

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

**Кафедра рослинництва**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему:**

**«АГРОТЕХНІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДВИЩЕННЯ  
ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ В УМОВАХ  
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ»**

Виконав: здобувач вищої освіти  
ОПП Екологічне рослинництво  
спеціальності 201 Агрономія  
Ступеня вищої освіти магістр  
заочної форми навчання  
**Ващенко Євгеній Володимирович**

**Керівник: Єремко Людмила Сергіївна канд. с.-  
г. наук, доцент кафедри рослинництва**

**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. РОЛЬ МАКРО- І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ</b> .....	
1.1. Роль макроелементів у формуванні продуктивності нуту.....	9
1.2. Роль мікроелементів у формуванні продуктивності нуту.....	11
<b>РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	
2.1. Ботанічна характеристика нуту.....	18
2.2. Біологічні особливості нуту.....	20
<b>РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	
3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень.....	22
3.2. Погодні умови місця проведення досліджень.....	24
3.3. Методика проведення досліджень.....	26
3.4. Агротехніка вирощування нуту.....	29
<b>РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ</b> .....	
4.1. Вплив мінерального удобрення на ріст і розвиток росту рослин нуту.....	34
4.2. Вплив мінерального удобрення на фотосинтетичну діяльність нуту.....	38
4.4. Вплив мінерального удобрення на продуктивність нуту.....	42
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ЯК ДІЄВОГО ЕЛЕМЕНТУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ</b> .....	45
<b>РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА</b> .....	47
<b>РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ</b> .....	52
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	55
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b> .....	56
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	57
<b>ДОДАТКИ</b> .....	68





## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Основою стабілізації виробництва високобілкових зернових ресурсів в сучасних економічних та екологічних умовах є збільшенні обсягів виробництва валової продукції, за рахунок удосконалення агротехнологічного процесу вирощування нових сортів і гібридів культур, що характеризуються високою адаптаційною здатністю до дії комплексу несприятливих факторів навколишнього середовища.

Нут є однією з небагатьох сільськогосподарських культур, яка може в умовах глобального потепління забезпечити сталі врожаї зерна з високим вмістом продовольчого білка. Висока посухостійкість його рослин пов'язана із добре розвинутою кореневою системою, дрібнолистістю, високим осмотичним клітинного соку.

Зерно нуту характеризується високою поживністю. Воно містить 31 % білку, 4,1-7,2 % олії, 46-48 % крохмалю, вітаміни РР, А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С, мінеральні солі калію, кальцію, магнію, сірки, алюмінію, бору, заліза, цинку та ін.

Білок нуту є біологічно цінним, що пояснюється високою перетравністю, легкою засвоюваністю, близькістю амінокислотного складу до білка тваринного походження. Його амінокислотний склад близький до ідеального за ФАО.

Як високобілкова культура нут дуже ціниться на світовому ринку, оскільки у багатьох країнах світу є важливим компонентом дієти людей.

Дослідженнями, проведеними в Ізраїлі було визначено, що нут значно знижує ймовірність виникнення онкологічних захворювань, інфаркту, має позитивний ефект щодо підвищення загального імунітету, сприяє нормалізації кров'яного тиску та гальмує процеси старіння шкіри.

Встановлено, що нут позитивно впливає на роботу мозку людини завдяки вмісту триптофану, із якого утворюється один з найважливіших гормонів і нейромедіаторів центральної нервової системи людини – серотонін.

Агротехнічне значення нуту полягає в тому, що він, як і інші бобові, поліпшує фізико-хімічні властивості ґрунту і підвищує його родючість.

Рослини нуту мають здатність вступати у симбіотичні взаємовідносини із бульбочковими бактеріями виду *Mesorhizobium ciceri* і за вегетаційний період засвоювати до 80-150 кг/га молекулярного азоту.

Після збирання культури у ґрунті з пожнивними і корневими рештками залишається в середньому близько 50% фіксованого азоту за рахунок чого підвищується його родючість та збільшується урожайність послідуєчих культур сівозміни.

Стабілізація виробництва зерна нуту та покращання його якісних показників можуть бути успішно реалізованими за рахунок подальшого вдосконалення конкурентоспроможних, адаптованих до умов середовища технологій вирощування.

**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 впливу внесення мінеральних добрив та застосування мікродобрив за передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин на формування продуктивності нуту.

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 мінерального удобрення;
- з'ясувати вплив застосування макро- і мікродобрив 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 мінерального удобрення.

*Об'єкт досліджень* – процеси росту і розвитку рослин, формування асиміляційної поверхні, фотосинтетична продуктивність посівів, формування їх зернової продуктивності за різного рівня забезпеченості макро і мікроелементами.

*Предмет досліджень* – посіви нуту, густина рослин, мікродобрива.

**Методи дослідження:** польовий – для визначення динаміки ростових процесів рослин нуту, формування їх продуктивності у посівах різної щільності; лабораторний – для визначення посівних якостей насінневого матеріалу нуту, динаміки накопичення сухої речовини залежно від впливу макро- і мікродобрив; 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 багатокомпонентних комплексних мікродобрив та їх поєднання із мінеральним удобренням 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 багатокомпонентних хелатних комплексних мікродобрив.

**Практичне значення одержаних результатів.** Впровадження у виробництво рекомендованих елементів технології вирощування нуту сорту Пам'ять, що полягають у поєднанні допосівної обробки насіння багатокомпонентним хелатним комплексним мікродобривом Екоград бобоів у

дозі 2,0 л/т та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим мікродобривом Maximus AminoMicro у дозі 0,5 кг/га на фоні внесення  $N_{20}P_{40}K_{40}$  дозволяє підвищити урожайність до 2,38 т/га зерна із забезпеченням рентабельності його виробництва на рівні 89,7 %.

**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 Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Шляхи адаптації технологій у рослинництві до перманентних змін клімату», Полтава, 25 липня 2022 року.

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

1. Єремко Л.С., Ващенко Є.В. Позакореневе підживлення рослин як фактор підвищення зернової продуктивності нуту / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Шляхи адаптації технологій у рослинництві до перманентних змін клімату», Полтава, 25 липня 2022 року. С. 68-70.

**Структура та обсяг магістерської дипломної роботи.** Загальний обсяг дипломної роботи становить 75 сторінок загального друкованого тексту. Магістерська дипломна робота складається із вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаної літератури налічує 115 найменувань.

## РОЗДІЛ 1

### СРОКИ СІВБИ І МІКРОДОБРИВА ЯК АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДВИЩЕННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

#### 1.1. Роль макроелементів у формуванні продуктивності нуту

Нут (*Cicer arietinum* L.) посідає третє місце у групі найбільш розповсюджених у світі зернобобових продовольчих культур. Величина його посівних площ становить близько 17,8 мільйонів га в 46 країнах. Виробництво нуту переважає в напівпосушливих регіонах Індійського субконтиненту, Пакистану, Туреччини, Північної Африки, Мексики, Близького Сходу, Південної Європи, Канади, США та Австралії.

Зерно нуту є дешевим джерелом високоякісного білку, мінералів (калію, цинку, заліза, кальцію, магнію, фосфору), вуглеводів, вітамінів і ненасичених жирних кислот (лінолевої і олеїнової). На додаток до поживних якостей, нут, завдяки своїй здатності фіксувати атмосферний азот за рахунок симбіотичної асоціації з ризобіями відіграє важливу роль у веденні екологічно землеробства. Так, у процесі фіксації молекулярного азоту рослини нуту можуть забезпечувати близько 20–80% своєї потреби в азоті, підвищуючи таким чином продуктивність посівів і збільшуючи його вміст у ґрунті [1].

За своїми біологічними та морфологічними ознаками нут є типовим ксерофітом. Його транспіраційний коефіцієнт становить 350, однак при внесенні добрив зменшується до 290.

Нут є посухостійкою культурою. Його рослини мають високий осмотичний тиск клітинного соку – 17 атмосфер, що дозволяє транспортувати воду з більш глибоких шарів ґрунту потужною кореневою системою [2].

Клітини нуту містять менше вільної і більше зв'язаної води, внаслідок цього випаровування у них нижче, порівняно з іншими бобовими культурами. Використання цієї особливості є підставою для збільшення врожаю зерна нуту до 20 % в зонах з дефіцитом доступної для рослин вологи [3].

Величина врожаю обумовлюється рівнем реалізації генетичного

потенціалу продуктивності сорту за певних ґрунтово-кліматичних умов зони шляхом застосування елементів технології вирощування, у групі яких важливе значення має мінеральне живлення рослин.

Серед трьох основних макроелементів азот впливає на органічну структуру, фізіологічні характеристики, синтез та розподіл органічної речовини у рослинах [4-7]. Азот визначає енергетичний гомеостаз рослин, регулюючи фотосинтез і дихання. Однак асиміляція та транслокація азоту є процесами з високим енергоспоживанням [16].

Його дефіцит призводить до серйозного порушення структури фотосинтезуючої системи та функції фотосинтезу, тим самим знижуючи врожайність.

Фосфор є складовою частиною нуклеїнових кислот, АТФ, фосфоліпідів, які тісно пов'язані з енергетичним обміном [13, 14]. Це елемент енергетичного забезпечення фізіологічних процесів, що протікають у рослинах, підтримуючи таким чином життєдіяльність рослинного організму, та його здатність залишати після себе потомство [12].

Дефіцит фосфору призводить до зменшення площі листкової поверхні рослин, гальмування фотосинтезу і вуглецевого метаболізму, що безпосередньо визначає інтенсивність процесів накопичення рослинної біомаси [8].

Калій відіграє вагому роль у підтримці тургору та стимулюванні незворотних і оборотних змін об'єму клітин. Він є складовою частиною більш ніж 60 ферментів, що приймають участь у метаболічних процесах. Циркуляція калію у флоемі служить формою децентралізованого зберігання енергії, яку можна використовувати для подолання локальних енергетичних обмежень [17-20].

Калій є найпоширенішим клітинним катіоном, що регулює рух протонів, баланс заряду, стаціонарну активацію ферментів, мембранний потенціал і транспорт мембранних білків. Складна взаємодія між азотом, фосфором і калієм визначає гомеостаз поживних речовин і, отже, ріст і розвиток рослин [9-11].

Дисбаланс поживних речовин у ґрунті чи рослині може призвести до пригнічення росту і розвитку рослин та порушення енергетичного гомеостазу [21, 22].

## 1.2. Роль мікроелементів у формуванні продуктивності нуту

За сучасного ведення виробництва продукції рослинництва для підвищення врожаю і його якісних показників поряд із внесенням макродобрив вагоме значення має застосування мікроелементних добрива [23]. Мікроелементи входять до складу повітря, ґрунту, рослинних організмів і всього навколишнього середовища та приймають участь в усіх фізіолого-біохімічних процесах розвитку рослин та формування їх врожаю. Дефіцит будь-якого з них може спричинити порушення фізіологічних процесів пов'язаних з обміном речовин, що в свою чергу призводить до зниження врожайності та погіршення якісних показників зерна [24].

Частка мікроелементів у складі рослин не перевищує тисячних чи сотисячних відсотку, однак їх фізіологічна роль є досить багатогранною, внаслідок чого без них нормальний перебіг процесів синтезу, розпаду і обміну органічних сполук є неможливим.

Їх наявність визначає інтенсивність і продуктивність процесу фотосинтезу та стійкість рослин до стресових умов вирощування. Слід відмітити, що мікроелементи у взаємодії можуть мати синергічні і антагоністичні взаємовідносини. Так, порушення оптимального співвідношення між марганцем і залізом чи між міддю і бором призводять до ураження рослин хворобами, або до їх повної загибелі. Разом з тим, надлишок цинку, марганцю, бору, міді у ґрунті, може мати токсичний ефект для рослин [25].

Наявність в ґрунті достатньої кількості необхідних для рослин, мікроелементів, сприяє активізації процесів поглинання і засвоєння макроелементів рослинами, а в поєднанні їх із застосуванням регуляторів росту рослин сприяє підвищенню інтенсивності проходження фізіолого-біохімічних

процесів. Науково доведеною є позитивна дія цинку, міді і марганцю у зміцненні імунної системи зернових і зернобобових культур [25].

Особливо великий вплив застосування мікродобрив відмічено за умов недостатньої забезпеченості ґрунту мікроелементами. Значна роль у системі мінерального живлення рослин відводиться поєднанню мікроелементів, що мають ефект стимуляції фотосинтетичної діяльності посівів, підвищенню врожаю, покращання якісних показників продукції і скорочення термінів дозрівання врожаю та підвищення стійкості до абіотичних стрес-факторів. Відмічено, що застосування мікроелементів у живленні рослин сприяє підвищенню рівня урожайності на 10-25% [26, 27].

Важливість застосування мікроелементів у живленні нуту також обумовлюється їх необхідністю для нормального протікання окисно-відновлювальних реакцій. Мікроелементи виступають як складова частина ферментів, у ролі активаторів дихальних ферментів, приймають участь у синтезі вітамінів, вуглеводному і білковому обмінах, мають велике значення в азотному обміні рослин.

Вони є складовими процесів відновлення нітратів до нітритів, утворення амінокислот і білків. Дія мікроелементів є пов'язаною із збільшенням умісту хлорофілу в листових пластинках та підвищенням інтенсивності процесу фотосинтезу, посиленням асимілюючої діяльності усієї рослини.

Дефіцит мікроелементів спричиняє виникнення плямистого хлорозу на рослинах, що нерідко призводить до їх загибелі. Внесення відповідних мікродобрив усуває виникнення даного захворювання та сприяє формуванню вищого врожаю з покращеними показниками якості.

Мікродобрива характеризуються бактерицидними властивостями, тому їх застосування є ефективним для оздоровлення рослин, зниження ступеня їх ураженості листостебловими інфекціями [28].

За достатньої забезпеченості мікроелементами рослина більш продуктивно використовує як макроелементи, так і вологу [29].

Мікроелементи відіграють важливу роль у збільшенні урожайності

бобових через їх вплив на саму рослину, на процес симбіотичної азотфіксації та ефективного використання основних і другорядних поживних речовин, що сприяє підвищенню врожайності. Величина втрат урожаю, обумовлена дефіцитом поживних речовин також є різною для поживних речовин [30].

Доступність мікроелементів для рослин обумовлюється структурою ґрунту, кількістю органічної речовини та рН ґрунту.

Основними мікроелементами, які обмежують продуктивність нуту, є цинк, бор і молібден. Причому нестача бору може призвести до втрати врожайності до 100%.

Доступність молібдену є низькою в кислих ґрунтах. За винятком молібдену, доступність мікроелементів для рослин є найбільшою в діапазоні від дуже слабкої до середньої кислотності ґрунту. Загалом, кожна тонна зерна нуту поглинає з ґрунту 38 г цинку, 35 г бору і 1,5 г молібдену [31].

Молібден у рослинному організмі виконує роль кофактору ферментів, які беруть участь у метаболізмі азоту, а також є складовою частиною ферментів нітрогенази та нітратредуктази, необхідних для засвоєння молекулярного азоту повітря рослинами [32].

Серед поживних мікроелементів дефіцит цинку є, мабуть, найпоширенішим серед регіонів світу, де вирощують нут. Нут зазвичай вважається чутливим до дефіциту даного мікроелементу. Порівняння між кількома видами культур показало, що нут більш чутливий до дефіциту цинку, ніж зернові та олійні культури [33].

Застосування цинку сприяє підвищенню врожайності та якості зерна. Він відіграє визначну роль у синтезі хлорофілу, білка, а також регулює поглинання води, приймає участь у синтезі індолицтової кислоти, метаболізмі гіберелінової кислоти та синтезі РНК що несе спадкову інформацію у бобових культурах. Завдяки переважному зв'язуванню з сульфгідрильною групою, цинк відіграє важливу роль у стабілізації та структурній орієнтації мембранних білків. Крім того, він також пов'язаний з вуглеводним обміном і активацією різних ферментів.

Цинк необхідний для стимулювання певних метаболічних реакцій, синтезу хлорофілу і вуглеводів, ауксину та білка. Результати досліджень показали зниження урожайності нуту за дефіциту цинку на фоні достатньої забезпеченості макроелементами [33].

Критичні рівні концентрації цинку в ґрунтах коливаються від 0,48 мг/кг до 2,5 мг/кг залежно від типу ґрунту. Доступність даного мікроелементу вважається низькою за його концентрації у ґрунті менше ніж до 1,1 мг/кг. Дефіцит цинку призводить до зниження врожайності і затримки дозрівання культури, зменшення кількості використаної рослинами води та ефективності її використання, а також гальмування становлення бобово-ризобіального симбіозу [34].

Дефіцит цинку може спостерігатися у нейтральних або лужних ґрунтах, що обумовлюється зниженням розчинності даного елемента у ґрунтовому розчині із рН 6,0-6,5 [35].

Поглинання цинку позитивно корелює з кількістю органічної речовини в ґрунті та негативно корелює з концентрацією фосфору [36].

Бор відіграє ключову роль у процесах поділу клітин, утворенні бобів і насіння. Серед мікроелементів він займає третє місце за концентрацією в насінні та стеблах. Даний мікроелемент приймає участь у вуглеводному обміні, переміщенні цукрів від джерела до поглинача, збереженні квіток, фертильності і проростанні пилку, закладенні бобів, розвитку насіння, формуванні врожаю та його структурних компонентів. Таким чином, потреба у даному елементі є більш важливою для проходження репродуктивного етапу розвитку, ніж вегетативного [37]. Застосування бору є досить важливим, коли його концентрація у ґрунті зменшується до 0,3 мг/кг.

Дефіцит бору спричиняє опадання квіток і зменшення кількості сформованих на рослинах нуту, бобів. Нестача даного елемента може спостерігатися у ґрунтах високим рН (більше 6,5-7,0), що є характерним для сильно вилужених піщаних ґрунтів або ґрунтів з низьким вмістом органічної речовини [39].

Молібден присутній у всіх органах рослин. Він є складовою частиною 20 ферментів у тому числі альдегідоксидази, гідрогенази, нітратредуктази, що каталізують перехід нітратів у нітрити. Особливим є його значення у метаболізмі бобових рослин, оскільки він приймає участь у фіксації молекулярного азоту бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* [40]. Формування бобово-ризобіального симбіозу включає ряд етапів, на яких відбувається синтез ферментативного комплексу нітрогеназа, що є каталізатором процесу відновлення молекулярного азоту атмосфери [41].

Цей комплекс складається з двох ферментів: власне нітрогенази (так званого білку MoFe або динітрогенази) і дегідрогенази (білок Fe). Білковий кофактор MoFe складається з двох атомів молібдену, які визначають вплив колоїдного розчину наномолібдену на становлення бобово-ризобіального симбіозу [42].

У нуту за дефіциту молібдену утворюється менше квіток, вони менші за розмірами, і багато з них не розкриваються або не дозрівають, отже, це призводить до нижчого врожаю насіння. Доступність цього мікроелементу зростає, коли рН ґрунту наближається до нейтрального значення (рН 7,0) або стає вищим за нейтральний [43].

Доступність Мо є найнижчою, коли рН ґрунту знаходиться в діапазоні від дуже слабкої до середньої кислотності. Високий рівень вмісту фосфатів позитивно корелює з дефіцитом Мо у ґрунті.

Залізо є важливим ключовим кофактором ферментів, що виконує різні функції у синтезі рослинних гормонів, а також приймає участь у багатьох хімічних реакціях що відбуваються в рослинах. Залізо не входить до складу хлорофілу, але воно є необхідним для його біосинтезу.

Дефіцит заліза спричиняє нестачу хлорофілу в рослинах і викликає хлороз. Однак надмірна кількість даного елемента спричиняє окислювальний стрес, що у свою чергу, призводить до надмірної активності різних кисневих елементів, таких як супероксидні радикали, пероксид водню і радикал гідроксилу.

Кобальт приймає участь у синтезі ДНК, він діє як кофактор активності ферменту нітрогенази. Даний мікроелемент відповідає за ріст і розвиток азотфіксуючих бульбочкових бактерій роду *Rhizobium*. Він є складовою частиною леггемоглобіну, що являє собою продукт симбіотичної бобово-ризобіальної взаємодії. Складовими частинами леггемоглобіну є гем, синтезований бульбочковими бактеріями та глобін, що створюється клітинами рослини. Кількість леггемоглобіну в бульбочках прямо пропорційна фіксації азоту.

Дефіцит кобальту спричиняє гальмування становлення і функціонування бобово-ризобіального симбіозу [44].

Ефективним агротехнологічним прийомом забезпечення рослин макро- і мікроелементами, особливо в умовах, несприятливих для повноцінного забезпечення елементами живлення через кореневу систему є позакореневе підживлення. Воно забезпечує швидшу доставку необхідних поживних речовин, високу ефективність їх використання, рівномірний розподіл, а також зменшення забруднення навколишнього середовища та уникнення хімічної та біологічної сорбції. Позакореневе підживлення швидкодоступними формами поживних речовин покращує стан рослин, а отже підвищує їх урожайність та якість отриманого врожаю.

Даний агротехнологічний прийом забезпечує більш швидке використання поживних речовин і дозволяє виправити помічені недоліки за менший час, ніж це було б необхідно за внесення в ґрунт.

Згідно з результатами досліджень, культури реагують на внесення макро добрив у ґрунт через п'ять-шість днів, за сприятливих кліматичних умов. Реакцію культур на позакореневе підживлення можна побачити через 3-4 дні. Слід відмітити, що ефект від позакореневого підживлення є досить нетривалим. У такому випадку кількість позакореневих підживлень необхідно збільшити [45].

Позакореневе підживлення, як і ґрунтове внесення елементів мінерального живлення, є менш ефективним за умов недостатньої

вологозабезпеченості ґрунту.

Мікродобрива потрібні в невеликих кількостях і позакореневе їх внесення є більш рівномірним порівняно з внесенням у ґрунт.

Час проведення даного агротехнічного прийому впродовж доби є важливим аспектом для ефективного засвоєння, а також уникнення пошкодження листя внесеними добривами. Для ефективного поглинання елементів мінерального живлення продири листя повинні бути відкритими. Тобто, найкращим часом для проведення позакореневого підживлення є ранок або вечір. Температура повітря не повинна бути занадто високою, щоб уникнути опіків листя рослин.

Іншим фактором, який може вплинути на позакореневе підживлення, є вітер, який може розпилює розчин. Щоб застосована поживна речовина всмокталася

листям рослин потрібно, щоб пройшло 3-4 години. Тому дощу не повинно бути принаймні 3-4 години після застосування поживного розчину [46].

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ботанічна характеристика нуту

Нут є представником родини бобових (Fabaceae Lindl.) та підродини Papilionaceae, триби Ciceraceae Alef. і роду Cicer L.

Рід Cicer L., включає 43 види, які є найбільш поширеними у регіонах центральної і західної Азії, із них 9 видів є однорічними, 33 – багаторічними, 1 - проміжним.

Нут — однорічна трав'яниста рослина з прямостоячим, напіврозпростертим або розпростертим габітусом, висота якого може досягати 1 м, але рідко перевищує 0,50-0,60 м. Його рослини густоопушені, за рахунок наявності залозистих волосків, які виділяють ексудат шавлевіої і яблучної кислот.

Коренева система нуту стрижнева із добре розвиненим головним коренем, який проникає в ґрунт на глибину до 100 см і більше. Близько 50% кореневої системи розвивається на глибині до 20 см, і в цій області на коренях відбувається взаємодія бульбочкових бактерій з рослиною, що приводить до формування симбіотичних органів рослини - азотфіксуючих бульбочок, де здійснюється фіксація атмосферного азоту бактеріями і його асиміляція рослиною-господарем [47, 48].

Стебло пряме або гнучке (у напівлежачих або лежачих типів), кутасте, більш-менш розгалужене.

Листки складні, непарнопірчасті, з 5-7 парами листочків (+ кінцевий листок) яйцеподібні або еліптичні, з характерним нерівномірно зубчастим краєм, довжиною 50-60 мм з яйцеподібними або трикутними прилистками.

Квітки розташовані в пазушному положенні, зазвичай поодинокі або рідше парами на одному квітконосі; віночок є зазвичай білим або, рідше, білим з прожилками іншого кольору (рожевого, червоного, синього, зеленого).

Нут - самозапильна рослина. Процес запилення відбувається всередині бутону, однак разом з тим у деяких випадках може спостерігатися перехресне запилення. Перші квітки з'являються на головних пагонах, а на добре розвинених

бічних пагонах поява квіток здебільшого відбувається на шостий-сьомий день. Зазвичай кількість квіток на рослині зростає із збільшенням кількості гілок.

На одній рослині нуту може бути до тридцяти розкритих квіток, які можуть цвісти до 30 днів, що обумовлюється прогріванням та рівнем зволоження навколишнього середовища.

Плід біб, із довжиною 20-30 мм, яйцевидно-довгастої форми, щільно упакований, опушений, містить 1 або 2 насінини. Боби під час досягання рослин не розтріскуються, і зерно, що у них міститься не осипається.

У кожному бобі досягає зазвичай по 1-2, досить рідко – 3 насінини. Їх забарвлення, величина і форма є досить різнити залежно від сортових особливостей.

Маса 1000 насінин нуту може здебільшого варіювати у межах від 200 до 300 г а у деяких сортів – від 400 до 600 г. Насіння складається із зародку та насінневої оболонки [47].

Насіння має високу морфологічну мінливість: кулясту або кутасто-ростральну форму; гладку або зморшкувату поверхню; різні кольори (білуватий, кремовий, зелений, червоний, коричневий, чорний). вага одинична змінна від 170 до 600 мг і вище.

Насіння характеризується відмінною харчовою якістю і в основному використовується у харчуванні людини.

Існує дві основні групи, за якими розрізняються сорти нуту:

макросперма або Kabuli (або garbanzo) з високорослими рослинами, в основному вертикальним габітусом, квітками білого забарвлення, великим округлим насінням (> 300 мг), зазвичай кремового кольору.

мікросперма або Дезі (або бенгальський грам): з рослинами дещо меншої висоти, напіврозпростертим габітусом, пігментованими квітками, дрібним насінням (170-300 мг) різного кольору.

## 2.2. Біологічні особливості нуту

За своїми біологічними особливостями нут належить до культур довгого дня. За умов короткого дня ріст рослин нуту різко сповільнюється.

Серед зернобобових культур нут відноситься до мікротермальних видів, оскільки здатний до вегетації і розвитку навіть за відносно низьких температур [49].

Загальний біологічний цикл (посів-дозрівання) нуту має змінну тривалість від 4 до 8 місяців, залежно від часу сівби.

Фізіологічно нут є «кількісним» довгоденним видом: рослиною, з переходом від вегетативної до репродуктивної фази, він реагує на подразники фотоперіоду весняних днів збільшення довжини, але ступінь цієї відповіді сильно варіює залежно від тепловий режим.

Нут є світлолюбною культурою. У похмурі дні ріст його рослин пригнічується, листки починають зріджуватися, стебло – бліднути, боби досягають повільніше. Вегетаційний період нуту залежно від сорту і умов вирощування може змінюватися у межах від 80 до 120 днів [54].

Оптимальними умовами для цвітіння є світловий період між 11 і 14 годинами із значеннями середньодобової температури повітря від 15 до 23 °С.

Фаза цвітіння за нормальних умов триває не менше ніж 3-4 тижні. Несприятливими умовами для її проходження є температури нижчі або вищі (особливо якщо вище 25 °С) зазначеного діапазону, нестача або надлишок опадів.

Рослини нуту для нормального проходження біологічного циклу потребують близько 450 мм опадів [51].

За надмірної зволоженості ґрунту рослини можуть уражатися грибами родів *Ascochyta*, *Botrytis*. Разом з тим може спостерігатися порушення запліднення [49].

Рослини нуту досягають після набирання суми середньодобових значень температури повітря на рівні 1800-2000 °С. Насіння починає проростати за прогрівання ґрунту до 2-5 °С. На ранніх етапах розвитку сходи нуту здатні

переносити зниження температури повітря до  $-8^{\circ}\text{C}$ . Вимоги до тепла зростають у послідувачі фази росту і розвитку, що найбільш яскраво проявляється у період цвітіння-плодоутворення. Оптимальні значення температури повітря у цей час становлять  $20-25^{\circ}\text{C}$  [50].

Нут добре переносить посушливі періоди за рахунок здатності клітин зберігати стан тургору. На плодах, листках та стеблах знаходиться велика кількість тонких волосків, які виділяють щавелеку та яблучну кислоти, що захищає рослини від багатьох шкідників [51].

Як стійка до посухи культура, нут у початкові періоди розвитку інтенсивно формує кореневу систему. Дана особливість надає переваги його рослинами і по відношенню до бур'янів, що стає особливо помітним у роки із достатнім зволоженням [52].

Нут є менш вимогливим до ґрунтів. Він формує найвищу урожайність на суглинкових, каштанових, сірих лісових ґрунтах та чорноземах із слаболужною або нейтральною реакцією ґрунтового розчину ( $\text{pH } 6,8-7,4$ ) [53].

Нут не витримує застою води; тому одна з особливостей землі, яка буде використовуватися під цю культуру, є наявність гідравлічної системи для запобігання явища водонасичення у разі випадання інтенсивних опадів.

Нут погано росте на ґрунтах із солоним та/або лужним середовищем, а також за використання солоної поливної води [54].

Загалом, ґрунти, які слід вважати кращими вирощування нуту мають бути добре дренованими і мати високу здатність зберігати вологу без її надлишку.

ґрунти, що характеризуються «фізіологічною сухістю» (пухкі, кам'яністі), також є непридатними для вирощування нуту [49].

Нут є культурою, яка зазвичай класифікується як покращувач, оскільки він залишає у ґрунті частку симбіотично фіксованого азоту [55].

## 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 [56].

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 [57].

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) [58].

### **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 відбувався 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 <sup>0</sup>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 [59].

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

Наукові дослідження за темою магістерської дипломної роботи проводилися впродовж 2021-2022 рр. у польових умовах на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Програма проведення експериментальних досліджень передбачала вивчення впливу системи удобрення на урожайність зерна нуту.

Дослід двохфакторний.

Фактор А – мінеральне удобрення (без мінеральних добрив, внесення N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>).

Фактор В – проведення допосівної обробки насіння багатокомпонентним хелатним комплексним мікродобривом Екоград бобові (2,0 л/т) та поєднання

його із проведенням позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим мікродобривом Maximus AminoMicro (0,5 кг/га) Варіанти і повторення досліду розміщувалися систематично у чотириразовій повторності. Облікова площа ділянки становила 50 м<sup>2</sup>.

Експериментальні дослідження проводилися за загальноприйнятими методиками ведення польових дослідів [60].

Повторність досліду чотириразова. Облікова площа ділянки 40м<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” [62]. 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 [61, 63].

Виміри висоти рослин нуту проводили на 20 рослинах, які відбиралися на закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях [63].

Накопичення сухої речовини визначали впродовж вегетаційного періоду у двох несуміжних повтореннях, шляхом визначення маси сирої проби, вмісту сухої речовини, структурних і біометричних показників згідно з “Методикою державного сортовипробування” [63], а також з “Методикою проведення дослідів по кормовиробництву” [64].

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 [65]:

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

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, Бріггса и Кідда 3.3.2 [65].

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

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 Майсурияном 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> [66];

Збирання врожаю здійснювали поділянково із відбиранням середніх зразків зерна для визначення його вологості і засміченості [66];

Дані врожаю зерна приводили до стандартної вологості (14%) і стовідсоткової чистоти [66]. Перерахунок на стандартну 14% вологість проводили за формулою [46]:

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

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 [66].

Урожайні дані піддавали агрономічній оцінці та статистичній обробці методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів [50-52].

Економічну ефективність агроприймів, що досліджувалися визначали з урахуванням витрат на роботи та технологічними картами за нормативами і розцінками, що діють в регіоні на період 2019 р [67].

### 3.4. Агротехніка вирощування нуту

Нут є невибагливим до попередників, але найвищий рівень зернової продуктивності його посівів може бути досягнений після зернових. 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 [68].

Основний обробіток ґрунту 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 [69].

Через два-три тижні після проведення останнього дискування поле орють. Експериментально доведено, що при збільшенні глибини оранки з 13,5 до 27 см урожайність насіння нуту може пізвищитися на 36,2%. За глибокої оранки ґрунт розпушується, при цьому створюються сприятливі умови для накопичення вологи [70, 71].

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 мікоризоформуючих грибів [72, 73].

Для збільшення продуктивності рослин і родючості ґрунту за рахунок біологічної азотфіксації проводиться допосівна інокуляція посівного матеріалу за використання мікробіологічних препаратів на основі високоефективних штамів азотфіксуючих 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 [74, 75].

Інокуляцію насіння біопрепаратами на основі бульбочкових бактерій слід проводити у тіні, щоб запобігти дії прямих сонячних променів, які згубно діють на мікроорганізми.

Бобово-ризобіальний симбіоз є досить чутливим до пестицидів, використання яких при вирощуванні нуту небажане. Усі протруйники у тій чи іншій мірі мають негативний вплив на формування бобово-ризобіальних систем і знижують їх азотфіксувальну активність. Найменш токсичними протруйниками 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 [76, 77, 78].

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 [79].

Сіють нут після ранніх зернових культур за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5- 6°C. 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 [80].

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.

Високої ефективності застосування 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 діагоналлю 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 впоперек або за діагоналлю до напрямку сівби, встановлюючи зуби борони скісною стороною уперед. Швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 5-6 км/год [81].

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 цього 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 нуту 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 формування бобів», доцільно проводити одно- або дворазове обприскування інсектицидами (Коннект 112,5 БС, к.с. (0,4- 0,5 л/га), Актелік 500 ЕС, к.е. (1,0 л/га), Арріво, 25% к.е. (0,3-0,4 л/га), Волатон 500, 50% к.е. (0,8-1,0 л/га), Децис, 25% к.е. (0,3 л/га), Сумітіон, 50% к.е. (0,6-1,2 л/га), Ф'юрі, 10% в.е. (0,07-0,10 л/га), Шерпа, 25% к.е. (0,2-0,3 л/га) та ін.) [82].

Рослини нуту є нестійкими до збудників більше сорока хвороб. Однак найбільш розповсюдженими є 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 [82].

За надмірної вологості нут може досить сильно уражатися аскохітозом і фузаріозом. Для запобігання їх поширення необхідним є застосування фунгіциду Байєр Коронет (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 [83].

Однак задля уникнення значного висихання рослин та розтріскування бобів, бажано уникати занадто великої затримки збирання врожаю після того як зерно досягло вологості 13 %.

Насіння нуту, що надійшло від комбайна, спрямовується на очищення від домішок очисними машинами ОПВ-20А, ЗАВ40, ОСМ-ЗУ, ОС-4,5А, і у разі необхідності просушується до вологості 14% [84].

## РОЗДІЛ 4

### ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

#### 4.1. Вплив мінерального удобрення на ріст і розвиток рослин нуту

Польова схожість виражає взаємодію генетичних особливостей рослинного організму із ґрунтовими, гідротермічними, біотичними та антропогенними факторами.

Проростання насіння нуту починається після набирання від 140 до 160 % води від його маси. За достатньої вологозабезпеченості ґрунту та його достатнього прогрівання відбувається активація метаболічних процесів у насінні, внаслідок чого підвищується інтенсивність дихання. Це дає старт запусканню фізіологічних процесів, у ході яких зростають витрати запасних органічних сполук, та відбувається синтез гормонів – цитокінінів, під дією яких зменшується вміст абсцизової кислоти - інгібітора проростання.

За першого поділу клітин розпочинається наступний етап розвитку, що включає ріст первинних корінців, який відбувається за використання запасних поживних речовин зародку під дією гіберелінів. На даному етапі розпочинається активне розщеплення крохмалю з утворенням цукрів, із використанням їх для забезпечення дихання. Значно збільшується вміст нуклеїнових кислот. Ліпіди зародка використовуються у процесі синтезу жирних кислот і гліцерину.

Наступним етапом проростання насінини є поява паростку. Формування нових клітин відбувається за використання речовини ендосперму, шляхом гідролізу жирних кислот і гліцерину.

Останнім та заключним етапом проростання насінини є формування проростка. На цей час відмічається повна готовність нового організму до самостійного життя. Це проявляється у накопиченні достатньої кількості гормонів і ферментів, гідролізі запасних білків до амінокислот, здійсненні мінерального живлення за рахунок накопичених в ендоспермі неорганічних сполук. На даному етапі розвитку молода рослина є повністю готовою до початку автотрофного живлення.

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

Результати наших досліджень вказують на стимулюючий вплив застосування мікродобрива Екоград бобові на процеси проростання насіння та появи зародкових корінців і паростків. Відмічено зростання показників енергії проростання і лабораторної схожості насіння, обробленого хелатним мікродобривом на 13,0 % щодо контрольного варіанту (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Енергія проростання та лабораторна схожість насіння нуту залежно від застосування мікродобрива, % (2021-2022 рр.)**

Варіант	Енергія проростання, %	Схожість, %
Контроль	64	81
Екоград бобові	77	89

Разом із показниками енергії проростання і лабораторної схожості насіння відмічено підвищення інтенсивності фізіолого-біохімічних процесів, пов'язаних із формуванням первинних корінців і паростків, що виражалось у збільшенні параметрів останніх щодо контрольного варіанту (довжини зародкового корінця і його сирої маси – на 16 мм і 5,0 г відповідно та довжини паростка і його сирої маси – на 17,0 мм і 14,0 мг відповідно) (табл 4.2).

Таблиця 4.2

**Морфологічні показники проростків нуту за застосування мікродобрива (стадія гіпокотилію ВВСН 08), (2021-2022 рр.)**

Варіант	Довжина, мм		Сира маса одного, мг	
	корінця	паростка	корінця	паростка
Контроль	56	57	59	113
Екоград бобові	72	74	64	127

Разом з тим слід відмітити, що насіння з високою лабораторною схожістю не завжди дає дружні повноцінні сходи у польових умовах [85], 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 [86].

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 застосування мікродобрива та мінеральних добрив, %**

Варіант	Роки проведення досліджень		Середнє за роками
	2021	2022	
Без удобрення			
Контроль	73	78	76
Екоград бобові	81	83	82
N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>			
Контроль	85	87	86
Екоград бобові	88	91	90

У досліді відмічено підвищення польової схожості насіння на у варіанті застосування мікродобрива порівняно з контролем на 6,0 %. Комплексне поєднання внесення мінеральних добрив і застосування обробки насіння мікродобривом сприяло збільшенню інтенсивності появи сходів на 14,0 % порівняно з контролем.

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. Ростові процеси, що протікають у рослинах завжди супроводжуються збільшенням їх розмірів та маси і є передумовою формування продуктивності.

Висота рослин на час збирання культури визначає технологічність сорту. Високорослі рослини формують більше вегетативної маси на одиницю врожаю, краще пригнічують ріст і розвиток бур'янів.

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 Екоград бобові збільшувалася порівняно з контрольним варіантом на 3,7 см, а його поєднання із позакореневим підживленням мікродобривом Maximus AminoMicro сприяло посиленню інтенсивності лінійних приростів рослин у висоту порівняно з контрольним варіантом на 6,2 см (табл 4.4).

На удобреному фоні інтенсивність лінійних приростів рослин у висоту підвищувалася, що виражалося у збільшенні їх висоти у варіанті застосування мікродобрива Екоград бобові на 7,0 см порівняно з контролем. За поєднання застосування макро- мікродобрив висота рослин була максимальною.

Таблиця 4.4

**Висота рослин нуту залежно від застосування мінеральних добрив і мікродобрив, см (2021-2022 рр.)**

Варіанти	Фази росту і розвитку рослин					
	гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння	досягання
Без удобрення						
Контроль	10,9	28,5	35,4	44,7	46,7	48,6
Екоград бобові	11,4	30,4	43,7	45,4	47,8	52,3
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	12,7	31,6	44,9	46,7	48,9	54,8
N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>						
Без обробки	12,8	30,4	41,7	47,2	47,6	53,7
Екоград бобові	13,4	32,6	46,2	48,4	50,4	55,6
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	13,9	34,8	46,9	49,5	52,7	57,3

#### 4.2. Вплив мінерального удобрення на фотосинтетичну діяльність нуту

Основою формування біологічної продуктивності рослин є 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 пластинка, а кількість утворених органічних сполук визначається її розмірами та тривалістю активного функціонування [87-89].

Динаміка формування асиміляційного апарату рослин нуту була нерівномірною впродовж вегетаційного періоду. 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 11,8 тис. м<sup>2</sup>/га на контрольному варіанті, до 12,7 тис. м<sup>2</sup>/га – у варіанті із застосуванням мікродобрива Реаком-СР-Бобові, до 14,3 тис. м<sup>2</sup>/га - у варіанті поєднання допосівної обробки насіння мікродобривом Реаком-СР-Бобові та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий (табл 4.5).

На удобреному фоні значення даного показника зростали порівняно з контролем на 3,4 тис. м<sup>2</sup>/га – у варіанті із застосуванням мікродобрива Екоград бобові, на 5,1 тис. м<sup>2</sup>/га - у варіанті із поєднаним застосуванням мікродобрив Екоград бобові + Maximus AminoMicro.

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 допосівної обробки насіння мікродобривом Екоград бобові та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації мікродобривом Maximus AminoMicro. Її значення у посівах у фазі формування бобів становили 35,2 тис. м<sup>2</sup>/га, а на удобреному фоні сягали величини 38,2 тис. м<sup>2</sup>/га.

Таблиця 4.5

**Динаміка наростання листкової поверхні нуту залежно від застосування мінеральних добрив і мікродобрив, см (2021-2022 рр.)**

Норма висіву, тис./га	Фази росту і розвитку рослин					
	гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння	достигання
Без удобрення						
Контроль	4,46	11,8	27,3	32,4	24,7	13,4
Екоград бобові	4,79	12,7	28,4	33,7	24,9	14,8
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	5,62	14,3	30,7	35,2	26,8	16,1
N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>						
Без обробки	5,04	13,6	29,9	34,8	26,3	14,6
Екоград бобові	5,15	15,2	31,7	37,8	27,8	16,7
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	5,93	16,9	32,8	38,2	28,7	17,3

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 агрофітоценозами фотосинтетично активної радіації (ФАР). 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 коригування строків і способів сівби, норм висіву насіння, та застосування макро- і мікродобрив впродовж вегетаційного періоду. Проведення даних агротехнологічних прийомів надає можливість підвищити коефіцієнт корисної дії фотосинтезу та надходження енергії сонячної радіації. Її засвоєння у ході фотосинтетичної діяльності посівів

обумовлюється не лише загальною кількістю, що надійшла до поверхні рослинного покриву, а й рівномірністю розподілу між його ярусами.

Вважається, що найкращі за структурою, водним рівнем забезпеченості, мінеральним живленням та вуглекислим газом посіви із найвищими показниками фотосинтетичного потенціалу можуть використовувати 4-5 % фотосинтетично активної радіації (ФАР) у процесі фотосинтезу та нагромадження органічної речовини.

Результати досліджень показали позитивний вплив застосованих мікродобрив на формування асиміляційного апарату посівів і відповідне підвищення їх фотосинтетичного потенціалу. Найбільш ефективним у даному відношенні вивилося поєднання внесення мінеральних добрив та проведення допосівної обробки насіння та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривами, де значення фотосинтетичного потенціалу посівів було за вегетаційний період нуту найвищим - 1,346 млн. м<sup>2</sup>діб/га (табл 4.6).

Таблиця 4.6

**Фотосинтетична діяльність нуту залежно від застосування мінеральних добрив і мікродобрив (2021-2022 рр.)**

Варіанти	Фотосинтетичний потенціал, млн.м <sup>2</sup> діб/га (сходи-достигання)	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> сухої маси за добу (середнє за вегетаційний період)
Без удобрення		
Контроль	1,186	3,56
Екоград бобові	1,198	3,76
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	1,236	3,84
N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>		
Без обробки	1,267	4,05
Екоград бобові	1,318	4,13
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	1,346	4,25

Застосування даних агротехнологічних прийомів мало позитивний вплив не тільки на розвиток і тривалість функціонування листкової поверхні рослин, а й на інтенсивність створення нею органічної речовини.

В цілому за вегетаційний період чиста продуктивність фотосинтезу агроценозів нуту підвищувалася по мірі покращання забезпеченості рослин елементами мінерального живлення і досягала максимуму у варіанті комплексного застосування макро і мікродобрив.

Фотосинтез є основним складним і багатоступінчастим процесом живлення рослин, у ході якого створюється близько 95 % органічної сухої біомаси рослин [90].

Проведений аналіз визначення впливу мінерального удобрення та застосування мікродобрив на динаміку накопичення сухої біомаси рослини нуту свідчить 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).

Таблиця 4.7

**Динаміка накопичення абсолютно сухої речовини рослинами нуту  
залежно від застосування мінеральних добрив і мікродобрив,  
(2021-2022 рр.), г/м<sup>2</sup>**

Варіанти	Фази росту і розвитку рослин					
	гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння	достигання
<b>Без удобрення</b>						
Контроль	15,4	32,9	41,3	119,5	304,6	342,5
Екоград бобові	17,5	35,2	43,5	129,4	313,8	352,8
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	19,8	36,9	45,7	136,3	323,0	364,2
<b>N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub></b>						
Без обробки	18,6	35,3	44,3	138,4	319,3	363,6
Екоград бобові	20,9	38,6	46,2	142,5	324,8	369,4
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	22,7	42,4	52,6	153,6	337,9	382,8

Інтенсивність накопичення сухої біомаси рослинами впродовж вегетаційного періоду змінювалася залежно від дії чинників, що вивчалися. Найвищі показники маси рослин у абсолютно сухому стані були відмічені на фоні комплексного застосування макро- і мікродобрив. Величина даного показника на час повної стиглості рослин сягала величини 382,8 г/м<sup>2</sup>.

Поєднання проведення обробки насіння мікродобривом Екоград бобові та позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації мікродобривом Maximus AminoMicro сприяло збільшенню маси сухих рослин на 21,7 г/м<sup>2</sup> порівняно з контролем.

#### 4.3. Вплив мінерального удобрення на продуктивність нуту

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.

Нашими дослідженнями виявлено зміну параметрів індивідуальної продуктивності рослин, що визначалася зміною значень показників кількості бобів на рослині і насінин у них, маси насінин з рослини, та маси 1000 насінин залежно від рівня мінерального удобрення (табл 4.9).

Таблиця 4.9

#### Індивідуальна продуктивність рослин нуту залежно від застосування мінеральних добрив і мікродобрив, см (2021-2022 рр.)

Варіант	Кількість бобів на 1 рослину, шт.	Кількість насінин у бобі, шт.	Кількість насінин на 1 рослину, шт.	Маса 1000 насінин, г
<b>Без удобрення</b>				
Контроль	19,6	1,1	20,3	260,3
Оракул насіння	21,4	1,2	23,7	271,1
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	22,7	1,2	26,4	288,3
<b>N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub></b>				
Без обробки	21,3	1,2	28,6	292,6
Оракул насіння	27,4	1,2	30,2	301,8
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	29,1	1,3	31,9	310,5

Значення показників індивідуальної продуктивності рослин були найменшими на контрольному варіанті. В цілому по досліді виявлений позитивний ефект застосування мікродобрив і мінеральних добрив у процесі формування індивідуальної продуктивності рослин.

Порівняно із контролем у варіантах проведення допосівної обробки насіння мікродобривом Екоград бобові відмічено збільшення кількості бобів і зерен у них на 1,8 шт. і 0,1 шт. відповідно, що сприяло зростанню загальної кількості зерна з однієї рослини на 3,4 шт. Насіння було більш виповненим, на що вказує підвищення значень маси 1000 зерен на 10,8 г порівняно з контролем.

Умови формування індивідуальної продуктивності рослин були більш сприятливими за поєднання допосівної обробки насіння мікродобривом Екоград бобові та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Maximus AminoMicro. У цьому варіанті рослини формували залежно від норми висіву в середньому 22,7 боби із 1,2 шт насінин у них, загальна кількість насіння збільшувалася до 26,4 шт, а маса 1000 зерен становила 288,3 г.

Найбільш сприятливі умови формування індивідуальної продуктивності рослин були за поєднання застосування макро і мікродобрив.

У цьому варіанті кількості бобів на рослинах і зерен у них перевищувала контрольний варіант на 9,5 шт. і 0,2 шт. відповідно, що сприяло зростанню загальної кількості зерна з однієї рослини до 31,9 шт. Маса 1000 зерен збільшувалася до 310,5 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 макро і мікродобрив на величину загальної зернової продуктивності посівів нуту. Її максимальні значення (2,29 т/га) були у варіанті поєднання допосівної обробки насіння та проведення позакореневого підживлення рослин на фоні мінерального удобрення.

Застосування допосівної обробки насіння мікродобривом Екоград бобові сприяло підвищенню урожайності зерна нуту порівняно з контролем на 0,16 т/га.

Прибавка урожайності зерна щодо контролю за поєднання допосівної обробки насіння та проведення позакореневого підживлення рослин становила 0,29 т/га (табл.4.10).

Таблиця 4.10

**Урожайність зерна нуту залежно від застосування мінеральних добрив і мікродобрив, т/га**

Варіант	Урожайність зерна, т/га		Середнє за роками, т/га
	2021	2022	
Без удобрення			
Контроль	1,64	1,72	1,68
Екоград бобові	1,83	1,85	1,84
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	1,96	1,98	1,97
N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>			
Без обробки	1,96	1,99	1,98
Екоград бобові	2,17	2,20	2,18
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	2,39	2,37	2,38

HP<sub>0,95</sub>, т/га А – 0,07; В – 0,07; АВ – 0,11

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ЯК ДІЄВОГО ЕЛЕМЕНТУ ТЕХНОЛОГІЇ 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.

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 2021 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.

За підвищення умовно-чистого прибутку та зменшення собівартості одиниці продукції, рентабельність виробництва зерна нуту за проведення допосівної обробки насіння збільшувалася щодо контролю на 14,4 %, за її поєднання із проведенням позакореневого підживлення рослин - на 24,8 %.

Найбільш економічно доцільним виявилось комплексне застосування макро- і мікродобрих. У даному варіанті рентабельність виробництва зернової продукції була найвищою (89,7 %). (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність вирощування нуту залежно від застосування мікродобрив у посівах різної щільності (середнє за 2020-2021 рр.)**

Варіант	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
<b>Без удобрення</b>					
Контроль	25200	18931	6269	11268	55,6
Екоград бобові	27600	19989	7611	10863	70,0
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	29550	20986	8564	10652	80,4
<b>N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub></b>					
Без обробки	29700	23458	6242	11847	52,7
Екоград бобові	32700	25129	7571	11527	65,7
Екоград бобові + Maximus AminoMicro	35700	25923	9777	10892	89,7

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Світові сільськогосподарські системи використовують велику кількість добрив, пестицидів, гербіцидів для досягнення більшого виробництва на одиницю площі, але з використанням більших доз цих хімічних речовин, ніж оптимальні або рекомендовані і добрива призводять до кількох проблем, таких як забруднення навколишнього середовища, зниження якості продовольчих товарів, призводять до посилення стійкості різних видів бур'янів, хвороб, комах, призводять до деградації ґрунту, дефіциту мікроелементів у ґрунті, збільшення токсичності для різних корисних живих організмів, присутніх над і під поверхнею ґрунту [91].

Використання добрив, безсумнівно, є корисним для рослин у разі дефіциту поживних речовин; також вони мають миттєву дію на рослини порівняно із органічними добривами [92]

Незважаючи на ці переваги, мінеральні добрива мають значний негативний вплив на навколишнє середовище.

Рівень наявності поживних речовин у ґрунті з часом знижується, коли збирають урожай культурних рослин, і ці поживні речовини поповнюються або через природний процес розкладання, або шляхом додавання добрив. Тому добрива є важливою складовою сучасного сільського господарства. Разом з тим їх надмірне використання створює серйозні проблеми для нинішнього та майбутніх поколінь, як-от забруднене повітря, води та ґрунту, деградації ґрунтів, їх виснаження, а також збільшення викидів парникових газів. Синтетичні добрива не тільки стають небезпечними для людей, тварин і мікробних форм життя.

Оскільки ефективність використання поживних речовин хімічних добрив є дуже низькою, отже, вони застосовуються в кількостях, які є набагато більшими, і коли вони застосовуються в несприятливих умовах навколишнього середовища, вони надходять до навколишнього середовища за рахунок вимивання, дренажу або поверхневого стоку, наприклад, у більшості

культивованих гірських ґрунтів мінеральний N, ймовірно, окислюється до нітратів через мікробну діяльність. Як наслідок, відносно високі частки застосованого азоту потенційно можуть бути вимиті або видалені з кореневої зони у т ґрунтові води [94]. Навіть якщо ці хімічні речовини застосовуються в ідеальних умовах, рослини використовують лише до 50% внесених азотних добрив, 2-20% з них випаровуються, 15-25% реагують з органічними сполуками в глинистому ґрунті, а решта 2-10% насичують поверхневі та підземні води [95]. Одним із найважливіших показників забруднення води є нітрати, які є основним компонентом добрив. Нітрат є найпоширенішою формою розчиненого азоту, який присутній у підземних водах або інших водоймах. Коли концентрація нітратів перевищує 50 мг/л у питній воді - це може призвести до «синдрому синього малюка» (набутої метгемоглобінемії у немовлят; раку шлунка, для якого припускають можливий зв'язок з нітритами або нітрузоамінами; та інших захворювань, таких як зоб, вроджених дефектів та хвороб серця; та евтрофікації поверхневих вод [95].

Основним згубним ефектом інтенсивного використання добрив (переважно азотних і фосфорних) є евтрофікація води. Основним фактором евтрофікації є фосфат. Поверхневі води повинні містити  $\leq 50$  мкг/літр фосфору. Азот також може стати фактором евтрофікації, коли відбувається збільшення біомаси [96].

Евтрофікація призводить до посиленого росту водних рослин і водоростей у водоймі, що охоплює всю водойму, і це призводить до втрати інших водних живих видів, таких як риби, через зменшення постачання киснем. Отже, евтрофікація може призвести до знищення водних організмів, поширення небажаних видів і втрата можливості відпочинку через неприємний запах, забруднення води тощо.

Високі норми внесення хімічних добрив для підвищення виробництва сільськогосподарських культур створюють численні шкідливі парникові гази, виснажуючи захисний озоновий шар, піддаючи людям шкідливому ультрафіолетовому випромінюванню [97]. На сільське господарство припадає 60% антропогенних викидів  $N_2O$ , а сільськогосподарські ґрунти є домінуючим

джерелом [98] . Парникові гази, такі як  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  і  $\text{N}_2\text{O}$ , утворюються під час виробництва азотних добрив. Ефекти можна поєднати в еквівалентну кількість  $\text{CO}_2$ . Ґрунтові бактерії можуть перетворювати азотне добриво на оксид азоту, парниковий газ. Азотні добрива, надмірне використання яких призводить до викидів оксидів азоту ( $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ), є причиною сильного забруднення повітря [99].

Інші гази, також відповідальні за руйнування озонового шару, це водяна пара, вуглекислий газ, метан, сірководень і хлор-фтор вуглеводні [100].

Закис азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ) став третім за загрозливістю, парниковим газом після вуглекислого газу та метану. Його потенціал щодо глобального потепління в 310 разів перевищує потенціал вуглекислого газу. Основне занепокоєння щодо викидів оксидів азоту пов'язане з ефектом глобального потепління та роллю оксидів азоту в руйнуванні озону, що, як наслідок, призводить до атмосферних «дір», таким чином піддаючи людей і тварин надмірному ультрафіолетовому випромінюванню [101] .

Аміак, що випаровується або виділяється з удобрених земель, осідає в атмосфері та окислюється, перетворюючись на азотну кислоту, сірчану кислоту, утворюючи кислотні дощі після хімічних перетворень. Кислотні дощі можуть пошкодити рослинність, будівлі; також може пошкодити організми, які живуть як в озерах, так і в водосховищах [102] .

Надмірне використання хімічних добрив може призвести до підкислення ґрунту та ґрунтової кірки, таким чином зменшуючи вміст органічної речовини, гумусу, корисних організмів, затримуючи ріст рослин, може змінити рН ґрунту, збільшити кількість шкідників і навіть сприяти вивільненню парникових газів. Кислотність ґрунту зменшує споживання фосфатів культурами, збільшує концентрацію токсичних іонів у ґрунті та пригнічує ріст культур [104].

Парникові гази, що утворюються внаслідок надлишку азотних добрив, шкодять клімату. Азот, що вноситься на поля у великих кількостях, з часом руйнує баланс між трьома макроелементами, N, P і K, що призводить до нестачі

мікроелементів; він також пошкоджує верхній шар ґрунту, що призводить до зниження врожайності.

Піщані ґрунти набагато більше схильні до підкислення, ніж глинисті. Глинисті ґрунти мають здатність буферизувати вплив надлишку хімічних добрив. Повторне внесення хімічних добрив може призвести до токсичного накопичення важких металів, таких як миш'як, кадмій та уран, у ґрунті. Ці токсичні важкі метали не тільки забруднюють ґрунт, але й накопичуються в харчовому зерні, фруктах і овочах. Наприклад, такі добрива, як потрійний суперфосфат, містять такі мікроелементи, як кадмій і миш'як, які накопичуються в рослинах і через харчові ланцюги потрапляють до людини, що може спричинити проблеми зі здоров'ям. Вплив хімічних добрив на ґрунт великий і незворотний [105].

Внесення добрив без використання рекомендацій щодо тестування ґрунту може призвести до таких наслідків, як деградація ґрунту, дисбаланс поживних речовин, руйнування структури ґрунту, збільшення об'ємної щільності [106]. Добрива, що перевищують рекомендовану кількість, спричиняють утворення, накопичення та концентрацію мінеральних солей, що призводить до ущільнення шару та деградації ґрунту в довгостроковій перспективі.

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 [107].

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.

Моніторинг 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 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, а це за середньостатистичними даними 6000 осіб кожного дня [108].

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 [109].

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 [110].

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[80].

Організація виробничого процесу в аграрному секторі економіки характеризується:

- виконанням сезонних робіт, що пов'язано із недотриманням в окремі пори року виконувати дотримання нормативної тривалості робочого дня;
- нерівномірним навантаженням працівників впродовж року (їх кількість у липні перевищує в середньому за рік на 16-19%);
- застосуванням праці осіб підліткового і пенсійного віку у напружений період польових робіт (у липні їх кількість збільшується до 8-11% щодо загальної кількості працюючих).

Небезпечні роботи в рослинництві пов'язані із внесенням пестицидів та мінеральних добрив, боротьбою із бур'янами, шкідниками та фітопатогенами рослин, приготуванням робочих розчинів, протруюванням насіння, обпилюванням, обприскуванням рослин, ґрунту та приміщень, приготуванням і розкиданням протруєної приманки, підкормкою рослин, внесенням мінеральних добрив [111].

Більша частина пестицидів та мінеральних добрив є токсичними для людського організму. Після потрапляння в організм вони викликають порушення процесів його життєдіяльності і можуть стати причиною гострих і хронічних інтоксикацій.

Високонебезпечними є також і механізовані роботи в рослинництві, пов'язані із тривалою дією підвищеного рівня шуму, вібрації, підвищеною забрудненістю пилом повітря, наявністю отрутохімікатів, підвищеною температурою в кабіні тракторів та комбайнів, нервовим перевантаженням, що призводить до високого показника виробничого травматизму серед операторів сільськогосподарської техніки [112,113].

Вимоги безпеки під час виконання робіт у сільськогосподарському виробництві регламентують Правила охорони праці у сільськогосподарському

виробництві, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240, зареєстровані у Міністерстві юстиції України 21.09.2018 за № 1090/32542 (НПАОП 01.0-1.02-18); Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва, затверджені наказом Міністерства праці України від 30.11.2001 № 512 (НПАОП 01.41-1.01-01) [114, 115].

## ВИСНОВКИ

1. Застосування допосівної обробки насіння багатокomпонентним хелатним комплексним мікродобривом Екоград бобові має стимулюючий ефект на проростання насіння та початковий розвиток рослин нуту.

2. Поєднання внесення мінеральних добрив дозою діючої речовини  $N_{20}P_{40}K_{40}$ , допосівної обробки насіння багатокomпонентним хелатним комплексним мікродобривом Екоград бобові (2,0 л/т) та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим мікродобривом Maximus AminoMicro (0,5 кг/га) сприяє 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 розвитку, індивідуальна продуктивність рослин підвищується.

4. Поєднання внесення мінеральних добрив дозою діючої речовини  $N_{20}P_{40}K_{40}$ , допосівної обробки насіння багатокomпонентним хелатним комплексним мікродобривом Екоград бобові (2,0 л/т) та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим мікродобривом Maximus AminoMicro (0,5 кг/га) надає можливість підвищити зернову продуктивність посівів до 2,38 т/га із рівнем рентабельності виробництва зернової продукції 89,7 %.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Впровадження у виробництво рекомендованих елементів технології вирощування нуту сорту Пам'ять (поєднання внесення мінеральних добрив дозою діючої речовини  $N_{20}P_{40}K_{40}$ , допосівної обробки насіння багатокомпонентним хелатним комплексним мікродобривом Екоград бобові (2,0 л/т) та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим мікродобривом Maximus AminoMicro (0,5 кг/га) дозволяє отримувати за умов недостатнього зволоження зони Лівобережного Лісостепу 2,38 т/га зерна із рівнем рентабельності його виробництва 89,7 %.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chavan J. K., Kadam S. S., Salunkhe D. K. 1986. Biochemistry and technology of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Crit Rev Food Sci Nutr.* № 25. P. 107–157.
2. Calcagno F., Gallo G., Venora G., Iaiani M., Raimondo I. 1988. Effects of plant density on seed yield and its components for ten chickpea genotypes grown in Sicily, Italy. *International Chickpea Newsletter.* № 18. P. 29-31.
3. Oweis T., Hachum A., Pala M. 2004. Water Use Efficiency of winter-sown chickpea under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural water management.* №66 (2). P. 163-179.
4. Dordas C.. 2008. Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development.* 28(1): 33- 46.
5. Camprubí A., Estaún V., El Bakali M., Garcia Figueres F.C. Calvet. 2007. Alternative strawberry production using solarization, metham sodium and beneficial soil microbes as plant protection methods. *Agronomy for sustainable development.* 27(3): 179-184.
6. Tripathi D.K., Singh V.P., Chauhan D.K., Prasad S.M., Dubey N.K. 2014. Role of macronutrients in plant growth and acclimation: recent advances and future prospective. In *Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes*, Springer: P. 197- 216.
7. Tavakoli M.T., Chenari A.I., Rezaie M., Tavakoli A., Shahsavari M., Mousavi S.R.. 2014. The importance of micronutrients in agricultural production. *Advances in Environmental Biology.* 31-36.
8. Fageria N.K. 2016. The use of nutrients in crop plants. Essential nutrients for plant growth: nutrient functions and deficiency symptoms. *Plant nutrient management in Hawaii's soils.* 31-55.
9. Hudson N. 2015. *Soil conservation: fully revised and updated.* New India Publishing Agency: pp. 123-128.
10. Sivasankar P., Anix Vivek Santhiya A., Kanaga V. 2015. A review on plants and herbal extracts against viral diseases in aquaculture. *Journal of Medicinal Plants Studies.* 3(2): 75-79.

11. Pujari J.D., Yakkundimath R., Byadgi A.S. 2015. Image processing based detection of fungal diseases in plants. *Procedia Computer Science*. 46: 1802-1808.
12. Agarwal S., Rathore J. 2012. Understanding the effects of chemical fertilizers. *Journal of Progressive Agriculture*. 3(1): 89-90.
13. Reganold J.P., Wachter J.M. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*. 2(2): 15221.
14. Waldrop M.P., Zak D.R. 2006. Response of oxidative enzyme activities to nitrogen deposition affects soil concentrations of dissolved organic carbon. *Ecosystems*. 9(6): 921-933
15. Kadir T., Zisserman A., Brady M. 2004. In An affine invariant salient region detector, *European conference on computer vision*, Springer: 2004; pp. 228-241.
16. Fouda K. 2017. Effect of Interaction among N Forms and Calcium Sources on Quality and Chemical Composition of Tomato (*Lycopersicon*). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 78(3): 259-273.
17. Amor F.D., Marcelis L. 2003. Regulation of nutrient uptake, water uptake and growth under calcium starvation and recovery. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 78(3): 343-349.
18. Buell C.R., Joardar V., Lindeberg M., Selengut J., Paulsen I.T., Gwinn M.L., Dodson R.J., Deboy R.T., Durkin A.S., Kolonay J.F.. 2003. The complete genome sequence of the Arabidopsis and tomato pathogen *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 100(18): 10181-10186.
19. Roy R., Finck A., Blair G., Tandon H. 2006. Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin*. 16: 368.
20. van Loon L.C., Rep M., Pieterse C.M. 2006. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. *Annu. Rev. Phytopathol.* 44: 135-162.
21. Ingold C.T. 2012. *The biology of fungi*. Springer Science & Business Media: pp. 147-154.
22. Walters D., Bingham I.. 2007. Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Annals of Applied*

Biology. 151(3): 307-324

23. Fageria N. K., Baligar V. C., Li Y. C. 2008. The Role of Nutrient Efficient Plants in Improving Crop Yields in the Twenty First Century. *Journal of Plant Nutrition*. № 31(6). P. 1121–1157.
24. Adaptation of rootfunction by nutrient-induced plasticity of endodermal differentiation. / M. Barberon and other. CeelPress. 2016. Vol. 164. Issue 3 P. 447–459. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.12.021> (date of access: 07.09.2021).
25. Waters B. M., Blevins D. G. 2000. Ethylene production, cluster root formation, and localization of iron (III) reducing capacity in Fe-deficient squash roots. *Plant Soil*. № 225. P. 21–31.
26. Коваленко А. М., Коваленко О. А. Вміст основних елементів живлення в рослинах конопель протягом вегетації залежно від удобрення. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 54. С. 296–300.
27. Коковіхін С. В., Коваленко А. М., Нікішов О. О. Насіннева продуктивність сортів пшениці озимої залежно від захисту рослин та мікродобрив в умовах Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 115–119.
28. Вожегова Р. А., Коваленко А. М., Чекамова О. Л. Урожайність проса залежно від мікробних препаратів та мікродобрив. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 126–128.
29. Järvan M., Lukme L., Adamson A., Akk A. 2017. Responses of wheat yield, quality and bread-making properties on the sulphur fertilization. *Acta Agriculturae Scandinavica*. № 67. P. 444–452.
30. Ali M., Mishra J.P., 2001. Effect of foliar nutrition of boron and molybdenum on chickpea. *Indian J Pulses Res* 14, 41-43
31. Ahlavat I.P.S., Gangaiah B., Zadid A.M., 2007. Nutrient management in chickpea. In: *Chickpea breeding and management*. CAB International, Wallingford, Oxon, United Kingdom. pp. 213-232.
32. Taiz L.; Zeiger E. 2013. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artimed, 918p.
33. Tiwari N.K., Pathak A.N., 1982. Studies of the Zn requirements of different crops. *Exp Agric* 18, 393-398.

33. Ray H., Bett K., Tar'an B., Vandenberg A., Thavarajah D., Warkentin T. 2014. Mineral micronutrient content of cultivars of field Pea, chickpea, common bean, and lentil grown in Saskatchewan, Canada. *Crop Sci.* 54. P. 1-11.
34. Ahlawat I.P.S., 1990. Diagnosis and alleviation of mineral nutrients constraints in chickpea. In: *Chickpea in nineties. Proc II International Workshop on chickpea improvement, India.* pp. 93-100.
35. Sims T.T., 2000. Soil fertility evaluation. In: *Handbook of soil science* (Summer M.E., ed). CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA. pp. 113-154
36. Ahlawat I.P.S., Gangaiah B., Zadid A. M., 2007. Nutrient management in chickpea. In: *Chickpea breeding and management.* CAB International, Wallingford, Oxon, United Kingdom. pp. 213-232.
37. Bellaloui, N., Abbas, H.K., Gillen, A.M., Abel, C.A., 2009. Effect of glyphosate boron application on seed composition and nitrogen metabolism in glyphosateresistant soybean. *J. Agric. Food Chem.* 57 (19), 9050–9056
39. Sims T.T., 2000. Soil fertility evaluation. In: *Handbook of soil science* (Summer M.E., ed). CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA. pp. 113-154.
40. Kaiser B.N, Gridley K.L, Brady J.N, Phillips T., Tyerman S.D. 2005. The role of molybdenum in agricultural plant production. *Ann Bot* 96:745–54
41. Volkogon V. 2006. Microbial preparations in crop production. Theory and practice. *Agrarna nauka, Kyiv, ukr*
42. Schwarz G., Mendel R.R., Ribbe M.W. 2009. Molybdenum cofactors, enzymes and pathways. *Nature* 460. P. 839–847.
43. Roy R.N., Finck A., Blair G.J., Tandon H.L.S., 2006. Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin* 16. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 368 pp.
44. Rod, N. K., Gudadhe Nitin N., Karmakar Nilima, Mehta P. V. and Narwade A. V. 2019. Cobalt chloride enhances crop duration, increases production, and productivity of chickpea. *Journal of plant nutrition.* Vol. 42. P. 40-57.
45. Schraf, P. C., and M. M. Alley. 1993. Spring nitrogen on winter wheat. II. A

- flexible multicomponent rate recommendation system. *Agronomy Journal* 85: 1186–1192.
- tion, increases production and productivity of chickpea, *Journal of Plant Nutrition*. 42(1). P. 40-57.
46. Syverud, T. D., Walsh L. M., Oplinger E. S., Kelling K. A.. 1980. Foliar fertilization of soybean (*Glycine max* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 11: P. 637–651.
47. Солонцев, К.М. Как повысить полноценность кормовой базы. *Зоотехния*. 1990. № 12. С. 2-6.
47. 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, P. 60-70.
48. 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, P. 23-29.
49. Bufacci M., Lucaccioni A., Motta A., Marcelli M., Casagrande C. *Manuale di corretta prassi per la produzione integrate del cece. Progetto per la Valorizzazione delle Produzioni Agroalimentari Umbre*. 2008. 24.
51. Loss S., Brandon N., Siddique K. 1998. *The chickpea book: a technical guide to chickpea production*, Vol. 9. P. 239-251.
52. Dubey S.K., Sah U., Singh S.K. 2004. Impact of climate change in pulse productivity and adaptation strategies as practiced by the pulse growers of Bundelkhand region of Utter Pradesh. *J. Food Legum.*, 24. P. 230–234.
53. Щукин, В.Б. Влияние ризоторфина, регуляторов роста и микроэлементов на урожайность нута. *Агронимия и лесное хозяйство*. 2011. № 3. С. 40-42
54. Kashiwagi, J. 2006. Variability of root length density its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. *Field Crops Research*. № 95. P. 171-181.
55. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця) (навчальний посібник) / Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Петренкова В.П. та ін.;

- за редакцією академіка В.В.Кириченка. Харків: ІР ім. В.Я.Юр'єва УААН. 2009. 118 с.
56. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця) (навчальний посібник) / Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Петренкова В.П. та ін.; за редакцією академіка В.В.Кириченка. Харків: ІР ім. В.Я.Юр'єва УААН. 2009. 118 с.
57. Полтавська область: природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис / За ред. К.О. Маца. Полтава: Полтавський літератор, 1998. 336 с.
58. 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.
59. 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.
60. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. –351с
61. Посыпанов Г.С. Методика определения биологической фиксации азота воздуха. М., 1998. 215 с.
62. Посыпанов Г.С. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур: Учебное пособие. Москва, 1995. 125 с.
63. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 3. 184 с.
64. Бабич А.О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 87 с.
65. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмара, М.П. Власова. М.: АН СССР, 1961. 133 с.
66. Майсуриян Н.А. Растениеводство. М.: Колос, 1979. 320 с.
67. Ушкаренко В.А. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: [монография]. М.: Изд. РГАУ МСХА им. К.А.

Тимирязева, 2011. 336 с.

68. Акинербем Ф. Практики о выращивании нута. Зерно. 2011. № 2. С. 60- 64.

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

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

71. Bufacci M., Lucaccioni A., Motta A., Marcelli M., Casagrande C. 2008. Manuale di corretta prassi per la produzione integrate del cece. Progetto per la Valorizzazione delle Produzioni Agroalimentari Umbre. 2008. Vol. 24.

72. Бушулян О. В., Січкач В. І., Бабаянц О. В. Вирощуємо нут в Україні. Посібник українського хлібороба: наук. практ. зб. К.: ТОВ «Академпрес», 2013. Том 2. С. 201-206.

73. Бушулян О. В., Січкач В. І., Бабаянц О. В. Інтегрована система захисту нуту від бур'янів, шкідників і хвороб. Методичні рекомендації. Одеса. СГІНЦНС, 2012. 25 с.

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

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

76. Бушулян О. В., Січкач В. І., Бабаянц О. В. Вирощуємо нут в Україні. Посібник українського хлібороба: наук. практ. зб. К.: ТОВ «Академпрес», 2013. Том 2. С. 201-206.

77. Бушулян О. В., Січкач В. І., Бабаянц О. В. Інтегрована система захисту нуту від бур'янів, шкідників і хвороб. Методичні рекомендації. Одеса. СГІНЦНС, 2012. 25 с.

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

79. 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.

80. Дідович С. В., Толкачов М. З., Шабанов Е.А., Щігорцова О. Л. Ефективність нітрагінізації нуту. *Агроекологічний журнал*. 2005. № 2. С. 48–51.
81. Єремко Л.С. Удосконалення агротехнічних заходів вирощування нуту в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. №4. С.97-100.
82. Петкевич З. З., Мельніченко Г. В. Нут, сочевиця – перспективні зернобобові культури для вирощування на півдні України. *Збірник наукових праць. Зрошувальне землеробство*. 2012. Вип. 65. С. 104-107.
83. Дідович С. В., Толкачов М. З., Шабанов Е.А., Щігорцова О. Л. Ефективність нітрагінізації нуту. *Агроекологічний журнал*. 2005. № 2. С. 48–51.
84. Петкевич З. З., Мельніченко Г. В. Нут, сочевиця – перспективні зернобобові культури для вирощування на півдні України. *Збірник наукових праць. Зрошувальне землеробство*. 2012. Вип. 65. С. 104-107.
85. Мазур В. А. Польова схожість різностиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння Поліміксобактерином. *Сільське господарство та лісівництво. ВНАУ*, 2016. № 4. 80 с.
86. Макрушин М. М. Насіннезнавство польових культур. К.: Урожай, 1994. 208 с.
87. Носатовский А. И. Пшеница. Биология. 2-е изд., доп. М.: Колос, 1965. 568 с.
88. Sanklha N. 1985. Growth and metabolism of soybean as affected by paclobytrazol. *Plant. Cell. Phisiol.* Vol. 26. P. 913-914.
89. Пруцков Ф. М. Повышение урожайности зерновых культур. М.: Россельхозиздат, 1982. 205 с.
90. Ничипорович А. А. Физиология и продуктивность растений. Физиология фотосинтеза. М., 1982. С. 7-33.
91. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії / За ред. В.П. Гудзя. 2-е видання. К.: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
92. Heinrich S. W., Mengel K., Dittmar H., Drach M., Vosskamp R., Trenkel M. E et al. 2005. Fertilizers. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
93. Ojeniyi S.O. 2000. Effect of Goat Manure on Soil Nutrients and Okra Yield in the

Rain Forest Area of Nigeria. *Applied Tropical Agriculture*. 5. P. 20-23.

94. Cooke GW. 1982. *Fertilizing for maximum yield*. Third Edition English Language Book society/Collins, 457 p.
95. Feigin A, Halevy J. 1989. *Irrigation-fertilization-cropping management for maximum economic return and minimum pollution of ground water*. Research report, Inst. Soil Water, ARO, The Volcani Center, Bet Dagan, 1989.
96. Heinz-Ulrich N. Methane emission from rice fields. *Bioscience*. 1993; 43(7). P. 466-474.
97. Serpil S. 2012. An agricultural pollutant: chemical fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development*. Vol. 3(1). P. 123-134.
98. Shoji S., Delgado J., Mosier A., Miura Y. 2001. Use of controlled release fertilizers and nitrification inhibitors to increase nitrogen use efficiency and to conserve air and water quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Vol. 32(7-8). P. 1051-1070.
99. Cooper J., Reed E. Y., Hörtenhuber S., Lindenthal Th., Løes A. K., Mäder P. 2017. Phosphorus availability on many organically managed farms in Europe. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. P. 1-13.
100. Sharma A., Chetani R. 2017. A Review on the Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Plants. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*. P. 677.
101. Rütting T, Aronsson H, Delin S. 2018. Efficient use of nitrogen in agriculture. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. P. 1-5.
102. Sharma A, Chetani R. 2017. A Review on the Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Plants. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 677 p..
103. Chen, Jen-Hshuan. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. In *International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use*. P. 16-20.
104. Cooke G.W. 1982. *Fertilizing for maximum yield*. Third Edition English

Language Book society/Collins, 457 p.

105. Sonmez Kaplan M, Sonmez S. 2007. An investigation of seasonal changes in nitrate contents of soils and irrigation waters in greenhouses located in Antalya-Demre region. *Asian Journal of Chemistry*. Vol. 19(7). P. 39-56.

106. Çevre T.C., Orman Ve. 2004. Bakanlığ $\ddot{u}$  Türkiye Çevre Atlası CED Planlama Genel M $\ddot{u}$ d $\ddot{u}$ rl $\ddot{u}$ ğ $\ddot{u}$  Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, Ankara.

107. Агропромисловий комплекс України: стан та перспективи розвитку (1990–2000) / За ред. П. Г. Саблука, М. Я. Кропивка. К.: ІАЕ УААН, 1999. 252 с.

108. К. Скрипник, Впроваджуємо на підприємстві систему управління охороною праці, Довідник спеціаліста з охорони праці, 2017, №7. С18-32.

109. Про що говорили за круглим столом до Дня охорони праці у Києві, Довідник спеціаліста з охорони праці, 2017, №5, С4-5.

110. 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.

111. Закон України “Про охорону праці” Державний комітет України по нагляду за охороною праці. К.: Норматив, 2005.

112. В. Ткачишин. Професійні хвороби та порядок їх встановлення, Довідник спеціаліста з охорони праці, 2017, №5, С29-36.

113. Лехман С. Д Запобігання аварійності і травматизму у сільськогосподарському виробництві. К.: “Урожай”, 1995.

114. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.11.2011 р. № 1232 «Деякі питання розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві» (зі змінами). URL : [zakon.rada.gov.ua](http://zakon.rada.gov.ua) (дата звернення: 24.12.2019).

115. Про внесення змін до Закону України «Про охорону праці» : закон України від 21.11.2002р. № 229-ІУ. URL : <http://portal.rada.gov.ua> (дата звернення: 14.02.2020).

## Додаток А

### ОПИС СОРТУ НУТУ ПАМ'ЯТЬ

Рекомендований для вирощування у Степу. Відноситься до євразійського підвиду (subsp. eurasiaticum G. Pop.), тип kabuli, різновидність bogemicoallutaceum G. Pop. (богеміко-аллютацеум). Середньостиглий сорт, тривалість вегетаційного періоду 90-95 діб. Висота рослин 50-55 см, висота прикріплення нижніх бобів 20-22 см. Тип куща штамбовий, стійкий до вилягання. Опущення всіх вегетативних органів густе, сизозеленого кольору. Антоціанова пігментація відсутня. Квітки поодинокі, середнього розміру, білі. Боби ромбічної форми, середнього розміру, при дозріванні жовто-солом'яного кольору. Насіння світло-буре, округле, середнє, маса 1000 насінин 280-300 г. Високопродуктивний, середня багаторічна урожайність за роки випробування склала 1,74 т/га, найбільша відмічена у 2000 і 2004 рр. - 2,11 т/га (що на 0,47 т/га вище стандарту). Характерна риса сорту - стійкість до повторного відростання за підвищеної вологості, слабо уражується фузаріозом та аскохітозом, накопичує у насінні до 28-30 % білка.

## Додаток В

### ОПИС МІКРОДОБРИВ

**Екоград бобові** - комплексне концентроване легкозасвоюване хелатне добриво, з вмістом Кобальту та Молібдену, для листового підживлення бобових, а також для обробки насіння.

#### **Концентрація діючої речовини:**

N – 0-400 г/л, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0-500 г/л, K<sub>2</sub>O – 0-300 г/л, SO<sub>3</sub> – 0-750 г/л, CaO – 0-200 г/л, MgO – 0-150 г/л, B – 0-150 г/л, Fe – 0-11 г/л, Cu – 0-12г/л, Mn – 0-11 г/л, Zn – 0-100 г/л, Mo – 0-40 г/л, Co – 0-1 г/л, Si – 0-0,5 г/л

### **Використовується в системах позакореневого підживлення для:**

- корекції тимчасового дефіциту (спричиненого погодно-кліматичними, ґрунтовими, хімічними факторами) макро- і мікроелементів, біологічно активних речовин у рослинах;
- коригування системи живлення рослин у разі дефіциту в ґрунті важливих мікроелементів, а також в інтенсивних технологіях вирощування високих врожаїв зернових;
- активізації біологічної активності рослин у відповідальні фази росту і розвитку для формування максимально можливого в конкретних умовах врожаю зерна;
- подолання рослинами наслідків стресових умов, що призвели до уповільнення або завмирання ростових процесів.

### **Результатом застосування мікродобрива ЕКОГРАД Бобові є:**

- збільшення енергії проростання та польової схожості обробленого насіння;
- підсилення азотфіксації;
- збільшення кількості квіток та їх краще запилення;
- підвищення посухо- та жаростійкості;

**Maximus Aminomicro** - кристалічне водорозчинне добриво для позакореневого підживлення, рекомендоване для овочевих і садових культур. Його також можна використовувати в сільськогосподарських культурах.

Характеризується підвищеним вмістом заліза, що інтенсифікує процеси фотосинтезу. Амінокислоти підтримують імунітет рослин.

Продукт збагачений комплексом спеціально підібраних інгредієнтів, що стимулює рослину до інтенсивного росту та розвитку, протидіє негативному впливу посухи, високої температури або холоду, забезпечує правильне отримання та використання енергії.

#### **Концентрація діючої речовини:**

N-азот 11%, K<sub>2</sub>O - 7%, Mg - 2%, B-бор - 0,34%, Cu - 2%, Fe - 6%, Mn - 3%, Mo - 0,04%, Zn - 2%.

**Переваги використання добрива:**

збільшує кількість плодів, підвищує стійкість до грибкових захворювань і стресів, що забезпечує кращий розвиток органів, гарантує кращі параметри якості врожаю, заповнює навіть приховані недоліки мікроелементів, позитивно впливає на кількість і якість врожаю, забезпечує більш високий індекс фотосинтезу (інтенсифікація процесів росту і розвитку), підвищує стійкість рослин до абіотичних і біотичних стресів.

Дозування: 0,3-0,8 кг/га

Рекомендації: повна ефективність мікроелементного живлення досягається при 2-3-разовому внесенні добрива.

## Додаток С

### ПОЗАКОРЕНЕВЕ ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

**Єремко Л.С.**, кандидат с.-г. наук, ст. н. с., adiunkt

*Zakład Uprawy Roślin Pastewnych*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Polska*

**Ващенко Є.В.**, СВО Магістр за спеціальністю 201 – Агрономія

*Полтавський державний аграрний університет, Україна*

У вирішенні проблеми забезпеченості населення білковими продуктами рослинного походження, що надають можливість фізіологічно повноцінного харчування, вагому роль відіграє стабілізація виробництва зернової продукції зернобобових культур, серед яких останнім часом набуває широкої популярності нут (*Cicer arietinum L.*) [1-3].

Окрім органічних сполук, серед яких вміст білка становить близько 32,4 %, насіння даної культури є джерелом вітамінів і мікроелементів, що відіграють роль каталізаторів фізіолого-біохімічних процесів, приймають участь у синтезі і метаболізмі гормонів, утворенні макрофагів, еритроцитів, зменшують виникнення гормонально залежних пухлин у людському організмі [4,5].

Вагому роль у підвищенні продуктивності та покращанні якісних показників зернової продукції нуту є застосування поряд із макроелементами, мікроелементів, роль яких полягає у регуляції біохімічних процесів життєдіяльності рослинного організму у період вегетації і у кінцевому рахунку більш повній реалізації генетичного потенціалу продуктивності і якісних показників врожаю сортів [6,7]. Разом з тим, достатня забезпеченість мікроелементами є запорукою більш повного засвоєння рослинами макроелементів, що сприяє підвищенню їх стійкості до дії несприятливих абіотичних та біотичних чинників навколишнього середовища [8-10].

У системі агротехнологічних прийомів, спрямованих на покращання поживного режиму рослин вагоме місце відводиться застосуванню мікродобрив під час вегетації, що сприяє більш ефективному та швидкому забезпеченню рослин необхідними елементами живлення та підвищенню рівня їх використання, порівняно із внесенням у ґрунт [11].

Мета роботи - визначення впливу позакореневого підживлення рослин мікродобривами різного складу на формування зернової продуктивності посівів нуту.

Польові дослідження проводили в умовах дослідного поля ДП «ДГ «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН» Полтавського району Полтавської області впродовж 2020–2022 рр.

Складовими варіантами досліджень були: сорти нуту Пам'ять і Триумф (Фактор А), проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації багатокомпонентним хелатним комплексним мікродобривом Оракул

Мультикомплекс (1,5 л/га) та комплексним мікродобривом, у якому мікроелементи поєднані з амінокислотою гліцин, Maximus Amino Micro (0,5 кг/га) (Фактор В).

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

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив застосування мікродобрив на формування продуктивності рослин нуту обох сортів. Покращання поживного режиму, шляхом проведення позакореневого підживлення посівів мікродобривами, сприяло підвищенню інтенсивності лінійних приростів рослин у висоту, формуванню потужної надземної частини за рахунок збільшення продукування органічної речовини розвиненим асиміляційним апаратом.

Разом з тим відмічено збільшення кількості плодоеlementів на рослинах обох сортів. У варіантах застосування мікродобрива Оракул Мультикомплекс кількість бобів і зерен у них збільшувалася порівняно із контролем на 3,0 і 1,0 шт. у сорту Пам'ять та на 3,8 і 1,1 шт. – у сорту Тріумф. Маса 1000 зерен становила відповідно до кожного сорту 238,6 і 250,5 г, а рівень урожайності зерна підвищувався до 2,09 і 2,27 т/га, за значень даних показників на контролі відповідно для сорту Пам'ять 220,4 г і 1,93 т/га та 234,7 г і 2,05 т/га – для сорту Тріумф.

Умови формування структурних елементів врожаю нуту були більш сприятливими за проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Maximus Amino Micro. Рівень зернової продуктивності сорту Пам'ять підвищувався до 2,25 т/га за рахунок збільшення кількості бобів і зерен та маси 1000 насінин на 3,2 і 1,2 шт. та 0,25 г відповідно порівняно з контролем.

Урожайність зерна нуту сорту Тріумф зростала до 2,32 т/га за рахунок підвищення показників кількості бобів і зерен у них на 10 і 8 % відповідно та маси 1000 зерен – на 22,3 % порівняно з контролем.

Таким чином, застосування мікродобрив у фазі бутонізації сприяє збільшенню величини структурних елементів врожаю та підвищенню рівня зернової продуктивності посівів нуту.

1. Гангур В.В., Єремко Л.С. Симбіотична фіксація молекулярного азоту як фактор стабілізації агробіоценозів нуту. Матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти". 28 листопада 2018, Полтава. Полтава, 2018. С. 37-38.

2. Єремко Л.С. Урожайність нуту залежно від рівня мінерального удобрення та інокуляції насіння в умовах лівобережного Лісостепу України. *Інтенсифікація кормовиробництва – 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). Полтава, 2015. С.59-61.

3. 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.
4. Бондаренко Ю.В., Дробот В.І., Білик О.А., Білас Я.І. Використання йодумісної сировини із насінням льону у виробництві пшеничного хліба. *Наукові праці Національного інституту харківських технологій*. 2017. 21 (6), С. 211-219.
5. Арсеньева Л.Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами. 2007. Київ. НУХТ, 324 с.
6. Michałojć Z., Szewczuk C., Teoretyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophysica*. 2003. 85. S. 9-18.
7. Spiak Z. Microelementy w rolnictwie. *Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych*. 2000. S. 29-34.
8. Korzeniowska J., Stanisławska-Głubiak E., Jadczyżyn T., Lipiński W. Nawożenie upraw rolniczych mikroelementami. *Instrukcja upowszechnieniowa*. IUNG-PIB. Puławy, 2021. 31 s.
9. Sharpley A, Jarvie H, Flaten D, Kleinman P. Celebrating the 350<sup>th</sup> Anniversary of phosphorus discovery: a conundrum of deficiency and excess. *Journal of Environmental Quality*. 2018. 47. P. 774-777.
10. Hansch R., Mendel R. R. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology*. 2009. 12. P. 259-266.
11. Michałojć Z., Szewczuk C. Teoretyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophysica*. 2003. 85. S. 9-18.

## Додаток D

### АНОТАЦІЯ

**Ващенко Є.В.** АГРОТЕХНІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

**Кваліфікація:** магістр з агрономії за освітньо-професійною програмою Екологічне рослинництво

**Обсяг магістерської роботи:** 75 с., 12 табл., 3 додатки, 115 літературних джерел.

**Об'єкт досліджень:** процеси лінійного росту, розвитку, формування асиміляційної поверхні, наростання надземної органічної біомаси рослин, насінневої продуктивності залежно від удобрення та застосування мікробіологічного препарату.

**Мета роботи:** визначення впливу внесення мінеральних добрив та застосування мікродобрив за передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин на формування продуктивності нуту.

**Результати та їх новизна:** Уперше в умовах недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України визначено вплив багатокомпонентних комплексних мікродобрив та їх поєднання із мінеральним удобренням 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 багатокомпонентних хелатних комплексних мікродобрив.

**Основні наукові та практичні результати:** Визначено, що найбільш ефективним агротехнологічним прийомом у агротехнологічному процесі

вирощування нуту є поєднанні допосівної обробки насіння багатоконпонентним хелатним комплексним мікродобривом Екоград бобоів у дозі 2,0 л/т та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим мікродобривом Maximus AminoMicro у дозі 0,5 кг/га на фоні внесення  $N_{20}P_{40}K_{40}$ , що дозволяє підвищити урожайність до 2,38 т/га зерна із забезпеченням рентабельності його виробництва на рівні 89,7 %.

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

**Значення роботи та висновки:** Впровадження у виробництво рекомендованих елементів технології вирощування нуту сорту Пам'ять, що полягають у поєднанні допосівної обробки насіння багатоконпонентним хелатним комплексним мікродобривом Екоград бобоів у дозі 2,0 л/т та проведення позакореневого підживлення рослин у фазі бутонізації комплексним концентрованим мікродобривом Maximus AminoMicro у дозі 0,5 кг/га на фоні внесення  $N_{20}P_{40}K_{40}$  дозволяє підвищити урожайність до 2,38 т/га зерна із забезпеченням рентабельності його виробництва на рівні 89,7 %.

**Перелік ключових слів:** нут, агротехнологічні прийоми, урожайність зерна, мінеральне удобрення, макродобрива, мікродобрива.