

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

Кафедра землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ
МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ
БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
Ступеня вищої освіти магістр
Денної форми навчання
Жук Віталій Ігорович

Керівник: Оксана Біленко канд. с.-г. наук

Рецензент: Людмила Єремко, канд. с.-г. наук, ст.н.с.

Полтава – 2024 року

ЗМІСТ

ст.

| | |
|---|----|
| ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ | 5 |
| РОЗДІЛ 1. РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ | |
| 1.1. Значення нуту у народному господарстві..... | 10 |
| 1.2. Роль макроелементів у процесі формування продуктивності нуту..... | 12 |
| 1.3. Роль мікроелементів у процесі формування продуктивності нуту..... | 18 |
| 1.4. Роль мікроорганізмів у процесі формування продуктивності нуту..... | 20 |
| РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ | |
| 2.1. Характеристика умов місця проведення досліджень..... | 23 |
| 2.2. Погодні умови місця проведення досліджень | 24 |
| 2.3. Методика проведення досліджень | 26 |
| РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТУ І РІВНЯ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН ЕЛЕМЕНТАМИ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ | |
| 3.1. Вплив біопрепарату і рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на висоту рослин нуту..... | 27 |
| 3.2. Вплив біопрепарату і рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на динаміку розвитку листкової поверхні посівів нуту..... | 30 |
| 3.3. Вплив біопрепарату і рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на тривалість і продуктивність фотосинтетичної діяльності листкової поверхні посівів нуту..... | 33 |
| 3.4. Вплив біопрепарату і рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів нуту..... | 37 |
| РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ І ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ | 41 |
| РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА | 43 |
| РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ | 47 |
| ВИСНОВКИ | 49 |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ | 51 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 57 |

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Білки є найважливішими компонентами раціону харчування людини. Їх джерелом можуть бути продукти тваринного і рослинного походження. Білки тваринного походження хоча і користуються великим попитом, в цілому вважаються менш стійкими до впливу навколишнього середовища. Таким чином, поступовий перехід від білкової їжі тваринного походження до рослинної може бути бажаним для підтримки екологічної стабільності, з етичних міркувань, доступності продуктів харчування, підвищення безпеки харчових продуктів, задоволення зростаючого споживчого попиту і боротьби з білково-енергетичною недостатністю. З цих причин споживання рослинного білку неухильно набирає популярності, і очікується, що ця тенденція збережеться впродовж наступних кількох десятиліть. Рослинні білки є хорошим джерелом багатьох незамінних амінокислот і життєво важливих елементів, необхідних для повноцінного харчування.

З давніх часів рослини використовуються людиною як джерело харчування, лікарських засобів, корисних волокон, біопродукти для отримання цінних речовин і багатьох первинних і вторинних метаболітів, що володіють терапевтичною дією. Первинні метаболіти рослин (білки, вуглеводи, жири та нуклеїнові кислоти) є будівельними блоками життя. Вторинні метаболіти, що продукують рослини захищають їх від хижаків і патогенних мікроорганізмів, справляються з екологічним стресом, залучають запилювачів і працюють в якості їх захисної системи.

Серед відомих продовольчих культур бобові вважаються найкращими дієтичними продуктами завдяки великій кількості вуглеводів, білків, вітамінів, мінералів та клітковини.

У їх групі досить популярною культурою є нут, попит на який значно зріс останнім часом, що обумовлено його високою поживною цінністю. Насіння нуту є важливим компонентом раціону харчування тих людей, які не можуть дозволити собі споживання тваринних білків або тих, хто є

вегетаріанцем за власним вибором. Нут є цінним джерелом вуглеводів і білків, які в сумі складають близько 80% від загальної маси сухого насіння, порівняно з іншими бобовими культурами. Його насіння не містить холестерину і є добрим джерелом харчових волокон, вітамінів і мінеральних елементів.

Актуальність теми. Мінеральне живлення є одним з найважливіших факторів, що впливають на ріст і продуктивність рослин, а азот є основною поживною речовиною, необхідною для сільськогосподарських культур. Для досягнення високої врожайності рослини нуту потребують достатньої забезпеченості азотом. Внесення даного елемента у надмірних дозах призводить до пригнічення азотфіксації, і за свідченням деяких вчених може бути причиною погіршення якості врожаю. Перспективним напрямком щодо покращання умов азотфіксації є застосування біологічних препаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів. Слід відмітити, що становлення бобово-ризобіального симбіозу потребує достатньої наявності у зоні ризосфери фосфору і калію.

Мікроелементи відіграють ключову роль у підвищенні врожайності зернобобових культур завдяки їх впливу на симбіотичний процес азотфіксації. Вони виступають як супутні фактори у ферментативній системі, а також беруть участь у ключових фізіологічних процесах фотосинтезу та дихання. Дефіцит мікроелементів може значно знизити врожайність і якість рослин. Вважається, що кращим способом забезпечення рослин мікроелементами є проведення позакореневого підживлення рослин під час вегетації. Вчені зазначають, що застосування даного агроприйому забезпечує засвоєння поживних речовин на 90%.

Мета і задачі досліджень. Мета досліджень - визначення впливу біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням на процеси росту і розвитку рослин, формування продуктивності та величину урожайності насіння нуту.

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

1. вивчити особливості росту і розвитку рослин нуту залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням;
2. визначити інтенсивність наростання надземної маси та листової поверхні залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням;
3. визначити вплив біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням на формування симбіотичного апарату рослин нуту;
4. визначити вплив біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням на продуктивність фотосинтетичної роботи посівів нуту;
5. визначити вплив біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням на величину індивідуальної продуктивності та урожайність насіння нуту;
6. визначити рівень економічної доцільності впровадження досліджуваних агроприймів у процесі виробництва насіння нуту.

Об'єкт досліджень – ріст і розвиток рослин, динаміка формування листової поверхні, наростання свіжої і сухої маси рослин, формування симбіотичного апарату, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння сої залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням.

Предмет досліджень – сорт нуту Розанна, урожай зерна, біологічний препарат, мінеральні добрива, мікроелементи.

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

Наукова новизна одержаних результатів проведеного дослідження полягає у науковому обґрунтуванні комплексного застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням як спосіб зменшення дози внесення мінерального азоту, покращання умов бобово-ризобіального симбіозу і підвищення рівня урожайності насіння нуту.

Вивчено вплив біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій мінеральних добрив, позакореневого підживлення посівів бором на ріст і розвиток рослин, формування листкової поверхні та симбіотичного апарату, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, величину елементів продуктивності рослин, урожайність насіння нуту.

Удосконалено поживний режим рослин нуту за рахунок поєднання біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri*, мінеральних добрив, позакореневого підживлення посівів бором.

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 доцільно та економічно виправдано є поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{30}K_{30}$.

Особистий внесок здобувача. Магістерська дипломна робота підготовлена на основі результатів, отриманих автором у ході проведення дослідження. Ним 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., Жолонко О.В., Жадан М.Ю., Жук В.І. Урожайність нуту залежно від системи удобрення. 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 кваліфікаційної роботи. Загальний обсяг дипломної роботи становить 69 сторінок загального друкованого тексту, містить 7 таблиць, 5 рисунків. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури налічує 77 найменувань.

РОЗДІЛ I

РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

1.1. Значення нуту у народному господарстві.

Незважаючи на те, що насіння бобових культур є у раціоні харчування людей з давніх часів, широка зацікавленість ними, як поживними продуктами харчування спостерігається у суспільстві лише протягом останніх 2-3 десятиліть.

Важливість зерна нуту обумовлюється вмістом 15 до 25% білка, значною кількістю незамінних амінокислот, таких як аргінін, лейцин, ізолейцин, лізин, валін (4%), треонін (4%), метіонін і цистеїн (2,5%), фенілаланін і тирозин (8%) та зменшує потребу у використанні хімічних добрив [3].

Нут є не тільки джерелом білка, але й джерелом харчових волокон, стійкого крохмалю, поліненасичених жирних кислот, вітамінів і мінералів, особливо фолатів, кальцію, магнію і калію.

Окрім того, що нут є поживним джерелом білка, клітковини та складних вуглеводів, він має низку лікувальних властивостей. Його насіння містить кілька поживних речовин, корисних для здоров'я серця, включаючи клітковину, калій, магній і фолати. Ці поживні речовини можуть допомогти знизити кров'яний тиск, зменшити запалення та покращити рівень холестерину.

Нут - це продукт з низьким глікемічним індексом, що означає, що він повільніше і більш поступово впливає на рівень цукру в крові. Споживання його насіння може бути корисним для людей з діабетом для зниження рівню цукру в крові. Високий вміст клітковини в ньому може допомогти поліпшити травлення, запобігаючи виникненню запорів. Крім того, пребіотична

клітковина нуту може допомогти у живленні корисних бактерій кишківника, що позитивно впливає на загальний стан його здоров'я [4-6].

Насіння нуту містить антиоксиданти, які можуть допомогти запобігти пошкодженню клітин шкідливими вільними радикалами, та клітковину, що є фактором зниження ризику виникнення раку товстої кишки. Відома також роль клітковини у покращанні умов росту здорових бактерій кишківника і зменшення його запалення.

Поєднання білка і клітковини в насінні нуту може сприяти виникненню відчуття ситості та зменшенню апетиту, що робить його хорошим вибором для контролю ваги [7, 8].

Дослідження показують, що включення нуту у раціон може допомогти знизити ризик виникнення серцевих захворювань. Одне дослідження показало, що регулярне вживання нуту може допомогти знизити рівень «поганого» холестерину, який є основним фактором розвитку серцевих захворювань. Інше дослідження показало, що дієта, багата на бобові, включаючи нут, пов'язана з меншим ризиком серцевих захворювань. Нут також є хорошим джерелом калію, мінералу, який допомагає регулювати кров'яний тиск. Високий кров'яний тиск є основним фактором ризику виникнення серцевих захворювань, тому споживання продуктів з високим вмістом калію, таких як нут, може допомогти знизити цей ризик. Однак, як і будь-яку іншу їжу, нут важливо споживати в помірних кількостях як частину збалансованої дієти [9, 10].

У ході проведених досліджень вченими було виявлено, що насіння нуту також містить ряд антиоксидантів, таких як флавоноїди, фенольні кислоти, сапоніни які можуть допомогти запобігти пошкодженню клітин і ДНК, таким чином зменшуючи ризики розвитку раку [11-13].

Нут є чудовим джерелом складних вуглеводів, клітковини та білка, які допомагають регулювати рівень цукру в крові. Клітковина, що міститься в нуті, може уповільнити всмоктування цукру в кров та запобігти стрибкам рівня цукру. Це може допомогти людям з діабетом підтримувати більш стабільний

рівень цукру в крові впродовж тривалого часу. Крім того, білок, що міститься в насінні нуту, допомагає довше відчувати почуття ситості, що допомагає запобігти переїданню і підтримувати здорову вагу. Підтримання здорової ваги може бути важливим для контролю діабету. Однак, все ж таки важливо звертати увагу на розмір порцій насіння нуту, оскільки він містить вуглеводи.

Нут є хорошим джерелом фолатів, що важливо для жінок, які намагаються завагітніти, оскільки він може допомогти знизити ризик вроджених дефектів. Важливо зазначити, що фертильність є складним питанням, і багато факторів можуть впливати на здатність людини до зачаття, включаючи вік, генетику та спосіб життя, такі як дієта, фізичні вправи та рівень стресу [16-18].

. Нут має певний позитивний вплив при захворюваннях печінки завдяки високому вмісту клітковини. Доведено, що дієта, багата на клітковину, покращує функцію печінки і знижує ризик неалкогольної жирової хвороби печінки - стану, що характеризується накопиченням жиру в печінці. Крім того, нут також є хорошим джерелом антиоксидантів, які можуть допомогти захистити печінку від окислювального стресу і пошкодження. [19-21]. Разом з тим деякі дослідження припускають, що дотримання дієти, багатої на бобові, такі як нут, може бути пов'язане з меншим ризиком виникнення респіраторних захворювань [22].

1.2. Роль макроелементів у процесі формування продуктивності нуту.

Оптимальний ріст і розвиток рослин можливий лише за достатньої забезпеченості рослин макро- та мікроелементами. [1].

Серед поживних елементів азот є винятковим, оскільки його основним джерелом є газоподібний азот атмосфери, а в мінералах його міститься мало. Коріння поглинає мінеральні поживні речовини у вигляді їхніх солей, розчинених у ґрунтовій воді. Після того, як елементи поглинаються корінням,

вони переміщуються в різні частини рослини, де приймають участь у виконанні важливих біологічних функцій, що забезпечують нормальний ріст і розвиток. У сільському господарстві додавання мінеральних елементів до ґрунту для покращення росту рослин налічує понад 2000 років. До кінця XIX століття, особливо в Європі, для покращення росту рослин у сільському господарстві та садівництві використовували велику кількість калію, суперфосфату (фосфору), а згодом і неорганічного азоту. Виключно на основі спостережень і припущень, а не точних експериментів, було зроблено висновок, що мінеральні елементи, такі як азот, сірка, фосфор, калій, кальцій, магній, кремній, натрій і залізо, є необхідними для росту рослин. До кінця дев'ятого століття було проведено велику кількість досліджень для створення «теорії мінеральних елементів». На основі обширних досліджень мінерального складу різних видів рослин, що ростуть на різних типах ґрунтів, було зроблено висновок, що ні наявність, ні концентрація мінерального елемента в рослині не є критерієм необхідного елемента.

Рослини мають обмежену здатність вибірково поглинати ті мінеральні поживні речовини, які необхідні для їхнього росту. Вони також поглинають мінеральні елементи, які не є необхідними для росту і можуть бути навіть токсичними. Тому було очевидно, що мінеральний склад рослин, які ростуть у ґрунтах, не може використовуватися як критерій, що дозволяє судити про важливість того чи іншого мінерального елемента. Після того, як цей факт був встановлений, були проведені експерименти з вирощування рослин у воді та на піску, в яких певні елементи були виключені. Техніка вирощування рослин у безґрунтових поживних середовищах отримала назву гідропоніки. Ці методи були використані для більш точної характеристики незамінності окремих мінеральних елементів і привели до кращого розуміння їхньої ролі в метаболізмі рослин.

Атмосфера Землі складається приблизно на 80 % з азоту, але надзвичайно стабільна форма атомарного азоту (N_2) є недоступною для рослин. Однак мікроорганізми, як вільноживучі, так і симбіотичні, можуть

фіксувати атмосферний N_2 з утворенням аміачної форми (NH_4^+), що безпосередньо поглинається рослинами або перетворюється на нітрат (NO_3^-) за допомогою нітрифікуючих бактерій [23]. Переважна форма поглинання азоту залежить від ґрунтових умов і видів рослин. Рослини, пристосовані до низького рівня рН і перезволожених ґрунтів, як правило, поглинають NH_4^+ . У ґрунтах з вищим рівнем рН переважає NO_3^- форма, яку поглинає більшість рослин [24]. Крім того, в ґрунті містяться органічні сполуки азоту, такі як амінокислоти, і з'являється все більше доказів того, що вони також можуть бути важливими джерелами азоту [25].

Рослини не можуть використовувати неорганічний азот як такий, тому він повинен бути відновлений. Два важливих ферменти засвоєння N - нітратредуктаза та нітритредуктаза - беруть участь у відновленні окисленої форми N, тобто NO_3^- до NH_4^+ . Інші ферменти шляху засвоєння N включають глутамінсинтетазу (GS), глутаматсинтетазу (GOGAT), глутаматдегідрогеназу (GDH), аспаратамінотрансферазу (AspAT) і аспарагінсинтетазу (AS). Ці ферменти відповідають за включення NH_4^+ в такі амінокислоти, як глутамін, глутамат, аспарагін і аспарат. Основна функція азоту полягає в забезпеченні аміногруп в амінокислотах, що входять до складу основ нуклеотидів пуринів і піримідинів. Крім того, азот є важливою складовою багатьох небілкових сполук, таких як коферменти, фотосинтетичні пігменти, вторинні метаболіти, поліаміни та вітаміни [26, 27].

Симптомом нестачі азоту є загальний хлороз, що починається з нижніх листків через втрату хлорофілу. Типовим симптомом нестачі азоту є утворення V-подібної форми хлорозу, що починається з кінчика листка [28, 29].

Пізніше таке пожовтіння можна побачити на молодих листках, а в разі сильного дефіциту азоту старі листки опадають. Рослина стає блідо-зеленою, а черешок і жилки листка стають фіолетовими через синтез пігменту антоціану. Низька інтенсивність проходження синтетичних процесів білкових молекул призводить до гальмування ростових процесів рослин [30-34].

Рослини, вирощені за умов надлишку азоту, зазвичай мають листові

пластинки темно-зеленого забарвлення, формують досить розвинену листову поверхню, але у той же час, їх коренева система є недостатньо розвинутою [35,

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 Р з ґрунту. Інша частина нерозчинного Р, так звана лабільна фракція, обмінюється з ґрунтовим розчином. Це єдина форма Р, доступна рослинам для поглинання. Тому дефіцит Р є широко розповсюдженим явищем. Оскільки фосфорні добрива виробництво отримує з гірських фосфатів, Р вважається невідновлюваним ресурсом, який, як очікується, буде вичерпано протягом наступних 50-60 років. Форма, в якій Р знаходиться в ґрунтовому розчині, залежить від рН, але при типовому рН ґрунтового розчину Р зустрічається виключно у вигляді H_2PO_4^- , переважної форми неорганічного Р, що поглинається рослинами.

У відповідь на постійний дефіцит Р, рослини виробили багато адаптивних морфологічних, фізіологічних і молекулярних механізмів. Вони включають зміни у розвитку кореневої системи (збільшення площі кореневої поверхні, кількості тонких корневих волосків, довжини коренів), індукцію високоафінних транспортерів Р, збільшення секреції ферменту кислої фосфатази та низькомолекулярних органічних кислот, симбіотичні асоціації з мікоризними грибами та зміни в активності кількох ключових фотосинтетичних ферментів.

У рослині неорганічний Р 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 дієфірний стан (C-P-C) з відносно високою стабільністю. У цій асоціації фосфат утворює сполучну групу між сполучними одиницями,

що призводить до утворення більш складних макромолекулярних структур.

P як структурний елемент є складовою частиною нуклеїнових кислот (ДНК, РНК) та фосфоліпідів біомембран, утворюючи фосфатидилхолін (лецитин). У мембранах P виступає сполучною ланкою між гліцеролжирною кислотою (ліпофільною частиною) і холіновою (гідрофільною) частиною ліпиду. Холін характеризується високою гідрофільністю, за рахунок негативного заряду на фосфатній групі, і це допомагає йому правильно орієнтуватися в мембрані.

P відіграє важливу роль у реакціях передачі енергії. Це включає утворення та розрив пірофосфатного зв'язку для підтримання енергетичного гомеостазу в клітинних процесах. При гідролізі одного моля АТФ вивільняється 30 кДж енергії. АТФ є основою багатьох синтетичних шляхів, а інші подібні багаті на енергію фосфонуклеотиди (УТФ, ЦТФ і ГТФ) відіграють центральну роль у метаболізмі нуклеїнових кислот.

приймає участь у синтезі сахарози, крохмалю та целюлози, та забезпечує енергією біосинтез фосфоліпідів. Багаті на енергію фосфати, такі як АТФ, ГТФ, АДФ, модулюють активність ферментів шляхом зворотного фосфорилування. Велика кількість P, що зберігається в насінні у вигляді фітинової кислоти, сприяє розвитку ембріона, проростанню насіння та росту проростків. P 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 P у хлоропластах в діапазоні 2,0-2,5 мМ. Зменшення концентрації P у хлоропластах до 1,4-1,0 мМ призводить до пригнічення фотосинтетичної діяльності рослин.

Дефіцит P 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 листової поверхні. Розвиток листових пластинок гальмується внаслідок зменшення поділу та збільшення клітин.

Оскільки Р є дуже мобільним у тканинах, старіші листки першими проявляють хлороз. Дозрівання рослин також затримується.

Навпаки, надмірна кількість Р є токсичною для рослин. Це явище проявляється у затримці формування репродуктивних органів [37].

У ґрунті К 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 К 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 К. Крім пасивного поглинання, К також потрапляє в корені рослин через високоафінні та низькоафінні транспортери.

К 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 К від пагона до кореня підтримується через флоему, що має вирішальне значення для підтримання гомеостазу К та забезпечення постійного надходження катіонів, які супроводжують аніони, такі як NO_3^- , для їхнього руху до пагона.

На відміну від інших елементів, К 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.

К необхідний для розвитку хлорофілу і каталізує нормальне розщеплення вуглеводів під час дихання. Він відіграє важливу роль у фотосинтезі, підтримці тургору та водного гомеостазу, що називається осморегуляцією. Транспорт розчинених речовин, зумовлений тургорним

тиском, спричиняє розтягнення клітин, рухи продихів та інші фотонастичні і сейсмонастичні рухи.

К легко перерозподіляється в рослинних тканинах, тому симптоми нестачі спочатку з'являються на старих листках. Типовим симптомом нестачі К є розвиток хлорозу, який пізніше перетворюється на некротичні ураження на кінчику листка, що поширюються вниз по краях. За сильного дефіциту К молоді листки також стають хлоротичними. Іншими ознаками дефіциту К є скручування листя та вкорочення міжвузлів, що призводить до затримки росту. Сильний дефіцит К 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 живильному середовищі зазвичай не викликає жодних токсичних симптомів у рослин [38].

1.3. Роль мікроелементів у процесі формування продуктивності нуту.

Бор - це неметалічний елемент, і Варінгтон [39] був першим вченим, який вперше описав його як мікроелемент у 1923 році. Він відіграє важливу роль у метаболізмі людини і є надзвичайно важливим на різних рівнях живих організмів [40]. Однак різні види потребують різного рівня бору для свого оптимального росту [41].

Рослини потребують бору в мізерних кількостях, однак незважаючи на це його роль у метаболічних процесах є значною. Він допомагає стабілізувати клітинні стінки рослин, цілісність мембран, транспорт цукру та утилізацію кальцію і азоту [42-44]. Крім того, бор є елементом, що визначає репродуктивність рослин, внаслідок його впливу на процеси запилення і запліднення та формування плодів. Роль даного елемента є більш вираженою під час репродуктивної стадії розвитку. Вчені зазначають, що його дефіцит у цей період призводить до стерильності пилку і значною мірою знижує

врожайність зерна [45].

Разом з тим, вчені зазначають, що дефіцит бору опосередковано впливає на фотосинтез, послаблюючи судинні тканини, відповідальні за транспорт іонів [46]. Так є припущення, що порушення в мембранах хлоропластів, продиховому апараті, градієнті енергії через мембрану і тилакоїдному транспорті електронів є основною причиною зниження фотосинтезу в умовах дефіциту бору [47].

Було показано, що під час проростання пилкової трубки бор підвищує ймовірність зав'язування плодів та збільшує насінневу продуктивність, що призводить до підвищення врожайності культур. Результати досліджень, проведених із різними культурами показали, що адекватне забезпечення рослин даним елементом зменшує кількість пустих колосків і підвищує врожайність до 5,5% у ячменю [48], збільшує довжину колоса і вміст пігментів у рослинах, зменшує ймовірність стерильності у пшениці [49], а також покращує якість і термін зберігання томатів [50].

Забезпеченість рослин бором впливає на доступність і поглинання рослинами інших поживних речовин з ґрунту. Очевидне збільшення поглинання і транслокації фосфору, азоту, калію, цинку, заліза і міді в листі, бруньках і насінні було помічено після удобрення бором бавовнику [51].

Разом з тим, вчені зазначають, що бор є унікальним мікроелементом, для якого порогові рівні дефіциту та токсичності є дуже вузькими [52]. Його дефіцит і надлишок є поширеною сільськогосподарською проблемою для рослин у посушливих і напівпосушливих умовах. Залежно від віку та виду, рослини проявляють широкий спектр симптомів дефіциту бору, найбільш вираженоми з яких є затримка росту коренів, обмеження росту апікальної меристеми, ламкість листя, зниження вмісту хлорофілу та фотосинтетичної активності, порушення транспорту іонів, підвищення вмісту фенолів та лігніну і, відповідно, зниження врожайності [53]. Поширеність симптомів залежить від тяжкості стану боро-дефіциту, оскільки рослини демонструють рівномірні симптоми дефіциту на всьому листі, але іноді у вигляді ізольованих плям.

Бор є елементом, який не реутилізується із старих листків у молоді. Тож симптом дефіциту даного елемента спочатку з'являються на молодих листках. Він проявляється у вигляді потовщення листкових пластинок, їх деформації, недорозвиненості, міжжилковому хлорозі, наявності жовтих плям на листкових пластинках, зменшенні відстані між жилками. В цілому рослина набуває форми куща [54]. У важких випадках відбувається некроз верхівки листка та його відмирання.

Нестача бору у зоні ризосфери призводить до гальмування розвитку кореневої системи. У проведених дослідженнях вчені [55] спостерігали уповільнене подовження коренів проростків кабачків впродовж 3-24 годин у варіантах із обмеженим надходженням даного елемента, тоді як проростки досягали нормальної швидкості росту протягом 12 годин після відновлення його надходження.

Недостатнє забезпечення рослин бором має негативний вплив на репродуктивну здатність рослин, спричиняючи різкі зміни в режимах цвітіння і плодоношення. Це часто призводить до формування порожніх і зморщених пиляків, розривів пилкових трубок, втрати життєздатності пилку, осипання квіткових бруньок, невдалого зав'язування плодів і передчасного опадання плодів внаслідок порушення транспорту фотосинтату і відповідного зменшення величини врожаю [56].

1.4. Роль мікроорганізмів у процесі формування продуктивності нуту

Ефективним доповненням до застосування мінеральних добрив можуть бути біопрепарати із стимуляторним ефектом на основі корисних мікроорганізмів і грибів [57].

Їх застосування може сприяти покращанню якості кінцевої продукції, стимулюванню імунної системи рослин, індукуванню біосинтезу захисних біомолекул, виведенню важких металів із забрудненого ґрунту, підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур, зменшенню вимивання

поживних речовин із ґрунту, покращенню проростання насіння і розвитку кореневої системи, підвищенню толерантності рослин до абіотичних та біотичних стресів, прискоренню приживлення культур, а також засвоєнню поживних речовин та підвищенню ефективності їх використання у процесі росту і розвитку [58].

Механізми дії мікробних біостимуляторів на рослини ще недостатньо вивчені, проте вони можуть регулювати експресію генів, пов'язаних з ростом клітин і біосинтезом целюлози, сприяти збільшенню довжини пагонів, підвищувати ефективність використання води, підвищувати інтенсивність і продуктивність фотосинтезу та утримання води в умовах посухи, посилювати газообмін, сприяють збільшенню біомаси рослин, знижувати рівень перекисного окислення ліпідів, збільшують виробництво органічних кислот, білка, розчинного цукру та біомаси, підвищують рівень хлорофілу, АБК та сумісних розчинених речовин; підвищують активність антиоксидантних ферментів, а також знижують проникність мембран в умовах сольового стресу [59].

Вчені визначили [60], що корисні мікроорганізми підвищують життєздатність рослин і сприяють розвитку, не виділяючи шкідливих побічних продуктів в атмосферу. Застосування мікроорганізмів впливає на ріст рослин безпосередньо або опосередковано через колонізацію коренів [61]. Їх використання посилює ріст рослин шляхом біоремедіації забруднених ґрунтів через секвестрацію токсичних важких металів і деградацію ксенобіотичних сполук, таких як пестициди. Крім того, вони мобілізують поживні речовини в ґрунтах, виробляють регулятори росту рослин, захищають рослини від фітопатогенів, контролюючи або пригнічуючи їх, і покращують структуру ґрунту [62]. Ризосферні бактерії допомагають кругообігу вуглецю в землі та навколишньому середовищі і запобігають втраті вуглецю в ґрунті завдяки метаболічній активності. Разом з тим вони можуть ефективно контролювати ураження рослин фітопатогенами.

Мікроорганізми, що оточують рослину у ґрунті, формують у зоні ризосфери фітомікробіом, що підвищує стійкість рослин до шкідливого впливу біотичних та абіотичних факторів [63]. Вчені виявили, що дихання і секреція кореневої системи, мають якісний і кількісний вплив на зону ризосфери [64]. Рослини, ґрунт, бактерії та гриби значною мірою взаємодіють у ризосфері з кореневою системою рослини і між собою. Факторами, що обумовлюють їх життєдіяльність та взаємодію є етап розвитку рослин, їх вид, ґрунтова тканина

Деякі ґрунтові мікроорганізми можуть створювати антимікробні речовини, які зупиняють розвиток фітопатогенів, захищаючи рослину від хвороб [65]. Так одні мікроорганізми утворюють ауксини, цитокініни та гібереліни, які стимулюють ріст коренів і пагонів [66]. Інші можуть легко використовувати процес «фіксації» для перетворення азоту з повітря в доступну для рослин форму, тим самим підвищуючи їх забезпеченість даним елементом. Відома також солубілізуюча дія мікроорганізмів, внаслідок чого рослини забезпечуються мінеральними поживними речовинами. Корисні мікроорганізми конкурують з патогенами за кисень, поживні речовини та простір, колонізуючи ризосферу, що знижує небезпеку інвазії патогенів та зміцнює рослини в цілому. Разом з тим вони підвищують стійкість рослин, активуючи захисні системи та підвищуючи їх толерантність до широкого спектру факторів навколишнього середовища, включаючи посуху та засоленість ґрунту [67, 68].

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 [69]. 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 Кононової), 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 місяця проведення досліджень.

Вегетаційний період нуту у 2023 році характеризувався контрастними погодними умовами. Початкові етапи розвитку досліджуваної культури відбувалися за помірного прогрівання повітря та достатнього вологозабезпечення. Середня температура повітря у квітні становила 9,8 °С, у той час як середньобагаторічна величина даного показника була на рівні 9,3 °С. в цілому за місяць випало 30,9 мм дощу. 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 нуту припав на червень, що характеризувався підвищеними на 0,9 °С 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 нуту відбувалося за жарких посушливих умов липня та недостатньої вологозабезпеченості рослин, що відповідно негативно відобразилося на формуванні продуктивності рослин (табл. 2.1).

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, °С 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, °С 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 нуту. Загалом вегетаційний період характеризувався значним недобором забезпеченості рослин вологою.

Натомість температура повітря у місяці вегетації різною мірою перевищувала середньобагаторічні значення. Значення абсолютного максимуму і мінімуму 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 (табл. 2.2).

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, °С 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 | |

2.3. Методика проведення досліджень.

Закладання досліду і проведення запланованих експериментів відбувалося 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) – інокуляція насіння біопрепаратом на основі бульбочкових азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* штаму МС 285 (BiNitro Нут, 2 л/т) (BNN);

(фактор В) – різні рівні забезпеченості рослин елементами мінерального живлення $N_0P_0K_0$, $N_{15}P_{30}K_{30}$, $N_{15}P_{60}K_{60}$, $N_0P_0K_0+B$, $N_{15}P_{30}K_{30}+B$, $N_{15}P_{60}K_{60}+B$. Підживлення бором проводилося у фазі гілкування.

Нут сорту Чекбек вирощували у досліді із рендомізованим розміщенням варіантів і повторень. Повторність розміщення варіантів у досліді була чотириразовою. Площа однієї ділянки становила 40 м². Нут вирощувався за рекомендованої технологією, із виключенням елементів, що вивчалися.

Для проведення аналізу розвитку вегетативної частини рослин у динаміці під час настання фаз гілкування, бутонізація, цвітіння, формування бобів, та досягання насіння кожен раз відбирали по 10 рослин. При цьому вимірювали висоту рослин, а також визначали їх суху масу. Вимірювання площі листкової поверхні у динаміці методом висічок проводили у фазах гілкування, бутонізації, цвітіння, формування і досягання насіння.

Безпосередньо перед збиранням врожаю насіння нуту відбирали проби для визначення величини елементів індивідуальної продуктивності рослин (кількість бобів, кількість насінин у одному бобу, маса насіння з однієї рослини, маса 1000 насінин) [70].

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТУ І РІВНЯ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН ЕЛЕМЕНТАМИ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

3.1. Вплив біопрепарату і рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на висоту рослин нуту.

Ріст рослин являє собою незворотне збільшення біомаси, яке проявляється в збільшенні довжини і діаметра рослини. Збільшення біомаси підтримується поділом і подовженням клітин. Всі рослини ростуть. Різниця полягає в швидкості росту, яка буває або повільною, або швидкою. Ріст припиняється у певний момент життєвого циклу рослини. На це впливає взаємодія генів і навколишнього середовища. Навколишнє середовище має значний вплив на ріст рослин. Фактор навколишнього середовища є світло, температура, вода і поживний режим. Інтенсивне зростання відбувається при мінімальних абіотичних і біотичних стресах. 17 основних поживних речовин є необхідними для росту і розвитку рослинам. Загальний ріст і розвиток рослин гальмується від дефіциту азоту.

Ріст є фундаментальною характеристикою живого організму. 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, які відбуваються за рахунок поглинутої і перетвореної у рослинах енергії сонячної радіації. Ріст рослин обумовлений наявністю меристем в певних місцях їх тіла. Клітини таких меристем мають здатність ділитися і самовідновлюватися. Продукт, однак, незабаром втрачає здатність до поділу, і такі клітини утворюють тіло рослини.

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, вологозабезпеченість, 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 нуту. Від початку цвітіння до формування бобів було занотовано 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 нуту у висоту був мінімальним.

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

Дані представленої таблиці чітко вказують на те, що найнижчі показники ростових характеристик гороху, тобто висота рослин, були занотовані на контрольному варіанті, тобто без застосування мінеральних і біологічних добрив. Разом з тим, отримані результати дослідження показали, позитивний вплив NPK, біодобрива, позакореневого підживлення 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 під час досягання зерна

на 2,1 і 2,6 см щодо контролю. Причому, доза внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$ виявилася більш ефективною у цьому відношенні (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Висота рослин нуту залежно від застосування біопрепарату і елементів мінерального живлення, см (2023-2024 рр.)

| Інокуляція насіння | Удобрення | Фази росту і розвитку рослин | | | | |
|--------------------|------------------------|------------------------------|-------------|----------|------------------|--------------------|
| | | гілкування | бутонізація | цвітіння | формування бобів | достигання насіння |
| - | $N_0P_0K_0$ | 10,8 | 23,8 | 29,7 | 41,8 | 43,2 |
| | $N_{15}P_{30}K_{30}$ | 12,3 | 25,3 | 31,2 | 43,8 | 45,3 |
| | $N_{15}P_{60}K_{60}$ | 12,9 | 25,9 | 32,7 | 44,5 | 45,8 |
| | $N_0P_0K_0+B$ | 11,7 | 24,3 | 30,8 | 42,7 | 44,7 |
| | $N_{15}P_{30}K_{30}+B$ | 13,2 | 26,3 | 32,3 | 44,3 | 46,2 |
| | $N_{15}P_{60}K_{60}+B$ | 14,8 | 27,5 | 34,5 | 45,6 | 47,1 |
| BNN | $N_0P_0K_0$ | 12,4 | 24,4 | 32,3 | 42,3 | 44,6 |
| | $N_{15}P_{30}K_{30}$ | 13,6 | 26,2 | 33,5 | 44,7 | 46,5 |
| | $N_{15}P_{60}K_{60}$ | 14,2 | 27,3 | 34,7 | 46,2 | 47,2 |
| | $N_0P_0K_0+B$ | 12,6 | 25,3 | 33,8 | 43,7 | 45,8 |
| | $N_{15}P_{30}K_{30}+B$ | 13,8 | 27,4 | 34,5 | 44,5 | 46,8 |
| | $N_{15}P_{60}K_{60}+B$ | 15,7 | 29,3 | 35,9 | 45,8 | 48,2 |

Обприскування посівів нуту бором у фазу гілкування покращувало умови для проходження ростових процесів у рослинах, що виражалося у збільшенні їх головного стебла на 1,5 см порівняно з контролем.

Його поєднання із внесенням мінеральних добрив сприяло збільшенню значень даного показника на 3,0-3,9 см щодо контролю. Підвищення рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення сприяло посиленню ростових процесів у рослинах і відповідному збільшенню їх висоти.

У варіантах із застосуванням біопрепарату висота рослин впродовж вегетаційного періоду гороху перевищувала контрольний варіант і у фазі досягання зерна становила 44,6 см проти 43,2 см – на контрольному варіанті.

Рослини, інокуювані біопрепаратом у поєднанні з позакореневим внесенням бору, мали вищі значення оцінюваного параметру впродовж вегетаційного періоду, ніж рослини, на яких не проводилося застосування досліджуваних елементів технології вирощування.

Дані також показали, що найвищі значення висоти рослин були відмічені у варіантах комплексного поєднання усіх досліджуваних факторів дослідження, причому поєднання застосування інокуляції насіння і позакореневого підживлення рослин виявилось більш ефективним на фоні внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$. У цьому варіанті висота рослин у фазі досягання зерна перевищила контроль на 5,0 см.

3.2. Вплив біопрепарату і рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на динаміку розвитку листкової поверхні посівів нуту.

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 піддається 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 нуту. Дані представленої таблиці показують, що найменші параметри площі листкової поверхні були відмічені у контрольному варіанті. Разом з тим, отримані результати дослідження показали, позитивний вплив NPK, біодобрива, позакореневого підживлення бором та їх поєднання на процес формування листкової поверхні рослин у посівах нуту впродовж усього періоду вегетації.

У варіантах застосування NPK, площа листкової поверхні посівів нуту збільшувалася впродовж періоду вегетації, при цьому перевищуючи контроль у всі фази росту і розвитку і у фазі максимального свого розвитку (формування бобів) перевищувала контрольний варіант на 1,2 тис. м²/га. Внесення N₁₅P₅₀K₄₀ забезпечило кращий розвиток листкової поверхні, ніж N₁₅P₂₅K₂₀.

У варіантах із застосуванням біопрепарату перевищення величини площі листкової поверхні посівів нуту щодо контрольного варіанту спостерігалось впродовж усього вегетаційного періоду, і у фазі формування бобів становило 0,6 тис. м²/га. Проведення позакореневого підживлення посівів бором сприяло збільшенню величини даного параметру порівняно з контролем за період цвітіння - досягання зерна на 0,5-0,8 тис. м²/га.

Поєднання інокуляції насіння і позакореневого підживлення рослин бором сприяло збільшенню величини листкової поверхні посівів гороху у фазі максимального її розвитку на 3,1-6,4 тис. м²/га порівняно з контролем. Найвищі значення даного показника у цей період були відмічені у варіанті поєднання інокуляції насіння і позакореневого підживлення посівів бором на фоні внесення N₁₅P₆₀K₆₀.

Слід також відзначити нерівномірність збільшення величини листкової поверхні посівів нуту 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 нуту залежно від застосування досліджуваних факторів сягала значень 26,7-32,8 тис. м²/га. Надалі, від формування бобів до наливу зерна розміри листової поверхні посівів поступово зменшувалися, здебільшого за рахунок відмирання листків нижніх ярусів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Динаміка наростання листової поверхні нуту залежно від застосування біопрепарату і елементів мінерального живлення, тис. м²/га (2023-2024 рр.)

| Інокуляція насіння | Удобрення | Фази росту і розвитку рослин | | | | |
|--------------------|--|------------------------------|-------------|----------|------------------|--------------------|
| | | гілкування | бутонізація | цвітіння | формування бобів | достигання насіння |
| - | N ₀ P ₀ K ₀ | 3,65 | 9,8 | 20,8 | 26,7 | 10,9 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ | 3,86 | 10,5 | 21,3 | 27,9 | 11,7 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ | 3,93 | 11,7 | 22,9 | 28,2 | 12,3 |
| | N ₀ P ₀ K ₀ +B | 3,78 | 10,4 | 21,6 | 27,5 | 11,4 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ +B | 3,95 | 11,9 | 23,1 | 28,4 | 12,7 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +B | 4,12 | 12,3 | 24,5 | 28,9 | 13,5 |
| BNN | N ₀ P ₀ K ₀ | 3,74 | 10,7 | 21,1 | 27,3 | 11,7 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ | 3,86 | 11,5 | 22,7 | 28,9 | 12,8 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ | 3,92 | 12,9 | 23,8 | 31,2 | 14,2 |
| | N ₀ P ₀ K ₀ +B | 3,81 | 11,4 | 22,8 | 28,6 | 12,5 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ +B | 3,94 | 12,8 | 23,9 | 29,5 | 13,1 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +B | 4,23 | 13,2 | 25,2 | 32,8 | 15,2 |

3.3. Вплив біопрепарату і рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на тривалість і продуктивність фотосинтетичної діяльності листкової поверхні посівів нуту.

У процесі фотосинтезу листкові пластинки вловлюють енергію сонячних променів впродовж періоду вегетації та перетворюють її у біомасу. Таким чином кількість синтезованої рослиною органічної речовини визначається не тільки розмірами листкової поверхні, а й тривалістю періоду її активного функціонування. Тривалість перебування листкової 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 листкової поверхні та тривалість її активної фотосинтетичної роботи (рис. 3.1).

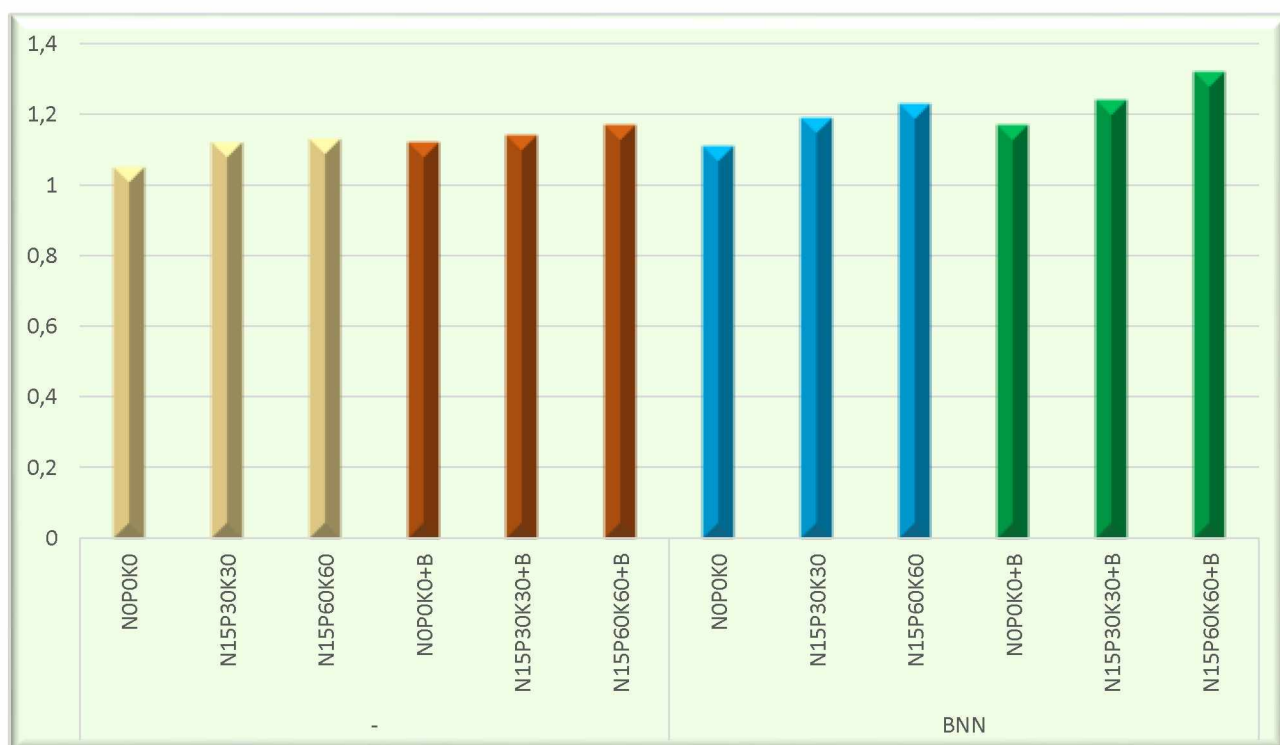


Рис. 3.1. Фотосинтетичний потенціал посівів у фазі цвітіння-формування бобів залежно від застосування біопрепарату і елементів мінерального живлення, млн. м²×діб/га (2023-2024 рр.)

Так мінеральне удобрення забезпечило підвищення значень фотосинтетичного потенціалу посівів гороху на 0,27-0,36 млн $\text{m}^2 \times \text{дїб/га}$ порівняно з контролем. Слід відмітити закономірне збільшення величини даного показника у варіанті внесення $\text{N}_{15}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ порівняно із $\text{N}_{15}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$. У варіантах із застосуванням біопрепарату фотосинтетичний потенціал посівів гороху збільшився порівняно із контролем на 0,06 млн $\text{m}^2 \times \text{дїб/га}$. Позакореневе підживлення рослин бором сприяло збільшенню показника фотосинтетичного потенціалу щодо контрольного варіанту на 0,07 млн $\text{m}^2 \times \text{дїб/га}$. У варіанті BiNitro Нут + В величина фотосинтетичної потужності посівів нуту перевищувала контрольний варіант на 0,12 млн $\text{m}^2 \times \text{дїб/га}$, а максимальні її значення були відмічені у разі комплексного застосування факторів досліду.

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, хлоропластах, 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. У варіантах із

внесенням NPK значення даного показника перевищували контроль на 0,06-0,16 г/м² за добу, причому їх вищі значення були відмічені у варіанті внесення N₁₅P₆₀K₆₀. Проведення інокуляції насіння підвищувало інтенсивність продукування рослинами органічної біомаси на 0,10 г/м² за добу щодо контрольного варіанта, а її поєднання із позакореневим підживленням рослин бором забезпечувало прибавку даного показника щодо контролю на 0,21 г/м² за добу (рис.3.2).

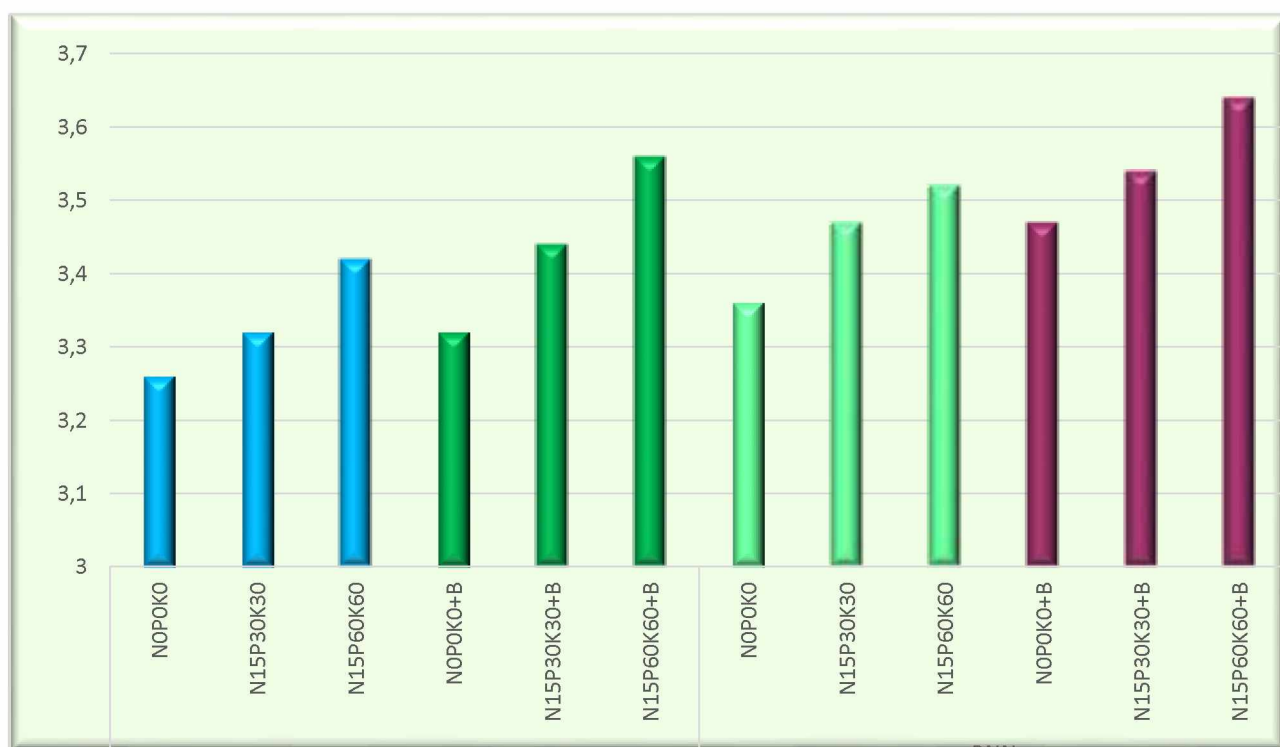


Рис. 3.2. Чиста продуктивність фотосинтезу у фазі цвітіння-формування бобів залежно від застосування біопрепарату і елементів мінерального живлення, г/м² за добу (2023-2024 рр.)

Комплексне застосування макро- і мікродобрив та мікробіологічного препарату на основі азотфіксуючих бактерій значно підвищило інтенсивність накопичення рослинами органічної речовини. Про це свідчить збільшення величини чистої продуктивності фотосинтезу до 3,54-3,64 г/м² за добу.

Інтенсивність накопичення органічних сполук визначила величину загальної надземної біомаси рослин. Вона підвищувалася по мірі покращання поживного режиму (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Динаміка накопичення абсолютно сухої речовини рослинами нуту
залежно від застосування біопрепарату і елементів мінерального
живлення, г/м² (2023-2024 рр.)**

| Інокуляція насіння | Удобрення | Фази росту і розвитку рослин | | | | |
|-----------------------|--|------------------------------|-------------|----------|---------------------|-----------------------|
| | | гілкування | бутонізація | цвітіння | формування бобів | достигання насіння |
| - | N ₀ P ₀ K ₀ | 12,8 | 25,3 | 37,4 | 101,7 | 305,3 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ | 13,2 | 26,2 | 38,6 | 103,4 | 310,2 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ | 14,3 | 27,1 | 39,9 | 105,4 | 312,5 |
| | N ₀ P ₀ K ₀ +B | 13,4 | 26,4 | 38,9 | 102,6 | 306,7 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ +B | 14,2 | 27,5 | 40,1 | 104,6 | 313,6 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +B | 14,8 | 28,6 | 41,3 | 106,7 | 314,2 |
| BNN | N ₀ P ₀ K ₀ | 13,7 | 26,1 | 38,6 | 103,2 | 307,2 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ | 14,5 | 27,3 | 39,6 | 104,5 | 314,2 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ | 15,3 | 28,1 | 40,6 | 106,7 | 315,4 |
| | N ₀ P ₀ K ₀ +B | 14,7 | 27,7 | 39,7 | 105,3 | 308,8 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ +B | 15,2 | 29,7 | 41,3 | 106,8 | 316,7 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +B | 16,7 | 30,4 | 42,3 | 107,4 | 318,2 |

Так, внесення мінеральних добрив забезпечило підвищення значень маси рослин у абсолютно сухому стані у фазі достигання зерна на 4,9–7,2 г порівняно з контролем. Слід відмітити закономірне збільшення величини даного показника у варіанті внесення N₁₅P₆₀K₆₀ порівняно із N₁₅P₃₀K₃₀.

Застосування біопрепарату сприяло збільшенню маси рослин у сухому стані на 1,9 г порівняно з контролем. У варіантах із проведенням позакореневого підживлення рослин бором суха маса рослин перевищувала контроль на 1,4 г. Поєднання інокуляції насіння і позакореневого підживлення рослин забезпечило прирост надземної сухої маси рослин на рівні 3,5 г щодо контрольного варіанта. Найбільш сприятливі умови накопичення рослинами абсолютно сухої біомаси створювалися у варіантах поєднання інокуляції насіння та обприскування посівів бором на фоні внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$, де величина показника маси рослин у абсолютно сухому стані була найвищою.

3.4. Вплив біопрепарату і рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів нуту

Індивідуальна продуктивність рослин виступає як складна взаємодія усіх фізіологічних процесів 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 нуту (рис. 3.3; 3.4; 3.5). Так проведення позакореневого підживлення рослин бором сприяло збільшенню кількості бобів, насінин у них, маси 1000 насінин порівняно з контролем контрольним варіантом на 1,3 шт., 0,1 шт., і 1,1 г відповідно. За проведення допосівної інокуляції насіння величини показників, що досліджувалися збільшувалися по відношенню до контролю на 1,5 шт., і 0,6 г відповідно. У варіантах із поєднанням інокуляції насіння і проведення позакореневого підживлення рослин збільшення величин кількості бобів, насінин у них, маси 1000 насінин становило 2,1 шт., 0,1 шт., і 2,8 г відповідно. Найбільш ефективним виявилось комплексне застосування факторів, що вивчалися. При цьому слід відмітити, що на фоні внесення

$N_{15}P_{60}K_{60}$ поєднання інокуляції насіння і позакореневого підживлення рослин мало вищу ефективність.

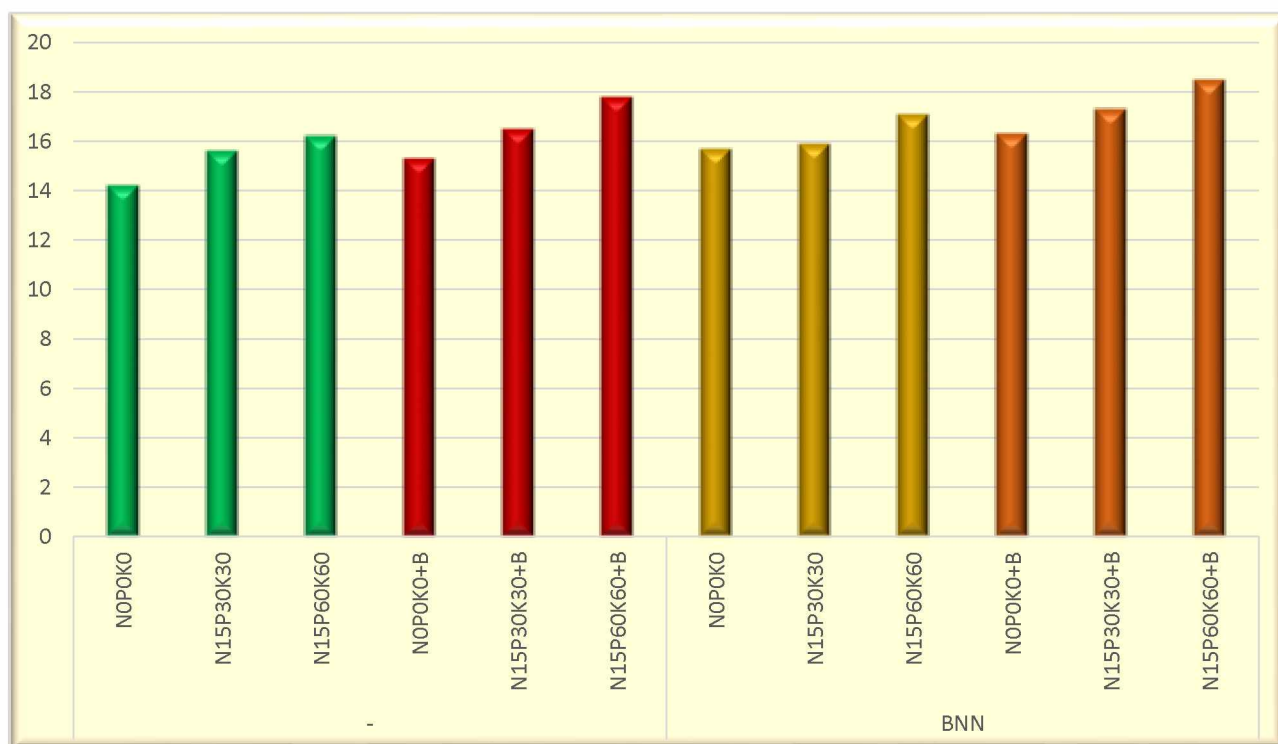


Рис. 3.3. Кількість бобів на 1 рослині залежно від застосування біопрепарату і елементів мінерального живлення, шт. (2023-2024 рр.)

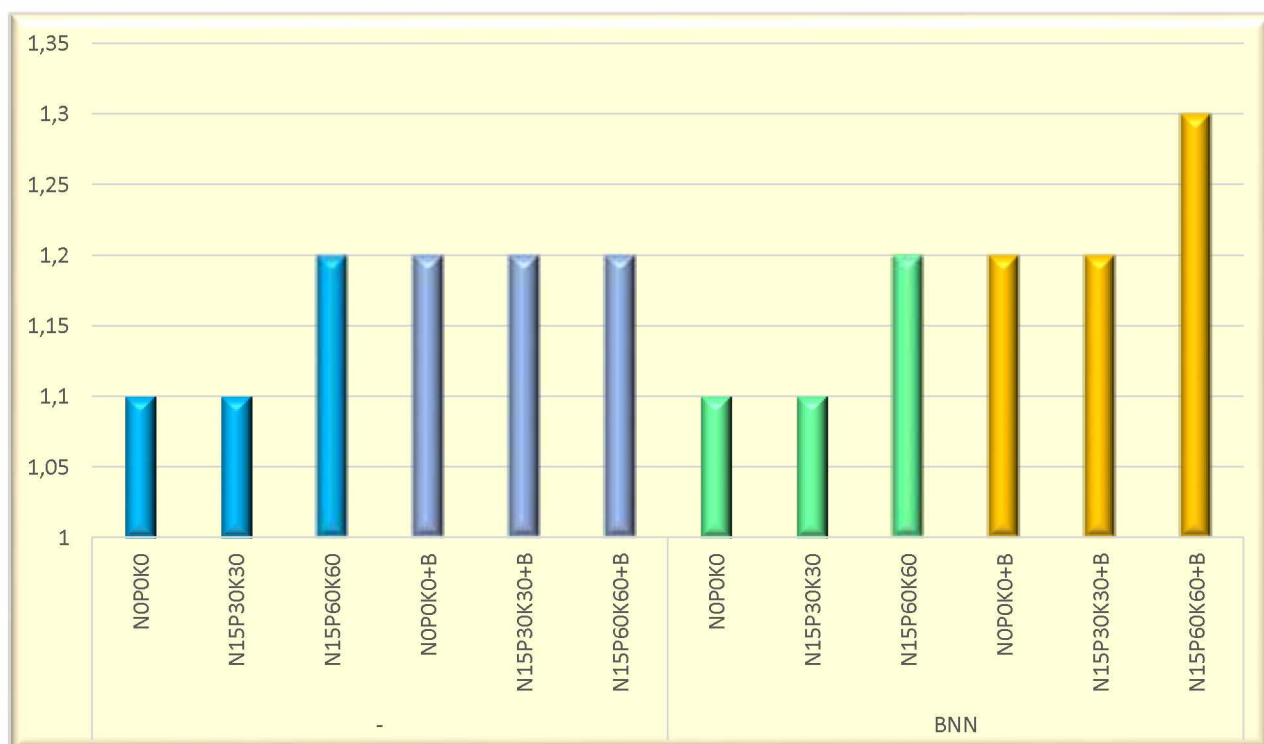


Рис. 3.4. Кількість насінин у 1 бобі залежно від застосування біопрепарату і елементів мінерального живлення, шт. (2023-2024 рр.)

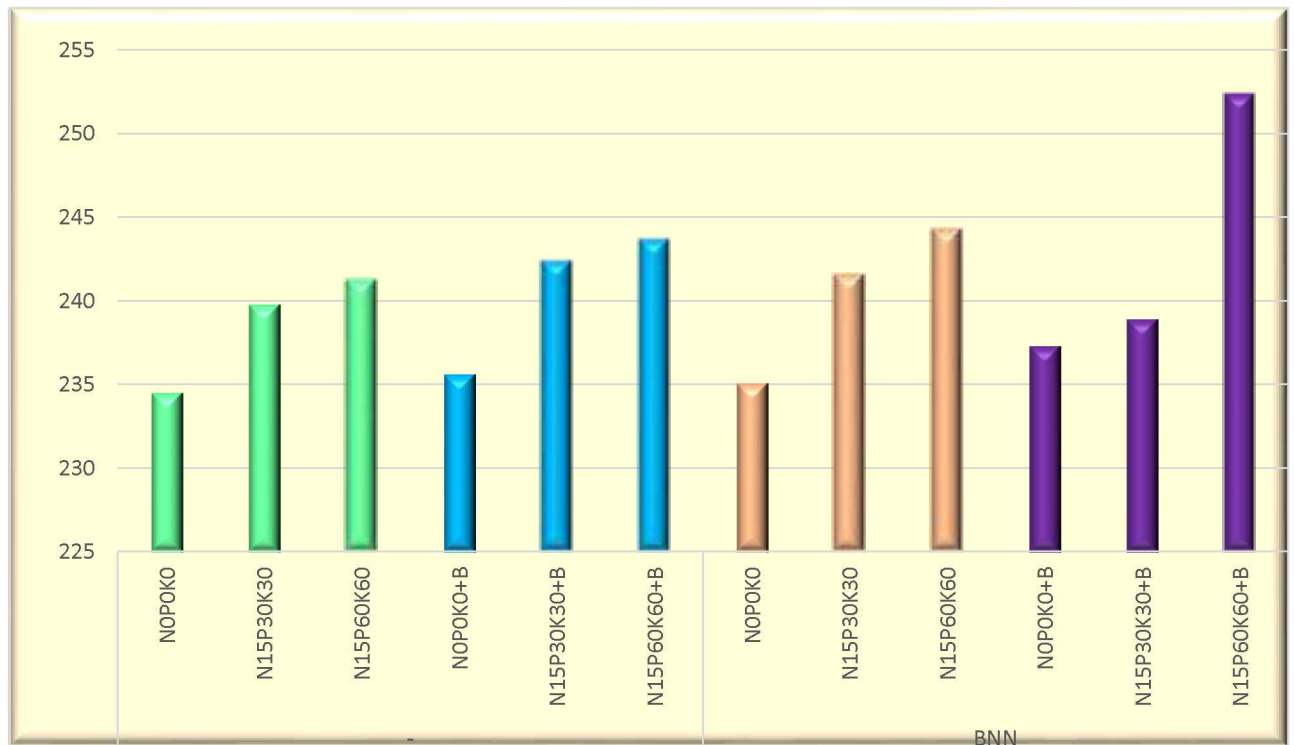


Рис. 3.5. Маса 1000 насінин залежно від застосування біопрепарату і елементів мінерального живлення, г (2023-2024 рр.)

Інтенсивний ріст надземної частини і кореневої системи рослин, достатній розвиток фотосинтезуючої поверхні рослин та посилення її фотосинтетичної активності, 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. Величини усіх цих елементів індивідуальної продуктивності рослин обумовили зростання показника урожайності насіння.

Найвищі значення даного показника були зафіксовані у варіанті поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$. Величина урожайності насіння у середньому за роки проведення дослідження у даному варіанті досліду була найвищою (1,94 т/га).

Прибавка урожайності насіння нуту від внесення різних доз мінеральних добрив була на рівні 0,12-1,24 т/га.

Інокуляція насіння і проведення позакореневого підживлення рослин давали приріст урожайності насіння порівняно з контролем на рівні 0,09 і 0,14 т/га. відповідно, а у варіанті їх поєднання величина даного показника становила 1,75 т/га (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Урожайність насіння нуту залежно від застосування біопрепарату і елементів мінерального живлення, т/га

| Інокуляція насіння | Удобрення | Урожайність насіння, т/га | | Середнє за роками, т/га |
|--------------------|--|---------------------------|------|-------------------------|
| | | 2023 | 2024 | |
| - | N ₀ P ₀ K ₀ | 1,68 | 1,33 | 1,51 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ | 1,74 | 1,52 | 1,63 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ | 1,86 | 1,64 | 1,75 |
| | N ₀ P ₀ K ₀ +B | 1,77 | 1,52 | 1,65 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ +B | 1,89 | 1,55 | 1,72 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +B | 1,95 | 1,69 | 1,82 |
| BNN | N ₀ P ₀ K ₀ | 1,71 | 1,48 | 1,60 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ | 1,83 | 1,62 | 1,73 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ | 1,98 | 1,75 | 1,87 |
| | N ₀ P ₀ K ₀ +B | 1,83 | 1,67 | 1,75 |
| | N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ +B | 1,96 | 1,75 | 1,86 |
| | N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +B | 2,04 | 1,83 | 1,94 |

Н₁₅Р_{0,95}, т/га А – 0,10; В – 0,12; АВ – 0,16

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ І ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

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 біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із мінеральним добривом і позакореневим підживленням був здійснений із врахуванням вартості матеріалів та проведених технологічних операцій 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 нуту 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 (18300 грн./га) він у контрольному варіанті, найвищим (23670 грн./га) – у варіанті поєднання усіх досліджуваних факторів 24932 грн/га.

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 інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$.

Значення вартості валової продукції та виробничих витрат визначили рівень умовного чистого прибутку, собівартості та рентабельності застосування пропонованих елементів технології вирощування нуту (табл.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність застосування біопрепарату і різного рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення у технологічному процесі вирощування нуту (2023-2024 рр.)

| Інокуляція насіння | Удобрення | Вартість валової продукції грн./га | Виробничі витрати, грн./га | Умовно-чистий прибуток, грн./га | Собівартість, грн./т | Рентабельність, % |
|--------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| - | $N_0P_0K_0$ | 22650 | 18300 | 4350 | 12119 | 35,89 |
| | $N_{15}P_{30}K_{30}$ | 24450 | 21650 | 2800 | 13282 | 21,08 |
| | $N_{15}P_{60}K_{60}$ | 26250 | 22400 | 3850 | 12800 | 30,08 |
| | $N_0P_0K_0+B$ | 24750 | 19900 | 4850 | 12060 | 40,21 |
| | $N_{15}P_{30}K_{30}+B$ | 25800 | 21900 | 3900 | 12732 | 30,63 |
| | $N_{15}P_{60}K_{60}+B$ | 27300 | 22700 | 4600 | 12472 | 36,88 |
| BNN | $N_0P_0K_0$ | 24000 | 20100 | 3900 | 12567 | 31,04 |
| | $N_{15}P_{30}K_{30}$ | 25950 | 22000 | 3950 | 12716 | 31,06 |

| | | | | | | |
|--|------------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| | $N_{15}P_{60}K_{60}$ | 28050 | 22900 | 5150 | 12245 | 42,05 |
| | $N_0P_0K_0+B$ | 26250 | 21000 | 5250 | 12000 | 43,75 |
| | $N_{15}P_{30}K_{30}+B$ | 27900 | 22200 | 5700 | 11935 | 47,76 |
| | $N_{15}P_{60}K_{60}+B$ | 29100 | 23670 | 5430 | 11985 | 45,03 |

Залежно від факторів, що вивчалися, величина чистого прибутку у технологічному процесі вирощування нуту змінювалася у межах 2800-5700 грн./га.

Собівартість вирощеної продукції при цьому становила 11935-13282 грн./т, а рентабельність виробництва змінювалася у межах 21,08-47,76 %

У ході проведення детального аналізу економічної ефективності впровадження пропонованих елементів технології вирощування нуту було визначено, що серед факторів, які вивчалися у дослідженні найбільш доцільним виявилось поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{30}K_{30}$, де рентабельність виробничого процесу насіння нуту сягала рівня 47,76 %.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

У наш час внесення добрив є одним із найважливіших способів підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва та покращання її якісних характеристик. Однак, надмірне використання хімічних добрив в сільському господарстві призводить до великої кількості екологічних проблем, оскільки деякі добрива містять важкі метали та високі концентрації радіонуклідів. Добрива в агроecosystemі є основним джерелом надходження важких металів і радіонуклідів у рослинах, а деякі з них призводять до накопичення неорганічних забруднювачів [71].

Численні спостереження показали, що азот є одним із основних забруднювачів водної системи. До водного середовища він може потрапляти внаслідок дренажу, вилуговування та стоку. Вилуговування нітратів

здебільшого пов'язане з внесенням значних доз добрив. Рослини не у повній мірі використовують внесені добрива. У ґрунті добрива перетворюються в нітрати шляхом нітрифікації мікроорганізмами.

Зрошувані сільськогосподарські землі в деяких посушливих і напівпосушливих регіонах, збільшує кількість нітратів, що накопичуються у ґрунті разом із випаровуванням води. Залежно від умов, що склалися, накопичені нітрати вимиваються в різній кількості. Дослідження довели, що навіть в ідеальних умовах рослини використовують 50% азотних добрив внесених у ґрунт, 2-20% втрачається при випаровуванні, 15-25% вступає в реакцію з органічними сполуками в глинистому ґрунті, а решта 2-10% забруднюють поверхневі та ґрунтові води [72, 73].

Проблему нітратів у підземних водах слід розглядати в глобальному контексті. Так на 22% посівних площ в Європі концентрації нітратів у підземних водах перевищує міжнародний рекомендований рівень на 11,3 мг/л. В європейських країнах значення концентрації $\text{NO}_3\text{-N}$ становить 23 мг/л, а в США - 45 мг/л. Результати наукових досліджень показали, що глибокі ґрунтові води містять низькі концентрації амонію (менше 0,3 мг-N/л) проте значно вищі концентрації нітратів (менше 1,0 мг/н.л. до 28,0 мг- н.л.). Було визначено, що для більшості зразків підземних вод джерелом азотних добрив виступала приточна річка, що дренвала сільський водозбірний басейн [74].

Подібні високі концентрації NO_3^- і NH_4^+ також були зафіксовані в США. Згідно з дослідженнями проведеними із зразками питної води, взятої в колодязях, що використовуються на фермах в Онтаріо (Канада), приблизно в 14% свердловин було виявлено перевищення граничних значень концентрації $\text{NO}_3\text{-N}$. У цьому дослідженні було обрано чотири фермерських колодязі в кожному населеному пункті, де >50% земельної площі використовується для сільськогосподарського виробництва [75].

У людському організмі нітрати з питної води всмоктуються в кишковому тракті за 4-12 годин і виводяться нирками, що так само як і слинні

залози можуть накопичувати нітрати. У ротовій порожнині нітрати відновлюються до нітритів.

Токсичний вплив нітратів можна розглядати в три ступеня. Найменш токсична дія нітратів спостерігається за їх концентрації у питній воді 50 мг NO_3^- /л. Споживання такої води призводить до запалення травної та сечовидільної систем. Висока концентрація нітратів у питній воді за вторинної токсичності викликає метамоглобіанемію у немовлят. Оскільки організм немовлят молодше шести місяців ще не продукує шлункову кислоту, нітрати і нітрити реагують з гемоглобіном у крові. Внаслідок цього залізо, що міститься в гемоглобіні, втрачає транспортну функцію кисню крові. Як наслідок, немовлята задихаються до смерті. Разом з тим в недавніх дослідженнях була виявлена сильна канцерогенна дія нітритів, амінів, амідів була виявлена.

Одним з негативних наслідків інтенсивного використання добрив є евтрофікація води. Збільшення кількості сполук азоту та фосфору у воді призводить до збільшення кількості вищих водних рослин і водоростей у придонному шарі, в результаті чого середовище позбавляється кисню, і є непридатним для пиття і водопостачання. У такому середовищі спостерігається зменшення кількості живих організмів, загибель риби, розмноження небажаних видів водних істот, також виникає проблема неприємного запаху, і в кінцевому рахунку таке середовище стає непридатним для рекреації.

Разом з тим, надмірне внесення добрив призводить до забруднення повітря викидами оксидів азоту (NO , N_2O , NO_2). В атмосфері присутні водяна пара, вуглекислий газ, метан, водень, сірководень сірководень галонні гази та ін. N_2O , що попадає до нижніх шарів тропосферного озону сприяє парниковий ефект. Вміст атмосферного N_2O збільшується від 0,2 до 0,3% щороку [76].

Внесення у поверхневий шар ґрунту вапняних та лужних ґрунтів аміачних добрив та сечовини може призвести до випаровування аміаку. У свою чергу, викиди аміаку з удобрених земель призводять до осадження в

екосистемах та пошкодження рослинності. Аміак може окислюватися і перетворюватися на азотну та сірчану кислоти, конденсуватися у повітря та створювати кислотні дощі після хімічних перетворень. Кислотні дощі можуть пошкоджувати як рослинність, а також живі організми водойм [77].

Хімічні добрива мають значний і тривалий негативний вплив на ґрунт. Їх багаторазове внесення може спричинити токсичне забруднення ґрунту важкими металами. Крім того ці небезпечні важкі метали не лише руйнують ґрунт, але й накопичуються в зерні, фруктах та овочах. Наприклад, добрива, такі як потрійний суперфосфат, містять мікроелементи металів, таких як кадмій та миш'як, що накопичуються в рослинах і можуть впливати на здоров'я людини через харчові ланцюги. [78].

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

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 покладено на директора господарства. У своїй діяльності по охороні праці він керується законодавчими і нормативними актами, наказами і розпорядженнями вищих органів, типовими правилами пожежної безпеки.

За охорону праці на підприємстві відповідає інженер з охорони праці. За дотримання правил техніки безпеки безпосередньо на місцях праці відповідають керівники і спеціалісти відповідних підрозділів.

Операції пов’язані з приготуванням, підвезенням та внесенням мінеральних добрив слід виконувати під наглядом спеціаліста із охорони праці.

Щороку до початку проведення польових робіт усі задіяні у технологічному процесі спеціалісти, проходять інструктаж з питань охорони праці та медичний огляд.

Особам, що мають відповідальність щодо транспортування, зберігання та застосування хімічних добрив, необхідно мати спеціальний допуск для проведенні робіт із відповідним обладнанням і засобами. Виконання даних робіт працівниками здійснюється згідно із належно оформленим розпорядженням.

Особи, що мають хронічні захворювання, вагітні й жінки годувальниці а також діти до 18 років до робіт із хімічними добривами не допускаються.

Проведення робіт із мінеральними добривами має бути максимально механізованим. Кожному працівнику на весь період робіт належить мати комплект спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту (протигаз, респіратор із змінними патронами, захисні окуляри, рукавички тощо).

Засоби індивідуального захисту вибираються і застосовуються у відповідності до властивостей мінеральних добрив, умов праці та особистого фізичного стану працівників. Захисні засоби зберігаються у окремих персональних шафах, що знаходяться у відповідних приміщеннях.

Особливу увагу слід приділяти вимогам безпеки під час усього процесу використання хімічних добрив (зберігання, навантаження, транспортування, постачання до поля, внесення)

До проведення даних технологічних операцій керівник даних робіт повинен провести інструктаж щодо якісної характеристики добрив, а також особливостей їх впливу на організм людини і навколишнє середовище. Також повинен ознайомити працівників із заходами індивідуальної безпеки, правилами охорони праці та правилами дотримання працівниками гігієни праці на робочому місці. Важливим також є ознайомлення працівників з правилами надання домедичної допомоги.

ВИСНОВКИ

1. Інокуляція насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій, мінеральне удобрення NPK, позакореневе підживлення рослин у фазу гілкування В та їх поєднання виявило позитивний вплив на інтенсивність наростання надземної частини рослин, про що свідчить збільшення параметрів їх висоти і маси. У цьому відношенні найбільш ефективним виявилось поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$.

2. Величина листкової поверхні посівів, продуктивність її фотосинтетичної діяльності визначалися впливом досліджуваних факторів та їх взаємодією. Найвищі їх параметри були забезпечені у варіантах поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$.

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 поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$.

4. Поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{60}K_{60}$ забезпечило отримання 2,19 т/га насіння нуту.

5. За оцінкою економічної ефективності найбільш доцільним виявилось поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{30}K_{30}$. У даному варіанті урожайність насіння нуту становила 1,86 т/га. Однак, за рахунок значного зменшення витрат на

придбання і внесення мінеральних добрив, рівень рентабельність виробництва насіння нуту був найвищим (47,76 %).

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 інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{30}K_{30}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Tiwari P., Chintagunta A.D., Dirisala V.R., Sampath Kumar N.S. Legume Derived Bioactive Peptides. In: Guleria P., Kumar V., Lichtfouse E. Sustainable Agriculture Reviews 45: Legume Agriculture and Biotechnology Vol 1. Springer International Publishing. Cham. 2020. 29–52. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53017-4_2
2. Saldanha do Carmo C., Costa L., Serra A.T., Knutsen S.H., Sahlstrøm S., Bronze M.R. (2021) Alternative protein sources. In: Food Technology Disruptions. Academic Press, 2021. 131–174. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821470-1.00010-0>
3. Mohammadzadeh Alghou M., Janmohammdi M., Sabaghnia N. Effects of sowing date and nutrition management as organic, chemical, biological and nanotropic in Chickpea Yield. Journal of Crop Production. 2019. 11 (4): 55–70. doi: <https://doi.org/10.22069/ejcp.2019.15025.2127>
4. Zhang Y., Huang X., Zeng X., Li L., Jiang Y. Preparation, functional properties, and nutritional evaluation of chickpea protein concentrate. Cereal Chemistry. 2023. 100 (2). 310–320. doi: <https://doi.org/10.1002/cche.10608>
5. Gupta N., Gautam A.K., Bhagyawant S.S. Biochemical characterisation of lectin from wild chickpea (*Cicer reticulatum* L.) with potential inhibitory action against human cancer cells. Journal of food biochemistry. 2019. 43 (2). e12712. doi: <https://doi.org/10.1111/jfbc.12712>
6. Li P., Lu B., Gong J., Li L., Chen G., Zhang J., Chen Y., Tian X., Han B., Guo Y. Chickpea extract ameliorates metabolic syndrome symptoms via restoring intestinal ecology and metabolic profile in type 2 diabetic rats.

- Molecular Nutrition & Food Research. 2021. 65 (13). 2100007. <https://doi.org/10.1002/mnfr.202100007>
7. Niño-Medina G., Muy-Rangel D., UríasOrona V. Chickpea (*Cicer arietinum*) and soybean (*Glycine max*) hulls: byproducts with potential use as a source of high value-added food products. Waste and biomass valorization. 2017. 8. 1199–1203. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9700-4>
 8. Dotaniya C.K., Lakaria B.L., Sharma Y., Meena B.P., Aher S.B., Shirale A.O., Gurav Pandurang P., Dotaniya M.L., Biswas A.K., Patra A.K. Performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in maize-chickpea sequence under various integrated nutrient modules in a Vertisol of Central India. Plos one. 2022. 17 (2). e0262652. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262652>
 9. Jukanti A.K., Gaur P.M., Gowda C., Chibbar R.N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. British Journal of Nutrition. 2012. 108. 11–26. <https://doi.org/10.1017/S0007114512000797>
 10. Bazzano L.A., Thompson A.M., Tees M.T., Nguyen C.H., Winham D.M. Non-soy legume consumption lowers cholesterol levels: A meta-analysis of randomized controlled trials. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2011. 21 (2). 94–103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2009.08.012>
 11. Wang J., Li Y., Li A., Liu R.H., Gao X., Li D., Kou X., Xue Z. Nutritional constituent and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. Food Research International. 2021. 150. 110790.
 12. de Camargo A.C., Favero B.T., Morzelle M.C., Franchin M., Alvarez-Parrilla E., de la Rosa L.A., Geraldi M.V., Maróstica Júnior M.R., Shahidi F., Schwember A.R. Is chickpea a potential substitute for soybean? Phenolic bioactives and potential health benefits. International journal of molecular sciences. 2019. 20 (11): 2644. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms20112644>
 13. Mathew S.E., Shakappa D., Rengel Z. A review of the nutritional and antinutritional constituents of chickpea (*Cicer arietinum*) and its health benefits. Crop and Pasture Science. 2022. 73 (4): 401–414.

14. Mukhamedov N., Wubulikasimu A., Rustamova N., Nuerxiati R., Mirzaakhmedov S., Ishimov U., Ziyavitdinov J., Yili A., Aisa H.A. Synthesis and characterization of novel chickpea protein hydrolysate vanadium complexes having cell Inhibitory effects on lung cancer A549 cells lines. *The Protein Journal*. 2021. 40. 721–730. <https://doi.org/10.1007/s10930-021-09979-4>
15. Vallath A., Shanmugam A., Rawson A. Prospects of future pulse milk variants from other healthier pulses - As an alternative to soy milk. *Trends in Food Science & Technology*. 2022. 124. 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.03.028>
16. Thakur R., Bisen N., Shrivastava A., Rai S., Sarvade S. Impact of integrated nutrient management on crop productivity and soil fertility under rice (*Oryza sativa*)– chickpea (*Cicer arietinum*) cropping system in Chhattisgarh plain agro-climatic zone. *Indian Journal of Agronomy*. 2023. 68 (1). 9–13. <https://doi.org/10.59797/ija.v68i1.195>
17. Khan S., Shah Z., Mian I.A., Dawar K., Tariq M., Khan B., Mussarat M., Amin H., Ismail M., Ali S. Soil fertility, N₂ fixation and yield of chickpea as influenced by long-term biochar application under mung–chickpea cropping system. *Sustainability*. 2020. 12 (21). 9008. <https://doi.org/10.3390/su12219008>
18. Yadav P., Yadav D., Kumar A., Sachan R., Yadav S. (2022) Effect of fertility levels and biofertilizers application on yield, yield attributes, and economics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Plant & Soil Science*. 2022. 34 (13): 65–69. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2022/v34i133097>
19. Zan R., Zhu L., Wu G., Zhang H. Identification of novel peptides with alcohol dehydrogenase (ADH) activating ability in chickpea protein hydrolysates. *Foods*. 2023. 12 (8). 1574. <https://doi.org/10.3390/foods12081574>
20. Centrone M., Gena P., Ranieri M., Di Mise A., D'Agostino M., Mastrodonato M., Venneri M., De Angelis D., Pavan S., Pasqualone A. (2020) In vitro and

- in vivo nutraceutical characterization of two chickpea accessions: Differential effects on hepatic lipid over-accumulation. *Antioxidants*. 2020. 9 (3). 268. <https://doi.org/10.3390/antiox9030268>
21. Zhao M., Cui W., Hu X., Ma Z. Antihyperlipidemic and ameliorative effects of chickpea starch and resistant starch in mice with high fat diet induced obesity are associated with their multi-scale structural characteristics. *Food & Function*. 2022. 13 (9).
 22. Syed Q.A., Rashid Z., Ahmad M.H., Shukat R., Ishaq A., Muhammad N., Rahman H.U.U. Nutritional and therapeutic properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): a review. *International Journal of Food Properties*. 2020. 23. (1). 1777–1791.
 23. Warembourg F.R., Roumet C. Why and how to estimate the cost of symbiotic N₂ fixation ? A progressive approach based on the use of ¹⁴C and ¹⁵N isotopes. *Plant Soil*. 1989.115. 167–177.
 24. 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.
 25. Sagan M., Ney B., Duc G. 1993 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.
 26. 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*, 1996. 625–642.
 27. 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.
 28. 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.
 29. Muller B., Touraine B. Inhibition of NO₃ – uptake by various phloem translocated amino acids in soybean seedlings. *J. Exp. Bot.* 1992. 43. 617–

- 623.
30. 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.
 31. 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*, 1992. 185–202.
 32. 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.
 33. 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.
 34. 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.
 35. Salter P.J., Drew D.H. 1965 Root growth as a factor in the response of *Pisum sativum* L. to irrigation. *Nature.* 1965. 4988. 1063–106.
 36. 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.
 37. Memon, K.S. Soil and fertilizer. *Soil Science* by Abdul Rashid, Elena Bashir. National Book Foundation, Islamabad. 1996. 292–316.
 38. Chandra G. Nutrient management. *Fundamentals of Agronomy*, 1989. 156.
 39. Sawan Z.M., Hafez S.A., Basyony A.E. Effect of phosphorus fertilization and foliar application of chelated zinc and calcium on seed, protein and oil yields and oil properties of cotton. *J. Agric. Sci.* 2001. 136. 191–198.
<https://doi.org/10.1017/S0021859601008644>

40. Warington K. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. *Ann. Bot.* 1923. 37. 629–672.
41. Nielsen F.H. Is boron nutritionally relevant? *Nutr. Rev.* 2008. 66. 183–191.
Wimmer M.A., Lochnit G., Bassil E., Mühling K.H., Goldbach H.E. Membrane-associated, boron-interacting proteins isolated by boronate affinity chromatography. *Plant Cell Physiol.* 2009. 50. 1292–1304.
42. Ahmad S., Ahmad A., Zia-ul-Haq M., Ali H., Khaliq T., Anjum M.A., Khan M.A., Hussain A. Hoogenboom G. Resources use efficiency of field grown transplanted rice (*Oryza sativa* L.) under irrigated semiarid environment. *J. Food Agric. Environ.* 2009. 7. 487–492.
43. Flores R.A., da Silva R.G., da Cunha P.P., Damin V., de Abdala K.O., Arruda E.M., Rodrigues R.A., Maranhão D.D.C. Economic viability of *Phaseolus vulgaris* (BRS Estilo) production in irrigated system in a function of application of leaf boron. *Acta Agric. Scand. Sect. B Soil Plant Sci.* 2017. 67. 697–704.
44. Hussain M., Khan M.A., Khan M.B., Farooq M., Farooq S. Boron application improves growth, yield and net economic return of rice. *Rice Sci.* 2012. 19. 259–262.
45. Wang N., Yang C., Pan Z., Liu Y. Peng S. Boron deficiency in woody plants: Various responses and tolerance mechanism. *Front. Plant Sci.* 2015.
46. Goldbach H.E., Wimmer M.A. Boron in plants and animals: Is there a role beyond cell wall structure? *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2007. 170. 39–48.
<https://doi.org/10.1002/jpln.200625161>
47. El-Feky S.S., El-Shintinawy F., Shaker E.M., El-Din H.A.S. Effect of elevated boron concentrations on the growth and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) and alleviation of its toxicity using different plant growth modulators. *Aust. J. Crop Sci.* 2012. 6. 1687–1695.
48. Abdel-Motagally F.M.F., El-Zohri M. Improvement of wheat yield grown under drought stress by boron foliar application at different growth stages. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.03.005>

49. Salam M.A., Siddique M.A., Rahim M.A., Rahman M.A., Goffar, M.A. Quality of tomato as influenced by boron and zinc in presence of different doses of cow dung. *Bangladesh J. Agric. Res.* 2011. 36. 151–163.
50. Ahmed N., Abid M., Ahmad F., Ullah M.A., Javaid Q., Ali M.A. Impact of boron fertilization on dry matter production and mineral constitution of irrigated cotton. *Pak. J. Bot.* 2011. 43. 2903–2910
51. Dell B., Huang, L.B. Physiological response of plants to low boron. *Plant Soil* 1997. 193. 103–120.
52. Wang N., Yang C., Pan Z., Liu Y., Peng S. Boron deficiency in woody plants: Various responses and tolerance mechanism. *Front. Plant Sci.* 2015.
53. Zhou F.G., Peng S.A., Liu Y.Z., Wei Q.J., Han J., Islam M.Z. The physiological and nutritional responses of seven different citrus rootstock seedlings to boron deficiency. *Trees* 2014. 28. 295–307.
54. Bohnsack C.W., Albert L.S. Early effects of boron deficiency on indoleacetic acid oxidase levels of squash root tips. *Plant Physiol.* 1977. 59. 1047–1050.
55. Marschner H. Marschner's mineral nutrition of higher plants, 3rd ed.; Academic Press: London, UK, 2012.
56. Sun W., Shahrajabian M.H. The Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Microbial Biostimulant, Sustainable Approaches in Modern Agriculture. *Plants.* 2023. 12. 3101. <https://doi.org/10.3390/plants12173101>
57. Shahrajabian M.H., Petropoulos S.A., Sun W. Survey of the Influences of Microbial Biostimulants on Horticultural Crops: Case Studies and Successful Paradigms. *Horticulturae.* 2023. 9. 193. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020193>
58. Shahrajabian M.H., Chaski C., Polyzos N., Petropoulos S.A. Biostimulants application: A low input cropping management tool for sustainable farming of vegetables. *Biomolecules.* 2021. 11. 698.
59. Colla G., Roupael Y. Biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic.* 2015. 196. 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>

60. Halpern M., Bar-Tal A., Ofek M., Minz D., Muller T., Yermiyahu U. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. *Adv. Agron.* 2015. 130. 141–174. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.001>
61. Petropoulos S.A., Taofi O., Fernandes Â., Tzortzakis N., Ciric A., Sokovic M., Barros L., Ferreira I.C. Bioactive properties of greenhouse-cultivated green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under biostimulants and water-stress effect. *J. Sci. Food Agric.* 2019. 99. 6049–6059. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9881>
62. Pereira C., Dias M.I., Petropoulos S.A., Plexida S., Chrysargyris A., Tzortzakis N., Calhelh R.C., Ivanov M., Stojkovic D., Sokovic M. The effects of biostimulants, biofertilizers and water-stress on nutritional value and chemical composition of two spinach genotypes (*Spinacia oleracea* L.). *Molecules.* 2019. 24. 4494. <https://doi.org/10.3390/molecules24244494>
63. Bertrand C., Gonzalez-Coloma A., Prigent-Combaret C. Plant metabolomics to the benefit of crop protection and growth stimulation. *Adv. Bot. Res.* 2021. 98. 107–132. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2020.11.002>
64. Tejada M., Benítez C., Gómez I., Parrado J. Use of biostimulants on soil restoration: Effects on soil biochemical properties and microbial community. *Appl. Soil Ecol.* 2011. 49. 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.07.009>
65. Colla G., Svecová E., Cardarelli M., Roupshael Y., Reynaud H., Canaguier R., Planques B. Effectiveness of a plant-derived protein hydrolysate to improve crop performances under different growing conditions. *Acta Hortic.* 2013. 175–179.
66. Cerdán M., Sánchez-Sánchez A., Jordá J.D., Juárez M., Sánchez-Andreu J. Effect of commercial amino acids on iron nutrition of tomato plants grown under lime-induced iron deficiency. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2013. 176. 859–866. <https://doi.org/10.1002/jpln.201200525>
67. Ertani A., Cavani L., Pizzeghello D., Brandellero E., Altissimo A., Ciavatta C., Nardi S. Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth

- and nitrogen metabolism of maize seedlings. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2009. 172. 237–244. <https://doi.org/10.1002/jpln.200800174>
68. Полтавська область: природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис / За ред. К.О. Маца. Полтава: Полтавський літератор, 1998. 336.
69. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вищ. шк., 1994. 334.
70. Çevre T.C., Bakanlığı O. Türkiye çevre atlası ÇED planlama genel müdürlüğü çevre envanteri dairesi başkanlığı, Ankara, 2004.
71. Korkmaz K. Tarım girdi sisteminde azot ve azot rirliliği available, 2007. http://www.ziraat.ktu.edu.tr/tarim_girdi.htm.
72. Sönmez I., Kaplan M., Sönmez S. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri", *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*. 2008. 25(2). 24-34.
73. Rivers C.N., Barrett M.H., Hiscock K.M., Dennis P.P., Feast N.A., Lerner D.N., Use of nitrogen isotopes to identify nitrogen contamination of the sherwood sandstone aquifer beneath the city of nottingham, uk. *Hydrogeology Journal*. 1996. 4. 90–102.
74. Gross M.J., Barry D.A.J., Rudolph D.L. Contamination in Ontario farmstead domestic wells and its association with agriculture. 1. results from drinking water wells. *Journal Of Contaminant Hydrology*. 1998. 32. 267–293.
75. Topbaş M.T., Brohi A.R., M. R. Karaman M.R. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1998.
76. Shaviv A. Advances in controlled release fertilizers, *advances in agronomy*, 2000. 71. 1–49.
77. Sonmez K.M., Sonmez S. An investigation of seasonal changes in nitrate contents of soils and irrigation waters in greenhouses located in Antalya Demre region. *Asian Journal of Chemistry*. 2007. 19(7). 5639.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**University of Opole
(Poland) International Slavis**

**University(Macedonia) Cooperative
Trade University of Moldova**

**Institute of Soil Science and Plant Cultivation State Research
Institute Department of Forage Crop
Production**

Кафедра рослинництва

**МАТЕРІАЛИ ІІІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-
ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції
рослинництва**

28 листопада 2024 року

Полтава

2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
University of Opole (Poland)
International Slavis University (Macedonia)
Cooperative Trade University of Moldova
Institute of Soil Science and Plant Cultivation State Research Institute
Department of Forage Crop Production



Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва

Матеріали III Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
28 листопада 2024 року

УДК 631.5:631.8:633

Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (28 листопада 2024 року, м. Полтава). / Редкол.: В.В. Гангур (відп. ред.) та ін. Полтава: ПДАУ, 2024. 140 с.

У збірнику тез висвітлено результати досліджень, які присвячені сучасним аспектам із розв'язання проблемних питань в аграрній науці, зокрема біологізації рослинництва, інноваційним заходам у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Видання адресоване науковим та науково-педагогічним працівникам, аспірантам, здобувачам вищої освіти, фахівцям агрономічної служби агроформувань різного виробничого напрямку.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Микола МАРЕНИЧ – директор навчально-наукового інституту агротехнологій, селекції та екології, доктор сільськогосподарських наук, професор;

Володимир ГАНГУР – завідувач кафедри рослинництва, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;

Любов МАРІНІЧ - доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук;

Ольга БАРАБОЛЯ – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Олександр КУЦЕНКО професор кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, професор;

Микола ШЕВНІКОВ – професор кафедри рослинництва, доктор сільськогосподарських наук, професор;

Віктор ЛЯШЕНКО – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Олександр АНТОНЕЦЬ – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Сергій ФІЛОНЕНКО - доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Людмила ЄРЕМКО – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;

Світлана ШАКАЛІЙ – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Ольга МІЛЕНКО – доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Марина АНТОНЕЦЬ – доцент кафедри рослинництва, кандидат психологічних наук, доцент;

Олександр ЛЕНЬ – старший викладач кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук.

Відповідальність за зміст поданих матеріалів, точність наведених даних і відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Рекомендовано до друку вченою радою навчально-наукового інституту агротехнологій, селекції та екології ПДАУ

© Автори тез, включені до збірника, 2024

© Полтавський державний аграрний університет, 2024

| | |
|--|-----|
| Цінність ягід малини та сучасні способи її переробки Опара Н.М. | 94 |
| Охорона праці та техніка безпеки при захисті рослин Єремко Л.С., Жолонко О.В., Жадан М.Ю., Жук В.І. | 98 |
| Урожайність нуту залежно від системи удобрення Єремко Л.С., Довгаль Ю.В., Шабельник С.І., Бахтіна Т.О., Огуй М. Ю. | 100 |
| Вплив поживного режиму рослин на формування продуктивності гороху Єремко Л.С., Скочко В.В., Бостанджи М., Селіванов С.В., Окара Д.О. | 103 |
| Особливості формування продуктивності сої залежно від поживного режиму рослин Гангур В.В., Маслівець О. В. | 105 |
| Вплив мікродобрив на елементи структури та врожайність сої Гангур В.В., Петраш В.О. | 108 |
| Вплив протруювання насіння на біометричні параметри рослин пшениці озимої Гак Є. О. | 111 |
| Продуктивність кукурудзи залежно від добрив Пінько Д.В., Дудник Д.В. | 113 |
| Залежність урожайності від показників передпосівної обробки ґрунту лаповими робочими органами Супруненко І. К. | 115 |
| Урожайність та якість зерна пшениці озимої залежно від строків сівби Шершило О.О. | 117 |
| Шкідники – загроза для рослин сої Гангур В.В., Киричок О.О., Довга М.В. | 118 |
| Урожайність посівів ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення Олепін Р. В., Сокол А. Я. | 120 |
| Вплив побічної продукції на урожайність і якість зерна кукурудзи Олепін Р. В., Дудла О.М. | 122 |
| Ефективність різних способів обробітку ґрунту в технології вирощування сої Шакалій С.М., Кулик Є. І. | 124 |
| Основні аспекти щодо вирощування соняшника Шакалій С.М., Попов С. С. | 126 |
| Вплив системи удобрення на врожайність льону Шершило Б.О. | 129 |
| Практика господарювання за вирощування соняшника Олепін Р. В., Сюда Т. О. | 131 |
| Вплив позакореневого підживлення на продуктивність кукурудзи на зерно Лень О.І., Костогриз М.П. | 133 |
| Урожайність пшениці озимої залежно від систем удобрення Лень О.І., Рудой В.С. | 135 |
| Урожайність ячменю ярого залежно від систем удобрення | |

УДК 631.5:633.358

УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

Єремко Л.С., кандидат с.-г. наук, ст. н. с., доцент кафедри
рослинництва

e-mail: liudmyla.yeremko@pdau.edu.ua

Жолонко О.В., Жадан М.Ю., Жук В.І. СВО Магістр за спеціальністю
201 – Агрономія

Полтавський державний аграрний університет

Актуальність теми. Продовольча безпека є універсальним правом людини на життя і розвиток. На сьогоднішній день кількість людей, які не отримують достатнього харчування у всьому світі становить близько 820 мільйонів, і ще більше людей споживають нездорову їжу, що призводить до виникнення захворювань та передчасної смерті. Наразі у Європі майже 12% населення визнали свою неспроможність дозволити собі якісну їжу кожного другого дня. Крім того, близько 0,5 мільйона людей в Європі були класифіковані як такі, що страждають від гострої нестачі продуктів харчування [1]. Отже, оптимізація виробництва продовольчих культур на засадах сталого розвитку, що має сприяти зменшенню голоду, спричиненого нестачею основних поживних речовин, підвищенню тривалості життя, зниженню рівня дитячої смертності на сьогоднішній день набула особливої актуальності [2, 3].

Разом з тим, сучасні раціони харчування населення розвинених країн характеризуються високою калорійністю, а також складаються із значної частини продуктів тваринного походження, які піддаються значній переробці. Їх постійне споживання призвело до значного поширення різних захворювань серцево-судинної, травної систем та системи обміну речовин.

З міркувань переходу до здорового харчування, а також викорінення голоду та недоїдання, збільшення виробництва продукції зернобобових культур, як джерела білка та поживних речовин, набуває особливої актуальності [1].

У групі зернобобових культур досить популярним у споживачів є нут. Це пояснюється його цінними поживними властивостями та стійкістю до несприятливого впливу факторів навколишнього середовища. Вживання нуту має різноманітні фізіологічні переваги, що робить його потенційним кандидатом на класифікацію «функціональних продуктів харчування», окрім його загальновизнаної ролі у забезпеченні організму білком та клітковиною

Основними поживними речовинами, що впливають на розвиток рослин впродовж вегетаційного періоду та визначають величину їх продуктивності є первинні макроелементи, такі як азот, фосфор і калій [4]. Усі рослини потребують необхідної кількості азоту для синтезу амінокислот, нуклеотидів, фосфоліпідів і хлорофілу. Однак основне джерело азоту в природі,

атмосферний азот, не є легкодоступним для рослин. Ця проблема може загостритися внаслідок глобальних змін клімату, які можуть зменшити біогеохімічну трансформацію азоту. Біологічною альтернативою застосуванню синтетичних азотних добрив і вагомим фактором розвитку екологічно сталого сільського господарства може бути фіксація азоту повітря за допомогою використання біологічних препаратів на основі корисних мікроорганізмів [2].

Разом з тим для вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища агрохімікатами агрономічні переваги має застосування сидератів як джерела доступних для рослин поживних речовин. Окрім того, їх внесення має ефект мульчування, що відіграє важливу роль у збереженні ґрунтової вологи в умовах посухи.

Іншим фактором підвищення рівня урожайності культур в умовах впливу численних біотичних та абіотичних стресів може бути використання добрив на основі гумінових кислот. Це може мати позитивний вплив на метаболізм рослин, посилювати біохімічні, морфологічні та фізіологічні процеси, що відбуваються в рослинах. Відомий їх позитивний вплив на ріст і розвиток рослин, підвищення толерантності до умов навколишнього середовища та зменшення токсичного впливу важких металів [5].

Мета роботи - визначення впливу інокуляції насіння біопрепаратами на основі азотфіксуючих та фосформобілізуєчих мікроорганізмів та поєднання її із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на процеси росту і розвитку рослин, їх нодуляційну здатність та величину урожайності насіння нуту.

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 дослідження були:

(фактор А) – інокуляція насіння біопрепаратом на основі бульбочкових азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* (BiNitro Нут) окремо та у комплексі із біопрепаратом на основі корисних фосформобілізуєчих мікроорганізмів *Bacillus megaterium* (Фосфобактерин);

(фактор В) – різні комбінації сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот.

Результати досліджень Отримані у ході проведення дослідження, результати свідчать про позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх комплексної взаємодії на величину елементів індивідуальної продуктивності рослин нуту.

Найбільший стимулюючий ефект на формування урожайності насіння був зафіксований у варіантах поєднання застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів, сидеральних добрив і

д
о
б
р
и
в
а

природи забезпечило підвищення урожайності насіння нуту щодо контролю на 0,25 т/га відповідно.

У варіанті із проведенням інокуляції насіння азотфіксуючими мікроорганізмами величина урожайності насіння нуту перевищували контрольний варіант на 0,12 т/га. Комплексне застосування азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів у допосівній обробці насіння надало можливість підвищити урожайність насіння нуту порівняно з контролем на 0,24 т/га.

Таким чином, поєднання застосування комплексу біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів із внесенням сидеральних добрив і позакореневого підживлення посівів у фазі гілкування добривом на основі гумінових кислот є найбільш доцільним способом підвищення інтенсивності ростових процесів рослин, їх нодуляційної здатності та величини урожайності насіння нуту.

Бібліографічний список

1. Ferreira H., Pinto E., Vasconcelos M.W. Legumes as a cornerstone of the transition toward more sustainable agri-food systems and diets in Europe. *Front. Sustain. Food Syst.* 2021. 5:694121. DOI: 10.3389/fsufs.2021.694121

2. Лень О.І., Олєпир Р.В., Єремко Л.С. Вплив строків сівби, мінерального живлення та інокуляції насіння на продуктивність нуту в умовах лівобережного Лісостепу. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області.* 2016. 39-45.

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 the 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. Yeremko L., Hanhur V. Kształtowanie się produktywności roślin strączkowych w zależności od rodzaju stosowanych preparatów humusowych. *Europejski zielony ład – wyzwanie dla rolnictwa: materiały VII konferencyjne naukowe z cyklu «Nauka i praktyka – rolnictwo różne spojrzenia» (Chełm, 5 czerwca 2023).* Chełm, 2023. S. 55.
<https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/15639>

АНОТАЦІЯ

Жук В.І. Урожайність нуту залежно від рівня мінерального удобрення та застосування біологічних препаратів.

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

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

Обсяг кваліфікаційної роботи: 69 с., 7 табл., 5 рис., 2 додатки, 77 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: ріст і розвиток рослин, динаміка формування листкової поверхні, наростання сухої маси рослин, формування симбіотичного апарату, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння сої залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням.

Мета роботи: визначення впливу біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням на процеси росту і розвитку рослин, їх нодуляційну здатність та величину урожайності насіння нуту.

Результати та їх новизна полягає у науковому обґрунтуванні комплексного застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* та його поєднання із мінеральним удобренням і позакореневим підживленням як спосіб зменшення дози внесення мінерального азоту, покращання умов бобово-ризобіального симбіозу і підвищення рівня урожайності насіння нуту.

Основні наукові та практичні результати: Вивчено вплив біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri*, мінеральних добрив, позакореневого підживлення посівів бором на ріст і розвиток рослин, формування листкової поверхні, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, величину елементів продуктивності рослин, урожайність насіння нуту.

Удосконалено поживний режим рослин нуту за рахунок поєднання біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri*, мінеральних добрив, позакореневого підживлення посівів бором.

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: 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 інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин бором на фоні внесення $N_{15}P_{30}K_{30}$.

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