементи та немінеральні елементи.

Первинні та вторинні поживні речовини разом називаються макроелементами. Вони потрібні рослинам у великих кількостях, в той час як мікроелементи – у незначних. Крім основних складових елементів, кисень і водень, а також вуглець, поглинаються рослинами у газоподібній формі, а також з води та повітря. Хімічна промисловість зазвичай займається виробництвом основних поживних речовин для рослин, наприклад, азоту, фосфору і калію, придатних для внесення у ґрунт [45].

Сільське господарство забезпечується основними поживними речовинами завдяки використанню цих добрив, хоча воно також стикається з багатьма серйозними проблемами, такими як зниження продуктивності, низькою ефективністю використання добрив, диспропорцією між внесенням і споживанням рослинами поживних речовин з ґрунту, а також з низьким вмістом органічного вуглецю в ґрунті [46].

Хімічні добрива не лише сприяють зростанню виробництва сільськогосподарських культур, забезпечуючи більшу кількість поживних речовин у ґрунті для поглинання рослинами, але й впливають на фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту як позитивно, так і негативно. Всі ці властивості ґрунту в належних умовах підтримують здоров'я ґрунту та покращують ріст сільськогосподарських культур [47].

Фізичні властивості ґрунту (текстура, ущільнення, швидкість інфільтрації, просочування, гідравлічна провідність, пористість ґрунту, насипна щільність), хімічні властивості ґрунту (наявність та стан поживних речовин, ємність катіонного обміну, електропровідність, рН), біологічні властивості ґрунту (наявність у ґрунті мікробних угруповань) змінюються при довготривалому та інтенсивному застосуванні хімічних добрив.

Внесення хімічних добрив, таких як азот, фосфор і калій, вважається найефективнішим способом забезпечення рослин поживними речовинами. Різні хімічні добрива зазвичай покращують доступність поживних речовин у ґрунті та збільшують вміст азоту, фосфору і калію, доступних у ґрунті [48].

Азотні добрива містять азот у вигляді амонію і нітратів. Рослини можуть засвоювати азот у формі амонію або нітрату. У той момент, коли заряджена частинка поглинається корінням рослини, рослина зазвичай виділяє частинку з аналогічним зарядом, щоб підтримувати збалансований рівень рН. Нітрати є основною формою азоту, яку рослини ідеально засвоюють в умовах вирощування. Азотні добрива на основі амонію перетворюються бактеріями в аеробних умовах і вивільняють іони водню. Цей H^+ реагує з гідроксид-іоном, що вивільняється під час поглинання нітратів рослинами. Загальний вплив на рН ґрунту близький до нейтрального.

Нітратні добрива являють собою азотні добрива на основі нітратів, які безпосередньо поглинаються рослинами азот у нітратній формі. Азот сечовини швидко гідролізується до аміаку. Таким чином, він має схожі характеристики з азотними добривами на основі аміаку. Загалом, іон H^+ вивільняється рослинами і знижує рН у ризосфері [49]. Іон OH^- вивільняється,

коли поглинається іон нітрату, і підвищує рН ґрунту. Однак, азотні добрива на основі амонію вносяться надмірно щоб компенсувати вимиті нітрати. Тому рН ґрунту з часом знижується. Це може відбуватися через накопичення водню в процесі нітрифікації [50].

Фосфорні добрива впливають на рН ґрунту безпосередньо у процесі при внесенні в ґрунт. Зниження рН при внесенні фосфорних добрив є незначним порівняно з азотними, оскільки фосфор використовується в менших кількостях. рН змінюється в основному за рахунок поглинання або вивільнення іонів H^+ фосфатами. У разі внесення моноамонійфосфату, одна та потрійного суперфосфату фосфор надходить до ґрунту у вигляді іонів $H_2PO_4^-$. Така ситуація може знизити рН у ґрунті з $pH > 7,2$, але не вплинула на рН у ґрунті з уже низьким значенням даного показника.

Серед фосфорних добрив найвищою підкислювальною здатністю характеризується фосфорна кислота. У разі її внесення у ґрунт, іони H^+ завжди вивільняються у ґрунтове середовище і підкислюють його. Один іон H^+ вивільняється при значенні рН ґрунту менше за 6,2 і два іони H^+ вивільняються при значенні рН ґрунту менше за 8,2.

Фосфор з діамонійфосфату потрапляє у ґрунт у вигляді HPO_4^{2-} , внаслідок чого ґрунт з рН ґрунту менше за 7,2 кислим, однак такої реакції не відбувається рН ґрунту є вище 7,2. Процес гідролізу поліфосфату амонію є рН-нейтральним, де фосфор присутній у вигляді молекули $P_2O_7^{4-}$, яка перетворюється на HPO_4^{2-} . Отже, будь-яке зниження рН внаслідок додавання фосфору розглядається так само, як і у випадку з діамонійфосфатом.

Одинарний суперфосфат і потрійний суперфосфат іноді знижують рН ґрунту. Поглинання фосфору культурами має незначний вплив на рН ґрунту, оскільки поглинається незначна кількість фосфору.

Хімічні добрива впливають на якість ґрунту, змінюючи ємність катіонного обміну у кислих ґрунтах. Це здатність ґрунту утримувати обмінні катіони на адсорбційних ділянках. Ємність катіонного обміну вказує на родючість ґрунту, і вона знижується при застосуванні хімічних добрив.

Низький рівень рН спричиняє зниження ємність катіонного обміну внаслідок підкислення ґрунту азотними добривами та вимивання нітратів [51]. Ґрунти з високим вмістом катіонів часто мають високий вміст обмінного кальцію, що зменшує вплив підвищення рН внаслідок гідролізу сечовини до випаровування NH_3 [52].

Зазвичай, велика кількість негативного заряду в ґрунті робить його більш родючим, оскільки він може утримувати більше катіонів. У кислих ґрунтах ці катіони заміщуються алюмінієм, марганцем та іонами H^+ і створюють набагато вищі значення ємності катіонного обміну [51].

У слаболужному ґрунті значення даного показника збільшується із внесенням азотних, фосфорних і калійних внаслідок утворення більшої кількості сполук органічної речовини (Brar et al. 2015).

Разом з тим, застосування хімічних добрив призводить до зменшення вмісту органічного вуглецю і загальний азоту в ґрунті з низьким рівнем рН (<7). Секвестрація ґрунтового органічного вуглецю сприяє покращенню родючості ґрунту [53]. Загальний вміст азоту зменшується більшою мірою при застосуванні хімічних добрив внаслідок вищої доступності поживних речовин з цих джерел. Зменшення вмісту органічного вуглецю та загального азоту є результатом стимулювання розкладання органічної речовини в ґрунті та поживних решток, зумовлене внесенням добрив. Цей процес призводить до вищої мінералізації азоту і, зрештою, до вищого поглинання або втрат азоту врожаєм внаслідок його вимивання [54].

Разом з тим, довготривалі експерименти на ґрунтах з рівнем рН більшим за 7,0 показали підвищення вмісту загального органічного вуглецю при внесенні NPK добрив. Надмірне внесення цих добрив збільшує загальний вміст органічного вуглецю, в той час як низькі їх дози не впливають на величину даного показника так сильно, як повна доза азоту, фосфору та азоту, фосфору і калію. Поступове збільшення внесення хімічних добрив може призвести до поступового збільшення органічного вуглецю. На співвідношення вуглецю до азоту (C/N) внесення азотних, фосфорних і

калійних добрив не має суттєвого впливу, і таким чином з часом у ґрунті спостерігається незначне збільшення співвідношення C/N [55, 56].

Хімічні добрива (азот, фосфор і калій) впливають на мікробне різноманіття двома шляхами. Вплив хімічних добрив залежить від типу, природи та складу мікробної спільноти [57, 58].

Чисельність ацидофільного мікробного співтовариства може зменшитися. Це може бути обумовленим вивільненням OH^- із хімічних добрив і паралельним підвищенням рівень рН, що у свою чергу має негативний вплив на мікробні спільноти. У той же час як високий рівень рН буде сприятливим для тих мікробів, які люблять високий рівень рН.

Хімічні добрива, що підкислюють ґрунт, перешкоджатимуть розвитку бактерій, життєдіяльність яких пов'язана із високим рівнем рН, в той час як ацидофільна мікробна спільнота буде почувати себе добре [59].

Грибне співтовариство зазвичай краще росте в кислому середовищі, в той час як бактеріальне співтовариство зменшується, тому прогресування, здійснюване бактеріями, буде негативно впливають на процеси, що здійснюються бактеріями.

Швидкість нітрифікації знижується в дуже кислому ґрунті внаслідок зниження активності нітрифікуючих бактерій [60].

Угруповання ацидофільних бактерій в ґрунті збільшуються в кислому середовищі, створеному хімічними добривами. Було виявлено, що кількість *Acidibacter* надзвичайно сильно пов'язана з рівнем рН ґрунту. Довготривале застосування хімічних добрив знижує рН ґрунту, а також активує іони важких металів. Це призводить до погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунту і відповідно знижує урожайність та погіршує її якісні показники. Фосфорні добрива перешкоджають росту мікоризних грибів, але ступінь перешкоджання залежить від виду грибів та рівня доступного фосфору в ґрунті [61].

Вплив хімічних добрив на ґрунтові мікроби, як правило, короткостроковий, оскільки рН ґрунту змінюється лише на короткий час, а буферна здатність ґрунту допомагає досягти початкового рівня рН.

Такий короткостроковий вплив був виявлений про проведенні досліджень із безводним аміаком та сечовиною. При цьому загальна мікробна активність знизилася внаслідок внесення аміаку та сечовини протягом 5 тижнів, а потім повернулася до норми.

Мікробна активність починає відновлюватися після цього, однак це є характерним не для всіх організмів. Значне збільшення популяції нітрифікуючих бактерій відбувається в ґрунті через 5 тижнів після внесення добрива. Найпростіші та їх популяції зменшилися в кількості приблизно на 80% і не повернулися до нормальної чисельності через 5 тижнів [62].

Внесення хімічних добрив на різних стадіях розвитку культури також впливає на поведінку мікробних угруповань. На стадії цвітіння було виявлено більше мікробних угруповань порівняно з іншими етапами відбору зразків ґрунту. Активність ферментів також була різною на різних стадіях. Таким чином проблема використання добрив та їх вплив на навколишнє середовище в останні часи набула особливої актуальності.

Для визначення розміру шкоди максимально точно, з чітким зазначенням обсягу відновлювальних робіт необхідно проводити екологічну експертизу. Найбільш продуктивними методами для цього виду експертизи є методи спостереження, опису, порівняння, моделювання. Вибір серед цієї палітри інструментів визначається колом поставлених питань, оскільки кожен з перерахованих вище методів має певні можливості.

Якщо перевага надається спостереженню, то слід враховувати його цілеспрямований та слід враховувати його змістовний та вибірковий характер. Об'єктами тут виступають не лише природні локації, але й аудіо- та відеоматеріали, документи та фотографії. Успіх дослідження залежить від досвіду суб'єкта та його внутрішньої мобілізації на цілеспрямоване сприйняття об'єкта в заданих умовах. У досліджуваних випадках найактивніше використовується опосередковане спостереження, у вузькому форматі візуалізації найактивніше використовувалося непряме спостереження. Оскільки в цьому підході не використовується жодне

обладнання, він вважається простою операцією, що виконується для досягнення цілей, окреслених ініціатором дослідження.

Проведення екологічної експертизи дозволяє визначити рівень небезпечного впливу застосованих хімічних сполук на природне середовище. Проведений аналіз дозволяє з'ясувати, час коли почався негативний вплив на навколишнє середовище та відбулося забруднення ґрунтів. Відібрані зразки ґрунту можуть піддаватися дослідженню, в результаті чого може бути виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. Так, наприклад у ході проведення порівняння зі зразками, відібраними з ділянок, які не зазнали агресивного впливу може бути виявлена наявність певних шкідливих речовин, а саме свинцю, миш'яку, цинку, нікелю, міді, які відносяться до 2-го та 3-го класу небезпечних сполук. Також на базі існуючих даних може бути розраховано розмір шкоди, заподіяної внаслідок псування та засмічення земель. На основі цих даних експерт робить висновок щодо впливу даних речовин на родючість ґрунту і через скільки років можна буде відновити родючість ґрунту.

Проведені дослідження зазвичай мають комплексний характер. Окрім фахівця з ґрунтознавства, у їх проведенні можуть брати участь гідролог, який вивчає стан водних ресурсів.

Екологічна експертиза може бути призначена не лише слідчим, а й ініційована громадськими організаціями, за вимогою яких може бути проведено незалежне дослідження. Його результати також можуть підтвердити високий рівень забруднення конкретної природної локації.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

Мінеральні добрива, регулятори росту рослин, пестициди, знешкоджувальні та інші хімічні речовини широко увійшли в практику рослинництва. Вони забезпечують отримання та збереження високих урожаїв. Проте, всі ці речовини в тій чи іншій мірі небезпечні для людського здоров'я та навколишнього середовища. Необережне їх використання може завдати величезної, часто непоправної шкоди не лише працюючим з ними особам, але й іншим людям, тваринному й рослинному світу, ґрунту, атмосфері.

Вимоги до виробництва, транспортування, торгівлі, зберігання, застосування, утилізації, знищення та знешкодження пестицидів і агрохімікатів встановлені Законом України «Про пестициди і агрохімікати» від 02.03.1995 року №86/95-ВР [63-65].

Відповідно до “Типового положення про службу охорони праці” і Закону України “Про охорону праці” (ст. 15) відповідальність за організацію та стан охорони праці в ДПДГ «Степне» Полтавського району, Полтавської області несе директор господарства. У своїй діяльності по охороні праці він керується законодавчими і нормативними актами, наказами і розпорядженнями вищих органів, типовими правилами пожежної безпеки.

Відповідальним за охорону праці на даному підприємстві є інженер з охорони праці. Керівники і спеціалісти господарства несуть відповідальність за стан охорони праці в межах своїх підрозділів і галузей.

Усі роботи, пов'язані з використанням агрохімікатів, до яких безпосередньо належать мінеральні добрива необхідно виконувати під керівництвом спеціаліста із охорони праці. Відповідальність за охорону праці покладають на керівників господарств.

Щороку перед початком робіт усі задіяні у них працівники, повинні пройти навчання та інструктаж з питань охорони праці та обов'язковий медичний огляд.

Основні шляхи профілактики отруєнь пестицидами і мінеральними добривами:

- дотримання норм, правил та інструкцій з охорони праці під час роботи з ними;
- застосування засобів колективного та індивідуального захисту працюючих; суворе дотримання кратності обробок посівів і норм витрат хімічних препаратів;
- проведення хімічних обробок на достатній відстані від населених пунктів, скотарень, водойм при дозволених швидкостях вітру;
- витримування термінів останньої обробки рослин до збору врожаю; застосування лише вивчених, дозволених препаратів. Добрі результати щодо поліпшення умов праці дає застосування пестицидів (навіть високотоксичних) у формі гранул.

Особи, діяльність яких пов'язана з транспортуванням, зберіганням, застосуванням пестицидів і агрохімікатів та торгівлею ними, повинні мати допуск (посвідчення) на право роботи з ними. До роботи з пестицидами і мінеральними добривами допускаються особи, які не мають медичних протипоказань і пройшли медичні огляди (при прийнятті на роботу та періодичні - у процесі роботи).

Не допускаються до таких робіт особи:

- віком молодше 18 років;
- вагітні й жінки годувальниці;
- особи з різними хронічними захворюваннями, які мають медичні протипоказання.

Проведення робіт із мінеральними добривами має бути максимально механізованим.

Кожен працівник повинен мати комплект спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту (протигази, респіратор із змінними патронами, захисні окуляри, рукавички тощо) на весь період робіт.

Вибір засобів індивідуального захисту потрібно здійснювати з урахування властивостей пестицидів і мінеральних добрив, умов праці та особистих даних працівника. Захисні засоби необхідно зберігати в спеціально відведених приміщеннях в окремих персональних шафах.

Працівники повинні суворо дотримуватись вимог безпеки під час таких операцій:

- зберігання і видача мінеральних добрив;
- навантажувально-розвантажувальні роботи і транспортування мінеральних добрив до місця внесення;
- проведення операцій внесення мінеральних добрив;

Керівник робіт повинен:

1. ознайомити працівників з характеристикою агрохімікатів, особливостями їх впливу на організм людини і навколишнє середовище, заходами безпеки, правилами охорони та гігієни праці;
2. провести інструктаж з охорони праці;
3. ознайомити працівників з правилами надання домедичної допомоги;

Усі роботи з пестицидами й мінеральними добривами повинні бути максимальн механізовані. Виконувати їх необхідно із застосуванням засобів індивідуального захисту, ряд робіт виконують у протигазах або респіраторах. Пестициди й мінеральні добрива зберігають в окремих будівлях. Спільно з ними не можна зберігати хімічні консерванти кормів, кормові добавки, фарби, лаки, харчові продукти та інше.

ВИСНОВКИ

1. Поєднання мінерального удобрення NPK та позакореневого підживлення рослин у фазу гілкування комбінацією N і B виявило позитивний вплив на інтенсивність наростання надземної частини рослин, про що свідчить збільшення параметрів їх висоти і маси. У цьому відношенні найбільш ефективним виявилось застосування позакореневого підживлення рослин у фазу гілкування комбінацією $N_{20}+B$ на фонах внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$ і $N_{20}P_{40}K_{40}$.

2. Величина листкової поверхні посівів, продуктивність її фотосинтетичної діяльності визначалися впливом досліджуваних факторів та їх взаємодією. Найвищі їх параметри були забезпечені у варіантах $N_{20}P_{20}K_{20}+N_{20}+B$ і $N_{20}P_{40}K_{40}+N_{20}+B$.

3. Формування розвиненої у достатній мірі фотосинтезуючої поверхні, у свою чергу визначило кількість створених і переміщених до плодів, органічних сполук та величину елементів структури врожаю. Їх значення були найбільшими у варіанті застосування позакореневого підживлення рослин у фазу гілкування комбінацією $N_{20}+B$ на фонах внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$, $N_{20}P_{40}K_{40}$.

4. Поєднання позакореневого підживлення рослин у фазу гілкування комбінацією $N_{20}+B$ та внесення мінеральних добрив дозою $N_{20}P_{20}K_{20}$ забезпечило отримання 2,19 т/га насіння гороху із рентабельністю його виробництва на рівні 82,64 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для покращання умов росту і розвитку рослин, формування їх симбіотичного апарату, наростання листкової поверхні посівів, і відповідного підвищення урожайності насіння найбільш доцільно та економічно виправдано є поєднання мінерального удобрення з дозою внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$ та позакореневого підживлення рослин у фазу гілкування комбінацією $N_{20}+B$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Burstin J., Alves-Carvalho S., Aluome C., Tayeh N., Brochot A.L., Carrère S. Recent pea genomic resources will enhance complementary improvement strategies in this crop, in IFLRC VI and ICLGG VII Conference. Saskatoon, SK. 2014.
2. Arnoldi A., Zanoni C., Lammi C., Boschini G. The role of grain legumes in the prevention of hypercholesterolemia and hypertension. *CRC. Crit. Rev. Plant Sci.* 2015. 34. 144–168. <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.897908>
3. Marles M.A.S., Warkentin T.D., Bett K.E. Genotypic abundance of carotenoids and polyphenolics in the hull of field pea (*Pisum sativum* L.). *J. Sci. Food Agric.* 2013. 93. 463–470. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5782>
4. Dahl W.J., Foster L.M., Tyler R.T. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). *Br. J. Nutr.* 2012. 108, S3–S10. <https://doi.org/10.1017/s0007114512000852>
5. Brummer Y., Kaviani M., Tosh S. M. Structural and functional characteristics of dietary fibre in beans, lentils, peas and chickpeas. *Food Res. Int.* 2015.67, 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.009>
6. Dotas V., Bampidis V.A., Sinapis E., Hatzipanagiotou A., Papanikolaou K. Effect of dietary field pea (*Pisum sativum* L.) supplementation on growth performance, and carcass and meat quality of broiler chickens. *Livest. Sci.* 2014. 164. 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.03.024>
7. Laudadio V., Nahashon S.N., Tufarelli V. Growth performance and carcass characteristics of guinea fowl broilers fed micronized-dehulled pea (*Pisum sativum* L.) as a substitute for soybean meal. *Poult. Sci.* 2012. 91. 2988–2996. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02473>
8. Bastida Garcia J. L., González-Ronquillo M., Domínguez Vara I. A., Romero-Bernal J., Castelán Ortega O. Effect of field pea (*Pisum sativum* L.) level on intake, digestion, ruminal fermentation and in vitro gas production in sheep

- fed maintenance diets. *Anim.Sci.J.* 2011. 82. 654–662.
<https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2011.00884.x>
9. Telaye A., Demtsu B., Getachew T. Genetics and breeding of field pea. In cool-season Food Legumes of Ethiopia, Asfaw, T. (Ed). ICARDA. Aleppo, Syria, 1994. 122-137.
 10. McPhee K. Dry pea production and breeding, a mini-review. *Food Agricultural Environment.* 2003. 64-69.
 11. Smýkal P., Jovanović Ž., Stanisavljević N., Zlatković B., Čupina B., Đorđević V. A comparative study of ancient DNA isolated from charred pea (*Pisum sativum* L.) seeds from an Early Iron Age settlement in southeast Serbia: inference for pea domestication. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2014. 61. 1533–1544. <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0128-z>
 12. Wang T.L., Domoney C., Hedley C.L., Casey R., Grusak M.A. Can we improve the nutritional quality of legume seeds? *Plant Physiol.* 2003. 131. 886–891. [10.1104/pp.https://doi.org/102.017665](https://doi.org/10.1104/pp.102.017665)
 13. Ben-Ze'Ev N., Zohary D. Species relationships in the genus *Pisum* L. *Isr. J. Bot.* 1973. 22. 73–91
 14. Warembourg F.R., Roumet C. Why and how to estimate the cost of symbiotic N₂ fixation? A progressive approach based on the use of 14 C and 15 N isotopes. *Plant Soil.* 1989. 115. 167–177.
 15. Salsac L., Drevon J.J., Zengbe M., Cleyet-Maret J.C., Obaton M. Energy requirements of symbiotic nitrogen fixation. *Physiol. Vég.* 1984. 22. 509–521.
 16. Sagan M., Ney B., Duc G. Plant symbiotic mutants as a tool to analyse nitrogen nutrition and yield relationships in field grown peas (*Pisum sativum* L.). *Plant soil.* 1993. 153. 33–45.
 17. Pate J.S. Armstrong E.L. Photoassimilate partitioning and consumption in nitrogen-fixing crop legumes. In *Photoassimilate Distribution in Plants and Crops Source-sink Relationships*. Eds. E. Zamski and A A Schaffer. 1996. 625–642.

18. Lemaire G., Khaity M., Onillon B., Allirand J.M., Chartier M., Gosse G. Dynamics of accumulation and partitioning of N in leaves, stems and roots of lucerne (*Medicago sativa* L.) in a dense canopy. *Ann. Bot.* 1992. 70. 429–435.
19. Soussana J.F., Hartwig U.A. The effect of elevated CO₂ on symbiotic N₂ fixation: a link between the carbon and nitrogen cycles in grass land ecosystems. *Plant Soil.* 1996. 187 (2), 321–332.
20. Muller B., Touraine B. Inhibition of NO₃ – uptake by various phloem translocated amino acids in soybean seedlings. *J. Exp. Bot.* 1992. 43. 617–623.
21. Crozat Y., Aveline A., Coste F., Gillet J.P., Domenach A.M. Yield performance and seed production pattern of field grown pea and soybean in relation to N nutrition. *Eur. J. Agron.* 1994, 3 (2), 135–144.
22. Oghoghorie C.G.O., Pate J.S. The nitrate stress syndrom of the nodulated field pea (*Pisum arvense* L.). Techniques for measurement evaluation in physiological terms. In *Biological Nitrogen Fixation in Natural and Agricultural Habitats*. Eds. TA Lie and EG Muller. *Plant Soil, Spec Vol.* Martinus Nijhoff, The Hague., 1971. 185–202.
23. Jensen E.S. 1997 The role of grain legume N₂ fixation in the nitrogen cycling of temperate cropping systems. Ed. Riso-R-885 (EN), Holbaek Center-Tryk, DK. 1997, 202 p.
24. Schulze J., Adgo E., Merbach W. Carbon costs associated with N₂ fixation in *Vicia faba* L. and *Pisum sativum* L. over a 14-day period. *Plant Biol.* 1999. 1. 625–631.
25. Voisin A.-S., Salon C., Munier-Jolain N..G., Ney B. Quantitative effect of soil nitrate, growth potential and phenology on symbiotic nitrogen fixation of pea (*Pisum sativum* L.). *Plant Soil.* 2001. 243. 31–42.
26. Salter P. J., Drew D.H. Root growth as a factor in the response of *Pisum sativum* L. to irrigation. *Nature.* 1965. 4988. 1063–106.
27. Gregory. Root growth of chickpea, fababean, lentil and pea and effects of water and salt stress. In *World Crop: Cool Season Food Legumes*. Ed. R.J.

- Summerfield. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1988.
28. Oikeh S.O., Kling J.G., Horst W.J., Chude V.O., Carsky R.J. Growth and distribution of maize roots under nitrogen fertilization in plinthite soil. *Field Crop Res.* 1999. 62. 1–13.
 29. Greenwood D.J., Gerwitz A., Stone D. A., Barnes A. Root developpement of vegetable crops. *Plant Soil.* 1982. 68. 75–96.
 30. Dawkins T.C.K., McGowan M. 1985 The influence of soil physical conditions on the growth, development and yield of vining peas (*Pisum sativum* L.). In *The Pea Crop*. Eds. Hebblethwaite P.D., Heath M.C., Dawkins T.C.K. Butterworths, London. 1985. 279–296.
 31. Hamblin A.P., Hamblin J. Root characteristics of some legume species and varieties on deep, free-draining entisols. *Aust. J. Agric Res.* 1985. 36. 63–72.
 32. Memon K.S. Soil and fertilizer. *Soil Science* by Abdul Rashid, Elena Bashir. National Book Foundation, Islamabad. 1996. 292–316.
 33. Chandra G. Nutrient management. *Fundamentals of Agronomy.* 1989. 156.
 34. Patil B.A., Padanad K.H., Laxman J.B., Yashvantkumar G., Soumya S. Response of foliar application of micro-nutrients on yield and economics of bitter gourd (*Momordica charantia* L). *Asian J. Hort.* 2013. 8(2). 677–679.
 35. Karthick R., Rajalingam G.V., Praneetha S., Sujatha K.B., Arumugam T. Effect of micronutrients on growth, flowering and yield of bitter gourd (*Momordica charantia* L). *Int. J. Che. Stud.* 2013. 6(1). 845–848.
 36. Dixon R.C. Foliar fertilization improves nutrient use efficiency. *J. Fluid Mech.* 2003. 4(1). 22–24.
 37. Alam S.S., Moslehuddin A.Z.M., Islam M.R., Kamal A.M. Soil and foliar application of nitrogen for rice. *Indian J. Agric. Sci.* 2010. 8(2). 199–202.
 38. Fageria N.K., FilhoM.P., Moreira A., Gumaraes C.M. Foliar fertilization of crop plants. *J. Plant Nutr.* 2009. 32(6). 1044–1064.
 39. Kuruppaiah P. Foliar application of micro-nutrients on growth, flowering and yield characters of brinjal. *Int. J. Fruit Sci.* 2005. 5(2). 605–608.

40. Dell B., L.B. Huang. Physiological response of plants to low boron. *Plant Soil*. 1997. 193(3). 103–120.
41. Brown P.H., Bellaloui N., Wimmer M.A., Bassil E.S., Ruiz J., Hu H., Feffer H.P., Dannel F., Romheld V. Boron in plant biology. *Plant Biol*. 2002. 4(1). 205–211.
42. Gupta U., Solanki H. Impact of boron deficiency on plant growth. *Int. J. Bioassays*. 2013. 2(7). 1048–1050.
43. Feijo J.A., Malhó R., Obermeyer G. Ion dynamics and its possible role during in vitro pollen germination and tube growth. *Protoplasma*. 1995. 187. 155–167.
44. Полтавська область: природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис / За ред. К.О. Маца. Полтава: Полтавський літератор, 1998. 336 с.
45. Scherer H.W. Fertilizers. In: *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*. Wiley-VCH, Weinheim. 2000. https://doi.org/10.1002/14356007.a10_323.pub3
46. Bhatt M., Singh A.P., Singh V., Kala D.C., Kumar V. Long-term effect of organic and inorganic fertilizers on soil physico-chemical properties of a silty clay loam soil under rice-wheat cropping system in Tarai region of Uttarakhand. *J. Pharmacog Phytochem*. 2019. 8(1). 2113–2118.
47. Shukla M.K., Lal R., Ebinger M. Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil Tillage Res*. 2006. 87(2). 194–204.
48. Azizi S., Thomas T., Rao S. Effect of different levels of chemical fertilizers on soil physicochemical properties of inceptisols. *Int J Multidisc Res Dev*. 2016. 3(8). 29–32.
49. Belay A., Claassens A.S., Wehner F.C. Effects of direct nitrogen and potassium and residual phosphorus fertilizers on soil chemical properties, microbiological components and maize yield under long-term crop rotation. *Biol Fertil Soils*. 2002. 35. 420–427.

50. Guan W. Effects of nitrogen fertilizers on soil pH. Vegetable crops hotline. Purdue University. Issue 610. 2016. <https://vegcropshotline.org/article/effects-of-nitrogen-fertilizers-onsoil-ph>
51. McKenzie N.J., Jacquier D.J., Isbell R.F., Brown K.L. Australian soils and landscapes: an illustrated compendium. CSIRO Publishing, Collingwood. 2004.
52. Jones C.M., Graf D., Bru D., Philippot L., Hallin S. The unaccounted yet abundant nitrous oxide reducing microbial community – a potential nitrous oxide sink. ISME J. 2013. 7. 417–426.
53. Reddy C.V., Kashyap L., Alok T. Effect of 14-year long term fertilizer management on soil organic carbon stock, carbon sequestration rate and nutrient balances in Vertisols. Int J Curr Microbiol App Sci. 2017. 6(7). 895–902.
54. Titilola A.O. Effects of fertilizer treatments on soil chemical properties and crop yields in a cassava-based cropping system. J Appl Sci Res. 2006. 2(12). 1112–1116.
55. Dong W., Zhang X., Wang H., Dai X., Sun X. Effect of different fertilizer application on the soil fertility of paddy soils in red soil region of southern China. PLoS One. 2012. 7(9). e44504. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044504>
56. Darilek J.L., Huang B., Wang Z., Qi Y., Zhao Y. Changes in soil fertility parameters and the environmental effects in a rapidly developing region of China. Agric Ecosyst Environ. 2009. 129. 286–292.
57. Calbrix R., Barray S., Chabrierie O., Fourrie L., Laval K. Impact of organic amendments on the dynamics of soil microbial biomass and bacterial communities in cultivated land. Appl Soil Ecol. 2007. 35. 511–522.
58. Rousk J., Brookes P.C., Bååth E. (2010) The microbial PLFA composition as affected by pH in an arable soil. Soil Biol Biochem. 2010. 42. 516–520.
59. Lin W., Lin M., Zhou H., Wu H., Li Z., Lin W. The effects of chemical and organic fertilizer usage on rhizosphere soil in tea orchards. PLoS One. 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217018>

60. Cheng F., Peng X., Zhao P., Yuan J., Zhong C., Cheng Y. Soil microbial biomass, basal respiration and enzyme activity of main forest types in the Qinling Mountains. *PLoS One*. 2013. 8(6). e67353.
61. Lin W., Lin M., Zhou H., Wu H., Li Z., Lin W. The effects of chemical and organic fertilizer usage on rhizosphere soil in tea orchards. *PLoS One*. 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217018>
62. Angus J.F., Gupta V.V.S.R., Good A.J., Pitson G.D. Wheat yield and protein responses to anhydrous ammonia (Coldflo®) and urea, and their effects on soil. Final report of project CSP169, Grains Research and Development Corporation, Canberra, ACT. 2012.
63. Гандзюк М.П., Желібо Е.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. Київ: Каравела, 2008. 34-41.
64. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2002. 40–52.
65. Єсипенко А. Розроблення переліку профілактичних заходів щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. На допомогу спеціалісту з охорони праці. 2012.

ДОДАТКИ

УДК 631.5:633.358

ВПЛИВ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ РОСЛИН НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ

Єремко Л.С., кандидат с.-г. наук, ст. н. с., доцент кафедри рослинництва
e-mail: liudmyla.yeremko@pdau.edu.ua

Довгаль Ю.В., Шабельник С.І., Бахтіна Т.О., Огуй М. Ю. СВО Магістри
за спеціальністю 201 – Агрономія

Полтавський державний аграрний університет

Актуальність теми. У вирішенні проблеми продовольчої безпеки в умовах зростання чисельності населення та підвищення попиту на якісні продукти харчування важливу роль відіграє розширення посівних площ зернобобових культур, як основного джерела білка, макро- і мікроелементів. Незважаючи на те, що білки тваринного походження мають вищий коефіцієнт засвоюваності, споживання рослинних білків відіграє важливу роль у зменшенні прояву патологічних станів організму людини, таких як серцево-судинні захворювання, діабет та порушення ліпідного обміну [1].

Серед зернобобових культур горох має досить широке використання в раціоні харчування людей по всьому світу за рахунок високого вмісту у насінні білків, вуглеводів, вітамінів, мінеральних елементів і незамінних амінокислот лізину та триптофану [2]. Його вирощування підтримує родючість ґрунту завдяки біологічній фіксації азоту повітря в асоціації з симбіотичними азотфіксуючими бактеріями *Rhizobium leguminosarum*, що функціонують у корневих бульбочках, і, таким чином, відіграє життєво важливу роль у сприянні сталому сільському господарству. Окрім задоволення власних потреб в азоті, горох, як відомо, залишає після себе в ґрунті близько 50-60 кг/га азоту [3].

Вагомим елементом формування високопродуктивних агрофітоценозів даної культури є достатня забезпеченість рослин необхідними поживними речовинами впродовж вегетаційного періоду, однак надмірне використання хімічних добрив не тільки забруднює навколишнє середовище, але й знижує мікробіологічну активність та вміст органічної речовини в ґрунті. Разом з тим їх висока вартість не може зробити сільськогосподарську продукцію економічно вигідною та прибутковою. У цьому відношенні економічно доцільним у використанні і екологічно поновлюваним джерелом доступного азоту для рослин є біодобрива на основі ефективних штамів бактерій *Rhizobium leguminosarum*, інтродукція яких у ґрунт може допомогти посилити азотфіксацію і тим самим підвищити продуктивність гороху [4,5].

Важливим елементом, що забезпечує розвиток кореневої системи, формування симбіотичного апарату та активну азотфіксацію є бор. Разом з тим відмічена його ключова роль у процесах проростання пилку, запліднення і

формування плодів. Вчені зазначають, що найкращим способом забезпечення рослин бором є внесення його в ґрунт, але існує практика застосування позакореневого обприскування посівів даним мікроелементом, що значно зменшує абортівність плодів.

Мета роботи - визначенні впливу різних доз мінеральних добрив, позакореневого підживлення посівів бором та інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій *Rhizobium leguminosarum* на процеси росту і розвитку рослин, їх нодуляційну здатність та величину зернової продуктивності посівів гороху.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводили в умовах дослідного поля ДП «ДГ «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН» Полтавського району Полтавської області впродовж 2023–2024 рр.

Складовими варіантами досліджень були: рівні мінеральногоудобрення - $N_0P_0K_0$, $N_{15}P_{25}K_{20}$, $N_{15}P_{50}K_{40}$, $N_0P_0K_0+B$, $N_{15}P_{25}K_{20}+B$, $N_{15}P_{50}K_{40}+B$ (Фактор А), застосування мікробіологічного препарату на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* (Ризогумін) (Фактор В).

Результати досліджень показали позитивний вплив факторів дослідження на ріст, розвиток рослин гороху, формування листової поверхні посівів та тривалість і продуктивність її функціонування.

Інтенсивний ріст надземної частини і кореневої системи рослин, достатній розвиток фотосинтезуючої поверхні посівів, сприяли збільшенню кількості синтезованих метаболітів і накопиченню сухої речовини рослинами, а також підвищенню значень середньої кількості сформованих на рослинах бобів та насінин у них, маси 1000 насінин. Зростання показників індивідуальної продуктивності рослин обумовили підвищення урожайності насіння.

На величину даного показника найбільш виразним був вплив поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{50}K_{40}$. Величина урожайності насіння у середньому за роки проведення дослідження у даному варіанті досліду була найвищою (2,13 т/га).

Інокуляція насіння і проведення позакореневого підживлення рослин давали приріст врожаю порівняно з контролем на рівні 0,06 і 0,07 т/га відповідно, а у варіанті їх поєднання величина даного показника становила 1,92 т/га. Прибавка урожайності насіння гороху від внесення різних доз мінеральних добрив була на рівні 0,10-0,22 т/га.

Таким чином, оптимізація поживного режиму рослин гороху за рахунок поєднання мінерального удобрення та застосування біологічного препарату на основі азотфіксуючих бактерій *Rhizobium leguminosarum*, є дієвим прийомом підвищення рівня продуктивності посівів гороху.

Бібліографічний список

1. Yeremko L., Hanhur V., Staniak M. Effect of mineral fertilization and seed inoculation with microbial preparation on seed and protein yield of pea (*Pisum sativum* L.). *Agronomy*. 2024. 14. 1004. DOI: 10.3390/agronomy14051004
2. Yeremko L., Hanhur V., Len O. The effect of mineral fertilization and seed inoculation on productivity of pea. VIII Konferencja naukowa z cyklu „Nauka i praktyka – rolnictwo różne spojrzenia” nt. Dylematy rolnictwa w XXI w. – szansy i zagrożenia. PANS w Chełmie, 3-5 czerwca 2024 r., s. 169
3. Сокирко Д.П., Гангур В.В., Єремко Л.С. Вплив елементів технології вирощування на формування симбіотичного апарату зернобобових культур. «Colloquium-journal». 2021. №10 (97). С. 30-32. DOI: 10.24412/2520-6990-2021-1097-30-32
4. Yeremko L., Hanhur V. The effect of mineral fertilizers and plant growth biostimulant on productivity of peas. *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта: Збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (м. Полтава, 15-16 травня 2024 року). Полтава, 2024. 179
5. Єремко Л.С., Гангур В.В. Фотосинтетична діяльність та продуктивність гороху за різної забезпеченості рослин елементами мінерального живлення. *Хімія, екологія та освіта: Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (м. Полтава, 21-22 травня 2020 року). Полтава, 2020. С. 137-140.

АНОТАЦІЯ

Бахтіна Т.О. Урожайність насіння гороху за різної забезпеченості рослин поживними речовинами.

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

Кваліфікація: магістр з агрономії за освітньо-професійною програмою Насінництво і насіннезнавство

Обсяг магістерської роботи: 62 с., 6 табл., 8 рис., 2 додатки, 65 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: ріст і розвиток рослин, динаміка формування листкової поверхні, наростання сухої маси рослин, величина симбіотичного апарату, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння посівів гороху залежно від рівня забезпеченості рослин поживними речовинами.

Мета роботи: визначення впливу різної забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на процеси росту і розвитку, формування симбіотичного апарату та величину зернової продуктивності посівів гороху.

Результати та їх новизна: Уперше в умовах недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України науково обґрунтовано методи оптимізації поживного режиму рослин за рахунок підбору найбільш доцільної дози внесення мінеральних добрив та поєднання мінерального удобрення із позакореневим підживленням рослин азотом і бором.

Основні наукові та практичні результати: Вивчено вплив різних рівнів забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на процеси розвитку рослин гороху, формування листкової поверхні та симбіотичного апарату, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, індивідуальну продуктивність рослин, урожайність насіння.

Удосконалено поживний режим рослин гороху за рахунок оптимізації строків і доз внесення мінеральних добрив.

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: У агротехнологічному процесі вирощування гороху для оптимізації протікання продукційного процесу, підвищення насінневої продуктивності їх посівів найбільш доцільним та економічно виправданим є поєднання мінерального удобрення з дозою внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$ та позакореневого підживлення рослин у фазу гілкування комбінацією $N_{20}+B$.

Використання запропонованих елементів технології надає можливість підвищити урожайність насіння гороху за рахунок більш ефективного використання біологічно фіксованого азоту, науково-обґрунтованої системи удобрення.

Перелік ключових слів: горох, урожайність насіння, мікродобриво, мінеральні добрива.