

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

**Кафедра рослинництва**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему:**

**«ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ НА  
УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА НУТУ»**

Виконав: здобувач вищої освіти  
ОПП Екологічне рослинництво  
спеціальності 201 Агрономія  
ступеня вищої освіти магістр

**Олянецький Артур Вікторович**

**Керівник: Єремко Л.С., канд. с.-г. наук, доцент**

**Рецензент: Міщенко Олег Вікторович, канд. с.-  
г. наук, професор кафедри землеробства і  
агрохімії ім. В.І. Сазанова**

**Полтава – 2022 року**

## ЗМІСТ

ст.

<b>ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. МІНЕРАЛЬНЕ УДОБРЕННЯ ЯК ДІЄВИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРИЙОМ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ</b>	
1.1. Нут, як культура світового землеробства.....	9
1.2. Роль макро- і мікроелементів у формування продуктивності нуту.....	14
<b>РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	
2.1. Ботанічна характеристика нуту.....	17
2.2. Біологічні особливості нуту.....	20
<b>РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	
3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень.....	23
3.2. Погодні умови місця проведення досліджень .....	25
3.3. Методика проведення досліджень .....	27
3.4. Агротехніка вирощування нуту.....	30
<b>РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ</b>	
4.1. Ріст і розвиток рослин нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення .....	35
4.2. Фотосинтетична діяльність посівів нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення.....	39
4.3. Продуктивність нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення.....	43
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ У АГРОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ</b> .....	47
<b>РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА</b> .....	49
<b>РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ</b> .....	54
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	57
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b> .....	58
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	59
<b>ДОДАТКИ</b> .....	67





## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

У вирішенні проблеми забезпеченості кормовиробництва та продовольчого сектора ресурсами білка рослинного походження ключову роль відіграють зернобобові культури. Нині, за умов подовження тривалості посушливих періодів, значного підвищення середньодобової температури повітря у літній період, спричиненого глобальним потеплінням клімату, особливо актуальним є пошук культур, що забезпечують отримання стабільних врожав зерна з високим вмістом білка у змінених агрокліматичних умовах.

У цьому відношенні перспективним є нут, зернова продуктивність агрофітоценозів якого є сталою за різних умов вологозабезпеченості ґрунту. Висока посухостійкість рослин даної культури пов'язана із розвитком потужної кореневої системи та раціональним використанням вологи. Величина його транспіраційного коефіцієнту становить 350, у чини – 400, у гороху – 500. Низьке випаровування вологи його рослинами обумовлюється високим осмотичним тиском клітинного соку на рівні 17 атмосфер, тоді як у гороху він є на 7 атмосфер менший, а також більшим умістом у клітинах зв'язаної води, ніж вільної. За посушливих умов у рослинах нуту гальмуються ростові процеси, а за покращання вологозабезпеченості – їх інтенсивність підвищується.

Нут є цінною продовольчою культурою. Виготовлені із його зерна продукти за рахунок відповідності вимогам щодо збалансованого харчування є обов'язковими компонентами європейських супермаркетів. Доведений позитивний вплив споживання нуту на роботу мозку людини, що обумовлено вмістом триптофану, який виступає джерелом синтезу одного із найважливіших гормонів і нейромедіаторів центральної нервової системи людини – серотоніну.

Наукові дослідження показали, що використання в їжу нуту сприяє оздоровленню людей за рахунок підвищення загального імунітету, зниження серцевосудинних та онкологічних захворювань, нормалізації кров'яного тиску а також гальмування процесів старіння шкіри.

Нут є важливою культурою у агротехнологічному відношенні. За рахунок симбіотичної азотфіксації його рослини здатні повністю забезпечувати свої потреби в азоті впродовж вегетаційного періоду, а після збирання культури разом із поживно-кореновими рештками до ґрунту може надходити 100-150 кг/га біологічного азоту.

Нут практично не має загальних шкідників і хвороб із зерновими культурами. За рахунок того, що він є широколистяною, а не злаковою культурою, його включення в сівозміну ефективно вирішує проблему боротьби з однорічними і багаторічними злаковими бур'янами.

**Актуальність теми.** Покращання умов росту і розвитку рослин впродовж вегетаційного періоду забезпечується за рахунок застосування раціональних доз мінеральних добрив та мікродобрив. Кожен елемент мінерального живлення має специфічне значення і його дефіцит може призвести до порушення метаболізму у рослинному організмі та мати негативні наслідки для проходження продукційного процесу.

**Мета і завдання досліджень.** Метою проведення наукових досліджень було визначення найбільш раціональних норм висіву та впливу застосування багатокомпонентних хелатних комплексних мікродобрив за передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання дослідження:

- визначити вплив допосівної обробки насіння мікродобривом на його проростання та початковий розвиток рослин нуту;
- вивчити динаміку лінійних приростів рослин нуту у висоту залежно від застосування мікродобрив у посівах різної щільності;
- з'ясувати вплив мінерального удобрення на динаміку формування листової поверхні та продуктивність її фотосинтетичної роботи;
- визначити величину структурних елементів продуктивності рослин нуту та урожайність його посівів залежно від досліджуваних елементів технології;

- провести економічну оцінку ефективності застосування мінеральних добрив та мікродобрив.

*Об'єкт досліджень* – процеси росту і розвитку рослин, формування асиміляційної поверхні, фотосинтетична продуктивність рослин у посівах різної щільності, формування їх зернової продуктивності за різної забезпеченості елементами мінерального живлення

*Предмет досліджень* – посіви нуту, макродобрива, мікродобрива.

**Методи дослідження:** польовий – для визначення динаміки ростових процесів рослин нуту, формування їх продуктивності залежно від рівня забезпеченості елементами мінерального живлення.

лабораторний – для визначення посівних якостей насінневого матеріалу нуту, динаміки накопичення сухої речовини залежно від рівня забезпеченості елементами мінерального живлення.

статистичний – для визначення достовірності отриманих результатів;

розрахунковий – для визначення економічної ефективності застосування запропонованих агротехнологічних прийомів

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше в умовах недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України визначено вплив мінерального удобрення, мікродобрив та їх поєднаного застосування на формування зернової продуктивності нуту;

*Удосконалено* агротехнологічні елементи вирощування нуту за умов недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України.

*Набули подальшого розвитку* наукові положення про особливості росту й розвитку рослин нуту, формування врожайності та якості зерна залежно від норми висіву та способів застосування багатокomпонентних хелатних комплексних мікродобрив.

**Практичне значення одержаних результатів.** Впровадження у виробництво рекомендованих елементів технології вирощування нуту (Поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул пасіння (1,5 л/т) та проведення позакореневого підживлення рослин у

фазі бутонізації комплексним концентрованим хелатним мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати (2,0 л/га) дозволяє підвищити зернову продуктивність посівів нуту в умовах нестійкого зволоження зони лівобережного Лісостепу до 2,39 т/га.

**Особистий внесок здобувача.** Магістерська дипломна робота є самостійно виконаною науковою працею здобувача. Усі наукові результати отримано автором самостійно.

Автором здійснений пошук літературних джерел за темою досліджень, закладені і проведені польові та лабораторні дослідження, проаналізовані результати наукових досліджень, сформульовані наукові висновки за результатами досліджень та надані рекомендації виробництву по вирощуванню нуту.

**Апробація результатів роботи.** Результати досліджень та основні положення магістерської дипломної роботи оприлюднені і обговорені на XIII науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва» Полтава 25 листопада 2022 року

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано 1 тези в збірнику матеріалів науково-практичної конференції:

1. Єремко Л.С., Олянецький О.В. Вплив мінерального удобрення на урожайність нуту / матеріали XIII науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва» Полтава 25 листопада 2022 року

**Структура та обсяг магістерської дипломної роботи.** Загальний обсяг дипломної роботи становить 73 сторінки загального друкованого тексту. Магістерська дипломна робота складається із вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаної літератури налічує 82 найменування.

## РОЗДІЛ 1

### МІНЕРАЛЬНЕ УДОБРЕННЯ ЯК ДІЄВИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРИЙОМ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

#### 1.1. Нут, як культура світового землеробства

Зернові бобові є основним джерелом білка в харчуванні людей і тварин і відіграють ключову роль у сівозмінах у більшості частин світу. При вирощуванні в сівозміні з іншими культурами за певних умов навколишнього середовища вони можуть підвищити родючість ґрунту та зменшити кількість бур'янів, хвороб і шкідників.

Нут (*Cicer arietinum L.*) є основним джерелом харчового білка для приблизно 20% населення світу і є другою за величиною зерною культурою після звичайної квасолі, з глобальним виробництвом близько 17,2 Мт з 17,8 млн га.

Глобальна площа нуту в середньому становить 13,0 мільйонів гектарів із загальним виробництвом 12,4 мільйона тонн у 56 країнах. Провідними виробниками зерна даної культури є Індія та Австралія. На ці країни припадає 73% та 72% загальної площі та виробництва, відповідно [1].

Індія є найбільшим світовим виробником, споживачем та імпортером нуту, тоді як Австралія є основним експортером нуту типу «дезі» до Індії. Індія здебільшого імпортує нут дезі, але за останнє десятиліття також виступає експортером певного типу кабулі. Тип нуту кабулі походить із Середземномор'я та Близького Сходу, а дезі – з Індії.

Нут Дезі пристосований до посіву під зиму в горбистих районах субтропіків і тропіків, тоді як кабулі в основному вирощують навесні у вищих широтах. На дезі припадає приблизно 80–85% світових посівних площ в Азії, Африці та Австралії. Ці типи відрізняються тим, що насіння дезі дрібне і має світло-коричневий або темний колір, тоді як насіннева оболонка кабулі зазвичай велика з бежевим або білим або кремовим кольором. Рослини Дезі є прямостоячими і утворюють рожеві або фіолетові квіти, в той час як кабулі

мають розлогі рослини й утворюють білі квіти. [2,3]

Прогрес у збільшенні врожайності нуту в останні роки стагнував і в середньому залишається нижче 1 т/га. Середня продуктивність нуту в Австралії та Індії становить близько 1,0–1,2 т/га. Проте розрахунковий реалізований потенціал становить понад 2 т/га. Поточні врожаї нуту недостатні для задоволення зростаючого попиту на продукти рослинного походження, особливо на дієтичний білок. Численні біотичні та абіотичні стреси впливають на врожайність і стабільність урожайності, причому аскохітоз і фузаріоз, стручкова хвороба, посуха і тепловий стрес є основними біологічними обмеженнями, що перешкоджають збільшенню врожайності та розширенню посівних площ даної культури.

Зерно нуту є якісним харчовим продуктом, багатим на білки, мінерали, вітаміни та клітковину, які приносять користь здоров'ю домашніх тварин і людей. Воно може бути доступним джерелом рослинного білка для мільйонів найбільш вразливих верств населення світу та є поживним кормом.

Зерно нуту має низький вміст жиру та складається з мінералів, вітамінів і має більш високу засвоюваність білка та вміст його у сирій речовині в діапазоні 15–30%. Білок нуту включає глобуліни, глютеліни, альбуміни, проламіни і залишкові білки.

Поживні речовини та вітаміни включають Se, K, Ca, P, Cu, Mn, Fe та Zn, вітамін C,  $\beta$ -каротин, лютеїн, зеаксантин, пантотенову кислоту та фолієву кислоту. Насіння нуту багате каротиноїдами, такими як лютеїн, ксантофіл, кантоксантин, бета-каротин, зеаксантин, бета-криптоксантин і віолаксантин. Воно також містить вторинні метаболіти, включаючи ізофлавіони у вигляді агліконових або глікозидних кон'югатів, а також флавоноли, такі як кверцетин, кемпферол і мірицетин, і флавоноїди, включаючи гідроксибензойну та асгідроксикоричну кислоти.

Загалом споживання зерна нуту пов'язане зі зниженням ризику серцево-судинних захворювань, різних типів раку, діабету другого типу, остеопорозу, гіпертонії, розладів травлення, захворювань надниркових залоз і рівня

холестерину в плазмі [4].

Існують відмінності в поживній цінності цільного насіння нуту Дезі та Кабулі. Загалом кабулі має кращу засвоюваність із значно вищою масою насіння, загальним вмістом крохмалю, сирого протеїну, галактози, глюкози та сахарози, ніж дезі.

Тип нуту дезі містить більший загальний вміст харчових волокон, кислотних і нейтральних мийних волокон, більший вміст сирогої клітковини та більший вміст нерозчинних харчових волокон. Крім того, він має високу антиоксидантну активність, враховуючи високий вміст антоціанів, дубильних речовин, галової, кавової, ванілінової, кумарової та ферулової кислот.

Крім харчової користі для людини, нут має значні харчові переваги для худоби. Солома широко використовується як джерело корму для худоби, враховуючи її помірну або високу поживну цінність. Листя містить фенольні сполуки, включаючи гідроксибензойну кислоту, гідроксикоричну кислоту, циклогексанкарбонову кислоту, хлорогенову кислоту, ізофлавонони, флавонони, флавоноли та флавоноли. Перед варінням оболонку насіння очищають від лущиння, а оболонку використовують як корм із сполуками, які мають високу антиоксидантну активність.

Разом з тим, зерно нуту містить антипоживні фактори, включаючи танін, трипсин, фітинову кислоту, сапоніни та гемаглютинін. Вони пригнічують засвоюваність і поживну доступність білків і знижують біодоступність поживних речовин [5].

Як бобова культура, нут може отримати значну частину (до 85%) своєї потреби в азоті (N) шляхом симбіотичної фіксації  $N_2$ , за рахунок інтродукції у зону ризосфери ефективних штамів *Rhizobium* [6].

Решту азоту рослини отримують із неорганічного азоту ґрунту, мінералізованої органічної речовини та залишкового азоту від попередньої культури та/або внесення добрив. Нут у симбіозі із *Rhizobium leguminosarum* subsp. *ciceri* фіксує близько 176-400 кг/га азоту залежно від сорту, бактеріального штаму та факторів навколишнього середовища. При цьому

урожайність зерна за рахунок симбіотичної азотфіксації може підвищитися на 10-50 % [7].

У процесі симбіотичної азотфіксації інертний азот повітря перетворюється в придатну для рослин органічну форму. Для забезпечення даного процесу корені рослин виділяють у ґрунт речовини, які сприяють колонізації та фіксації азоту бактеріями в ризосфері рослин. Вони можуть ефективно замінити хімічні добрива в різному ступені, таким чином зменшуючи хімічне навантаження навколишнього середовища [8].

Бактерії заселяють корені рослин і утворюють бульбочки, всередині яких вони відновлюють молекулярний азот до аміаку, що у свою чергу використовується для синтезу білків, вітамінів та інших азотовмісних сполук.

Таким чином, бульбочки функціонують як фабрики з виробництва аміаку [9]. Бактерії виду *Rhizobium* покращують ріст бобових рослин, викликаючи зміни в морфологічній будові коренів і фізіологічних особливостей росту і розвитку. Застосування бульбочкових бактерій сприяє підвищенню ростових процесів у надземній частині рослин, що виражається у збільшенні висоти рослин, схожості насіння, концентрації хлорофілу у листі та вмісту N.

Бульбочкові бактерії можуть діяти безпосередньо на розвиток рослин, фіксуючи азот або впливаючи на гормони рослин, або опосередковано, зменшуючи інгібуючі ефекти патогенів. Штами бактерій виду *Rhizobium* зазвичай використовуються в агрономічній практиці для забезпечення бобових рослин біологічно фіксованим азотом, за рахунок якого забезпечується близько 80% від потреби рослин у даному елементі [10].

Окрім того, застосування мікробіологічних препаратів може зменшити потребу в хімічних добривах та знизити негативний вплив їх на навколишнє середовище [11].

Інокуляція насіння *Rhizobium* збільшує утворення бульбочок, поглинання N, зростання та параметри врожайності. Albayrak, Sevimay та Tongel (2006) вивчали вплив інокуляції *Rhizobium leguminosarum* на врожайність насіння та компоненти врожайності вики звичайної (*Vicia sativa* L.) і виявили, що

інокульовані сорти вики звичайної дають більший біологічний урожай, урожайність насіння і соломи, довжину бобів та кількість у них насінин, кількість бобів на рослину, довжину основного стебла і масу 1000 насінин порівняно з неінокульованими сортами [12].

Malik, Cheema та Khan (2006) виявили, що інокуляція насіння *Rhizobium* значно збільшує висоту рослин, індекс площі листя, кількість бобів на рослинах та насінин у них, масу 1000 насінин, біологічну врожайність і врожайність насіння, а також індекс урожаю [13]. Інокуляція значно збільшила висоту рослин, висоту прикріплення першого боба, кількість гілок, бобів і насінин на рослинах, урожайність зерна та біологічну врожайність нуту.

На утворення бульбочок і N-фіксацію значною мірою впливають абіотичні фактори, такі як вологість ґрунту, рН і доступність рослинних поживних речовин у ґрунті. Що стосується останнього твердження, реакції утворення бульбочок і N-фіксації нуту сильно залежать від доступних для рослин форм мінерального N у ґрунтах. Наприклад, нут сорту Tyson, який отримує від 60–80% своїх потреб у азоті за рахунок симбіотичної фіксації при концентрації нітратів у ґрунті від 20–90 кг нітратів/га, демонструє логарифмічне зниження до менш ніж 25% залежності від свого бактеріального партнера при внесення більше ніж 125 кг нітратів/га [14]. Це дослідження показує, що якщо культури нуту висівати на сільськогосподарських ґрунтах із помірним або високим вмістом азоту, цей негативний зворотний зв'язок азоту з азотфіксацією призведе до більшої залежності культури від ґрунтового азоту. Це може обмежувати здатність нуту залишати доступний азот для послідуєчої культури сівозміни [15].

## 1.2. Роль макро- і мікроелементів у формування продуктивності нуту

Ріст і розвиток рослин значною мірою визначаються наявністю поживних речовин; тому для забезпечення вищої продуктивності сільськогосподарських культур важливо розуміти динаміку поглинання, транспортування, засвоєння поживних речовин та їх біологічну взаємодію [16].

Азот є однією з поживних речовин, необхідних для вегетативного росту культурних рослин, оскільки він приймає участь у процесах синтезу цукрів в листі, створення амінокислот для синтезу білка і, таким чином формування урожаю культури та його якісних показників.

Відомо, що азот відіграє значну роль у структурному розвитку та фізіологічних функціях рослин, оскільки він є основним хімічним елементом білка, необхідного для повноцінного росту рослин. Таким чином, азот є дуже цінним мінеральним елементом для рослин і може додаватися до ґрунту у формі азотних добрив для виробництва різноманітних компонентів живих клітин [17]. Дві формули азоту, абсорбованого рослинами, адаптуються по-різному і можуть мати вплив на розвиток рослин та стійкість їх до хвороб. Адаптація та поглинання нітратів призводить до підвищення рН на межі ґрунт-корінь, тоді як іони амонію в ризосфері створюють підкислене середовище. Основна різниця в групах, що містять азот, може мати виражений вплив на активність корневих хвороб, які можуть бути дуже чутливими до рН.

Достатнє поглинання азоту має важливе значення для синтезу різних ферментів, білків і структурних компонентів, необхідних для правильного росту та боротьби з хворобами. Але в деяких випадках навіть динамічно зростаючі рослини можуть пережити найбільш руйнівну дію хвороб. І навпаки, вважалося, що вміст азоту в деяких рослинах, коли він перевищує достатній рівень, призводить до зменшення кількості деяких важливих протигрибкових сполук [18].

Фосфор є важливою складовою частиною нуклеїнових кислот, клітинних мембран і ферментів. Він необхідний для різноманітних клітинних процесів, таких як фотосинтез, вуглеводний обмін, акумуляція енергії, окисно-відновного

гомеостазу і передачі сигналів. Фосфор виступає у ролі активаторі для більш ніж 60 ферментів у рослинах, регулює вміст води та зменшує шкідливий вплив солей на рослини.

Сірка є необхідною для синтезу амінокислот, таких як цистеїн і метіонін, як кофактор/простетична група в центрі Fe-S, тіаміні, S-аденозилметіоніні та в кількох первинних і вторинних метаболітах [19].

Доступність ґрунтового фосфору для рослин безпосередньо пов'язана з різними їх властивостями, включаючи надмірне виділення карбоксилатів [20, 39], зміну рН ризосфери, функціональні харизми, такі як площа поверхні та розмір коренів, мікориза та спеціалізована організація корневих скупчень [21]. Вчені визначили, що фосфор є дуже цінним хімічним компонентом рослин, який суттєво впливає на початок і розвиток корневих пучків. Фосфор є важливим компонентом основних клітинних білків і нуклеотидів, які в основному відповідають за розвиток різних структур рослин [22].

Фосфор відіграє структурну роль як основний компонент рибонуклеїнової кислоти рослинної клітини, що передає генетичну інформацію від покоління до покоління та необхідний для нормального проходження метаболізму [23].

Його наявність сприяє зменшенню розвитку іржі та хвороб листя, а також виявляється дуже корисним у зниженні надмірної доступності азоту. Фосфор у поєднанні з калієм підвищує стійкість пшениці до плісняви [24].

Кальцій є важливою складовою для росту та розвитку рослин. Він приймає участь в активації ферментів, нормалізує сольовий баланс і рух води в клітинах рослин, таким чином контролювати відкриття та закриття продихів.

Подібно до цього, магній є центральним атомом хлорофілу, який відіграє важливу роль у фотосинтезі рослин. Його дефіцит призводить до деградації хлорофілу та пожовтіння листя, розвитку так званого хлорозу.

Сірка є найбільш корисним рослинним елементом для майже всіх живих організмів, оскільки відомо, що вона виконує ряд динамічних ролей, необхідних для правильного розвитку, росту та життєдіяльності рослин.

Більша кількість даного елемента у живих організмах присутня у

відновленій формі органічної сірки та тіолів, тоді як у навколишньому середовищі вона переважно присутня в окислено-неорганічних формах. Лише рослини, водорості, гриби та бактерії здатні до асиміляції сірки (поглинання неорганічного сульфату з ґрунту, відновлення його до сульфідів та синтезу різних біомолекул).

Симптоми дефіциту сірки нагадують симптоми дефіциту азоту, за яких листя стає блідо-жовтим. Однак, на відміну від дефіциту азоту, симптоми дефіциту сірки спочатку з'являються на молодих листках і зберігаються навіть після достатнього надходження азоту. Крім того, вміст сірки у ґрунті змінюється, внаслідок чого рослині необхідно перепрограмувати свій метаболізм відповідно до зміни стану поживних речовин у ґрунті.

Важливе значення у формуванні продуктивності рослин має забезпеченість їх мікроелементами. Мікроелементи діють як кофактори в різних ферментативних системах, які беруть участь у різних обмінних процесах життєдіяльності рослин. Так, наявність заліза, є важливою для утворення хлорофілу, та проходження процесу фотосинтезу. У зернобобових культур забезпеченість залізом і молібденом впливає на азотфіксацію, оскільки дані мікроелементи входять до складу азотистих ферментів, які сприяє утворенню леггемоглобіну.

Наявність міді визначає силу росту та життєздатність пилку. Мідь є компонентом значної частини білків і ферментів, що відіграють важливу роль у проходженні процесів фотосинтезу, дихання і в утворенні лігніну. Мідь виступає як структурний елемент в регуляторних білках і залучається до транспорту електронів фотосинтезу, мітохондріального дихання, реакції на стрес, метаболізму клітинної стінки та передачі гормонів.

Цинк виступає як функціональний, структурний або регуляторний кофактор великої кількості ферментів, що відіграють вагомую роль у синтезі білка і амінокислот. Марганець служить активатором для ферментів у процесах росту та синтезу хлорофілу. Висока концентрація марганцю може викликати дефіцит заліза [25].

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ботанічна характеристика нуту

*Cicer arietinum* — однорічна низькоросла рослина, що досягає у висоту менше метра. Залежно від кута нахилу гілок і поверхні ґрунту, рослина приймає «пряму, напів-пряму, розпростерту, напів-розпростерту та повалену» форму. Розгалуження починається від основи на рівні землі, що надає рослині куцистого вигляду. Поверхня рослини, включаючи коріння, стебло, листя та боби, опушена, покрита залозистими та незалозистими волосками, що виділяють суміш кислот, яка містить яблучну, щавлеву та лимонну кислоти. Ця кислотна суміш діє як захисний механізм від сисних шкідників. Виділення з коренів сприяє розчиненню поживних речовин у ґрунті.

Стебло: ніжка тверда за рахунок гіподермальної коленхіми, кутаєста з ребрами, пряма або згинається і опушена. На рослині формуються гілки першого, другого, третього порядків. Найнижчі вузли рослини утворюють 1–8 первинних гілок. Гілки першого порядку можуть формуватися з насінневого пагона. Вони товсті, дерев'янисті з товстою кутикулою, і їх часто приймають за головне стебло.

Гілки другого порядку розвиваються із бруньок на гілках першого порядку і є порівняно тонкими. Ці гілки несуть листя та квіти.

Залежно від генотипу та умов вирощування гілки третього порядку можуть бути відсутніми.

Листки: складні містять 5–7 пар волохатих листочків на листку, супротивних або чергових, а рахіс закінчується листочком (непарноперистим). Листочки овальної або еліптичної форми з зубчастими краями. Існують також прості типи листків.

Коренева система характеризується товстим стрижневим коренем з кількома бічними коренями, що розвиваються в міцну систему. Епідерміс волосистий, екзодерма відсутня, а ентодерма тонка. Наявність бульбочок на

коренях вказує на симбіотичний зв'язок між нутом і бактеріями *Rhizobium* (*Mesorhizobium ciceri*), що приводить до біологічної фіксації азоту.

Стрижнева коренева система настільки міцна, що сягає понад 3 м у ґрунті, що сприяє виживанню рослини в умовах водного стресу.

Суцвіття: являє собою пазушну китицю із однією сосочковою квіткою, хоча також повідомлялося, що дві-три квітки рідко зустрічаються в одному вузлі. Довжина плодоніжки 6-30 мм, ширина плодоніжки 6-13 мм.

Квітку можна описати як правильну, двостатеву, з п'ятьма зрощеними волохатими чашолистками в одному завитку, який утворює трубку чашечки, п'ятьма пелюстками (рожевого, білого, фіолетового або синього кольору) у типовому сосочкоподібному розташуванні, двома крилами і двома кілевими пелюстками, які утворюють форму човна, десять тичинок у діадельфії (9 тичинок зрощених і вільна 10-та тичинка) з помаранчевими пилковими зернами, кулястим рильцем, сидячою опушеною зав'яззю, що містить 1–4 яйцеклітини [26].

Початок цвітіння нуту залежить від генотипу та навколишнього середовища, включаючи ґрунт і погоду. Як правило, цвітіння починається в діапазоні від 24 до 80 днів після сівби і триває до виснаження вологи через невизначений ріст нуту. Коли рівень вологи значно знижується, рослини, які мають боби та листя, починають старіти, досягаючи зрілості [27].

Нут – високосамозапильна культура. Пильовики розшаровуються за добу до розкриття квітки, що забезпечує самозапилення.

Боби починають з'являтися приблизно через шість днів після запліднення, і для завершення розвитку насіння може знадобитися до чотирьох тижнів. Спочатку починає рости стінка боба, а потім насіння. Кількість бобів на рослині залежить від генотипу та умов середовища, особливо від наявності вологи.

Розмір бобу зазвичай становить 15–20 мм і може досягати 30 мм залежно від генотипу, особливо у типу кабулі. Кожен біб зазвичай містить одну-дві насінини і рідко три. Ближче до кінця розвитку насіння спочатку починає жовтіти листя, а потім засихає вся рослина, що свідчить про зрілість.

Насіння: Форма насіння загалом нагадує голову барана (Овна), звідси й назва «arietinum», у той час як існують інші форми, наприклад кулясті або квазісферичні з характерним дзьобом. Поверхня оболонки насіння може бути гладкою або горбистою. Ендосперм відсутній. Розмір і колір насіння є ознакою сорту і сильно залежить від умов навколишнього середовища, особливо від наявності вологи та тепла.

Існує два типи культивованого нуту залежно від розміру та кольору насіння — дезі та кабулі. Тип Дезі: насіння зазвичай дрібне (близько 0,2 г на насіння); оболонка насіння товста з різними кольорами, такими як кремовий, жовтий, коричневий, чорний і зелений. Стебло і листя можуть містити антоціанову пігментацію.

Тип Кабулі: насіння, як правило, велике (приблизно 0,3–0,5 г на насіння) до дуже великого (понад 0,5 г на насіння); шкірка насіння тонка, переважно кремового або бежевого кольору, іноді біла. Рослини не матимуть антоціанової пігментації.

Колір насіння у типів Дезі приймає різні відтінки коричневого, чорного та зеленого залежно від генотипу, тоді як у типів Кабулі насіння переважно бежевого кольору. Сім'ядолі переважно мають три кольори: кремовий, зелений або оранжевий [27]. Розмір насіння дуже варіюється від 0,08 г до майже 0,8 г на насіння. Як правило, типи Кабулі мають більший розмір насіння порівняно з типами Дезі.

Схожість: Насіння культурного нуту не має періоду спокою. Воно починає проростати впродовж тижня після сівби в залежності від рівня вологості ґрунту, температури і глибини посіву. Проростання гіпогеальне без гіпокотилу. Плюмула дає початок пагону, який спочатку несе листоподібні луски, а потім справжні листки (дві пари листочків і кінцевий листок). Ріст кореня на початкових етапах розвитку рослин відбувається значно швидше, ніж ріст надземного пагона [28, 29].

Насінневі коробочки з'являються приблизно через 5–6 днів після запліднення. Стінка бобу швидко розширюється в перші два тижні після

початку. Наповнення насіння відбувається повільніше, протягом 3–4 тижнів, досягаючи зрілості приблизно через 6 тижнів. Стручок нуту надувається, а насіння брязкає всередині стручка, коли воно дозріло. Насіння нуту має характерний дзьоб, який прикриває ембріон. Насіння сортів кабулі, як правило, велике (100–750 мг), округле, з тонкими насіннєвими оболонками кремового кольору. Нут Дезі менший (80–350 мг), кутастий, із товстішими темними насіннєвими оболонками. Насіння нуту досягає фізіологічної зрілості, коли вологість насіння падає приблизно до 60% [30, 31].

## 2.2. Біологічні особливості нуту

У природних умовах насіння нуту залишається життєздатним від сезону до сезону. У контрольованих умовах зберігання нут зберігає життєздатність відносно тривалий період часу. Насіння нуту зі зниженим вмістом води до 4–8% зберегло схожість понад 90% після 36 років зберігання при 5 °C і -18 °C [31]. Умови високої вологості, включаючи опади після збору врожаю, високі температури та фізичні пошкодження знижують життєздатність насіння. Так, за прогрівання повітря до 20 °C та підвищенні вмісту вологи у ньому до 18% життєздатність трьох партій насіння нуту знизилася до 50% за 209–246 днів.

Спокій – це механізм, за допомогою якого життєздатне насіння може уникнути проростання під час несприятливих умов [32]. Вроджений стан спокою перешкоджає проростанню насіння протягом певного часу після того, як воно стане зрілим. Дикі види Сісег демонструють різні рівні вродженого спокою насіння, однак доказів спокою сортів нуту немає.

Фізичний спокій через знижену проникність оболонки насіння є поширеним явищем серед видів бобових [32]. Це часто називають «жорсткістю насіння», оскільки насіння не просочується [33].

Швидкість проростання та розвитку нуту падає настільки низько, що сходи не з'являються, коли температура падає нижче 4,5 °C. Посіви сходять приблизно на три тижні раніше, ніж посіви ярого посіву. У полі низькі температури знижують кінцевий відсоток появи сходів через підвищену

сприйнятливість до хвороб [34].

Проростання насіння нуту починається, коли воно вбирає воду [35]. Розчинені речовини та низькомолекулярні метаболіти витікають із насіння в навколишній розчин. Відновлюється дихання і синтез білка. Корінець з'являється і росте за рахунок поживних речовин у насінні, доки рослина не зможе фотосинтезувати.

Нут проростає гіпогеально, сім'ядолі залишаються всередині оболонки насіння, забезпечуючи енергію для висхідного руху пагона. Нут може проростати на глибині до 15 см. За сприятливих умов температури та вологості ґрунту насіння проростає приблизно через 1–3 дні після сівби.

Швидкість проростання зростає з підвищенням температури [36, 37], однак знижується при обмеженій доступності води. За цих умов дрібніше насіння здатне вбирати більше води та легше проростати, ніж велике насіння. Вважається, що це пов'язано з більшим співвідношенням площі поверхні до об'єму менших насінин [38].

Глобальне виробництво нуту в основному обмежене біотичними та абіотичними стресами. Серед абіотичних факторів посуха на термінальній стадії є досить несприятливим обмеженням формування врожаю. Її дія призводить до 50% втрат урожаю в усьому світі [39]. Відомо, що зміна клімату негативно впливає на рослинництво; фактично врожайність нуту знизилася на 38,5 кг/га з підвищенням температури на 0,1 °C у поєднанні зі зменшенням сезонних опадів на 31% [40]. Усі основні біологічні процеси, включаючи фотосинтез, дихання, транспірацію та інші важливі біохімічні процеси, серйозно страждають від посухи [41].

Було ідентифіковано чотири різні механізми відповіді рослин на стрес від посухи, які можна розділити на уникнення, толерантність, втечу та відновлення. Рання фенологія є найважливішим механізмом подолання термального стресу. Крім того, уникнути дію посухи можна за рахунок поглинання води корінням із глибших шарів ґрунту, осмотичного регулювання та зменшення втрати води (продихової провідності або зменшення площі листя) [42].

Нут також може страждати від холодового стресу, коли він стикається з охолодженням ґрунту чи повітря до 3–8 °С або навіть із замерзанням, що призводить до зупинки процесу проростання та негативного впливу на інтенсивність появи сходів під час раннього розвитку [43].

Фенотипові ефекти, такі як погана схожість, відставання у розвитку проростків, пожовтіння листя (хлороз), зменшення розростання та в'янення листя, а також загибель тканини (некроз), є симптомами впливу холоду на рослину [44]. На репродуктивній стадії загибель квіток і пригнічення росту пилкових трубок також обумовлена впливом холодового стресу [45]. Однак основний негативний вплив холодового стресу на рослину полягає в тому, що він викликає серйозне пошкодження мембрани через дегідратацію клітин, пов'язану з замерзанням під час холодового стресу [46]. Тому запобігання утворенню внутрішньоклітинних кристалів льоду має велике значення для того, щоб рослини перенесли холодний стрес.

## РОЗДІЛ 3

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень

Державне підприємство “Дослідне господарство “Степне” входить до складу Інституту свинарства і АПВ НААН”. Центральна садиба господарства розміщена в селищі Степне, на відстані 25 км від районного і обласного центру м. Полтава.

Загальна площа земель господарства, закріплених державним актом становить 4680 га, у тому числі сільськогосподарських угідь 4088 га, з них: орних земель – 3974 га, багаторічних насаджень – 87 га, вигонів – 27 га.

Географічно місце досліджень знаходиться в південно східній частині лівобережного Лісостепу України на палеогеновій рівнині, яка є частиною Придніпровської низовини.

Територія державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН” розташована на другій лесовій терасі р. Ворскла, на межі між плато Ворскла-Орчик, на вододілі малих річок Коломак і Тагамлик. Увесь земельний масив рівнинний, розділяється вищезгаданою балкою на дві частини, на кожній із яких різниця висот не перевищує 5 – 10 м. Ярів і розмивів немає. Ґрунтові води залягають на глибині біля 22 метрів.

Флора району нараховує близько 1500 видів вищих рослин, з них борельєфних – 349, степових – 347, представників флори західної Європи – 391, культурних квіткових рослин – 69. на Полтавщині зустрічається 120 видів мохів і 160 видів лишайників.

Близько 80 видів флори області є рідкісними і підлягають особливій охороні, 45 занесено до червоної книги України, а 2 види (глід український та козельці українські) потрапили до Європейського червоного списку [47].

Переважаючим типом ґрунтів господарства є чорнозем типовий малогумусний глибокозакіпаючий (2611 га) та чорнозем малогумусний (1470 га).

Вони мають багато спільного і відрізняються розташуванням лінії буріння: у чорноземі типовому малогумусному вона знаходиться в гумусовому або у верхній половині перехідного горизонту, а у вилугуваному – у нижній половині перехідного горизонту. Власне це один і той же ґрунт на різних ступенях вилуження. Решта ґрунтових відмін (загальною площею 169,0 га) на території господарства являють собою чорнозем глибокий мало гумусний різних ступенів змитості, а в балках - з накладеним відбитком періодичного перезволоження весняними та осінніми водами (ці балки не затоплюються) та поливу [48].

Ґрунтоутворюючою породою є лес. Це пухка, нешарова порода палево-жовтого кольору, збагачена карбонатами кальцію і магнію. Утворення її відноситься до четвертинного періоду, виникнення тісно пов'язане з подіями льодовикової доби. Територія дослідного господарства покрита чорноземними ґрунтами, які утворилися по чорноземному типу ґрунтоутворення. Вони відносяться до глибоких чорноземів Лісостепу, безпосередньо прилягають до добре описаних карлівських чорноземів, з якими вони складають один масив. За механічним складом чорнозем типовий малогумусний – важкий суглинок. Вміст грубого пилу – 37 – 43 %, мулуватих часток – 25 – 38 %. Перерозподіл колоїдних частин по профілю незначний.

Питома вага орного шару ґрунту (0-30 см) становить 2,63 г/см<sup>3</sup>, загальна пористість – 55,1 – 59,8 %, вологість стійкого в'янення - 8,9-9,4 %, польова вологоємність – 29,7-30,5 %, максимальна кількість продуктивної вологи – 19,5-20,4 мм.

Агрохімічні показники ґрунту дослідної ділянки: вміст гумусу в горизонті 0-20 см 4,9 – 5,2 %, в горизонті 35-45 см 3,72 – 4,07 % і на глибині 1,5 м – 0,6-0,7 %. В орному шарі ємкість поглинання досить висока – 33,0 – 35,0 мг-екв. на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабокисла, рН сольової

витяжки 6,3. Гідролітична кислотність дорівнює 1,6 – 1,9 мг-екв. на 100 г ґрунту

За даними аналізів, ґрунти дослідного поля добре забезпечені елементами живлення рослин. В орному шарі міститься 5,44 – 8,10 мг азоту, що гідролізується (за Тюрінім і Коновою), 10 – 15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16 – 20 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою).

### **3.2. Погодні умови місця проведення досліджень**

Виробнича та наукова діяльність, пов'язана із виробництвом рослинної продукції, що носить динамічний характер знаходиться у тісній взаємозалежності із дією комплексу агрометеорологічних факторів.

Клімат Полтавської області є помірно-континентальним, м'яким і достатньо вологим. Зими здебільшого малосніжні, нестійкі, порівняно теплі, літо тепле і помірно вологе.

У 2021 році початковий ріст і розвиток рослин нуту відбувалися за дещо нижчої забезпеченості тепловими ресурсами щодо багаторічної норми. Середньодобова температура повітря у травні становила 15,6 °С за середньобагаторічних значень даного показника 15,7 °С. В цілому за місяць випало 52,6 мм дощу проти 46,0 мм за багаторічними спостереженнями.

У червні спостерігалось інтенсивне наростання середньодобової температури повітря до 20,0 із °С із перевищенням середньобагаторічних показників на 0,8 °С. Кількість опадів у цьому місяці перевищувала середньобагаторічну величину майже у 2 рази. Розподіл опадів впродовж місяця був нерівномірним. Переважно вони випадали у вигляді злив.

Липень був посушливим і спекотним. Середньодобова температура повітря цього місяця була вищою порівняно із багаторічними показниками на 3,0 °С, а кількість опадів – меншою на 43 мм із нерівномірним їх розподілом. Максимальні значення температури повітря у полуденні години сягали позначки 38,0 °С, що на 4,8 °С перевищувало багаторічні показники.

У серпні середньодобова температура повітря становила 22,7 °С, і була вищою за багаторічну норму на 2,7 °С. Кількість опадів за місяць знаходилася на рівні 71,5 мм, однак їх розподіл був нерівномірним.

Таблиця 3.1

**Значення температури повітря та кількості опадів за  
вегетаційний період 2021 року**

Показники	Місяці					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	8,1	15,6	20,2	24,2	22,7	
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1	
Абсолютний максимум t повітря, °С	фактично	25,0	29,0	34,0	38,0	34,0
	норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Абсолютний мінімум t повітря, °С	фактично	-5,0	3,0	8,0	10,0	8,0
	норма	-3,7	2,1	6,8	9,9	8,5
Опади, мм фактично за місяць	51,5	52,6	133,3	18,1	71,5	
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7	

Погодні умови що склалися за вегетаційний період нуту у 2022 році були досить контрастними. Так, квітень місяць за температурним режимом був ідентичним, як за поточним так і багаторічним показником, тоді як травень був холоднішим на 1,2<sup>0</sup>С (14,5 проти 15,7 °С).

Таблиця 3.2

**Значення температури повітря та кількості опадів за  
вегетаційний період 2022 року**

Показники	Місяці					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	9,5	14,5	22,3	22,9	20,3	
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1	
Абсолютний максимум t повітря, °С	фактично	26,7	30,4	32,2	37,6	33,9
	норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Опади, мм фактично за місяць	20,2	63,6	52,5	27,2	9,7	
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7	

Ріст і розвиток рослин нуту у червні відбувався за значної зволоженості та підвищеної температури повітря. Середні добові температури повітря коливалися від 15-18° до 21-25° тепла, в окремі дні місяця до 25-27°.

Середня місячна температура повітря склала 22,3° С, що вище норми на 2,9°. Максимальна температура повітря в третій декаді підвищувалася до 35°тепла, на поверхні ґрунту до 58-62°. За період з температурою повітря 30° і вище відмічалось 4 дні. Місячна сума опадів склала 52,5 мм, що на 12,7 мм менше норми [43].

Впродовж липня і серпня утримувалася малоохмарна спекотна погода. Опадів випало менше за середньобагаторічні значення у липні – на 33,9 мм, у серпні – на 33,0 мм. Середня місячна температура повітря становила 22,9°С, що перевищувало середньобагаторічні показники на 1,7°С. Значення максимальної температури повітря становили 30-33°С, а поверхня ґрунту у цей період прогрівалася до 57-63 °С.

Такий температурний режим спричинив інтенсивне витрачання запасів продуктивної вологи, пересихання верхнього шару ґрунту та відповідного зниження рівня продуктивності культури [49].

### **3.3. Методика проведення досліджень**

Наукові дослідження за темою магістерської дипломної роботи проводилися впродовж 2020-2021 рр. у польових умовах на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Наукові дослідження за темою магістерської дипломної роботи проводилися впродовж 2020-2021 рр. у польових умовах на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Експериментальні дослідження проводилися за загальноприйнятими методиками ведення польових дослідів [50].

Схема досліджень включала варіанти внесення мінеральних добрив дозами  $P_{70}K_{70}$ ,  $N_{20}P_{70}K_{70}$ , допосівну обробку насіння мікродобривом Оракул насіння та проведення підживлення посівів нуту у фазі бутонізації мікродобриво Еколайн Бобовий Хелати. Метод проведення досліджень – польовий. Повторність досліду чотириразова. Облікова площа ділянки 50 м<sup>2</sup>. Розміщення варіантів послідовне.

Агротехніка вирощування культури була загальноприйнятою для зони, за виключенням елементів, що вивчалися. Попередник – пшениця озима. У дослідженнях вивчали сорт нуту Пам'ять. Сіяли нут широкорядним способом з міжряддями 45 см. Норма висіву становила 350 тис. шт/га.

Фази росту і розвитку культури визначали за “Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур” [51, 52]. Фенологічні спостереження проводили на постійно закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях. За початок фази приймали час її настання у 10, а за повну фазу - у 75% рослин [51]. Виміри висоти рослин нуту проводили на 20 рослинах, які відбиралися на закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях [53].

Накопичення сухої речовини рослинами визначали у фазу цвітіння у двох несуміжних повтореннях, шляхом визначення маси сирої проби, вмісту сухої речовини, структурних і біометричних показників згідно з “Методикою державного сортовипробування” [54], а також з “Методикою проведення дослідів по кормовиробництву” [53].

Площу листової поверхні визначали методом “висічок”, шляхом зважування 20 висічок, а також маси листової поверхні всієї проби і розрахунку величини даного показника за формулою 3.3.1 [55]:

$$S = \frac{P * S_1 * n}{P_1} \quad (2); \quad (3.3.1) \text{ де}$$

S- загальна площа листків, см<sup>2</sup>;

S<sub>1</sub>- площа однієї висічки, см<sup>2</sup>;

P- загальна маса листків, г;

P – маса висічок, г

$n$  – число висічок, г

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) розраховували при використанні Методичних рекомендацій по закладанню дослідів і проведенню досліджень з програмування урожаїв польових культур, за формулою Веста, Бриггса и Кидда 3.3.2 [56].

$$\Phi_{\text{ч}} = \frac{2 \cdot (B_2 - B_1)}{(L_1 + L_2) \cdot T}, \quad (3.3.2)$$

де  $\Phi_{\text{ч}}$  - чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), г/м<sup>2</sup>\*добу;

$B_1$  - вага сухої маси врожаю в попередню фазу, г;

$B_2$  - вага сухої маси врожаю в наступну фазу, г;

$L_1$  - площа листя в попередню фазу, тис.м<sup>2</sup>/га;

$L_2$  - площа листя в наступну фазу, тис.м<sup>2</sup>/га;

$T$  - проміжок часу, дні.

Аналіз структурних показників урожайності нуту проводили за методикою запропонованою Майсуряном Н.А. Для цього з кожної дослідної ділянки відбирали по два пробні снопи з 20 рослинами у кожному, з двох несуміжних повторень в різних частинах ділянок з площі 1 м<sup>2</sup> [49];

Збирання врожаю здійснювали поділянково із відбиранням середніх зразків зерна для визначення його вологості і засміченості.

Дані врожаю зерна приводили до стандартної вологості (14%) і стовідсоткової чистоти. Перерахунок на стандартну 14% вологість проводили за формулою [56]:

$$y = \frac{A(100 - B)}{100 - 14},$$

де  $y$  – врожайність чистого зерна за стандартної вологості, ц/га;

$A$  – врожайність чистого зерна за польової вологості, ц/га;

$B$  – вологість зерна на час збирання, %;

14 % – стандартна вологість для зернових культур.

У цій формулі відношення  $\frac{100 - B}{100 - 14}$  є перевідним коефіцієнтом на 14% вологість зерна [56].

Урожайні дані піддавали агрономічній оцінці та статистичній обробці методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів [57].

Економічну ефективність агроприймів, що досліджувалися визначали з урахуванням витрат на роботи та технологічними картами за нормативами і розцінками, що діють в регіоні на період 2022 р.

### **3.4. Агротехніка вирощування нуту**

Нут є невибагливим до попередника, але найвищий рівень продуктивності культури формується після зернових культур. Головною умовою вирощування культури є відсутність багаторічних кореневищних і дводольних бур'янів.

У свою чергу нут є добрим попередником для більшості сільськогосподарських культур. Він рано звільняє поле й тому створює сприятливі умови для підготовки ґрунту і накопичення вологи у ньому [58].

Основний обробіток ґрунту у агротехнологічному процесі вирощування складається із одного-двох дискувань стерні зернового попередника, глибокої оранки, вирівнювання зябу з осені й ранньовесняного закриття вологи.

На полях засмічених багаторічними кореневищними бур'янами проводять дискування у 2-3 сліди по різних діагоналях з часовим інтервалом між ними у 10-15 діб [59].

Через два-три тижні після проведення останнього дискування поле орють. Експериментально доведено, що при збільшенні глибини оранки з 13,5 до 27 см урожай насіння нуту збільшується на 36,2%. За глибокої оранки ґрунт розпушується, при цьому створюються сприятливі умови для накопичення вологи і аерації [60].

Навесні проводять одне боронування і передпосівну культивуацію.

Останнім часом агроформування переходять до мінімального або нульового обробітку ґрунту у агротехнологічному процесі вирощування нуту. Головним при цьому є заміна глибокої оранки проведенням глибокого дискування або глибокого розпушування ґрунту.

Нут є досить вимогливим до забезпеченості елементами мінерального живлення у вегетаційний період. Для формування зернової продуктивності на рівні 2,0 т/га йому необхідно 106 кг/га азоту, 36 кг/га фосфору, 150 кг/га калію і 23 кг/га магнію. Разом з тии дана культура має здатність використовувати післядію мінеральних та органічних добрив, фіксувати молекулярний азот атмосфери за рахунок симбіотичних взаємовідносин із бульбочковими бактеріями, засвоювати із ґрунту важкодоступні форми фосфору за рахунок мікоризоформуєчих грибів [61, 62].

Для збільшення продуктивності рослин і родючості ґрунту за рахунок біологічної азотфіксації проводиться допосівна інокуляція посівного матеріалу за використання мікробіологічних препаратів на основі високоефективних штамів азотфіксуєчих мікроорганізмів.

Механізована нітрогенізація насіння біопрепаратами бульбочкових бактерій проводиться машинами для протруювання насіння ПУ-3, ПС-10, "Мобітокс", "Колос". Оброблене насіння набирається у мішки і висівається у вологий ґрунт упродовж доби [63, 64].

Інокуляцію насіння біопрепаратами бульбочкових бактерій слід проводити у тіні навісу або у коморі, щоб запобігти дії прямих сонячних променів, які згубні для мікроорганізмів.

Бобово-ризобіальний симбіоз є досить чутливим до пестицидів, використання яких при вирощуванні нуту небажане. Усі протруєчники у тій чи іншій мірі мають негативний вплив на формування бобово-ризобіальних систем і знижують їх азотфіксувальну активність. Найменш токсичними протруєчниками є Фундазол, Вітавакс і Бавістин. Для заміни хімічних фунгіцидів доцільним є використання препаратів мікроорганізмів - антагоністів фітопатогенів БСП, ВП6М, хетомік, фітоспорин, бацифор, триходермін, що за ефективністю не поступаються хімічним аналогам [65].

Рослини нуту для розвитку кореневої системи та формування бобово-ризобіального симбіозу потребують наявності у ґрунті достатньої кількості

фосфору, тож рекомендованим є внесення в основний обробіток ґрунту фосфорних і калійних добрив.

Сіють нут після ранніх зернових культур за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5-6°C звичайними зерновими сівалками СЗ-3,6.

Для нормального проходження процесу проростання насіння потребує близько 140-160 % вологи від абсолютно сухої маси, тож глибина його загортання змінюється залежно від вологості ґрунту. Якщо ґрунт достатньо зволожений глибина загортання насіння становить 6-8 см. За середнього зволоження ґрунту глибину загортання насіння збільшують до 9-10 см. У разі, коли верхній шар ґрунту є сухим, глибину загортання насіння можна збільшити допустимо до 15 см [66].

Спосіб сівби нуту може бути як звичайний рядковий із шириною міжрядь 15 см, що є рекомендованим на чистих від бур'янів, полях, так і стрічковий із шириною міжрядь 45 + 15 см або широкорядний із шириною міжрядь 45, 60 і 70 см.

Ефективним агроприйомом для отримання рівномірних і дружних сходів, особливо за посушливих умов, є проведення коткування кільчасто-шпоровими котками.

Рослини нуту досить сильно потерпають від пригнічення бур'янами, особливо на початкових етапах росту і розвитку. Тому в більшості випадків виправданим є застосування гербіцидів для знищення однорічних злакових та деяких дводольних бур'янів.

Досягнення високої ефективності ґрунтових гербіцидів досягається за проведення ретельної передпосівної обробки ґрунту.

За відсутності внесення гербіцидів для знищення проростків бур'янів, проводиться одне досходове і два післясходових боронування середніми боронами поперек, або за діагоналю до напрямку сівби за 3-4 доби до появи сходів.

Перше післясходове боронування проводять на 7-8 добу після появи сходів у стадії шильця бур'янів за використання середніх борін, друге - через

тиждень після першого упоперек або за діагоналлю до напрямку сівби, встановлюючи зуби борони скісною стороною уперед. Швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 5-6 км/год [67].

Для зменшення травмування рослин дані агротехнологічні прийоми слід проводити у післяобідній час, коли рослини дещо втрачають тургор і є менш ламкими. Своєчасне та якісне проведення боронування надає можливість знищити до 90 % проростків однорічних бур'янів та зруйнувати ґрунтову кірку, що утворюється після дощів.

На рядкових посівах механічні методи боротьби із бур'янами включають лише боронування. На широкорядних і стрічкових посівах окрім його необхідно проводити 2-3 міжрядні міжрядні обробітки ґрунту.

Перший – на глибину 5-6 см із захисною смугою 8-10 см, другий - через 8-10 діб на глибину 6-8 см. За сильної засміченості посівів перед змиканням рядків проводиться третій міжрядний обробіток. Проведення міжрядних обробіток ґрунту надає можливість знищити бур'яни і ґрунтову кірку, що утворюється після дощів, розпушити ґрунт, покращити його повітрязабезпеченість.

У нуті не має специфічних шкідників. Однак у деякі роки, особливо за розміщення його у сівозміні після овочевих культур або на полях, розташованих поряд із ними, рослини можуть сильно пошкоджуватися різними видами совок. Під час льоту та відкладання яєць, що співпадає з фазами розвитку "цвітіння - початок бобоутворення", доцільно проводити одно- або дворазове обприскування інсектицидами [68].

На нуті зустрічаються більше сорока хвороб. Однак в умовах півдня України розповсюджені лише дві хвороби: аскохітоз і, особливо, фузаріоз. Останній викликає в'янення сходів, дорослих рослин і загнивання насіння. Найбільше розповсюдження фузаріозне в'янення отримує за вологої і прохолодної весни. Хвороба носить, як правило, вогневищний характер. При ураженні рослин спостерігається пожовтіння листя і в'янення. У них при надломі коріння видні чорні крапки або смуги закупорених міцелієм гриба

судин. Інфекція зберігається у ґрунті на рослинних залишках і передається через насіння. Сорти, які рекомендовано для вирощування, виділяються достатньою польовою стійкістю до цього захворювання [68].

За надмірної вологості нут може досить сильно уражатися аскохітозом і фузаріозом. Для запобігання їх поширення необхідним є застосування фунгіциду Байер Корнет (0,5-0,6 л/га з додаванням прилипала Мєро (0,4 л/га) або, за його відсутності – інших із діючою речовиною тебуконазол.

Нут характеризується рівномірним досяганням насіння на всій рослині, його боби не розтріскуються і не осипаються, рослини не полягають. За цих біологічних характеристик посіви даної культури збирають прямим комбайнуванням після завершення збирання зернових культур [69].

Висота зрізу регулюється таким чином, щоб на полі не залишалися незібрані боби. У більшості випадків її значення становлять 10-13 см.

За великої кількості бур'янів у посівах проводиться роздільне збирання. Нут скошується зернобобовими жатками, валки просушуються на полі впродовж 2-3 днів, надалі обмолочуються комбайном з підбирачем.

Солома нуту після подрібнення та змішування із соломною злакових використовується як високопоживний корм для годування ВРХ.

Насіння нуту, що надійшло від комбайна, спрямовується на очищення від домішок очисними машинами ОПВ-20А, ЗАВ40, ОСМ-3У, ОС-4,5А, і у разі необхідності просушується до вологості 14% [70].

## РОЗДІЛ 4

### ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

#### 4.1. Ріст і розвиток рослин нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення

Польова схожість є інтегральним вираженням взаємодії генетичних особливостей рослинного організму із ґрунтовими, гідротермічними, біотичними та антропогенними факторами. Впродовж вегетаційного періоду кількість рослин, що розміщуються на одиниці площі у посівах постійно змінюється залежно від факторів навколишнього середовища. Проростання насіння нуту починається після набирання від 140 до 160 % води від його маси.

Схожість насіння є елементом продуктивності, що визначає густоту та рівномірність розподілу стеблостою на одиниці площі.

Результати наших досліджень вказують на стимулюючий вплив застосування мікродобрива Оракул насіння на процеси проростання насіння та появи зародкових корінців і паростків. Відмічено зростання показників енергії проростання і лабораторної схожості насіння, обробленого мікродобривом на 12 і 11% щодо контрольного варіанту (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

#### Енергія проростання та лабораторна схожість насіння нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення, % (2021-2022 рр.)

Варіант	Енергія проростання, %	Схожість, %
Контроль	62	78
Оракул насіння	74	89

Разом із показниками енергії проростання і лабораторної схожості насіння відмічено підвищення інтенсивності фізіолого-біохімічних процесів, пов'язаних із формуванням первинних корінців і проростків, що виражалось у збільшенні параметрів останніх щодо контрольного варіанту (довжини зародкового корінця і

його сирі маси – на 10,0 мм і 14,0 г відповідно та довжини паростка і його сирі маси – на 16 мм і 15 мг відповідно) (табл 4.2).

Таблиця 4.2

**Морфологічні показники проростків нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення (стадія гіпокотилію ВВСН 08), (2021-2022 рр.)**

Варіант	Довжина, мм		Сира маса одного, мг	
	кореня	паростка	кореня	паростка
Контроль	58	55	53	109
Оракул насіння	68	71	67	124

Разом з тим слід відмітити, що насіння з високою лабораторною схожістю не завжди дає дружні повноцінні сходи у польових умовах [71], що здебільшого пов'язано із недостатнім забезпеченням гідротермічними ресурсами ґрунту. У свою чергу низька польова схожість насіння спричиняє не тільки зрідження, а й послаблення інтенсивності проходження ростових процесів рослин впродовж всього вегетаційного періоду [72].

Результати досліджень показали деяке зниження польової схожості насіння порівняно із лабораторною. У той же час застосування допосівної обробки насіння мікродобривом мало стимулюючий ефект на проростання насіння та початковий ріст проростків нуту (табл 4.3).

Таблиця 4.3

**Польова схожість насіння нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення, %**

Варіант	Роки проведення досліджень		Середнє за роками
	2021	2022	
Без удобрення			
Контроль	75	79	78
Оракул насіння	78	81	80
P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>			
Без обробки	79	83	82
Оракул насіння	82	86	85
N <sub>20</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>			
Без обробки	83	85	84
Оракул насіння	87	88	88

Польова схожість насіння підвищувалася у варіанті обробки насіння мікродобривом на 2 %. За сумісного застосування мінеральних добрив дозою  $P_{70}K_{70}$  і мікродобрива величина даного показника підвищувалася порівняно з контролем на 7 %. Інтенсивність появи сходів нуту у польових умовах була найвищою за поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  та застосування мікродобрива у допосівній обробці насіння.

Ріст, як і всі інші процеси життєдіяльності рослині виражаються функцією часу, що фенотипово проявляється у періодичності і ритмічності коливання його інтенсивності та може бути виражений математично позитивною величиною. Рісткові процеси, що протікають у рослинах завжди супроводжуються збільшенням їх розмірів та маси і є передумовою формування продуктивності.

Результати досліджень свідчать, що процеси лінійного приросту у висоту у рослин нуту тривали від фази повних сходів до фази фізіологічної стиглості насіння. У початкові етапи розвитку вони були незначними, а починаючи від фази гілкування їх інтенсивність підвищувалася і досягала максимуму у період цвітіння-формування бобів. Далі ріст рослин нуту уповільнювався. До початку фази дозрівання ріст рослини припинявся, що було обумовлено відмиранням апікальної меристеми.

Покращання поживного режиму рослин мало стимулюючий ефект на наростання надземної частини рослин нуту впродовж вегетаційного періоду. До фази досягання висота рослин за допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул насіння збільшувалася порівняно з контрольним варіантом на 1,5 см, а його поєднання із позакореневим підживленням мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати сприяло посиленню інтенсивності лінійних приростів рослин у висоту порівняно з контрольним варіантом, внаслідок чого висота рослин перевищувала контрольний варіант на 2,8 см (табл 4.4).

На фоні внесення  $P_{70}K_{70}$  умови наростання надземної частини рослин покращувалися, що виражалось у помітному збільшенні висоти рослин

порівняно з контролем у варіанті застосування мікродобрива Оракул насіння на 4,0 см, у варіанті поєднаного застосування мікродобрив - на 4,9 см.

Додавання азотних добрив до фосфорно-калійних живлення значно покращували умови наростання надземної частини рослин сої. Висота рослин у варіанті допосівної обробки насіння мікродобривом 54,3 см, а за її поєднання із проведенням позакореневого підживлення рослин набувала максимальних значень.

Таблиця 4.4

**Динаміка висоти рослин нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення, см (2021-2022 рр.)**

Варіанти удобрення	Фази росту і розвитку рослин					
	гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння	достигання
Без удобрення						
Контроль	11,3	29,7	37,6	43,9	46,0	49,7
Оракул насіння	12,7	31,9	44,3	45,9	47,3	51,2
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	13,4	33,7	45,4	46,9	48,2	52,5
P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>						
Без обробки	12,5	31,3	41,7	44,7	46,9	51,4
Оракул насіння	13,1	34,6	44,8	46,5	48,4	53,7
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	14,3	35,8	46,7	47,3	50,6	54,6
N <sub>20</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>						
Без обробки	13,9	32,8	42,5	46,8	47,2	52,8
Оракул насіння	14,7	34,9	45,3	48,1	49,4	54,3
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	14,9	36,7	46,8	48,9	51,4	55,8

#### **4.2. Фотосинтетична діяльність посівів нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення**

У формуванні біологічної продуктивності рослин знаходиться процес фотосинтезу, у ході якого із простих біогенних елементів під дією сонячної радіації синтезуються багаті на енергією складні і різноманітні за хімічною будовою органічні сполуки.

Головним органом, у якому відбуваються синтетичні процеси є листкова поверхня, а кількість утворених органічних сполук визначається її розмірами та тривалістю активного функціонування [73-75].

Динаміка формування асиміляційного апарату рослин нуту була нерівномірною у вегетаційний період нуту. На початкових етапах вегетації його рослини створювали асиміляційну поверхню незначних розмірів, що пояснюється формуванням у цей час потужної кореневої системи.

Від фази гілкування до бутонізації розміри листкового апарату поступово збільшувалися до 11,6 тис. м<sup>2</sup>/га на контрольному варіанті, до 12,9 тис. м<sup>2</sup>/га – на варіанті із застосуванням мікродобрива Оракул насіння, до 13,5 тис.м<sup>2</sup>/га - на варіанті поєднання допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул насіння та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати (табл 4.5).

Середньодобові прирости асиміляційної поверхні посівів нуту були найбільш інтенсивними у фазі цвітіння, а максимального значення вони досягали на час формування бобів. Фотосинтетична поверхня посівів нуту у даний період була найбільш розвиненою у варіанті поєднання внесення N<sub>20</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub> допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул насіння та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації мікродобривом Еколайн бобовий Хелати (2,0 л/га). Її значення у посівах збільшувалися у фазі формування бобів до 37,2 тис. м<sup>2</sup>/га.

Таблиця 4.5

**Динаміка наростання листкової поверхні нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення, тис. м<sup>2</sup>/га (2021-2022 рр.)**

Варіанти удобрення	Фази росту і розвитку рослин					
	гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння	достигання
Без удобрення						
Контроль	4,35	11,6	26,8	31,8	25,2	14,7
Оракул насіння	4,72	12,9	27,9	33,4	25,9	15,9
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	5,50	13,5	29,3	34,5	26,2	16,9
P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>						
Без обробки	4,63	12,8	28,1	32,6	27,2	15,0
Оракул насіння	4,96	13,7	29,4	34,8	27,4	16,3
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	5,42	14,8	30,2	35,7	28,3	17,2
N <sub>20</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>						
Без обробки	4,98	13,4	29,3	34,3	27,7	15,7
Оракул насіння	5,05	14,9	30,6	36,7	28,2	17,2
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	5,86	15,3	31,3	37,2	29,3	18,7

Починаючи від фази наливу насіння, величина асиміляційної поверхні посівів нуту зменшувалася за рахунок відмирання листків нижніх ярусів, що було пов'язано із перерозподілом та посиленням відтоком пластичних речовин із вегетативних органів до насіння.

Біологічна роль асиміляційної поверхні, полягає у поглинанні і засвоєнні фотосинтетично активної радіації, що надходить до рослинного полог. Найбільш ефективно її використання можливе не тільки за створення посівами потужного фотосинтетичного апарату, а й у перебуванні його у активному стані максимально тривалий період, що виражається фотосинтетичним потенціалом.

Вагомого значення у підвищенні продуктивної роботи агрофітоценозу як фотосинтезуючої системи має оптимізація параметрів світлового, теплового, водного, повітряного та поживного режимів за рахунок застосування певних агротехнологічних прийомів. Їх проведення надає можливість підвищити

коефіцієнт корисної дії фотосинтезу та надходження енергії сонячної радіації. Її засвоєння у ході фотосинтетичної діяльності посівів обумовлюється не лише загальною її кількістю, що надійшла до поверхні рослинного покриву, а й рівномірністю розподілу між його ярусами.

Результати досліджень показали позитивний вплив мінерального удобрення на формування асиміляційного апарату посівів і відповідне підвищення їх фотосинтетичного потенціалу. Найбільш ефективним у даному відношенні вивилося поєднання внесення мінеральних добрив дозою діючої речовини  $N_{20}P_{70}K_{70}$  проведення допосівної обробки насіння та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривами, де значення фотосинтетичного потенціалу посівів були за вегетаційний період нуту найвищими 1,363 млн.  $m^2$ діб/га (табл 4.6).

Таблиця 4.6

**Фотосинтетична діяльність посівів нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення (2021-2022 рр.)**

Варіанти удобрення	Фотосинтетичний потенціал, млн. $m^2$ діб/га (сходи-достигання)	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/ $m^2$ сухої маси за добу (середнє за вегетаційний період)
<b>Без удобрення</b>		
Контроль	1,198	3,18
Оракул насіння	1,232	3,23
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	1,258	3,54
<b><math>P_{70}K_{70}</math></b>		
Без обробки	1,218	3,56
Оракул насіння	1,246	3,95
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	1,295	4,24
<b><math>N_{20}P_{70}K_{70}</math></b>		
Без обробки	1,289	4,19
Оракул насіння	1,322	4,32
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	1,353	4,74

Інтансивність накопичення рослинами органічної біомаси підвищувалася по мірі покращання їх забезпеченості поживними речовинами. За проведення

допосівної обробки насіння значення чистої продуктивності посівів нуту збільшувалися порівняно з контролем на  $0,05 \text{ г/м}^2$  сухої маси за добу.

За поєднання допосівної обробки насіння і позакореневого підживлення рослин у фазу бутонізації рослин продуктивність фотосинтетичної роботи агроценозів нуту підвищувалася на  $0,36 \text{ г/м}^2$  сухої маси за добу.

На фоні внесення  $\text{P}_{70}\text{K}_{70}$  величина даного показника перевищувала контроль на  $0,18 \text{ г/м}^2$  сухої маси за добу. Поєднання мінерального удобрення і допосівної інокуляції насіння сприяло збільшенню величини чистої продуктивності фотосинтезу до  $3,95 \text{ г/м}^2$  сухої маси за добу.

У варіанті комплексного застосування  $\text{P}_{70}\text{K}_{70}$ , та мікродобрив чиста продуктивність фотосинтетичної роботи одиниці листкової поверхні перевищувала контрольний варіант на  $1,06 \text{ г/м}^2$  сухої маси за добу.

Значення чистої продуктивності фотосинтезу були найвищими за комплексного застосування макро і мікродобрив. У варіанті внесення  $\text{N}_{20}\text{P}_{70}\text{K}_{70}$  допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул насіння та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати величина даного показника становила  $4,74 \text{ г/м}^2$  сухої маси за добу.

Проведений аналіз щодо визначення впливу застосування мінерального удобрення та мікродобрив та на динаміку накопичення сухої біомаси однієї рослини та її нагромадження посівом свідчать про неровномірність даного процесу впродовж вегетаційного періоду.

У початкові етапи розвитку інтенсивність накопичення рослинами сухої біомаси була незначною. Від фази бутонізації до цвітіння і формування бобів темпи приросту сухої біомаси рослин значно підвищувалися. Значення маси абсолютно сухої речовини рослин у цілому були максимальними у фазі фізіологічної стиглості зерна (табл 4.7).

Інтенсивність накопичення сухої біомаси рослинами впродовж вегетаційного періоду залежала від досліджуваних факторів. Вона підвищувалася по мірі покращання забезпеченості рослин поживними речовинами і сягала максимальних значень на час досягання сягала за комплексного поєднання

внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул насіння та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати.

Таблиця 4.7

**Динаміка накопичення абсолютно сухої речовини рослинами нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення, г/м<sup>2</sup> (2021-2022 рр.)**

Варіанти удобрення	Фази росту і розвитку рослин					
	гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння	достигання
<b>Без удобрення</b>						
Контроль	16,7	33,6	42,7	125,5	309,7	346,2
Оракул насіння	18,3	37,4	45,4	136,3	312,9	357,4
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	20,0	39,3	49,2	142,8	325,3	368,3
<b><math>P_{70}K_{70}</math></b>						
Без обробки	18,3	36,4	44,6	132,3	317,5	360,1
Оракул насіння	19,3	38,2	46,8	144,2	329,5	364,2
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	24,1	43,7	52,5	151,4	336,4	371,1
<b><math>N_{20}P_{70}K_{70}</math></b>						
Без обробки	19,7	36,8	45,6	142,7	328,5	368,2
Оракул насіння	21,3	39,3	47,6	151,6	337,4	372,3
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	23,3	43,9	54,6	162,4	343,9	384,5

### **4.3. Продуктивність нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення**

Максимального рівня продуктивності агроценозів можна досягти за оптимального співвідношення величин всіх елементів його структури, формування яких відбувається на різних етапах органогенезу за неоднакових умов зовнішнього середовища.

Результати досліджень свідчать про підвищення рівня продуктивності рослин по мірі покращання поживного режиму (табл 4.8).

Таблиця 4.8

**Індивідуальна продуктивність рослин нуту залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення (2021-2022 рр.)**

Варіант удобрення	Кількість бобів на 1 рослину, шт.	Кількість зерен у бобі, шт.	Кількість зерен на 1 рослину, шт.	Маса 1000 зерен, г
Без удобрення				
Контроль	21,8	1,1	22,5	267,7
Оракул насіння	22,3	1,2	24,9	275,3
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	23,4	1,3	29,8	289,7
P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>				
Без обробки	23,6	1,2	26,1	273,8
Оракул насіння	25,4	1,2	28,5	281,8
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	26,2	1,3	29,7	292,4
N <sub>20</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>				
Без обробки	24,4	1,2	29,3	297,9
Оракул насіння	28,2	1,2	30,8	304,4
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	29,9	1,3	33,7	312,2

На контрольних варіантах значення показників індивідуальної продуктивності рослин були найменшими. На рослинах формувалося в середньому 21,8 шт. бобів із кількістю насінин у них 1,1 шт., що виражало загальну кількість зерен на рослинах 22,5 шт. Маса 1000 зерен становила 267,7 г.

Застосування мікродобрива Оракул насіння сприяло збільшенню порівняно з контролем кількості сформованих на рослинах бобів і зерен у них на 0,5 та 0,1 шт, загальну кількість зерен на рослинах - на 2,5 шт., масу 1000 насінин на 7,6 г.

У варіанті поєднання застосування мікродобрив Оракул насіння і Еколайн Бобовий Хелати на рослинах формувалося в середньому 23,4 боби із середньою кількістю зерен у них 1,3 шт, що визначало значення загальної кількості зерен з рослини на рівні 29,8 шт, а маса 1000 насінин підвищувалася до 289,7 г.

На фоні внесення  $P_{70}K_{70}$  проведення обробки насіння мікродобривом Оракул насіння сприяло збільшенню порівняно з контролем кількості сформованих на рослинах бобів і зерен у них на 3,6 та 0,1 шт, загальну кількість зерен на рослинах - на 6,0 шт., масу 1000 насінин на 14,4 г. За поєднання застосування мікродобрив Оракул насіння і Еколайн Бобовий Хелати на рослинах формувалося в середньому 26,2 боби із середньою кількістю зерен у них 1,3 шт, що визначало значення загальної кількості зерен з рослини на рівні 29,7 шт, а маса 1000 насінин підвищувалася до 292,4 г.

Умови формування індивідуальної продуктивності рослин були найбільш сприятливими за поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  та комплексного застосування мікродобрив. У даному варіанті на рослинах формувалося в середньому 29,1 біб із середньою кількістю зерен у них 1,3 шт, що визначало значення загальної кількості зерен з рослини на рівні 33,7 шт, а маса 1000 насінин підвищувалася до 312,2 г.

У варіанті із поєднанням внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  та проведенням допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул насіння індивідуальна продуктивність рослин зменшувалася. Рослини формували в середньому 28,2 боби бобів із середньою кількістю зерен у них 1,3 шт. Всього на рослинах формувалося 30,8 шт насінин, а маса 1000 насінин становила 304,4 г.

Одним із головних критеріїв ефективності застосування агротехнологічних прийомів вирощування є урожайність. Її величина обумовлюється індивідуальною продуктивністю рослин, та їх кількістю на одиниці площі.

У середньому за роки проведення досліджень відмічений позитивний вплив застосування мінерального удобрення на величину загальної зернової продуктивності посівів нуту (табл .4.9).

Її значення було найвищими за поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  та застосування мікродобрив і становило 2,39 т/га.

Таблиця 4.9

**Урожайність зерна нуту залежно від забезпеченості елементами  
мінерального живлення, т/га**

Варіанти удобрення	Урожайність зерна		Середнє за роками, т/га
	2021	2022	
Без удобрення			
Контроль	1,76	1,65	1,71
Оракул насіння	2,09	1,95	2,02
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	2,14	2,08	2,11
P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>			
Без обробки насіння	1,95	1,89	1,92
Оракул насіння	2,14	1,93	2,04
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	2,37	2,24	2,31
N <sub>20</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>			
Без обробки насіння	2,13	1,94	2,04
Оракул насіння	2,27	2,15	2,21
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	2,44	2,34	2,39

НІР<sub>0,95</sub>, т/га А – 0,08; В – 0,08; АВ – 0,11

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ У АГРОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

У сучасних умовах ведення сільського господарства важливою вимогою до впровадження у виробництво агротехнологічних елементів технології вирощування є підвищення економічної ефективності вирощування культури, за рахунок зниження собівартості одиниці продукції та зменшення енергетичних витрат на її виробництво. Разом з тим отримана продукція повинна характеризуватися покращеними параметрами якості, що підвищує її конкурентоспроможність та попит на ринку.

Виробництво продукції рослинництва за умов дефіциту ресурсного потенціалу вимагає перегляду підходів розробки і впровадження агротехнологічних прийомів вирощування польових культур.

Економічну ефективність вирощування зерна нуту визначали за величинами показників вартості валової продукції, отриманої з 1 га, рівнем витрат на її виробництво на 1 га, собівартості 1 т зерна, чистого прибутку від реалізації зернової продукції з 1 га та рівня рентабельності впровадження елементів агротехнології.

Згідно із біржовими цінами 2022 року, вартість 1 т зерна нуту для використання у продовольчих цілях становила 15000 грн.

Економічні розрахунки свідчать про позитивний ефект застосування мінерального удобрення у процесі вирощування нуту.

Найвищі показники умовно-чистого прибутку (11794 грн/га) та рентабельності виробництва зерна нуту (117,1%) були у варіанті внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  та комплексного застосування мікродобрив (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність мінерального удобрення у агротехнологічному процесі вирощування нуту (2021-2022 рр.)**

Варіанти удобрення	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
<b>Без удобрення</b>					
Контроль	25650	22025	3625	12880	28,2
Оракул насіння	30310	22322	7988	11050	72,2
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	31650	22778	8872	10795	82,2
<b>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>					
Без обробки	28800	22925	5875	11940	49,2
Оракул насіння	30600	23225	7375	11384	64,7
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	34650	24894	9756	10776	90,5
<b>N<sub>20</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub></b>					
Без обробки	30600	23045	7555	11296	66,9
Оракул насіння	33150	23344	9806	10562	92,8
Оракул насіння + Еколайн Бобовий Хелати	35850	24056	11794	10065	117,1

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Розвиток сільського господарства на сьогоднішній день неможливий без використання мінеральних добрив, які дозволять підвищити родючість ґрунтів, збільшити врожайність, підвищити якість сільськогосподарської продукції. Саме за рахунок використання мінеральних добрив забезпечується приріст врожаю на 50 %.

Тому повна відмова від використання мінеральних добрив, що іноді пропонують у якості одного з можливих шляхів розвитку сільського господарства, призведе до катастрофічного скорочення виробництва продовольства. Але недотримання науково обґрунтованих заходів під час застосування добрив, недосконалість способів їх використання може призвести до негативного впливу мінеральних добрив на окремі компоненти біосфери, на стан навколишнього природного середовища та на людину [77].

Забруднення навколишнього середовища при використанні мінеральних добрив відбувається в основному через недосконалість властивостей і хімічного складу добрив та порушення технології виробництва, зберігання та застосування мінеральних добрив.

Нагромадження нітратів в сільськогосподарській продукції в основному залежить від дози і термінів внесення азотних добрив, довжини світлового дня і часу посіву насіння, а також від освітлення - на затінених ділянках вміст нітратів вищий.

Застосування фосфорних добрив також має значні екологічні наслідки. По-перше, фосфорні добрива призводять до збільшення накопичення фосфору у водних об'єктах, нагромадження якого у водному середовищі в значних кількостях викликає еутрофікацію (заростання) водойм.

Калійні добрива забруднюють навколишнє середовище в меншій мірі. Негативний вплив роблять в основному супутні калію аніони: хлорид, сульфат та інші. До шкідливих домішок, що містяться в калійних добривах, можна

також віднести хлор, що у великих дозах негативно впливає на врожай картоплі, винограду, тютюну, цитрусових і прядильних культур.

Поряд з основними елементами живлення в мінеральних добривах часто присутні різні домішки в вигляді солей важких металів, органічних сполук, радіоактивних ізотопів, оскільки сировина для одержання добрив (фосфорити, апатити, сирі калійні солі), як правило, вже містить значну кількість домішок – від  $10^{-5}$  до 5 % і більше. З токсичних елементів можуть бути присутні миш'як, кадмій, свинець, фтор, стронцій, які повинні розглядатися як потенційні джерела забруднення навколишнього середовища і враховуватися при внесенні в ґрунт мінеральних добрив [78].

До найбільш небезпечної групи речовин, нагромадження яких призводить до значного погіршення стану навколишнього середовища, відносять ртуть, свинець, кадмій, миш'як і інші важкі метали, які мають особливе екологічне, біологічне і медичне значення.

Ґрунтовий покрив не тільки акумулює компоненти забруднень, але і виступає природним буфером, що істотно знижує токсичну дію важких металів і регулює надходження хімічних елементів в рослини і, як наслідок, в організм тварин та людини. На відміну від атмосфери і гідросфери, де спостерігаються процеси періодичного самоочищення від важких металів, ґрунт практично не має такої здатності до самоочищення. Метали, що накопичуються в ґрунтах, виводяться з нього вкрай повільно лише при вилугованні, споживанні рослинами, ерозії і дефляції. В зв'язку з цим розробка агротехнічних заходів, що знижують надходження важких металів у сільськогосподарські рослини, здобуває велике агроєкологічне значення.

Важкі метали можуть виступати в ролі ведучого екологічного фактора, що визначає спрямованість і характер розвитку агробіоценозів. Масове забруднення ними навколишнього середовища призводить до явно виражених токсикозів рослин, тварин і людини, а тому порівняно легко діагностується.

Серед усіх важких металів найвищу акумулятивну здатність в організмах теплокровних тварин і людини мають свинець і кадмій, тому в

результаті забруднення ґрунту і рослин цими металами найбільшій небезпеці піддаються кінцеві ланки харчового ланцюга, у тому числі людина. Одним з найбільш шкідливих токсикантів є кадмій. Потрапляючи в ґрунт, він абсорбується кореневою системою рослин, накопичується в них і по харчових ланцюгах може надходити в організм тварин і людини.

Кадмій, ртуть і свинець практично неможливо вилучити з ґрунту, тому вони все більше накопичуються в ньому і різними шляхами попадають в організм людини. Основний шлях зменшення вмісту важких металів у рослинній продукції - розробка досконалих технологічних прийомів зниження їх рухливості в ґрунті.

При розробці заходів щодо зниження вмісту важких металів у сільськогосподарських рослинах, що знаходяться на ґрунтах, які піддаються антропогенному забрудненню, виникає необхідність вирішення ряду проблем. З агрономічної й екологічної точки зору необхідні такі прийоми оброблення культур, що одночасно сприяли б зниженню надходження важких металів у рослини і зменшенню їх вмісту в кореновому шарі ґрунту. Труднощі рішення даної проблеми полягають у тому, що агрохімічні заходи, які сприяють зменшенню надходження важких металів у рослини (вапнування, внесення органічних добрив, підвищення ємності катіонного обміну), викликають нагромадження їх в ґрунті у формі малорозчинних сполук, в результаті чого рухливість металів і їх природна міграція по профілю ґрунту знижується.

В умовах інтенсивного антропогенного забруднення ґрунт акумулює значні кількості важких металів, у тому числі кислотнорозчинних форм свинцю 15-20 мг/кг і кадмію 1,0-1,6 мг/кг. Періодичне вапнування легкосуглинкового дерново-підзолистого ґрунту незалежно від способів її основної обробки призводить до значного зниження концентрації свинцю і кадмію в бульбах картоплі як у досліді без добрив, так і при внесенні мінеральних та органічних добрив [77].

Агротехнічні методи, у тому числі вапнування, істотно обмежують надходження важких металів в рослини у випадку забруднення ґрунту. При

інтенсивному і систематичному надходженні важких металів з опадами чи пилом (поблизу доріг і промислових зон) тільки за допомогою вапнування не вдається істотно знизити їх вміст у надземних органах рослин.

Поряд з вапнуванням великий вплив на врожай і якість сільськогосподарської продукції робить окультуреність ґрунту, мінеральні й органічні добрива. Незважаючи на існуючу думку про негативну дію мінеральних і органічних добрив на вміст важких металів у рослинах, деякі дослідження показують, що тривале застосування добрив, навіть при відносно високому природному вмісті важких металів у фосфорних і органічних добривах, не збільшувало, а, як правило, знижувало концентрацію важких металів у сільськогосподарській продукції при значному збільшенні врожайності. При внесенні мінеральних добрив під кожен культуру необхідно враховувати гранично допустимі концентрації хімічних елементів у ґрунті.

Агрохімічні методи — вапнування і внесення органічних добрив — істотно знижують можливість попадання металів в рослини. Завдяки вапнуванню вдається в кілька разів зменшити вміст свинцю в сільськогосподарських культурах, вирощуваних на забруднених ґрунтах. Вапно є найкращим засобом для захисту рослин, на ґрунтах, забруднених кадмієм.

Правильний вибір доз, термінів і способів внесення добрив, співвідношення поживних елементів не тільки забезпечить отримання високого врожаю, але й дозволить виключити забруднення ґрунтів і продукції токсичними елементами і сполуками, а також підтримувати природну родючість ґрунтів на необхідному рівні.

Задля запобігання негативного впливу діяльності людини на навколишнє природне середовище, оцінки ступеню екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах проводиться екологічна експертиза. Її проведення полягає у:

- визначенні ступеня екологічного ризику і безпеки діяльності, що є запланованою чи здійснюваною;

- організації комплексної, науково-обґрунтованої оцінки об'єктів екологічної експертизи;
- встановленні відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства, санітарних норм, будівельних норм і правил;
- оцінці впливу діяльності об'єктів екологічної експертизи на стан навколишнього природного середовища, здоров'я людей і якість природних ресурсів;
- оцінці ефективності, повноти, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього природного середовища і здоров'я людей;
- підготовці об'єктивних, всебічно обґрунтованих висновків екологічної експертизи.

Об'єктами екологічної експертизи є:

- проекти законодавчих та інших нормативно-правових актів;
- передпроектні, проектні матеріали;
- документація по впровадженню нової техніки, технологій, матеріалів, речовин, продукції, реалізація яких може призвести до порушення екологічних нормативів, негативного впливу на стан навколишнього природного середовища, створення загрози здоров'ю людей.

Проведення екологічної ситуації проводиться для визначення екологічних ситуацій, що склалися в окремих населених пунктах і регіонах, а також діючих об'єктів та комплексів, діяльність яких пов'язана із значним негативним впливом на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей.

## РОЗДІЛ 7

### ОХОРОНА ПРАЦІ

У сучасному агровиробництві досить на підприємствах усіх форм власності важливою та актуальною є проблема покращання умов праці та створення безпечних і комфортних умов для виконання поставлених завдань персоналом.

Охорона праці виступає як один із найбільш важливих аспектів у соціальній політиці держави. Вона являє собою систему правових, технічних, економічних, санітарно-гігієнічних заходів, що спрямовані на створення безпечних умов трудової діяльності.

За свідченнями МОП, кожного року внаслідок нещасних випадків на робочому місці або через захворюваннями, пов'язаними з роботою у світі гине близько 2,3 млн осіб внаслідок, а це за середньостатистичними даними 6000 осіб кожного дня.

Водночас розміри матеріальних збитків від втрачених робочих днів, витрат на лікування та компенсаційних виплат збільшуються до 1,25 трлн дол., що становить близько 4% світового ВВП [79].

Причини суттєвих економічних втрат, пов'язані із шкідливими та небезпечними умовами праці. Кількість осіб, що зайняті у виробництві, із шкідливими та небезпечними умовами праці, а відповідно й економічними втратами підприємств неухильно збільшується. У цьому полягає важливість усвідомлення роботодавцями необхідності належного забезпечення безпечних умов праці та застосування засобів захисту членів трудового колективу від різних небезпек та загроз [80].

Виробництво сільськогосподарської продукції має цілий ряд структурних, організаційних, технологічних особливостей, що визначають рівень виробничих ризиків і характеризують цю галузь як одну із найбільш травмонебезпечних.

Першочерговим завданням з охорони праці в сільському господарстві є попередження та профілактика виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і аварій, пов'язаних з виробничими процесами[81].

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

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

Усі роботи, пов'язані з використанням агрохімікатів, до яких безпосередньо належать мінеральні добрива необхідно виконувати під керівництвом спеціаліста із охорони праці. Відповідальність за охорону праці покладають на керівників господарств [82].

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

Особи, відповідальні за транспортування, зберігання та застосування агрохімікатів, повинні мати допуск (посвідчення) на право роботи із зазначеними засобами. До виконання робіт працівники залучаються за належно оформленим нарядом чи розпорядженням.

Не допускаються до таких робіт особи:

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

Проведення робіт із мінеральними добривами має бути максимально механізованим.

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

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

Працівники повинні суворо дотримуватись вимог безпеки під час таких операцій:

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

Керівник робіт повинен:

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

## ВИСНОВКИ

1. Застосування допосівної обробки насіння багатокomпонентним комплексним мікродобрином Оракул насіння має стимулюючий ефект на початковий розвиток рослин нуту.

2. Застосування мінерального удобрення та мікродобрив підвищенню інтенсивності лінійних приростів рослин у висоту, формуванню потужної надземної частини та розвиненої асиміляційної поверхні, підвищує продуктивність її фотосинтетичної роботи.

3. Формування потужного асиміляційного апарату, подовження тривалості і продуктивності його фотосинтетичної роботи сприяє збільшенню кількості синтезованої рослинами органічної речовини, а внаслідок її перерозподілу у генеративний період, індивідуальна продуктивність рослин підвищується.

4. Поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  допосівної обробки насіння мікродобрином Оракул насіння (1,5 л/т) та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим хелатним мікродобрином Еколайн Бобовий Хелати (2,0 л/га) дозволяє отримувати за умов недостатнього зволоження 2,39 т/га зерна із рівнем рентабельності його виробництва 117,1 %.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Рекомендованим до застосування у виробництві є поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул пасіння (1,5 л/т) та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим хелатним мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати (2,0 л/га), що дозволяє отримувати за умов недостатнього зволоження 2,39 т/га зерна із рівнем рентабельності його виробництва 117,1 %.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. G. Bejiga, Forty Years of Research Experience, Debre Zeit Agricultural Research Center, Debre Zeit, Ethiopia, 1994.
2. D. D. Nawange, H. D. Verma, and H. Verma, “Growth and yield performance of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under different planting geometry and fertility levels in vindhya plateau region,” *International Journal of Agriculture Sciences*, vol. 10, no. 5, pp. 5291–5293, 2018.
3. M. Agajie, “Effect of spacing on yield components and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) at assosa, western Ethiopia,” *Agriculture, Forestry and Fisheries*, vol. 7, no. 2, pp. 39–51, 2018.
4. B. Abdulkadir, S. Kassa, T. Desalegn et al., pp. 2–86, 2017, Crop Response to Fertilizer Application in Ethiopia: a Review. A Review of Soil Fertility Management and Crop Response to Fertilizer Application in Ethiopia: Towards Development of Site-and Context-specific Fertilizer Recommendation.
5. F. Asnake, A. Funga, L. Korbu, M. Eshete, and N. Girma, “Stability analysis in chickpea genotype sets as tool for breeding germplasm structuring strategy and adaptability scoping,” *Ethiopian Journal of Crop Science*, vol. 6, no. 2, pp. 19–37, 2018.
6. Cheminingwa, G. N., and J. K. Vessey. 2006. The abundance and efficacy of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* in cultivated soils of eastern Canadian prairie. *Soil Biology and Biochemistry* 38:294–302.
7. Pindi, P.K. Liquid Microbial Consortium- A Potential Tool for Sustainable Soil Health. *J. Fertil. Pestic.* 2012, 3, 124. [CrossRef]
8. Flores-Felix, J.D.; Menendez, E.; Rivera, L.P.; Marcos-Garcia, M.; Martinez-Hidalgo, P.; Mateos, P.F.; Martinez-Molina, E.; Velazquez, M.d.l.E.; Garcia-Fraile, P.; Rivas, R. Use of *Rhizobium leguminosarum* as a potential biofertilizer for *Lactuca sativa* and *Daucus carota* crops. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2013, 176, 876–882. [CrossRef]
9. Sara S., Morad M., Reza C.M. Effects of seed inoculation by *Rhizobium* strains on chlorophyll content and protein percentage in common bean cultivars (*Phaseolus*

- vulgaris L.). *Int. J. Biosci.* 2013, 3, 1–8. [CrossRef]
31. Sammauria R., Kumawat S., Kumawat P., Singh, J., Jatwa T.K. Microbial inoculants: Potential tool for sustainability of agricultural production systems. *Arch. Microbiol.* 2020, 202, 677–693. [CrossRef]
32. Mabrouk, Y.; Hemissi, I.; Salem, 11. Ogutcu H., Algur O. F., Elkoca E., Kantar F.. 2008. The determination of symbiotic effectiveness of Rhizobium strains isolated from wild chickpea collected from high altitudes in Erzurum. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32:241–248
12. Albayrak, S., Sevimay C. S., Tongel O.. 2006. Effect of inoculation with rhizobium on seed yield and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 30:31–37
13. Malik M. A., Cheema M. A., Khan H. Z.. 2006. Growth and yield response of soybean (*Glycine max* L.) to seed inoculation and varying phosphorus levels. *Journal of Agricultural Research* 44 (1): 47–53.
14. Doughton J.A., Vallis I., Safgna P.G. Nitrogen fixation in chickpea. I. Influence of prior cropping or fallow, nitrogen fertilizer and tillage. *Aust J Agric Res.* 1993;44:1403–13.
15. Dwivedi S.L., Sahrawat K.L., Upadhyaya H.D., Mengoni A., Galardini M., Bazzicalupo M., Biondi E.G., Hungria M., Kaschuk G., Blair M.W. 2015 Advances in host plant and rhizobium genomics to enhance symbiotic nitrogen fixation in grain legumes. In: Sparks DL, editor. *Advances in agronomy*, vol. 129. San Diego: Elsevier Academic Press Inc; 3. 1–116.
16. Wawrzyńska A., Sirko, A. 2014. To control and to be controlled: understanding the Arabidopsis SLIM1 function in sulfur deficiency through comprehensive investigation of the EIL protein family. *Front. Plant Sci.* 5:575. doi: 10.3389/fpls.2014.00575
17. Thompson I.A., Huber D.M. 2007. Manganese and plant disease. *Mineral nutrition and plant disease.* 139: 153.
18. Prost I., Dhondt S., Rothe G., Vicente J., Rodriguez M.J., Kift N., Carbonne F., Griffiths G., Esquerre-Tugaye M.T., Rosahl S. 2005. Evaluation of the antimicrobial

- activities of plant oxylipins supports their involvement in defense against pathogens. *Plant Physiology*. 139(4): P. 1902-1913
19. Khan M. S., Haas F. H., Samami A. A., Gholami A. M., Bauer A., Fellenberg K. 2010. Sulfite reductase defines a newly discovered bottleneck for assimilatory sulfate reduction and is essential for growth and development in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 22, 1216–1231. doi: 10.1105/tpc.110.074088
  20. Ryan P., Delhaize E., Jones D.. 2001. Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots. *Annual review of plant biology*. 52(1): 527-560.
  21. Hinsinger R. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by rootinduced chemical changes: a review. *Plant and soil*. 237(2): 173-195.
  22. Abel S., Ticconi C.A., Delatorre C.A.. 2002. Phosphate sensing in higher plants. *Physiologia plantarum*. 115(1): 1-8.
  23. Baggs E., Rees R., Smith K., Vinten A.. 2000. Nitrous oxide emission from soils after incorporating crop residues. *Soil use and management*. 16(2): 82-87.
  24. Lambers H. 2003. Introduction, dryland salinity: a key environmental issue in southern Australia. *Plant and soil*. 257(2): 5-7.
  25. Shane M.W., Lambers H. 2005. Cluster roots: a curiosity in context. *Plant and soil*. 274(1-2): 101- 125.
  26. Cubero J.I. 1987. Morphology of chickpea. In: Saxena MC, Singh KB (eds) *The Chickpea*. CAB. International, Wallingford, Oxon, OX10 8DE, UK, p. 35–66.
  27. Jodhpur. Holm, T. 1980. A morphological study of *Cicer arietinum*. *Botanical Gazette*, 70, 446–452.
  28. Kumar J., Rao B. V. 1996. Super early chickpea developed at ICRISAT Asia center. *Int. Chickpea Pigeonpea Newsl*, 3, 17–18
  29. Van Der Maesen, L. J. G. 1987. Origin, history, and taxonomy of chickpea. In M. C. Saxena & K. B. Singh (Eds.), *The Chickpea*. UK: CAB International Publications.
  30. Knights, E., and Hobson, K. 2016. Chickpea overview. In *Reference Module in Food Science* (Elsevier).
  31. Ellis R.H., Hong T.D., Roberts E.H. 1987. The development of desiccation-tolerance and maximum seed quality during seed maturation in six grain legumes.

Annals of Botany 59, 23-29

31. Walters C., Wheeler L.M., Grotenhuis J.M. 2005. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. *Seed Science Research* 15, 1-20.
32. Smykal P., Vernoud V., Blair M.W., Soukup, A., Thompson, R.D. 2014. The role of the testa during development and in establishment of dormancy of the legume seed. *Frontiers in Plant Science* 5:351, 1-19
33. Frisbee C.C., Smith C.W., Wiesner L.E., Lockerman R.H. 1988. Short term storage effects on dormancy and germination of chickpea (*Cicer arietinum*). *Journal of Seed Technology* 12, 16-23.
34. Soltani A., Robertson M.J., Torabi B., Yousefi-Daz M., Sarparast, R. 2006. Modelling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. *Agricultural and Forest Meteorology* 138, 156-167.
35. Vessal S., Palta J.A., Atkins C.A., Siddique K.H.M. 2012. Development of an assay to evaluate differences in germination rate among chickpea genotypes under limited water content. *Functional Plant Biology* 39, 60-70.
36. Ellis R.H., Hong T.D., and Roberts E.H. 1987. The development of desiccation-tolerance and maximum seed quality during seed maturation in six grain legumes. *Annals of Botany* 59, 23-29.
37. van der Maesen L.J.G. 1972. *Cicer L.*, a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum L.*), its ecology and cultivation. PhD thesis (Wageningen University).
38. Loss S., Brandon N., Siddique, K. 1998. *The chickpea book: a technical guide to chickpea production*, Vol 9-1998 (Perth: Department of Agriculture and Food, Western Australia).
39. Jha U.C., Nayyar H., Jha R., Nath C.P., Datta D. 2020. Chickpea Breeding for Abiotic Stress: Breeding Tools and ‘Omics’ Approaches for Enhancing Genetic Gain. In *Accelerated Plant Breeding*; Gosal, S.S., Wani, S.H., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2020; Volume 3, pp. 211–234.
40. Gaur P.M., Jukanti A.K., Varshney R.K. 2012. Impact of Genomic Technologies on Chickpea Breeding Strategies. *Agronomy* 2012, 2, 199–221.

41. Dubey S.K., Sah U., Singh S.K. 2011. Impact of climate change in pulse productivity and adaptation strategies as practiced by the pulse growers of Bundelkhand region of Uttar Pradesh. *J. Food Legum.*, 24, 230–234.
42. Maqbool M.A., Aslam M., Ali H. 2017. Breeding for improved drought tolerance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant Breed.*, 136, 300–318.
43. Nayyar, H.; Bains, T.; Kumar, S. Low temperature induced floral abortion in chickpea: Relationship to abscisic acid and cryoprotectants in reproductive organs. *Environ. Exp. Bot.* 2005, 53, 39–47.
44. Yadav S.K. Cold stress tolerance mechanisms in plants. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 2010, 30, 515–527.
45. Jha, U.C.; Nayyar, H.; Jha, R.; Nath, C.P.; Datta, D. Chickpea Breeding for Abiotic Stress: Breeding Tools and ‘Omics’ Approaches for Enhancing Genetic Gain. In *Accelerated Plant Breeding*; Gosal, S.S., Wani, S.H., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2020; Volume 3, pp. 211–234.
46. Ismail, A.M.; Horie, T. Genomics, Physiology, and Molecular Breeding Approaches for Improving Salt Tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2017, 68, 405–434.
47. Полтавська область: природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис / За ред. К.О. Маца. Полтава: Полтавський літератор, 1998. 336 с.
48. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т.1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные процессы / Под ред. Н.И. Полупана. К.: Урожай, 1988. 296 с.
49. Метеорологічний звіт за 9 місяців 2018 року по метеорологічному посту с. Степне Полтавського району Полтавської області. Полтава.: Полтавська ДСГДС ім. М.І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН, 2018. 19 с.
50. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.:Агропромиздат, 1985. 351с
51. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп’яні та зернобобові культури)/за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. 69 с.
52. Посыпанов Г.С. Методика определения биологической фиксации азота

воздуха. М., 1998. 215 с.

53. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып.3. 184с.

54. Бабич А.О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 87 с.

55. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: АН СССР, 1961. 133 с.

56. Майсуриян Н.А. Растениеводство. М.: Колос, 1979. 320 с.

57. Ушкаренко В.А. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: [монография]. М.: Изд. РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 336 с.

58. Акинербем Ф. Практики о вирощуванні нута. Зерно. 2011. № 2. С. 60- 64.

59. Борона В. П., Задорожний В. С., Карасевич В. В. Бур'яни в посівах нуту. Карантин і захист рослин. 2013. № 12. С. 7–9.

60. Бушулян О. Принц бобового царства. Особливості вирощування нуту за безгербіцидної технології. Пропозиція. 2017. №5. С. 78–83.

61. Борона В. П., Задорожний В. С., Карасевич В. В. Бур'яни в посівах нуту. Карантин і захист рослин. 2013. № 12. С. 7–9.

62. Бушулян О. Принц бобового царства. Особливості вирощування нуту за безгербіцидної технології. Пропозиція. 2017. №5. С. 78–83.

63. Бушулян О. В., Січкач В. І., Бабаянц О. В. Захист нуту від шкідливих організмів. Агроном. 2014. № 2. С. 156–161.

64. Бушулян О.В., Січкач В.І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування: Монографія. Одеса, 2009. 248 с.

65. Дідур І. М., Темченко М. О. Вплив інокулянтів та мікродобрив на густоту стояння та висоту рослин нуту. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. 2017. №6 (Том 1). С.14-21.

66. Дідович С. В., Толкачов М. З., Шабанов Е.А., Щігорцова О. Л. Ефективність нітрагінізації нуту. Агроєкологічний журнал. 2005. № 2. С. 48–51.

67. Єремко Л.С. Удосконалення агротехнічних заходів вирощування нуту в умовах Лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2009. №4. С.97-100.
68. Єремко Л.С. Удосконалення агротехнічних заходів вирощування нуту в умовах Лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2009. №4. С.97-100.
69. Пушак В. І. Продуктивність сортів нуту залежно від елементів інтенсифікації технології вирощування в умовах Лісостепу Західного. Автореферат на здобуття канд. с.-г. наук. 06.01.09. - рослинництво. Вінниця, 2019. С. 26.
70. Січкач В. І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті. «2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України». Матеріали міжнародної наукової конференції. 11-12 серпня 2016 р. Вінниця: Діло. 2016. С.14-15.
71. Мазур В. А. Польова схожість різностиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння Поліміксобактерином. Сільське господарство та лісівництво. ВНАУ, 2016. № 4. 80 с.
72. Макрушин М. М. Насіннезнавство польових культур. К.: Урожай, 1994. 208 с.
73. Носатовский А. И. Пшеница. Биология. 2-е изд., доп. М.: Колос, 1965. 568 с.
74. Sanklha N. Growth and metabolism of soybean as affected by paclobytrazol. Plant. Cell. Physiol. 1985. Vol. 26. P. 913-914.
75. Пруцков Ф. М. Повышение урожайности зерновых культур. М.: Россельхозиздат, 1982. 205 с.
76. Ничипорович А. А. Физиология и продуктивность растений. Физиология фотосинтеза. М., 1982. С. 7-33.
77. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії / За ред. В.П. Гудзя. 2 видання. К.: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
78. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / За ред. Є.Г. Дегодюка К.: Урожай, 1992. 317 с.

79. К. Скрипник, Впроваджуємо на підприємстві систему управління охороною праці, Довідник спеціаліста з охорони праці, 2017, №7. С18-32.
80. Про що говорили за круглим столом до Дня охорони праці у Києві, Довідник спеціаліста з охорони праці, 2017, №5, С4-5.
81. Федевич О., Степанишин В. Удосконалення системи управління охороною праці та ризиками на виробництві. Матеріали Міжнародної науковопрактичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»: Зб. наук. праць. Переяслав-Хмельницький, 28 листопада 2018. Вип. 41. С 778–871.
82. Закон України “Про охорону праці” Державний комітет України по нагляду за охороною праці. К.: Норматив, 2005.
82. В. Ткачишин. Професійні хвороби та порядок їх встановлення, Довідник спеціаліста з охорони праці, 2017, №5, С29-36.

## ДОДАТОК А

### ОПИС МІКРОДОБРІВ

**Оракул Мультикомплекс** – комплексне універсальне рідке добриво в легкозасвоюваній формі, для позакореневого підживлення овочевих, плодкових, декоративних культур, ягідників, винограду, квітів та газонних трав. Препарат забезпечує рослини основними поживними речовинами, необхідними для оптимального росту та розвитку, Оракул Мультикомплекс нетоксичний, не викликає алергію, екологічно безпечний та абсолютно нешкідливий для комах-запилювачів.

Вміст г/л, N – 184; SO<sub>3</sub> – 36; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 66; K<sub>2</sub>O – 44; Fe – 6; Zn - 8; Cu – 8; B – 5-9; Mn - 6; Mo – 0,12; Co – 0,05.

**Еколайн Бобовий Хелати** - комплексне концентроване спеціальне добриво призначене для позакореневого підживлення культур: горох, соя, люпин, сочевиця, нут, насінники багаторічних бобових трав. Містить у своєму складі Азот (N – NH<sub>2</sub>) із часткою 11,0 %; Калій (K<sub>2</sub>O) - 10,0 %; Магній (MgO) - 2,8 % Сірку (SO<sub>3</sub>) - 4,2 %; Залізо (Fe) - 0,56 %; Марганець (Mn) - 0,84 %; Бор

(В) - 0,32 %; Мідь (Cu) - 0,28 %; Цинк (Zn) - 0,14 %; Молібден (Mo) - 0,05 %; Кобальт (Co) - 0,05 %.

## ДОДАТОК В

УДК 631.5:633.358

### ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ

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

Олянецький О.В., СВО Магістр за спеціальністю 201 – Агронімія

*Полтавський державний аграрний університет*

**Актуальність теми.** Вирішення проблеми сталого забезпечення продовольчого сектора та галузі кормовиробництва білковими ресурсами рослинного походження за умов підвищення значень середньодобової температури повітря, характерних для агрокліматичної зони Лісстепу та подовження тривалості посушливих періодів є розширення посівних площ та підвищення рівня продуктивності зернобобових культур, що характеризуються високою адаптаційною здатністю до дії несприятливих факторів навколишнього середовища.

Цінним представником даної групи культур є нут, основними біологічними характеристиками якого є посухостійкість, жаростійкість і разом з тим стійкість до дії знижених позитивних температур та короткострокових приморозків [1-3].

Його зерно містить збалансований за амінокислотним складом, білок, вуглеводи, олію, вітаміни, мікроелементи, каротиноїди органічні кислоти, біологічно активні сполуки [4].

Як бобова культура, нут може засвоювати до 140 кг/га атмосферного азоту (N<sub>2</sub>) у придатну для використання форму, забезпечуючи тим самим близько 70 % потреби у даному елементі шляхом створення симбіотичних зв'язків із бульбочковими бактеріями роду *Mesorhizobium*, такими як *Mesorhizobium cicerian* і *Mesorhizobium mediter-raneum* та перетворення або відновлення молекулярного азоту до аміаку мікроорганізмами за допомогою ферментної системи нітрогенази [5].

Ріст і розвиток рослин значною мірою визначаються наявністю поживних речовин; тому для забезпечення вищої продуктивності сільськогосподарських рослин важливо розуміти динаміку поглинання, транспортування, засвоєння поживних речовин та їх біологічну взаємодію.

Азот є однією з поживних речовин, необхідних для вегетативного росту культурних рослин, оскільки він приймає участь у процесах синтезу цукрів в листі, створення амінокислот для синтезу білка і, таким чином формування урожаю культури та його якісних показників.

Азот відіграє значну роль у структурному розвитку та фізіологічних функціях рослин, оскільки він є основним хімічним елементом білка, необхідним протікання ростових процесів.

Фосфор є структурним компонентом фосфобілків, фосфоліпідів, коферментів, нуклеїнових кислот і хромосом. У рослинному організмі даний елемент відіграє вагомe значення у протіканні метаболічних процесів (реакцій), пов'язаних із поглинанням поживних речовин, диханням, біологічним окисленням, фотосинтезом та поділом клітин у процесах росту і розвитку рослин. Він працює як активатор для більш ніж 60 ферментів у рослинах, регулює вміст води та зменшує шкідливий вплив солей на рослини [7].

Калій є складовою частиною понад 60 ферментів, каталізатором для багатьох з необхідні ферментативні процесів у рослині. Він відіграє ключову роль у процесах водного обміну рослин, визначаючи рух прорихів, осморегуляцію, підтримуючи таким чином тургор рослин за рахунок зменшення транспірації і відповідно економного використання води, підвищує стійкість рослин до дії посухи, ушкодження хворобами і шкідниками.

Даний елемент є складовою частиною багатьох ензимів, що визначають спрямованість та інтенсивність проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, таких як фотосинтез, дихання, синтез білків та акумулювання рослинами симбіотично фіксованого молекулярного азоту, обмінні процеси азоту у рослинах за рахунок збільшення транслокації фотосинтатів (цукрів та амінокислот) від листкових пластинок до бульбочок у ході вегетаційного періоду та посилення активності нітрогенази [8].

Протікання усіх біохімічних реакцій у рослинному організмі відбувається за участі мікроелементів, що є структурними складовими ферментів, гормонів, вітамінів. Вони відіграють важливу роль у синтезі білків, нуклеїнових кислот, фотосинтетичних пігментів, а також у будівництві і функціональній цілісності клітинних мембран. Разом з тим за їх достатньої наявності підвищується засвоєння рослинами макроелементів [9].

Ефективним агротехнологічним прийомом збільшення рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення є позакореневе підживлення рослин мікроелементами. Його застосування за рахунок транслокації мікроелементів безпосередньо у листкові пластинки дозволяє безперешкодно забезпечувати рослини достатньою кількістю необхідних поживних речовинами у критичні періоди розвитку, таким чином збільшуючи рівень урожайності зерна на 12-25 % [10].

**Мета роботи** - визначення найбільш раціональних норм висіву та впливу застосування багатокомпонентних хелатних комплексних мікродобрив за передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин.

**Матеріали та методи досліджень.** Польові дослідження проводили в умовах дослідного поля ДП «ДГ «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН» Полтавського району Полтавської області впродовж 2021–2022 рр.

Складовими дослідження були варіанти без застосування мінеральних добрив і мікродобрива, внесення  $N_{20}P_{80}K_{80}$ , проведення обприскування посівів

мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати (2,0 л/га) у фазі бутонізації та їх поєднання.

Варіанти і повторення дослідів розміщувалися систематично у чотириразовій повторності. Облікова площа ділянки становила 50 м<sup>2</sup>.

### **Результати досліджень.**

Основою формування органічної надземної біомаси рослин є процес фотосинтезу у ході якого відбувається поглинання енергії сонячної радіації та трансформація її у хімічний потенціал складних та різноманітних органічних сполук за використання води і вуглекислого газу. Основним фактором, що визначає кількість поглинутої посівами енергії фотосинтетично активної сонячної радіації та її використання для накопичення біомаси та чистого фотосинтезу є розвиток листової поверхні [11].

Результати наших досліджень свідчать про позитивний ефект застосування мінерального удобрення та мікродобрива на процес формування асиміляційного апарату рослин нуту та тривалість його активної фотосинтетичної роботи.

Умови для формування та функціонування листового апарату рослин нуту були найкращими у варіанті N<sub>20</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub> + Еколайн Бобовий Хелати, де розміри листової поверхні у фазі цвітіння збільшувалися до 35,8 тис м<sup>2</sup>/га, за значень даного показника на контролі 23,4 тис м<sup>2</sup>/га.

У варіантах зменшення рівня забезпеченості рослин макро- та мікроелементами інтенсивність розвитку і відповідно розміри асиміляційного апарату посівів нуту знижувалися, зменшувалася також і тривалість перебування листової поверхні у активному стані. Найбільш вираженим даний процес був за відсутності внесення мінеральних добрив.

Урожайність являє собою комплексну ознаку, величина якої тісно пов'язана із взаємодією морфологічних ознак, фізіологічних особливостей росту і розвитку рослин, екологічних факторів навколишнього середовища та агротехнологічних прийомів вирощування. Результати досліджень показали закономірне підвищення зернової продуктивності посівів по мірі покращання поживного режиму рослин, і досягнення її максимальних значень (2,32 т/га) у варіанті поєднання внесення N<sub>20</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати.

**Висновок.** Поєднання внесення N<sub>20</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати (2,0 л/т) є ефективним заходом, який дозволяє сформувати добре розвинену листову поверхню у посівах, підвищити рівень продуктивності її фотосинтетичної діяльності, що проявляється у зростанні кількості синтезованої органічної біомаси рослин та збільшенні урожайності зерна до 2,32 т/га.

### **Бібліографічний список**

1. Гангур В.В., Єремко Л.С., Сокирко Д.П. Формування продуктивності нуту залежно від технологічних факторів в умовах лівобережного Лісостепу України. Зернові культури. 2017. Том 1. № 2. С. 285-291.

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. С. 39-45.
3. Єремко Л.С. Урожайність нуту залежно від рівня мінерального удобрення та інокуляції насіння в умовах лівобережного Лісостепу України. Інтенсифікація кормо виробництва – основа сталого розвитку галузі тваринництва (Збірник наукових праць, присвячений 150-тій річниці з дня організації Полтавського губернського земства та 85-річчю заснування Інституту свинарства і АПВ). м. Полтава, 2015. С.59-61.
4. Jukanti A. K., Gaur P. M., Gowda C. L. L., & Chibbar R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *British Journal of Nutrition*, Vol. 108(1), 11–26. <https://doi.org/10.1017/S0007114512000797>.
5. Tena W., Wolde-Meskel E., Degefu T., Walley F. (2017). Genetic and phenotypic diversity of rhizobia nodulating Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in soils from southern and central Ethiopia. *Can. J. Microbiol.* Vol. 63. P. 690–707.
6. Thompson I.A., Huber D.M. (2007). Manganese and plant disease. *Mineral nutrition and plant disease*. Vol. 139: P. 153.
7. Khan M. S., Haas F. H., Samami A. A., Gholami A. M., Bauer A., Fellenberg K. (2010). Sulfite reductase defines a newly discovered bottleneck for assimilatory sulfate reduction and is essential for growth and development in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell*. Vol. 22, P. 1216–1231. doi: <https://doi.org/10.1105/tpc.110.074088>
8. McKenzie B. A., Hill G. D. (1995). Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. Vol. 23. P. 467- 474.
9. Oves M., Khan S., Qari H., Felemban N., Almeelbi T. (2016). Heavy Metals: biological importance and detoxification strategies. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*. Vol. 7 (2). P. 334. doi: <https://doi.org/10.4172/2155-6199.1000334>
10. Das S.K., Jana K. (2016). Effect of seed hydro-priming and urea spray on yield parameters, yield and quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Legume Res.* Vol. 39. P. 830–833.
11. Jain G., Sandhu S.K. (2019). Radiation interception and growth dynamics in mustard under different dates of sowing. *J. Pharm. Phytochem.* Vol. 8. P. 499–504.

## ДОДАТОК С

### АНОТАЦІЯ

**Олянецький О.В.** Вплив мінерального удобрення на урожайність зерна нуту

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

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

**Обсяг магістерської роботи:** 73 с., 12 табл., 2 додатки, 82 літературних джерела.

**Об'єкт досліджень:** процеси лінійного росту, розвитку, формування асиміляційної поверхні, наростання надземної органічної біомаси рослин, урожайність зерна залежно від забезпеченості елементами мінерального живлення.

**Мета роботи:** визначення найбільш раціональних норм висіву та впливу застосування багатокомпонентних хелатних комплексних мікродобрив за передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин.

**Результати та їх новизна:** Уперше в умовах недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України визначено вплив комплексного поєднання мінерального удобрення та застосування комплексного універсального мінерального мікродобрива та багатокомпонентного хелатного комплексного мікродобрива на формування зернової продуктивності нуту.

**Основні наукові та практичні результати:** Впровадження у виробництво рекомендованих елементів технології вирощування нуту (поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул пасіння (1,5 л/т) та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим хелатним мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати (2,0 л/га)) дозволяє підвищити зернову продуктивність посівів нуту в умовах нестійкого зволоження зони лівобережного Лісостепу до 2,39 т/га.

**Галузь застосування:** 20 Аграрні науки та продовольство.

**Значення роботи та висновки:** Поєднання внесення  $N_{20}P_{70}K_{70}$  допосівної обробки насіння мікродобривом Оракул пасіння (1,5 л/т) та проведення

позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим хелатним мікродобривом Еколайн Бобовий Хелати (2,0 л/га) дозволяє отримувати за умов недостатнього зволоження 2,39 т/га зерна із рівнем рентабельності його виробництва 117,1 %.

**Перелік ключових слів:** нут, урожайність зерна, макроелементи, мікроелементи, мінеральні добрива, комплексне мінеральне мікродобриво, хелатне комплексне мікродобриво.