

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

Кафедра рослинництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ
БІОПРЕПАРАТІВ ТА ЗЕЛЕНОГО УДОБРЕННЯ НА
УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ (*Cicer arietinum* L.)»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
Ступеня вищої освіти магістр
Денної форми навчання
Жолонко Олександр Валерійович

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

Рецензент: Оксана ЛАСЛО, канд. с.-г. наук, доцент

Полтава – 2024 року

ЗМІСТ

	ст.
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	5
РОЗДІЛ 1. РОЛЬ СИДЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ, БІОПРЕПАРАТІВ І ДОБРИВ НА ОСНОВІ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ	
1.1. Властивості нуту, його значення і використання.....	12
1.2. Роль сидеральних добрив у процесі формування продуктивності нуту.....	15
1.3. Роль біопрепаратів у процесі формування продуктивності нуту.....	17
1.4. Роль добрив на основі гумінових кислот у процесі формування продуктивності нуту.....	20
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Характеристика умов місця проведення досліджень.....	23
2.2. Погодні умови місця проведення досліджень	24
2.3. Методика проведення досліджень	26
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ СИДЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ, БІОПРЕПАРАТУ І ДОБРИВ НА ОСНОВІ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ	
3.1. Вплив біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на висоту рослин нуту.....	27
3.2. Вплив біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на динаміку розвитку листкової поверхні посівів нуту.....	29
3.3. Вплив біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на тривалість і продуктивність фотосинтетичної діяльності листкової поверхні посівів нуту.....	32
3.4. Вплив біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів нуту.....	38
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ, СИДЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І ДОБРИВА НА ОСНОВІ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ	42
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	45
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	48
ВИСНОВКИ	50
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	52

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Продовольча безпека є універсальним правом людини на життя і розвиток. На сьогоднішній день кількість людей, які не мають достатнього харчування у всьому світі, оцінюється у понад 820 мільйонів, і ще більше людей споживають нездорову їжу, що призводить до виникнення захворювань та передчасної смерті.

Наразі у Європі майже 12% населення визнали свою неспроможність дозволити собі якісну їжу кожного другого дня. Крім того, близько 0,5 мільйона людей в Європі були класифіковані як такі, що страждають від гострої нестачі продовольства (FSIN, 2020). Отже, оптимізація виробництва продовольства на засадах сталого розвитку, що має сприяти зменшенню голоду, спричиненого нестачею основних поживних речовин, підвищенню тривалості життя, зниженню рівня дитячої смертності на сьогоднішній день набула особливої актуальності.

Разом з тим, вчені зазначають, що здоровий раціон харчування повинен характеризуватися відповідною калорійністю і складається з різноманітних продуктів рослинного походження, невеликої кількості продуктів тваринного походження, ненасичених жирів, незначної кількості рафінованих зернових, продуктів з високим ступенем переробки та доданих цукрів. Однак сучасні раціони харчування характеризуються високою калорійністю, а також складаються із значної частини продуктів тваринного походження, які піддаються значній переробці. Їх постійне споживання призвело до значного поширення серед населення різних захворювань серцево-судинної, травної систем, системи обміну речовин.

З міркувань сталого розвитку та здоров'я перехід до здорового харчування до 2050 року вимагатиме важливих змін у харчуванні. У цьому відношенні бобові культури, як джерело білка та поживних речовин можуть значно покращити раціон харчування та зробити значний внесок у викоріненні голоду та недоїдання. Їх насіння характеризується високим

вмістом поживних речовин, а саме білків, клітковини, мінеральних елементів, таких як залізо, цинк і калій, а також вітамінів, таких як тіамін, ніацин, фолати, рибофлавін, піридоксин, вітамін Е та А. Крім того, бобові є джерелом важливих біологічно активних сполук, таких як фенольні кислоти, дубильні речовини та флавоноїди, відомих своєю антиоксидантною дією. Окрім того, загальновідома роль зернобобових культур у покращанні ліпідного профілю крові, зниженні запальних процесів. Численні дослідження показали, що споживання бобових пов'язане з позитивним впливом на серцево-судинні фактори ризику, такі як ліпідний профіль крові, контроль глікемії, запальний статус, оксидативний стрес, а також склад і активність мікробіоти кишечника. Вони також сприяють контролю маси тіла, ймовірно, тому, що вони дають відчуття ситості.

Разом з тим, вчені зазначають, що зміна раціону харчування в бік споживання більшої кількості рослинних джерел білка, може стати необхідною умовою для пом'якшення глобального потепління і відповідно кліматичних змін. Було підраховано, що під час виробництва продуктів харчування рослинного походження до атмосфери надходить у 25-150 разів менше викидів парникових газів, ніж у процесі виробництва м'яса жуйних тварин.

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

Актуальність теми. Основними поживними речовинами, що впливають на розвиток рослин впродовж вегетаційного періоду та визначають величину їх продуктивності є первинні макроелементи, такі як азот, фосфор і калій. Усі рослини потребують необхідної кількості азоту для синтезу амінокислот,

нуклеотидів, фосфоліпідів і хлорофілу. Однак основне джерело азоту в природі, атмосферний азот, не є легкодоступним для рослин [1]. Ця проблема може загостритися через глобальну зміну клімату, яка може зменшити біогеохімічну трансформацію азоту. Біологічною альтернативою застосуванню синтетичних азотних добрив і вагомим фактором розвитку екологічно сталого виробництва сільськогосподарських культур може бути фіксація азоту повітря за допомогою корисних мікроорганізмів [2]. Тож на сьогоднішній день застосування біологічних препаратів на основі азотфіксуючих бактерій перспективним агротехнологічним прийомом покращання забезпеченості рослин доступним азотом впродовж вегетаційного періоду [3].

Разом з тим для вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища агрохімікатами агрономічні переваги має застосування сидератів як джерела доступних для рослин поживних речовин. Окрім того, їх внесення має ефект мульчування, що відіграє важливу роль у збереженні ґрунтової вологи в умовах посухи [4].

Вивільнення азоту, фосфору, калію, кальцію і магнію із рослинних решток, зменшення насиченості ґрунту важкими металами і збільшення потенціалу для посилення накопичення поживних речовин в результаті меншого водного стресу і меншої насипної щільності - все це пов'язано з позитивними перевагами додавання різних видів сидератів [5].

Швидкозростаючі сидеральні бобові культури, характеризуються високою потенційною здатністю поглинання атмосферного азоту і забезпечення них культур, що вирощуються після використання їх надземної маси [6]. Крім того, сидерати зв'язують поживні речовини ґрунту і підвищують стабільність біологічно фіксованого азоту. У разі застосування бобових культур у якості сидеральних добрив разом із їх надземною біомасою і корінням у ґрунт повертається до чотирьох разів більше азоту, у 2,8 рази більше фосфору і в 2,5 рази більше калію, порівняно із початковими даними їх вмісту

збільшення мікробної біомаси порівняно із застосуванням традиційних агротехнологічних прийомів [8].

Тож, розробка і впровадження нових та удосконалення існуючих моделей агротехнологічного процесу виробництва насінневої продукції нуту, як важливої продовольчої культури має актуальне значення в умовах посилення впливу посухи та потребує відповідного науково обґрунтованого розв'язання.

Іншим фактором підвищення рівня урожайності культур в умовах впливу численних біотичних та абіотичних стресів може бути використання добрив на основі гумінових кислот, що може впливати на метаболізм рослин, посилювати біохімічні, морфологічні та фізіологічні процеси, що відбуваються в рослинах. Відомий їх позитивний вплив на ріст і розвиток рослин, підвищення толерантності до умов навколишнього середовища (наприклад, до посухи, низької або високої температури, засолення) та зменшення токсичного впливу важких металів.

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

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

1. вивчити особливості росту і розвитку рослин нуту залежно від застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот;
2. визначити інтенсивність наростання надземної маси та листової поверхні залежно від застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот;

3. визначити вплив біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на формування симбіотичного апарату рослин нуту;
4. визначити вплив біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на продуктивність фотосинтетичної роботи посівів нуту;
5. визначити вплив біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на величину індивідуальної продуктивності та урожайність насіння нуту.
6. визначити рівень економічної доцільності впровадження досліджуваних агроприйомів у процесі виробництва насіння нуту.

Об'єкт досліджень – ріст і розвиток рослин, динаміка формування листкової поверхні, наростання сухої маси рослин, формування симбіотичного апарату, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння сої залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот .

Предмет досліджень – сорт нуту Розанна, урожай насіння, біологічні препарати, сидеральні добрива, добрива на основі гумінових кислот.

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

Наукова новизна одержаних результатів проведеного дослідження полягає у науковому обґрунтуванні комплексного застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот як екологічно доцільних елементів технології виощування.

Вивчено вплив біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів, зеленої маси вики, як зеленого добрива та добрива на основі гумінових кислот на процеси розвитку рослин, формування листкової поверхні та симбіотичного апарату, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, індивідуальну продуктивність рослин, урожайність насіння нуту.

Удосконалено поживний режим рослин нуту за рахунок поєднання біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів, зеленої маси вики, як зеленого добрива та добрива на основі гумінових кислот.

Практичне значення одержаних результатів. Для покращання умов росту і розвитку рослин, формування їх симбіотичного апарату, наростання листкової поверхні посівів, і відповідного підвищення урожайності насіння найбільш доцільно та економічно виправдано є комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна дипломна робота підготовлена на основі результатів, отриманих автором у ході проведення дослідження. Ним було зібрано літературні джерела за тематикою та проведений їх детальний аналіз. Автором проведені польові та лабораторні дослідження, отримано, опрацьовано та проаналізовано отримані результати, на основі чого сформовано детальні висновки та надано рекомендації для впровадження у виробничий процес.

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

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

1. Єремко Л.С., Жолонко О.В., Жадан М.Ю., Жук В.І. Урожайність нуту залежно від системи удобрення. Матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 28 листопада 2024 року. Полтава, 2024.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Загальний обсяг дипломної роботи становить 72 сторінок загального друкованого тексту, містить 7 таблиць, 5 рисунків. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури налічує 98 найменувань.

РОЗДІЛ I

РОЛЬ СИДЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ, БІОПРЕПАРАТІВ І ДОБРИВ НА ОСНОВІ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

1.1. Властивості нуту, його значення і використання.

Нут (*Cicer arietinum* L.), належить до триби *Cicereae* в межах родини найважливіших культур у світі [9]. У різних культурах і мовах нут має безліч назв, таких як garbanzo в іспанській мові, pois chiche у французькій, kichar або chicher у німецькій, chana на хінді та gram або бенгальський грам в англійській також румунська, болгарська, афганська назви «нохут» [11]. Археологічні розкопки в країнах Близького Сходу, батьківщині дикого нуту, виявили карбонізоване насіння нуту. Більше того, ще два диких види нуту, *Cicer* сході Туреччини.

У наш час нут є досить розповсюдженою культурою. Його вирощують у понад 50 країнах світу, включаючи Індійський субконтинент, Північну Африку, Близький Схід, Південну Європу, Америку та Австралію. Валові збори зерна даної культури у світовому масштабі сягають 14,2 млн т із середньою врожайністю 0,96 т га⁻¹.

Насіння нуту є доступним джерелом білка для споживачів з низьким рівнем доходу в усьому світі, особливо в країнах, що розвиваються, де доступ до білка тваринного походження обмежений для широких верств населення

Завдяки стійкості його рослин до дії високих температур і тривалої посухи нут можна вирощувати у регіонах, що характеризуються мінливістю

клімату та обмеженим використанням добрив, що часто призводить до зниження продуктивності сільського господарства [14]. Лідером у виробництві нуту є Індія, за нею йдуть Пакистан, Туреччина, Австралія, М'янма, Ефіопія, Іран, Мексика, Канада та США, які також роблять значний внесок у виробництво нуту. Варто згадати появу Китаю як азійського виробника насіння нуту [15].

Нут є чудовим джерелом вуглеводів і білків, на які припадає 80% загальної сухої маси його насіння [16]. Нут споживали і продовжують споживати люди з давніх часів завдяки його добрим поживним властивостям. У різних країнах його використовують як їжу в різних стилях, наприклад, в Індії з нуту готують закуски [17], а в Азії та Африці нут використовують у тушкованих стравах та супах/салатах [18]. Різноманітні способи приготування роблять нут привабливим для споживачів у всьому світі.

Вживання насіння нуту має позитивно впливає на більшість фізіологічних процесів у організмі, що робить його потенційним кандидатом на класифікацію «функціональних продуктів харчування», окрім його загальноновизнаної ролі у забезпеченні організму білком та клітковиною. Нут має високий вміст стійкого крохмалю та амілози. Завдяки вищому ступеню полімеризації амілоза характеризується підвищеною стійкістю до перетравлення в тонкому кишківнику, а це у свою чергу приводить до уповільнення перетворення на глюкозу [19]. Це сприяє затримці надходження глюкози в кров, що згодом зменшує потребу в інсуліні, знижує глікемічний індекс [20]. Ці сукупні ефекти відіграють важливу роль у зниженні частоти та інтенсивності розвитку діабету другого типу [21]. Крім того, лінолева кислота відіграє ключову у продукуванні простагландинів, які мають вирішальне значення для регулювання рівня артеріального тиску [22].

Вживання насіння нуту знижує виникнення ризику раку. Попередні дослідження вказують на те, що включення β -ситостеролу (основного фітостеролу нуту) в раціон щурів може уповільнити розвиток пухлин товстої кишки, індукованих N-метил-N-нітросечовиною (канцерогеном) [23]. Більше

того, наявність лікопіну в насінні нуту може забезпечити захист від раку простати [24]. В іншому дослідженні було виявлено, що екстракт ізофлавонів нуту перешкоджає росту епітеліальних пухлин, залишаючи здорові клітини неушкодженими [25].

У ході проведення досліджень на щурах, встановлено, що нут перешкоджає збільшенню маси тіла та маси жирової тканини у їх надниркових залозах [26]. Протягом експерименту щури, які отримували дієту з високим вмістом жиру, досягли 654 г, тоді як щури, які у районі насіння нуту, важили 562 г. Це підкреслює потенціал нуту як продукту з низьким глікемічним індексом. Крім того, було виявлено, що споживання нуту зменшує накопичення жиру в осіб з ожирінням. Включення нуту в раціон призводить до посилення відчуття ситості [27].

Нут є азотфіксуючою культурою. Протягом останніх двох десятиліть світове наукове співтовариство заглибилося у вивчення величезного різноманіття ризобій нуту, причому дослідження охоплювали Європу, Азію та Океанію [28].

Ризобії відіграють ключову роль у різноманітних біохімічних процесах ґрунту, стимулюючи ріст рослин-господарів та покращуючи якість ґрунту [29, механізмом фіксації N_2 в сільськогосподарських системах [31]. Крім того, ризобії мають здатність до сольобілізації фосфатів, тим самим посилюючи ріст бобових культур [32], а також знижуючи рівень етилену в рослинах завдяки активності АЦК-дезамінази [33].

Біологічна фіксація азоту підтримує стале сільське господарство, доповнюючи хімічні добрива, забезпечуючи оптимальну врожайність сільськогосподарських культур. За оптимальних умов ця симбіотична фіксація

У ході проведення досліджень було виявлено позитивний вплив інокуляції насіння на ріст рослин нуту, що виражалось у збільшенні показників

висоти рослин, їх надземної біомаси, кількості гілок порівняно з неінокульованими [35]. Вчені також спостерігали збільшення висоти рослин, сухої маси пагонів і вмісту хлорофілу в нуті, інокульованому ризобіями. Ці обробки також призвели до збільшення довжини коренів, що збільшило площу кореневої поверхні і, як наслідок, підвищило поглинання поживних речовин інокуляція насіння є ефективним методом посилення росту рослин, розвитку їх фотосинтетичних органів, що згодом прискорює накопичення фотосинтатів

Роль сидеральних добрив у процесі формування продуктивності нуту.

Останнім часом, у зв'язку із погіршенням екологічної ситуації, спричиненої нераціональним використанням хімічних добрив і пестицидів, застосування сидеральних добрив, як ефективний метод забезпечення рослин доступними поживними речовинами та поліпшення якості ґрунтів набуває все більшої популярності.

Основною метою застосування сидеральних культур є поліпшення показників ґрунту і забезпечення поживними речовинами рослин сільськогосподарських культур. Вирощування сільськогосподарських культур з використанням сидератів можуть підвищити економічну ефективність технології вирощування і водночас зменшити негативний вплив сільського господарства на навколишнє середовище. Сидерати покращують фізичні характеристики ґрунту, збільшуючи середній діаметр та значення гідравлічної провідності насичення [38]. Вони також ефективно покращують фізичні властивості ґрунту, за рахунок зменшення об'ємної щільності ґрунту, а також збільшення загальної пористості ґрунту та підвищення рівня доступної води інфільтрації, а також зменшується насипна щільність ґрунту [40]. Збагачені сидератами ґрунти мають вищу здатність до мінералізації азоту [41]. Крім того,

агрономічні переваги застосування сидератів як джерела азоту та органічної речовини полягають у тому, що вони мають ефект мульчі і сприяють підвищенню доступності для рослин азоту, калію, кальцію, магнію. Кількість азоту, фосфору, калію, кальцію і магнію, що вивільняється з матеріалу, який розкладається, зменшення насиченості алюмінієм і потенціал для збільшення накопичення поживних речовин в результаті меншого водного стресу і меншої насипної щільності - все це пов'язано з позитивними перевагами додавання різних видів сидератів [42].

Швидкозростаючі сидеральні бобові культури, характеризуються високою потенційною здатністю поглинання атмосферного азоту і забезпечення них культур, що вирощуються після використання їх надземної маси [43]. Крім того, сидерати зв'язують поживні речовини ґрунту і підвищують стабільність біологічно фіксованого азоту (N). У разі застосування бобових культур у якості сидеральних добрив разом із їх надземною біомасою і корінням у ґрунт повертається до чотирьох разів більше азоту, у 2,8 рази більше фосфору і в 2,5 рази більше калію, порівняно із початковими даними їх вмісту [44]. Сидерація також збільшує джерела поживних речовин за рахунок збільшення мікробної біомаси порівняно із застосуванням традиційних агротехнологічних прийомів [45]. Вона також сприяє підвищенню активності ґрунтових ферментів за рахунок збільшенню вуглецю мікробної біомаси. Бобові культури, внесені на поверхню ґрунту, зберігають запас вуглецю для мікробної біомаси ґрунту і повільно вивільняють його для споживання ґрунтовими мікроорганізмами [46]. Внесення сидератів сприяє збільшенню мікробної біомаси, покращанню структури ґрунту та збільшенню різноманітності ґрунтової мікробної спільноти [47].

Слід також відмітити, що сидерація має позитивний вплив на морфологічні характеристики рослин. Вона є ефективним прийомом покращання ростових параметрів, за рахунок забезпечення достатнього рівня поживних речовин для розвитку рослин [48]. Розкладена біомаса рослин перетворює недоступні поживні речовини в доступні форми за допомогою

грунтових мікроорганізмів на полях із сидератами, що демонструє вплив на параметри росту порівняно з полями без сидератів і створює стійкі ґрунтові умови для підвищення врожайності сільськогосподарських культур [49]. Важливо, що сидерати покращують родючість ґрунту і є заміником хімічних добрив. Польові випробування оцінюють його вплив на фізико-хімічні характеристики ґрунту та поглинання азоту сільськогосподарськими культурами. Він також підвищує продуктивність рослин на азотні добрива і збільшує доступність рослинам загального органічного вуглецю та азоту [50]. Утворює розгалужену кореневу систему, яка сприяє поглинанню поживних речовин, що призводить до кращого росту рослин, вищого індексу листової поверхні та більшої кількості корневих волокон порівняно з традиційним методом (застосування лише затверджених доз добрив) [51].

1.3. Роль біопрепаратів у процесі формування продуктивності нуту.

Підвищення рівня виробництва продукції рослинництва без шкоди для навколишнього середовища є одним з найбільших викликів сучасності і має вирішальне значення для задоволення продовольчих потреб населення світу, що швидко зростає. У найближчі три десятиліття світове виробництво продовольства має бути збільшене приблизно на 60-100%, щоб задовольнити майбутній попит на їжу [52]. Однак реалізації генетичного потенціалу продуктивності культур значною мірою перешкоджають абіотичні та біотичні стреси, що виникають впродовж вегетаційного періоду [53].

Спостереження показали, що абіотичні стреси (посуха, сіль, спека, дефіцит поживних речовин та інші погодні явища) є причиною близько 50-70% глобальних втрат продовольства [54]. Крім того, збільшення кількості екстремальних погодних катаклізмів, спричинених зміною клімату, знизило загальну продуктивність сільського господарства приблизно на 21% з 1961 року, причому тропічні регіони, такі як Африка (-34%), зазнали більшого впливу, ніж регіони з помірним кліматом, такі як Європа та Центральна Азія (-

З іншого боку, хвороби рослин, спричинені різними біотичними агентами, наприклад, грибами, ооміцетами, бактеріями, вірусами та нематодами, є ключовим компонентом агроєкосистеми і можуть безпосередньо впливати на стійкість рослин до хвороб і шкідників, знижуючи врожайність. За останніми оцінками, втрати основних продовольчих культур, спричинені біотичним стресом, сягають 20-40% [57]. Прогресуючі зміни клімату не лише безпосередньо впливають на механізми стійкості, але й опосередковано впливають на виникнення, біологію та швидкість розвитку хвороб, а також на частоту сприятливих умов для інфікування та виживання патогенів [58]. Важливо зазначити, що зміна клімату може сприяти або перешкоджати розвитку хвороб сільськогосподарських культур, оскільки кожен патоген по-різному реагує на ці зміни. Разом із непрямими втратами внаслідок зміни клімату, біотичні стреси стали основним обмежувальним фактором для досягнення сталого виробництва продовольства. Іншими словами, як абіотичні, так і біотичні стресові фактори суттєво обмежують виробництво сільськогосподарських культур, а зміна клімату ще більше посилює ці стресові фактори [59].

Вчені зазначають, що економічно вигідним та ефективним біотехнологічним інструментом для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за різних несприятливих умов навколишнього середовища може бути використання ризобактерій [60].

Усі вищезгадані стрес-фактори впливають на загальну продуктивність сільськогосподарських культур. На жаль, сучасні підходи до технології вирощування, як правило, є затратними, а деякими стресами, такими як посуха і високі температури, неможливо легко управляти в польових умовах. Тим не менш, повідомляється, що використання корисних мікроорганізмів підвищує продуктивність сільськогосподарських культур за рахунок пом'якшення впливу цих стресів за допомогою прямих або непрямих механізмів [61]. Загалом, корисні мікроорганізми мають безпосередній вплив на формування продуктивності культурних рослин шляхом регулювання гормонів, що

стимулюють ріст, підвищення доступності основних поживних речовин (азоту і фосфору) [62].

Мікроби, також мають опосередкований позитивний вплив на стійкість культурних рослин до біотичних та абіотичних стрес-факторів, за рахунок продукування осмолітичних речовин, що підтримують іонний гомеостаз, синтезують позаклітинні полімерні речовини, секретують гідролітичні ферменти, активують різні антиоксидантні ферменти, індукують системну резистентність та синтезують білки, пов'язані з патогенезом у рослинах [63].

Первинні макроелементи, такі як азот, фосфор і калій є основними лімітуючими поживними речовинами, що визначають кількість і якість сільськогосподарської продукції, особливо в стресових умовах. Усі рослини потребують необхідної кількості азоту для синтезу амінокислот, нуклеотидів, фосфоліпідів і хлорофілу. Однак основне джерело азоту в природі, атмосферний азот (N_2), не є легкодоступним для рослин [64]. Ця проблема може загостритися через глобальну зміну клімату, яка може зменшити біогеохімічну трансформацію азоту. Фіксація азоту за допомогою корисних мікроорганізмів є перспективною біологічною альтернативою застосуванню азотних добрив і може бути вагомим фактором розвитку екологічно сталого виробництва сільськогосподарських культур [65, 66].

Корисні мікроорганізми не тільки сприяють підвищенню стресостійкості рослин, а й опосередковано покращують їх стан, пригнічуючи існуючі та нові патогени, вплив яких частково пов'язаний із зміною клімату. Їх позитивний вплив на рослини обумовлюється продукуванням різних антимікробних сполук, таких як антибіотики, гідролітичні ферменти та сидерофорні сполуки. Важливо також зазначити, що ці мікроорганізми здебільшого конкурують з патогенами за вуглець і азотовмісні сполуки, необхідні для росту рослин у процесі колонізації поверхні коренів [67]. Конкуруючи за поживні речовини, корисні мікроорганізми виділяють вторинні метаболіти, які пригнічують активність патогенних мікробів [68].

1.4. Роль добрив на основі гумінових кислот у процесі формування продуктивності нуту

Рослини постійно стикаються з різними абіотичними стресами в польових умовах, такими як посуха, засолення, екстремальні температури та дефіцит поживних речовин. Крім того, зміна клімату посилює частоту і масштаби цих стресів. Ці стреси впливають на ріст сільськогосподарських рослин, що призводить до значних щорічних втрат врожаю і створює значні проблеми для продовольчої безпеки [69]. Глобальне дослідження показало, що щорічні втрати врожаю сільськогосподарських культур становлять від 51% до 82% у всьому світі через абіотичні стреси [71, 72]. Водночас, населення планети постійно зростає і, за прогнозами, досягне 9-10 мільярдів до 2050 року [69, 70]. Тому необхідні термінові заходи для комплексного пом'якшення негативних наслідків цих стресів, що забезпечить сталий розвиток сільського господарства для задоволення зростаючого попиту на продовольство. Однією з поширених реакцій рослин на різні абіотичні стреси є утворення активних форм кисню (АФК) [73].

Ці АФК виконують подвійну функцію: діють як сигнальні молекули у стресових реакціях при низьких концентраціях і спричиняють пошкодження клітин при надмірних рівнях. Було продемонстровано, що надмірне накопичення АФК призводить до окисного стресу, що призводить до молекулярного та клітинного пошкодження рослин за різних стресів. Для протидії окислювальному стресу рослини розвинули складну антиоксидантну систему, що складається з ферментативних і неферментативних антиоксидантів, які поглинають АФК і захищають клітинні компоненти від окислення [6]. Численні дослідження вивчали різноманітні антиоксидантні стратегії, які можуть пом'якшити окислювальний стрес, підвищуючи стресостійкість і продуктивність рослин [75, 76].

Різноманітний спектр хімічних речовин, включаючи природні та синтетичні антиоксиданти, фітогормони та біостимулятори рослин, довели свою ефективність у пом'якшенні окислювального стресу під час вирощування сільськогосподарських культур у складних польових умовах. Серед практичних методів застосування найбільш поширеними є позакореневе обприскування при використанні добрив [77].

Гумінові речовини складаються зі складних сумішей різнорідних органічних матеріалів, які природним чином присутні в ґрунтах, водах і відкладеннях, які з моменту їх утворення зазнали значних змін (Транвік, 2014). Вони можуть бути розділені і класифіковані на наступні фракції: фульвокислоти (FAs, розчинні в кислотному і лужному рН), гумінові кислоти (HAs, нерозчинні в кислому рН і розчинні в лужному рН) і Гумін (нерозчинний в кислотному та лужному рН) [78].

Гумінові речовини утворюються в результаті процесу, відомого як гуміфікація. гетерогенний і складний процес, при в ґрунтах і природних системах відбуваються реакції хімічної, біохімічної та ферментативної трансформації, що розкладають органічні і створюють умови для утворення нових хімічних структур, що володіють більшою стабільністю, ніж їх попередник. Процес гуміфікації залежить від хімічних і структурних характеристик молекул, що входять в склад ґрунту, і ступеня інтенсивності проходження даного процесу.

Швидкість гуміфікації регулюється умовами навколишнього середовища, тобто станом ґрунту (його вологістю, мінералогічним складом, а також кількістю і різноманітністю ґрунтової біоти). Таким чином, при гуміфікації утворюються специфічні гумінові речовини.

Гумінові речовини мають єдине структурне ядро з супрамолекулярним рівнем організації, специфічним і загальним для цієї групи з'єднань, але з різною відносною кількістю структур у його складі. До їх супрамолекулярної структурної моделі входять гумінові речовини з невеликих гетерогенних молекул, які розташовані у структурах більших молекул і об'єднані слабкими

міжмолекулярними взаємодіями, ван-де-ваальськими взаємодіями, гідрофобними взаємодіями (p-p, CH-p) та водневими зв'язками [79].

Гумінові речовини мають здатність покращувати поживний статус рослин різними способами: за рахунок підвищеної експресії ізоформ генів, які кодують протонні насоси плазматичної мембрани коренів і підвищують їх активність [80]; за рахунок сприяння переносу іонів в тканини рослин; регуляції експресії генів, які кодують основні транспортери поживних речовин у коренях; а також за рахунок сприяння підвищення активності ферментів, що впливають на використання поживних речовин [81].

Таким чином, гумінові речовини впливають на засвоєння азоту та метаболізм вуглецю, та синтез вторинних метаболітів, такі як фенілпропаноїди [82]. Вчені виявили позитивний вплив низьких доз гумінових речовин на активність основних ферментів, що беруть участь у відновленні і засвоєнні неорганічного азоту проростками кукурудзи. Разом з тим інші дослідники не виявили позитивного впливу високих концентрацій гумінових речовин на ріст рослин і концентрацію поживних речовин в кукурудзі, вирощеній на ґрунтах з високим вмістом вапна [83].

Дослідники виявили, що найвища доза гумінової кислоти (1500 мг/кг ґрунту) була більш ефективною, ніж найнижча доза (750 мг/кг ґрунту) для підвищення рівня вмісту азоту, фосфору і калію в рослинах перцю, що вирощувався в умовах до сольового стресу. Вони також спостерігали вплив гумінових речовин на вміст антиоксидантів і вторинних метаболітів, про що свідчить підвищення рівня антоціанів, аскорбінової кислоти та загальної кількості флавоноїдів у пагонах рослин перцю [84].

Є докази того, що гумінові речовини можна розглядати як джерело індолоцтової кислоти, що являє собою різновид ауксину, який є найбільш вивченим класом фітогормонів, що беруть участь в діленні і розмноженні клітин. Вважається, що гумінові кислоти можуть діяти як екзогенний ауксин, який регулює ріст і морфологію коренів. Це пов'язано з тим, що ці гуміфіковані речовини містять індолілоцтову кислоту та інші молекули з

індолілоцтовоподібною активністю, яка може бути мікробного або рослинного походження. На додаток до ауксинів, гумінові кислоти проявляють активність, подібну до цитокінінів і гіберелінів [85].

Було опубліковано багато досліджень, в яких підкреслювалася важливість гумінових речовин в боротьбі зі стресами, викликаними важкими металами [86], засолення [87], посуха та високі температури [88].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика умов місця проведення досліджень

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

Грунт дослідної ділянки чорнозем типовий малогумусний глибокозакіпаючий [89]. За механічним складом грунт дослідної ділянки є важким суглинком із вмістом грубого пилу – 37-43 %, мулуватих часток – 25-38 %. Колоїдні частинки по профілю розподілені незначною мірою.

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

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

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

(визначено за методикою Чирикова), калію – 16-20 мг на 100 г ґрунту (визначено за методикою Маслової).

2.2. Погодні умови місяця проведення досліджень

Вегетаційний період нуту у 2023 році характеризувався контрастними погодними умовами. Початкові етапи розвитку досліджуваної культури відбувалися за помірного прогрівання повітря та достатнього вологозабезпечення (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Значення температури повітря та кількості опадів за вегетаційний період 2023 року

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

Середня температура повітря у квітні становила 9,8 °С, у той час як середньобагаторічна величина даного показника була на рівні 9,3 °С. в цілому за місяць випало 30,9 мм дощу. Розвиток рослин у травні відбувався за дещо вищих за середньобагаторічні показники, але достатньо помірних значень температури повітря та досить нерівномірного розподілу опадів. Їх значна частина випала у другій декаді місяця, у той час як перша і третя декади були посушливими. Активний розвиток надземної частини нуту припав на червень, що характеризувався підвищеними на 0,9 °С значеннями середньодобової температури повітря порівняно із багаторічними показниками. В цілому за місяць випало 33,8 мм дощу, що на 27,9 мм менше за багаторічні значення. Достигання нуту відбувалося за жарких посушливих умов липня та

недостатньої вологозабезпеченості рослин, що відповідно негативно відобразилося на формуванні продуктивності рослин.

Погодні умови 2024 року були вкрай несприятливими для росту і розвитку рослин та формування урожайності нуту. Загалом вегетаційний період характеризувався значним недобором забезпеченості рослин вологою.

Натомість температура повітря у місяці вегетації різною мірою перевищувала середньобаторічні значення. Значення абсолютного максимуму і мінімуму температури були також підвищеними. Наприкінці червня та у липні склалися вкрай несприятливі погодні умови. Поєднання повної відсутності опадів у третій декаді червня і у липні і високих значень середньодобової температури повітря призвело до порушення усіх фізіологічних процесів, пов'язаних із формування врожаю.

Таблиця 3.2

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

Показники	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	9,1	16,3	23,2	25,2	22,7
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1
Абсолютний максимум t повітря, °С					
фактично	26,3	28,6	34,8	39,7	37,2
норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Абсолютний мінімум t повітря, °С					
фактично	-4,2	3,4	8,1	13,0	12,0
норма	-3,7	2,1	6,8	9,9	8,5
Опади, мм фактично за місяць	41,5	38,4	32,8	0,1	0,0
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7

2.3. Методика проведення досліджень

Закладання досліду і проведення запланованих експериментів відбувалося на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН” впродовж 2023 і 2024 років.

Основними факторами, що вивчалися у нашому дослідженні були:

(фактор А) – інокуляція насіння біопрепаратом на основі бульбочкових азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* (BiNitro Нут, 2,0 л/т) (БНН) окремо та у комплексі із біопрепаратом на основі корисних фосформобілізуєчих мікроорганізмів *Bacillus megaterium* (Бінорма Фосфор, 1,0 л/т) (БФ);

(фактор В) – комбінації сидеральних добрив і біодобрива на основі гумінових кислот Гумат калію (0,7 л/га) (ГК).

Варіанти і повторення у досліді розміщувалися систематично. Повторність досліду чотириразова. Площа однієї ділянки становила 40 м². Технологія вирощування нуту у досліді була рекомендованою для даної зони вирощування.

Для оцінки розвитку симбіотичного апарату нуту відбирали по шість рослин з кожної ділянки через 50 днів після посіву для оцінки кількості бульбочок на рослині, свіжої та сухої маси бульбочок (г).

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

Безпосередньо перед збиранням врожаю насіння нуту відбирали проби для визначення величини елементів індивідуальної продуктивності рослин (кількість бобів, кількість насінин у одному бобу, маса насіння з однієї рослини, маса 1000 насінин) [90].

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ СИДЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ, БІОПРЕПАРАТІВ І ДОБРИВА НА ОСНОВІ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

3.1. Вплив біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на висоту рослин нуту.

Ріст, як і всі інші процеси життєдіяльності, що протікають у рослинному організмі є вираженими функцією часу. Це фенотипово виражається у періодичності і ритмічності його функції і у математичному сенсі виражається позитивною величиною. Ростові процеси є завжди пов'язаними із збільшенням розмірів та маси рослин, і разом з тим їх інтенсивність є передумовою формування продуктивності.

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

Зроблені у ході дослідження спостереження свідчать про те, що лінійний приріст рослин нуту у висоту тривав від повних сходів до настання фізіологічної стиглості насіння. На початку періоду вегетації темпи приросту рослин у висоту були незначними, а починаючи від фази гілкування і до бутонізації і цвітіння інтенсивність наростання надземної частини рослин у висоту підвищувалася і досягала максимуму у фазу формування бобів. Далі лінійний ріст надземної частини рослин у висоту уповільнювався. До настання дозрівання насіння ростові процеси затухали, що було пов'язаним із відмиранням апікальної меристеми.

Результати, представлені у таблиці 3.1 показали найменшу інтенсивність лінійних приростів рослин у висоту на контрольному варіанті. Застосування

вики у якості зеленого добрива сприяло підвищенню інтенсивності ростових процесів впродовж вегетаційного періоду нуту, внаслідок чого значення висоти його рослин у фазі повної стиглості насіння у даному варіанті перевищували контроль на 1,9 см (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Висота рослин нуту залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот, см (2023-2024 рр.)

Інокуляція насіння	Удобрення	Фази росту і розвитку рослин				
		гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	достигання насіння
-	-	11,3	24,3	30,5	42,3	44,4
	Вика	12,4	26,8	31,7	43,8	46,3
	Вика + ГК	13,5	27,3	32,9	44,5	47,1
БНН	-	12,1	25,6	31,9	43,7	45,9
	Вика	13,2	27,8	33,4	45,2	47,5
	Вика + ГК	14,4	28,9	34,8	46,5	48,1
БНН+БФ	-	12,8	26,9	33,7	44,9	47,3
	Вика	13,3	28,2	34,5	46,7	49,7
	Вика + ГК	14,9	29,4	36,2	47,8	50,4

Поєднання зеленого удобрення і позакореневого підживлення рослин покращувало умови формування надземної частини рослин, внаслідок чого лінійні розміри їх стебла у фазі повної стиглості насіння перевищували контрольний варіант на 2,7 см.

У варіанті із проведенням інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій висота рослин впродовж вегетаційного періоду перевищувала контрольний варіант і у фазі повної стиглості насіння сягала

45,9 см, її поєднання із внесенням сидеральних добрив сприяло збільшенню величини даного показника до 47,5 см. Разом з тим комплексне застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та добрива на основі гумінових кислот на фоні застосування сидерального удобрення сприяло збільшенню величини даного показника на 3,7 см.

Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів також покращувало умови проходження ростових процесів у рослинах нуту впродовж вегетаційного періоду, внаслідок чого їх висота у цьому варіанті перевищила контроль на 6,53 %. Його поєднання із внесенням сидеральних добрив забезпечило збільшення значень даного показника щодо контролю на 11,9 %.

Найвищі значення висоти рослин були відмічені у варіантах поєднання застосування всіх факторів, що вивчалися (50,4 см). У цьому варіанті висота рослин у фазі повної стиглості насіння перевищила контроль на 7,1 см.

3.2. Вплив біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на динаміку розвитку листкової поверхні посівів нуту.

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

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

Застосування вики у якості зеленого добрива сприяло покращанню умов формування листкової поверхні посівів впродовж вегетаційного періоду нуту, внаслідок чого її величина у фазі формування бобів перевищували контроль на

Таблиця 3.2

Динаміка наростання листкової поверхні посівів нуту залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот, тис. м²/га (2023-2024 рр.)

Інокуляція насіння	Удобрення	Фази росту і розвитку рослин				
		гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	достигання насіння
-	-	3,89	10,3	24,4	29,7	12,5
	Вика	4,32	11,7	25,6	31,8	13,2
	Вика + ГК	4,53	12,4	27,8	32,3	13,7
БНН	-	3,94	11,8	25,6	31,2	13,5
	Вика	4,52	13,2	27,2	32,7	15,1
	Вика + ГК	4,75	13,7	28,5	34,5	15,6
БНН+БФ	-	4,08	13,1	26,8	32,9	14,7
	Вика	4,13	14,7	28,2	34,2	15,4
	Вика + ГК	4,18	14,9	29,5	35,8	16,2

У варіанті поєднання зеленого удобрення і позакореневого підживлення рослин добривом на основі гумінових кислот площа листкової поверхні

рослин у фазі формування бобів становила 32,3 тис. м²/га, що перевищувало контроль на 8,75 %.

У варіанті із проведенням інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій площа листкової поверхні впродовж вегетаційного періоду перевищувала контрольний варіант і у час піку розвитку (фаза ф

о

р Разом з тим комплексне застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та добрива на основі гумінових кислот на фоні застосування сидерального удобрення сприяло збільшенню величини даного

в

а Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів також покращувало умови наростання асиміляційної поверхні рослин нуту впродовж вегетаційного періоду, внаслідок чого площа листкової поверхні у цьому варіанті перевищила контроль на 10,8 %. Його поєднання із внесенням сидеральних добрив забезпечило збільшення значень даного показника щодо контролю на 15,2 %.

в Найвищі значення площі листкової поверхні були відмічені у варіантах поєднання застосування всіх факторів, що вивчалися (35,8 см). У цьому варіанті площа листкової поверхні у фазі формування бобів перевищила контроль на 6,1 см.

а

тис. м²/га.

я

г

а

л

а

з

н

с

3.3. Вплив біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на тривалість і продуктивність фотосинтетичної діяльності листкової поверхні посівів нуту.

Біологічна роль листа як органу рослини, полягає у поглинанні енергії фотосинтетично активної радіації (ФАР), що надходить до посіву. Найбільш ефективне її використання можливе у разі формування потужного фотосинтетичного апарату посівів та підтримання його активної фотосинтетичної роботи якнайдовше.

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 її 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 свідчать про позитивний вплив елементів технології, що вивчалися та їх поєднання на динаміку формування листкової поверхні та тривалість її активної фотосинтетичної роботи.

Так, застосування вики у якості зеленого добрива сприяло покращанню умов формування листкової поверхні посівів та подовженню тривалості її активної фотосинтетичної роботи впродовж вегетаційного періоду нуту. Це виражалось у збільшенні значень фотосинтетичного потенціалу посівів нуту на 4,42 % порівняно з контролем.

У варіанті поєднання зеленого удобрення і позакореневого підживлення рослин добривом на основі гумінових кислот фотосинтетична потужність посівів нуту становила 1,21 млн.м²діб/га, що перевищувало контроль на

У варіанті із проведенням інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій величина фотосинтетичного потенціалу посівів нуту поєднання із внесенням сидеральних добрив сприяло збільшенню значень

Д

а

Разом з тим комплексне застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та добрива на основі гумінових кислот на фоні застосування сидерального удобрення сприяло збільшенню величини даного

П

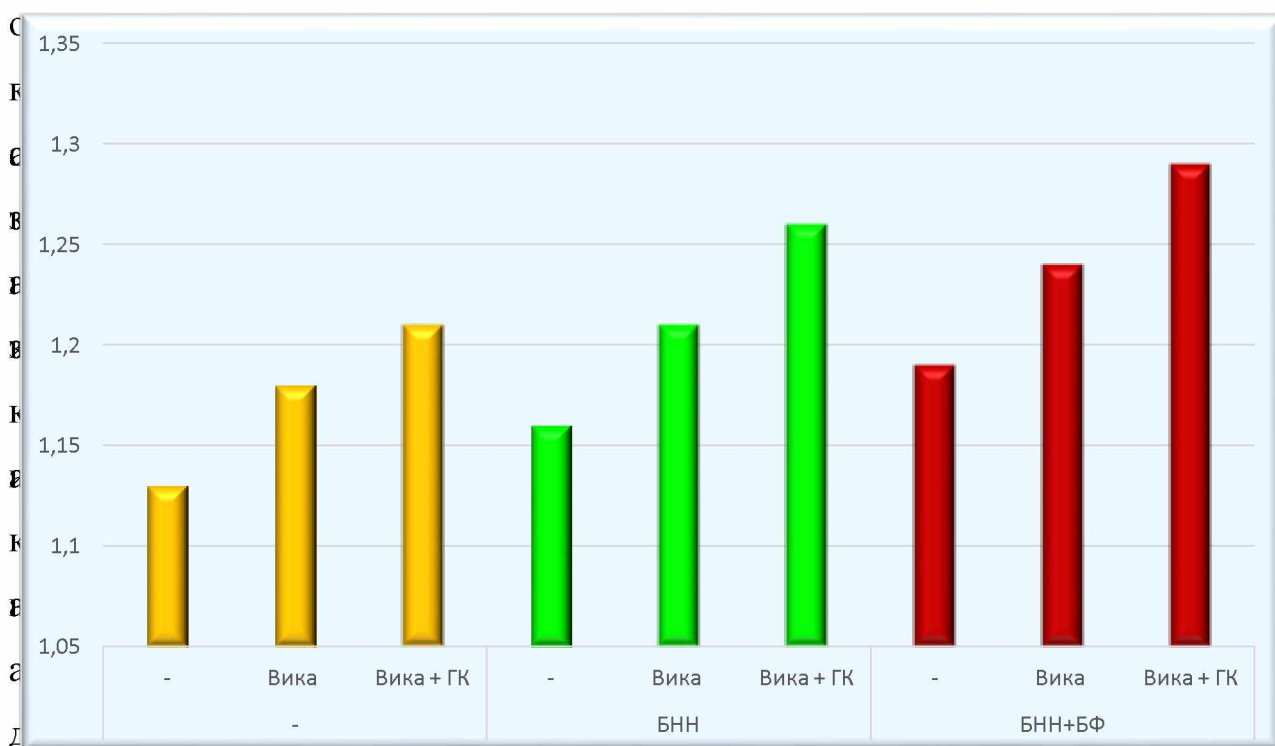


Рис. 3.1. Фотосинтетичний потенціал посівів нуту у фазі цвітіння-формування бобів залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот, млн. м²×діб/га (2023-2024 рр.)

Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів також покращувало умови наростання асиміляційної поверхні рослин нуту та подовжувало тривалість її активного функціонування, внаслідок чого фотосинтетичний потенціал посівів нуту у цьому варіанті перевищив контроль на 5,30 %. Його поєднання із внесенням сидеральних добрив забезпечило збільшення значень даного показника щодо контролю на 7,07 %.

Найвищі значення фотосинтетичного потенціалу посівів нуту були відмічені у варіантах поєднання застосування всіх факторів, що вивчалися (1,29 млн.м²діб/га).

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

У спеціалізованих структурах, які називаються хлоропластами, рослини використовують енергію сонячного світла для перетворення вуглекислого газу та води в глюкозу та кисень. Цей процес не тільки стимулює ріст рослин, але і призводить до накопичення органічної речовини у вигляді біомаси. Енергія, що отримується в процесі фотосинтезу, накопичується в клітинах рослин і може бути використана для різних цілей, що робить рослини безцінним ресурсом як для природних екосистем, так і для діяльності людини.

Результати дослідження вказують на позитивний ефект факторів, що вивчалися на величину чистої продуктивності фотосинтезу.

У варіанті із застосуванням сидерального удобрення інтенсивність продукування рослинами органічної біомаси перевищували контроль на 7,75 %. У варіанті поєднання зеленого удобрення і позакореневого підживлення рослин добривом на основі гумінових кислот значення чистої продуктивності фотосинтезу знаходилися на рівні 3,89 г/м² за добу, що перевищувало контроль на 11,8 %. У варіанті із проведенням інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій величина чистої продуктивності нуту перевищувала контрольний варіант і сягала значення

3

,

€

7

Г

3

€

і

Л

Б

Г

€

Г

Б

ю

н

н

в

в

в

в

в

в

в

в

в

в

в

г

в

а

-

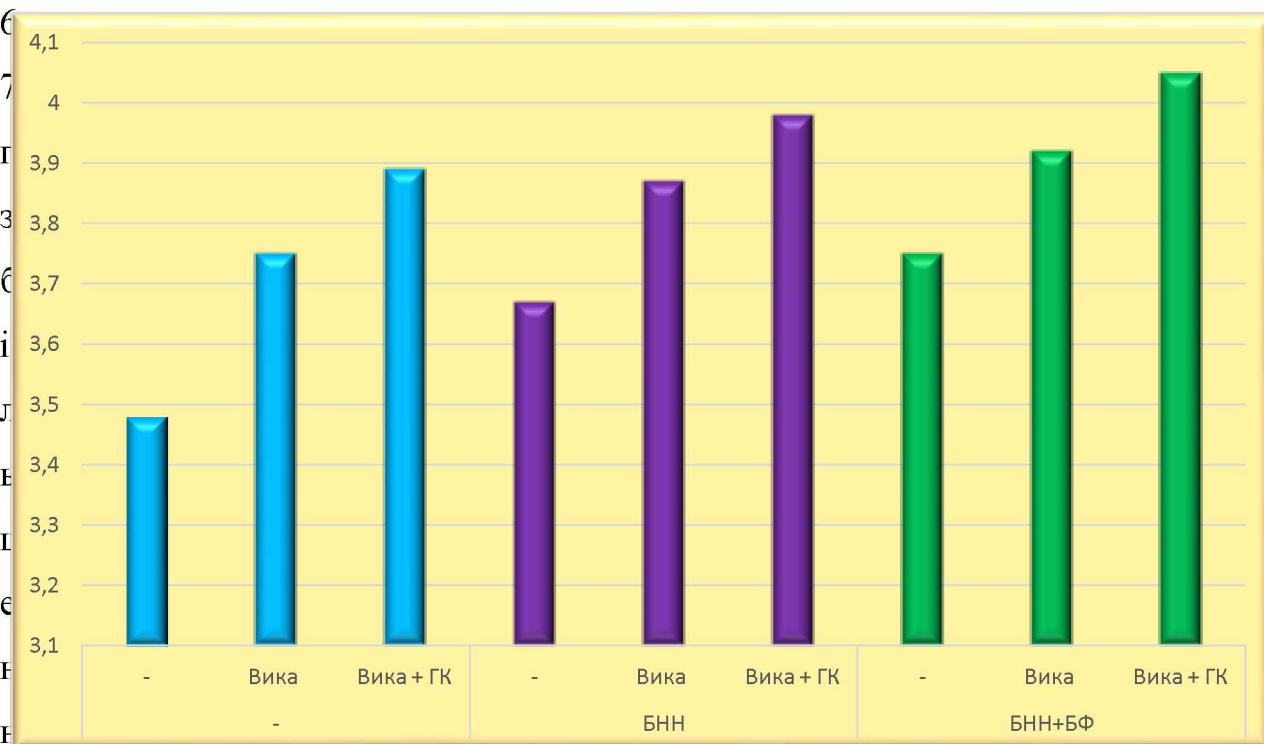


Рис. 3.2. Чиста продуктивність фотосинтезу у фазі цвітіння-формування бобів залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот, г/м² за добу (2023-2024 рр.)

Разом з тим комплексне застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та добрива на основі гумінових кислот на фоні застосування сидерального удобрення сприяло збільшенню величини даного показника на 7,75 %.

Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосфобілізуючих мікроорганізмів покращили умови продукування органічних сполук більш розвиненою асиміляційною поверхнею, внаслідок чого чиста продуктивність фотосинтезу посівів нуту у цьому варіанті перевищила контроль на 7,75 %. Його поєднання із внесенням сидеральних добрив забезпечило збільшення значень даного показника щодо контролю на 4,05 г/м² за добу).

Результати досліджень показали значний позитивний вплив мінерального удобрення, застосування біопрепарату, сидеральних добрив і добрива на основі гумінової кислоти на продуктивність роботи асиміляційної поверхні посівів нуту впродовж вегетаційного періоду, що виражалось у збільшенні величині сухої біомаси надземної частини рослин. Зміна параметрів даного показника характеризувалась нерівномірністю впродовж вегетаційного періоду. Так, у фазі гілкування збір сухої маси рослин з 1 м² був найменшим. Його значення змінювалися у межах від 13,8 до 19,4 г залежно від факторів що вивчалися (табл.3.3).

Таблиця 3.3

Динаміка накопичення абсолютно сухої речовини рослинами нуту залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот, г/м² (2023-2024 рр.)

Інокуляція насіння	Удобрення	Фази росту і розвитку рослин				
		гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	достигання насіння
-	-	13,8	29,7	39,5	108,4	318,6
	Вика	14,7	30,8	40,8	110,3	324,7
	Вика + ГК	15,3	31,2	41,3	112,4	326,7
БНН	-	14,5	30,5	40,5	111,5	321,6
	Вика	15,9	31,9	41,6	112,7	326,3
	Вика + ГК	16,4	32,7	42,9	114,2	327,5
БНН+БФ	-	15,7	32,7	41,7	113,7	333,4
	Вика	16,8	33,6	43,4	115,8	337,5
	Вика + ГК	17,5	35,3	44,5	117,3	349,6

Від початку фази гілкування інтенсивність накопичення надземної сухої біомаси у рослинах збільшувалася і набувала максимуму на час досягання насіння.

Результати дослідження показали, позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх поєднання на інтенсивність накопичення рослинами надземної сухої біомаси. Дані представленої таблиці показують, що найменші параметри даного показника були відмічені на контрольному варіанті.

Застосування вики у якості зеленого добрива сприяло покращанню умов для проходження синтетичних процесів і процесів накопичення органічних сполук впродовж вегетаційного періоду нуту, внаслідок чого маса абсолютно сухої речовини рослин з одиниці площі ні час досягання насіння збільшувалася порівняно з контрольним варіантом на 6,1 г/м².

У варіанті поєднання зеленого удобрення і позакореневого підживлення рослин добривом гумінової природи маса абсолютно сухих рослин нуту з 1 м² у фазі наливу насіння становила 326,7 г, що перевищувало контроль на 2,54 %.

У варіанті із проведенням інокуляції насіння маса сухих рослин з 1 м² впродовж вегетаційного періоду перевищувала контрольний варіант і у фазі наливу досягання насіння сягала 321,6 г, а її поєднання із внесенням сидеральних добрив сприяло збільшенню величини даного параметру порівняно з контролем на 7,7 г/м².

Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів покращили умови продукування органічних сполук більш розвиненою асиміляційною поверхнею, внаслідок чого маса абсолютно сухих рослин з 1 м² у цьому варіанті перевищила контроль на 4,64 %. Його поєднання із внесенням сидеральних добрив забезпечило збільшення значень даного показника щодо контролю на 5,93 %.

Найвищі значення збору сухої маси нуту з 1 м² були відмічені у варіантах поєднання застосування всіх факторів, що вивчалися (349,6 г).

3.4. Вплив біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність посівів нуту.

Індивідуальна продуктивність рослин виступає як складна взаємодія усіх фізіологічних процесів у рослині впродовж усього періоду вегетації під впливом комплексу факторів навколишнього середовища. Значущу роль на темпи розвитку рослин та формування структурних елементів врожаю відіграє достатня забезпеченість рослин поживними речовинами впродовж вегетаційного періоду.

Отримані результати свідчать про позитивний вплив факторів, що вивчалися та їх комплексної взаємодії на величину елементів індивідуальної продуктивності рослин нуту (рис. 3.3; 3.4; 3.5).

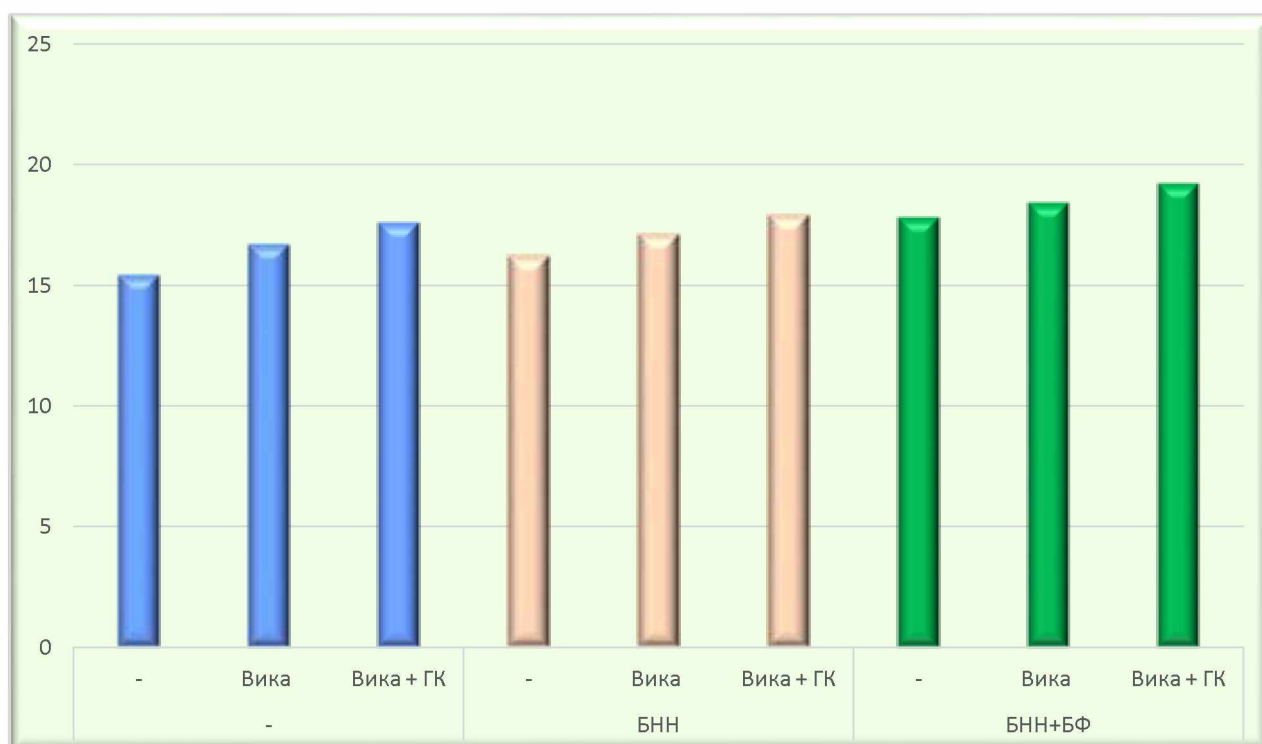


Рис. 3.3. Кількість бобів на 1 рослині залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот, шт. (2023-2024 рр.)

У варіантах із застосуванням вики у якості сидерату величини кількості бобів, сформованих на рослинах та маси 1000 насінин збільшувалися порівняно з контрольним варіантом на 1,3 шт. і 5,1 г відповідно. У варіантах

поєднання внесення сидеральних добрив і позакореневого підживлення рослин добривом на основі гумінових кислот величини даних показників становили 16,7 шт. і 253,2 г відповідно.

Застосування інокуляції насіння біопрепаратом на основі азотфіксуючих бактерій покращувала умови формування індивідуальної продуктивності рослин нуту, що виражалося у збільшенні значень кількості бобів, сформованих на рослинах та маси 1000 насінин на 0,8 шт. і 5,1 г щодо контролю відповідно.

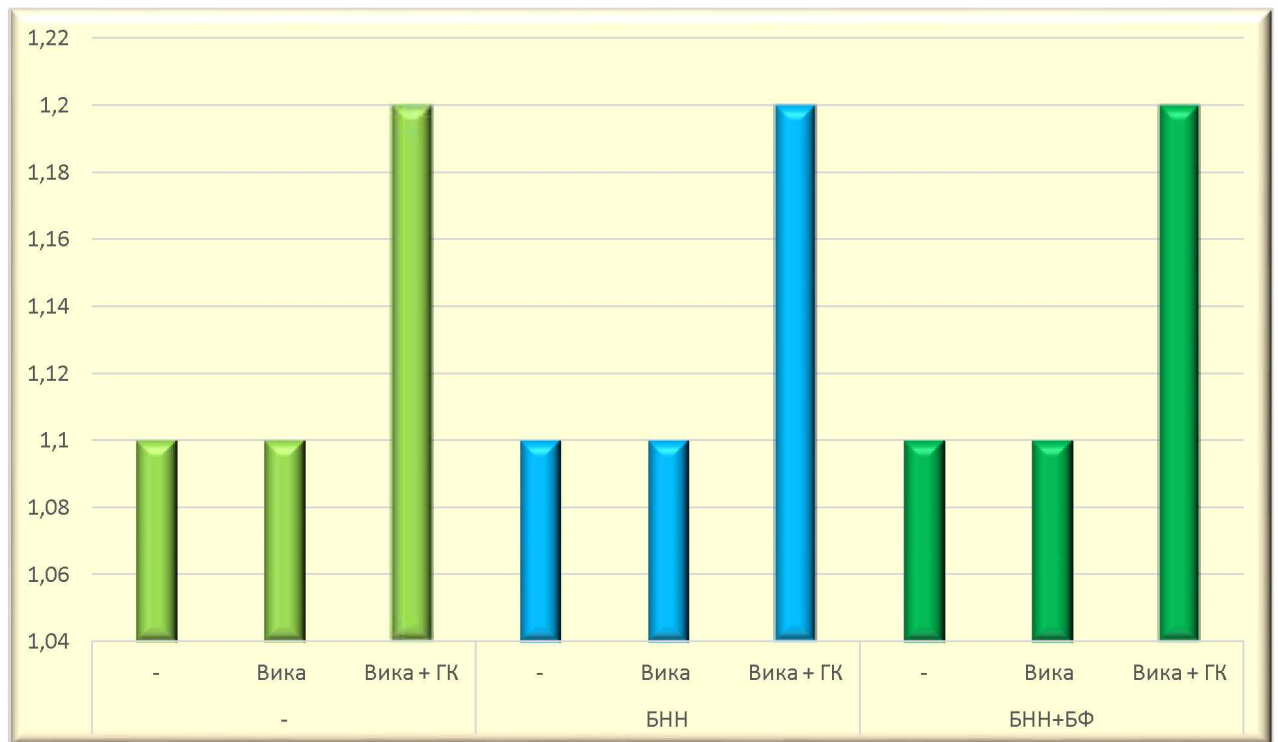


Рис. 3.4. Кількість насінин у 1 бобі залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот, шт. (2023-2024 рр.)

У варіанті комплексного застосування інокуляції насіння і внесення сидеральних добрив значення кількості бобів, сформованих на рослинах та маси 1000 насінин перевищували контрольний варіант на 2,4 шт. і 7,0 г відповідно, а його поєднання із внесенням добрив гумінової природи сприяло збільшенню величин даних параметрів врожаю порівняно з контролем на 2,5 шт. і 7,3 г відповідно. Комплексне застосування біопрепаратів на основі

азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів покращило умови продукування органічних сполук більш розвиненою асиміляційною поверхнею та збільшило параметри індивідуальної продуктивності рослин нуту. Найвищі значення кількості бобів, сформованих на рослинах та насінин у них, а також маси 1000 насінин (20,6 шт., 1,2 шт., 257,9 г) були відмічені у варіантах поєднання застосування всіх факторів, що вивчалися.

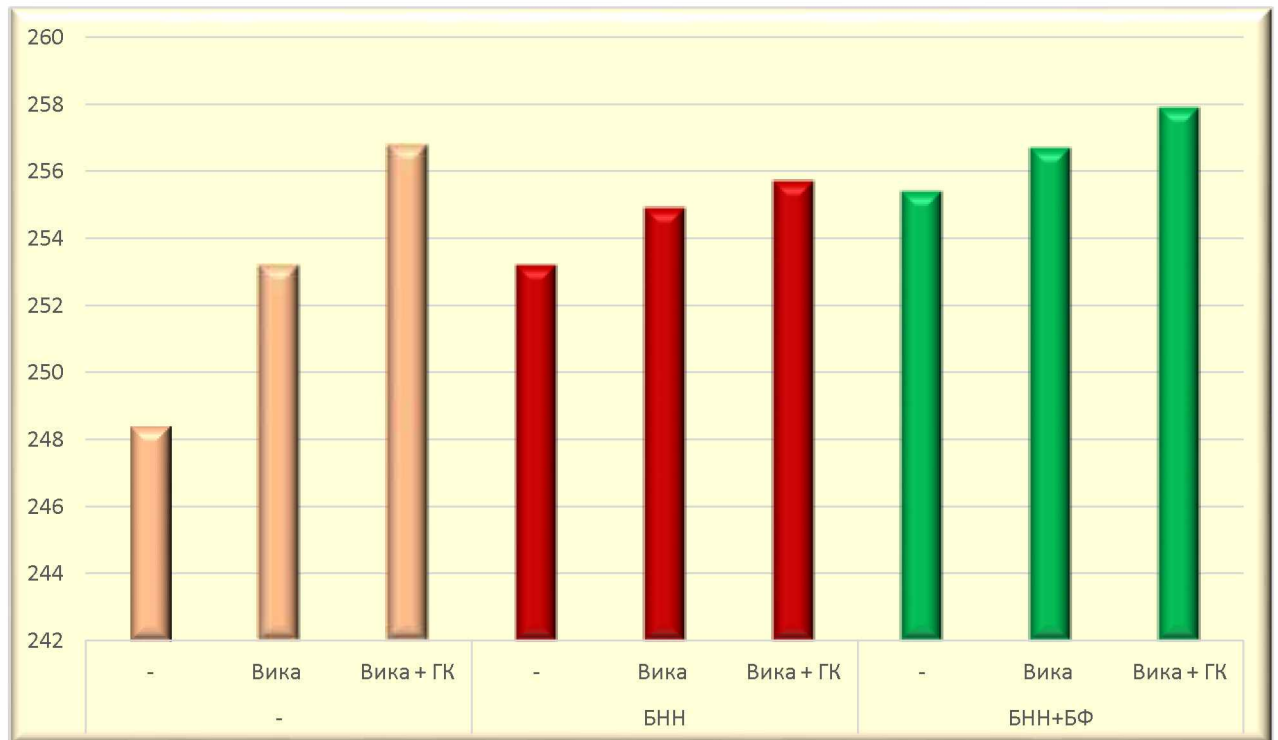


Рис. 3.5. Маса 1000 насінин залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот, г. (2023-2024 рр.)

Одним із головних критеріїв ефективності застосування агротехнологічних прийомів вирощування є урожайність. Її величина обумовлюється індивідуальною продуктивністю рослин, та їх кількістю на одиниці площі. Найбільший стимулюючий ефект на формування урожайності насіння був зафіксований у варіантах комплексного поєднання біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів, сидеральних

Д
о
б
р
и

становила 0,19 т/га, а його поєднання із застосуванням добрива гумінової природи забезпечило підвищення урожайності насіння нуту щодо контролю на 0,25 т га відповідно.

У варіанті із проведенням інокуляції насіння азотфіксуючими мікроорганізмами величина урожайності насіння нуту перевищували контрольний варіант на 0,12 т/га. Комплексне застосування азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів у допосівній обробці насіння надало можливість підвищити урожайність насіння нуту порівняно з контролем на 0,24 т/га. (табл 3.4).

Таблиця 3.4

Урожайність насіння нуту залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот, т/га

Інокуляція насіння	Удобрення	Урожайність насіння, т/га		Середнє за роками, т/га
		2023	2024	
-	-	1,84	1,32	1,58
	Вика	2,08	1,45	1,77
	Вика + ГК	2,18	1,48	1,83
БНН	-	1,95	1,44	1,70
	Вика	2,14	1,53	1,84
	Вика + ГК	2,18	1,65	1,92
БНН+БФ	-	2,09	1,54	1,82
	Вика	2,17	1,65	1,91
	Вика + ГК	2,23	1,76	2,00

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

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ, СИДЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ І ДОБРІВА НА ОСНОВІ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

Впровадження нових елементів технології являє собою динамічний процес, який змінюється з часом. Тому таку технологію необхідно спочатку оцінити на предмет можливості застосування її у господарствах різних форм власності. Аналіз фінансової вигоди від застосування того чи іншого прийому є важливим аспектом при оцінці розробки продукту, оскільки він може визначити доцільність вирощування сільськогосподарської культури.

Впровадження нових технологічних прийомів має значення не тільки для агрономії для агрономії, але і, для збільшення доходів фермерів від виробництва сільськогосподарської продукції [91, 92].

Адаптивна та адекватна технологія має чотири характеристики, а саме: вона технічно доцільна, економічно вигідна, соціально прийнятна і нешкідлива для навколишнього середовища [93].

Характеристики економічної доцільності впровадження тієї чи іншої інновації визначатимуть, чи будуть фермери впроваджувати її, виходячи з характеру відносних переваг порівняно із старою технологією [94].

Аналіз економічної доцільності впровадження біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій та його поєднання із застосуванням сидеральних вартості матеріалів та проведених технологічних операції на базі ціни у 2023-

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

Результати досліджень представлені у поданій таблиці показали, що рівень фінансових витрат змінювався залежно від вартості проведення

технологічних операцій у кожному варіанті дослідження. Найменшим (18300 грн./га) він у контрольному варіанті, найвищим (22600 грн./га) – у варіанті поєднання усіх досліджуваних факторів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування нуту залежно від застосування біопрепаратів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот(середнє за 2023-2024 рр.)

Інокуляція насіння	Удобрення	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
-	-	23700	18300	5400	11582	46,62
	Вика	26550	20650	5900	11666	50,57
	Вика + ГК	27450	21400	6050	11693	51,74
БНН	-	25500	19900	5600	11705	47,84
	Вика	27600	21600	6000	11739	51,11
	Вика + ГК	28800	22400	6400	11666	54,86
БНН+БФ	-	27300	21100	6200	11593	53,48
	Вика	28650	21800	6850	11413	60,02
	Вика + ГК	30000	22600	7400	11300	65,49

Вартість валової продукції, як показник ціни зібраного врожаю збільшувалася по мірі зростання величини отриманого з ділянки врожаю насіння з урахуванням покращання умов вирощування рослин залежно від застосування факторів дослідження. Значення даного показнику були найвищими у варіантах комплексного поєднання біопрепаратів на основі

азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів, сидеральних добрив і добрива гумінової природи.

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

Залежно від факторів, що вивчалися, величина чистого прибутку у технологічному процесі вирощування нуту змінювалася у межах 5400-7400 грн./га.

Собівартість вирощеної продукції при цьому становила 11300-11735 грн./т, а рентабельність виробництва змінювалася у межах 46,62-65,49 %.

У ході проведення детального аналізу економічної ефективності впровадження пропонованих елементів технології вирощування сої було визначено, що серед факторів, які вивчалися у дослідженні найбільш доцільним виявилось комплексне поєднання біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів, сидеральних добрив і добрива гумінової природи рентабельність виробничого процесу насіння нуту сягала рівня 65,49 %.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

У зв'язку з посиленням процесу урбанізації, обумовленого збільшенням кількості населення, площа земель, що використовуються для виробництва продукції рослинництва за кілька десятиліть майже не змінилася, а в деяких регіонах світу, навіть зменшилася. Разом з тим, збільшення кількості виробленої товарної продукції є нерозривно пов'язаним із зростанням застосуванням синтетичних мінеральних добрив.

Вчені свідчать, що внесення високих доз мінеральних добрив спричиняє виникнення проблем, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища, зниженням ефективності використання виробничих і природних ресурсів, зниженням якості продуктів харчування, появою стійких до пестицидів шкідників і хвороб, деградацією ґрунту. Незважаючи на всі ці проблеми, задовольнити зростаючий світовий попит на продовольство все ще досить складно. Щоб створити сільськогосподарську продукцію з високим вмістом поживних речовин, придатних для споживання людьми і тваринами без виснаження природних ресурсів, слід зосередитися на виробництві продуктів харчування, з високими якісними показниками.

Хімічні добрива відіграють значну роль у виробництві достатньої кількості продукції рослинництва для всього населення світу, але їх надмірне використання створює серйозні проблеми як для теперішнього, так і для наступного покоління, включаючи забруднення повітря, води та ґрунту, деградацію земель, виснаження ґрунтів та збільшення викидів парникових газів.

Ці штучні добрива становлять загрозу не лише навколишньому середовищу, але й людям, домашнім тваринам та розвитку мікроорганізмів.

Внесення підвищених доз хімічних добрив та синтетичних пестицидів є серйозною проблемою для ведення сучасного сільського господарства [95].

Надмірне використання хімічних добрив може стати причиною вилуговування, дренажу і поверхневого стоку вод. Так, у більшості високогірних ґрунтів, що знаходяться в обробітку, мінеральний азот може бути окислений до нітратів в результаті життєдіяльності мікроорганізмів. Внаслідок цього значна кількість внесеного азоту може бути винесена або вимита з поверхневого шару ґрунту і, таким чином може потрапити в поверхневі та підземні води.

Основною складовою частиною азотних добрив є нітрати, що є одним з найбільш значних показників забруднення води. У ґрунтових водах або інших водоймах, розчинений азот найчастіше перебуває у формі нітратів. Перевищення концентрації нітратів у питній воді за 50 мг $\text{NO}_3^-/\text{л}$ може спричинити синдром «блакитної дитини», рак шлунку, зоб, вроджені вади розвитку та серцеві захворювання.

Використання надмірних доз азотних і фосфорних добрив може спричинити евтрофікацію води [96].

У свою чергу нестача кисню у воді спричиняє збільшення росту водоростей і водних рослин, які врешті-решт покривають всю водойму, що призводить до вимирання риби та інших водних тварин. Таким чином, евтрофікація може призвести до зникнення водного життя, поширення небажаних видів і втрати рекреаційних можливостей.

Для збільшення врожайності сільськогосподарських культур, хімічні добрива вносяться у високих нормах, що призводить до утворення низки шкідливих парникових газів, що виснажує озоновий шар і призводить до посилення впливу ультрафіолетових променів. Сільськогосподарські ґрунти є основним джерелом антропогенних викидів N_2O [97].

Аміак, що випаровується або вивільняється з удобрених полів, накопичується в атмосфері, окислюється до з утворенням азотної та сірчаної кислот і потрапляє знову на поверхню ґрунту у вигляді кислотних дощів.

Хімічні добрива мають значний і тривалий негативний вплив на ґрунт. Їх багаторазове внесення може спричинити токсичне забруднення ґрунту

важкими металами. Крім того ці небезпечні важкі метали не лише руйнують ґрунт, але й накопичуються в зерні, фруктах та овочах. Наприклад, добрива, такі як потрійний суперфосфат, містять мікроелементи металів, таких як кадмій та миш'як, що накопичуються в рослинах і можуть впливати на здоров'я людини через харчові ланцюги [98].

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

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

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

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ВИСНОВКИ

1. Застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів, сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот та їх поєднання виявило позитивний вплив на інтенсивність наростання надземної частини рослин, про що свідчить збільшення параметрів їх висоти і маси. У цьому відношенні найбільш ефективним виявилось комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот.

2. Величина листкової поверхні посівів, продуктивність її фотосинтетичної діяльності визначалися впливом досліджуваних факторів та їх взаємодією. Найвищі їх параметри були забезпечені у варіантах комплексного застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот.

3. Формування розвиненої у достатній мірі фотосинтезуючої поверхні, у свою чергу визначило кількість створених і переміщених до плодів, органічних сполук та величину елементів структури врожаю. Їх значення були найбільшими у варіанті комплексного застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот.

4. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот забезпечило отримання 2,00 т/га насіння нуту із рентабельністю його виробництва на рівні 65,49 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для покращання умов росту і розвитку рослин, формування їх симбіотичного апарату, наростання листкової поверхні посівів, і відповідного підвищення урожайності насіння найбільш доцільно та економічно виправдано є комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rilling J.I., Acuña J.J., Sadowsky M.J., Jorquera M.A. (2018) Putative nitrogen-fixing bacteria associated with the rhizosphere and root endosphere of wheat plants grown in an andisol from southern Chile. *Frontiers in Microbiology*. 2018. 9. 2710. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02710>.
2. Mpanga I.K., Gomez-Genao N., Moradtalab N., Wanke D., Chrobaczek V. The role of N form supply for PGPM-host plant interactions in maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2019. 182(6). 908–920. <https://doi.org/10.1002/jpln.201900133>.
3. Aloo B.N., Makumba B.A., Mbega E.R. Plant growth promoting rhizobacterial biofertilizers for sustainable crop production: The past, present, and future. *Frontiers in Plant Science*. 2020. 13. 1002448. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1002448>.
4. Sultani M.I., Gill M.A., Anwar M.M., Athar M. Evaluation of soil physical properties as influenced by various green manuring legumes and phosphorus fertilization under rain fed conditions. *International Journal of environmental Science & Technology*. 2007. 4(1). 109–118.
5. Wade M.K., Sanchez P.A. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the amazon basin 1. *Agronomy journal*. 1983. 75(1). 39–45.
6. Talgre L., Lauringson E., Roostalu H., Astover A., Makke A. Green manure as a nutrient source for succeeding crops. 2012. 58(6). 275–281.
7. Elfstrand S., Hedlund K., Mårtensson A. Soil enzyme activities, microbial community composition and function after 47 years of continuous green manuring. *Applied Soil Ecology*. 2007. 35(3). 610–621.
8. Lei B., Wang J., Yao H. Ecological and environmental benefits of planting green manure in paddy fields. *Agriculture*. 2022. 12(2). 223.
9. Iqbal A., Ateeq N., Khalil I.A., Perveen S., Saleemullah S. Physicochemical characteristics and amino acid profile of chickpea cultivars grown in Pakistan.

- J. Foodserv. 2010, 17, 94–101. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4506.2006.00024.x>
10. Singh F., Diwakar B. Chickpea botany and production practices; International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics: Patancheru, India, 1995.
 11. Van der Maesen L.J.G. Origin, history and taxonomy of chickpea. In The Chickpea; Saxena M.C., Singh K.B. CAB International: Wallingford, UK, 1987, 11–34.
 12. Ladizinsky G. A new cicer from Turkey. In Notes from the Royal Botanic Garden; Royal Botanic Garden: Edinburgh, UK, 1975. 34. 201–202.
 13. Ramalho Ribeiro J., Portugal Melo I. Composition and nutritive value of chickpea. In Present Status and Future Prospects of Chickpea Crop Production and Improvement in the Mediterranean Countries; Saxena M., Cubero J., Wery J., Eds.; CIHEAM: Zaragoza, Spain, 1990; 107–111.
 14. Oliveira R.S., Carvalho P., Marques G., Ferreira L., Nunes M., Rocha I., Ma Y., Carvalho M.F., Vosátka M., Freitas H. Increased protein content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen-fixing bacteria under water deficit conditions. J. Sci. Food Agric. 2017. 97. 4379–4385. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8201>
 15. Zhang J.J., Guo C., Chen W.F., Shang Y.M., de Lajudie P., Yang X., Mao P.H., Zheng J.Q., Wang E.T. Dynamic succession of chickpea rhizobia over years and sampling sites in Xinjiang, China. Plant Soil. 2018. 425. 241–251. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3586-9>
 16. Chibbar R.N., Ambigaipalan P., Hoover, R. Molecular diversity in pulse seed starch and complex carbohydrates and its role in human nutrition and health. Cereal Chem. 2010, 87, 342–352. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-87-4-0342>
 17. Chavan J.K., Kadam S.S., Salunkhe D.K. Biochemistry and technology of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. CRC Crit. Rev. Food Technol. 1986. 25. 107–158.

18. Gecit H. Chickpea utilization in Turkey. In Proceedings of the Consultants Meeting, Andra Pradesh, India, 27–30 March 1989. 69–74.
19. Muir J.G., O’Dea K. Measurement of resistant starch: Factors affecting the amount of starch escaping digestion in vitro. *Am. J. Clin. Nutr.* 1992. 56. 123–127.
20. Osorio-Díaz P., Agama-Acevedo E., Mendoza-Vinalay M., Tovar J., Bello-Pérez L.A. Pasta added with chickpea flour: Chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 2008. 6. 6–12.
21. Ahmed R., Anthony B., David T., Sarah B., Judy F., Tina B., Behjat K.H., Zhongyi L., Sadequr R., Matthew M. Highamylose wheat generated by RNA interference improves indices of large-bowel health in rats. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2006. 103. 3546–3551.
22. Aurand L., Woods A., Wells M. Food composition and analysis; Van Nostrand Reinhold Company: New York, NY, USA, 1987.
23. Raicht R.F., Cohen B.I., Fazzini E.P., Sarwal A.N., Takahashi M. Protective effect of plant sterols against chemically induced colon tumors in rats. *Cancer Res.* 1980. 40. 403–405.
24. Giovannucci E., Ascherio A., Rimm E.B., Stampfer M.J., Colditz G.A., Willett W.C. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *J. Natl. Cancer Inst.* 1995. 87. 1767–1776.
25. Julio G.C., Javier V., María D.M.Y., Justo P., Manuel A., Francisco M. Effect of chickpea aqueous extracts, organic extracts, and protein concentrates on cell proliferation. *J. Med. Food.* 2004. 7. 122–129.
26. Ying Y., Libin Z., Yuanjun G., Yibo Z., Jingfeng T. Dietary chickpeas reverse visceral adiposity, dyslipidaemia and insulin resistance in rats induced by a chronic high-fat diet. *Br. J. Nutr.* 2007. 98. 720–726.
27. Murty C.M., Pittaway J.K., Ball M.J. Chickpea supplementation in an Australian diet affects food choice, satiety and bowel health. *Appetite.* 2010. 54. 282–288.

28. Elias N.V., Herridge D.F. Naturalised populations of mesorhizobia in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cropping soils: Effects on nodule occupancy and productivity of commercial chickpea. *Plant Soil*. 2015. 387. 233–249.
29. Zhang J., Li S., Wang N., Chen W., Feng X., Jia B., Zhao Y., Yang T., Zong X. The introduced strain *Mesorhizobium ciceri* USDA 3378 is more competitive than an indigenous strain in nodulation of chickpea in newly introduced areas of China. *Lett. Appl. Microbiol.* 2022. 75. 1171–1181. <https://doi.org/10.1111/lam.13785>
30. Anonymous. Handbook of Agriculture; Indian Council of Agricultural Research: New Delhi, India, 2014.
31. Unkovich M., Herridge D., Peoples M., Cadisch G., Boddey B., Giller K., Alves B., Chalk P. Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems; Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra, Australia, 2008. 16.
32. Sridevi M., Mallaiah K.V. Phosphate solubilization by Rhizobium strains. *Indian J. Microbiol.* 2009. 49. 98.
33. Glick B.R. Plant growth-promoting bacteria: Mechanisms and applications. *Scientifica*. 2012. 963401.
34. Singh Z. Singh G. Role of rhizobium in chickpea (*Cicer arietinum*) production – A review. *Agric. Rev.* 2018. 39. 31–39.
35. Rudresh D.L., Shivaprakash M.K., Prasad, R.D. Effect of combined application of Rhizobium, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma* spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). *Appl. Soil Ecol.* 2005. 28. 139–146.
36. Yadav J., Verma J.P. Effect of seed inoculation with indigenous Rhizobium and plant growth promoting rhizobacteria on nutrients uptake and yields of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Eur. J. Soil Biol.* 2014. 63. 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2014.05.001>
37. Shahzad S.M., Khalid A., Arif M.S., Riaz M., Ashraf M., Iqbal Z., Yasmeen T., Co-inoculation integrated with P-enriched compost improved nodulation

- and growth of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under irrigated and rainfed farming systems. *Biol. Fertil. Soils.* 2014. 50. 1–12.
<https://doi.org/10.1007/s00374-013-0826-2>
38. Fageria N.K. Green manuring in crop production. *Journal of plant nutrition.* 2007. 30(5). 691–719.
 39. Sultani M.I., Gill M.A., Anwar M.M., Athar M. Evaluation of soil physical properties as influenced by various green manuring legumes and phosphorus fertilization under rain fed conditions. *International Journal of environmental Science & Technology.* 2007. 4(1). 109–118.
 40. Boparai B.S., Singh Y., Sharma B.D. Effect of green manuring with sesbania aculeata on physical properties of soil and on growth of wheat in rice-wheat and maize-wheat cropping systems in a semiarid region of India. *Arid Land Research and Management.* 1992. 6(2). 135–143.
 41. Dinesh R., Dubey R.P. Nitrogen mineralization rates and kinetics in soils freshly amended with green manures. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 1998. 181(1). 49–53.
 42. Wade M.K., Sanchez P.A. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the amazon basin 1. *Agronomy journal.* 1983. 75(1). 39–45.
 43. Talgre L., Lauringson E., Roostalu H., Astover A., Makke A. Green manure as a nutrient source for succeeding crops. 2012. 58(6). 275–281.
 44. Elfstrand S., Hedlund K., Mårtensson A. Soil enzyme activities, microbial community composition and function after 47 years of continuous green manuring. *Applied Soil Ecology.* 2007. 35(3). 610–621.
 45. Lei B., Wang J., Yao H. Ecological and environmental benefits of planting green manure in paddy fields. *Agriculture.* 2022. 12(2). 223.
 46. Carvalho N.S., Oliveira A.N., CalaÃ M.M., Neto V.P., de Sousa R.S., dos Santos V.M., de Araujo A.S. Short-term effect of different green manure on soil chemical and biological properties. *African Journal of Agricultural Research.* 2015. 10(43). 4076–4081.

47. Raheem A., Zhang J., Huang J., Jiang Y., Siddik M.A., Deng A., Gao J., Zhang W. Greenhouse gas emissions from a ricerice-green manure cropping system in South China. *Geoderma*. 2019. 353. 331–339.
48. Meng X., Li Y., Zhang Y., Yao H. Green manure application improves rice growth and urea nitrogen use efficiency assessed using ¹⁵N labeling. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2019. 65(5). 511–518.
49. Sandhya R.Y., Jamuna P., Triveni U., Patro T.S., Anuradha N. Effect of in situ incorporation of legume green manure crops on nutrient bioavailability, productivity and uptake of maize. *Journal of Plant Nutrition*. 2022. 45(7). 1004–1016.
50. Song S., Li L., Yin Q., Nie L. Effect of in situ incorporation of three types of green manure on soil quality, grain yield and 2-acetyl-1-pyrroline content in tropical region. *Crop and Environment*. 2022. 1(3). 189–197.
51. Karmakar S., Prakash S., Kumar R., Agrawal B.K., Prasad D., Kumar R. Effect of green manuring and biofertilizers on rice production. *ORYZA-An International Journal on Rice*. 2011. 48(4). 339–342.
52. Boukhatem Z.F., Merabet C., Tsaki H. Plant growth promoting actinobacteria, the most promising candidates as bioinoculants? *Frontiers in Agronomy*. 2022. 4. 849911.
53. Qiao L., Wang X.H., Smith P., Fan J.L., Lu Y.L. Soil quality both increases crop production and improves resilience to climate change. *Nature Climate Change*. 2022. 12(6). 574. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01376-8>
54. Francini A., Sebastiani L. Abiotic stress effects on performance of horticultural crops. *Horticulturae*. 2019. 5(4). 67. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5040067>.
55. Toulotte J.M., Pantazopoulou C.K., Sanclemente M.A., Voesenek L., Sasidharan R. Water stress resilient cereal crops: Lessons from wild relatives. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2022. 64(2). 412–430. <https://doi.org/10.1111/jipb.13222>.
56. Ortiz-Bobea A., Ault T.R., Carrillo C.M., Chambers R.G., Lobel D.B.

- Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. *Nature Climate Change*. 2021. 11(4), 306–328. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01000-1>.
57. Velasquez A.C., Castroverde C.D.M., He, S.Y. Plant-pathogen warfare under changing climate conditions. *Current Biology*. 2018. 28(10). 619–634. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054>.
 58. Krupa S., McGrath M.T., Andersen C.P., Booker F.L., Burkey K.O., Chappelka A.H., Chevone B.I., Pell E.J., Zilinskas B.A. Ambient ozone and plant health. *Plant Dis*. 2001. 85. 4–12.
 59. Yang N., Nesme J., Roder H.L., Li X.J., Zuo Z.L. Emergent bacterial community properties induce enhanced drought tolerance in *Arabidopsis*. *NPJ Biofilms and Microbiomes*. 2021. 7(1). 82. <https://doi.org/10.1038/s41522-021-00253-0>.
 60. Fiodor A., Singh S., Pranaw K. The contrivance of plant growth promoting microbes to mitigate climate change impact in agriculture. *Microorganisms*. 2021. 9(9). 1841. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091841>.
 61. Batool T., Ali S., Seleiman M.F., Naveed N.H., Ali A. Plant growth promoting rhizobacteria alleviates drought stress in potato in response to suppressive oxidative stress and antioxidant enzymes activities. *Scientific Reports*. 2020. 10(1), 16975. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73489-z>.
 62. Wang X.H., Li Q., Sui J.K., Zhang J.M., Liu Z.Y. Isolation and characterization of antagonistic bacteria *paenibacillus jamilae* HS-26 and their effects on plant growth. *Biomed Research International*. 2019, 3638926. <https://doi.org/10.1155/2019/3638926>.
 63. Pandey S., Gupta S. Evaluation of *pseudomonas* sp. for its multifarious plant growth promoting potential and its ability to alleviate biotic and abiotic stress in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants. *Scientific Reports*. 2020. 10(1). 20951. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77850-0>.
 64. Rilling J.I., Acuña J.J., Sadowsky M.J., Jorquera, M.A. Putative nitrogen-fixing bacteria associated with the rhizosphere and root endosphere of wheat

- plants grown in an andisol from southern Chile. *Frontiers in Microbiology*. 2018. 9. 2710. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02710>.
65. Mpanga I.K., Gomez-Genao N., Moradtalab N., Wanke D., Chrobaczek V. The role of N form supply for PGPM-host plant interactions in maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2019. 182(6). 908–920. <https://doi.org/10.1002/jpln.201900133>.
66. Aloo B.N., Makumba B.A., Mbega, E.R. Plant growth promoting rhizobacterial biofertilizers for sustainable crop production: The past, present, and future. *Frontiers in Plant Science*. 2020. 13. 1002448. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1002448>.
67. Kenneth O.C., Nwadibe E.C., Kalu A.U., Unah U.V. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A novel agent for sustainable food production. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 2019. 14. 35–54. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2019.35.54>
68. Lucke M., Correa M.G., Levy A. The role of secretion systems, effectors, and secondary metabolites of beneficial rhizobacteria in interactions with plants and microbes. *Frontiers in Plant Science*. 2020. 11. 589416. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.589416>.
69. Kopecká R., Kameniarová M., Cerný M., Brzobohatý B., Novák J. Abiotic stress in crop production. *Int. J. Mol. Sci.* 2023. 24. 6 <https://doi.org/10.3390/ijms24076603>
70. Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*. 2013. 8. e66428. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>
71. Iizumi T., Shiogama H., Imada Y., Hanasaki N., Takikawa H., Nishimori M. Crop production losses associated with anthropogenic climate change for 1981–2010 compared with preindustrial levels. *Int. J. Climatol.* 2018. 38. 5405–5417. <https://doi.org/10.1002/joc.5818>

72. Oshunsanya S.O., Nwosu N.J., Li Y. Abiotic stress in agricultural crops under climatic conditions. *Sustain. Agric. For. Environ. Manag.* 2019. 71–100.
73. Hasanuzzaman M., Bhuyan M.B., Zulfiqar F., Raza A., Mohsin S.M., Mahmud J.A., Fujita M., Fotopoulos V. Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the crucial role of a universal defense regulator. *Antioxidants.* 2020. 9. 681.
74. Fujita M., Hasanuzzaman M. Approaches to enhancing antioxidant defense in plants. *Antioxidants.* 2022. 11. 925. <https://doi.org/10.3390/antiox11050925>
75. Kerchev P.I., Van Breusegem F. Improving oxidative stress resilience in plants. *Plant J.* 2022. 109. 359–372. <https://doi.org/10.1111/tpj.15493>
76. Morita S. Engineering of Abiotic Stress Tolerance by Modulating Antioxidant Defense Systems. In *Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance*. Woodhead Publishing, 2019. 755–765.
77. Sachdev S., Ansari S.A., Ansari M.I., Fujita M., Hasanuzzaman M. Abiotic stress and reactive oxygen species: Generation, signaling, and defense mechanisms. *Antioxidants.* 2021. 10. 277.
78. Stevenson F.J. *Humus chemistry. Genesis, composition, reactions*. John Wiley and Sons, New York, 1994.
79. Nebbioso A., Piccolo A., Lamshöft M., Spiteller M. Molecular characterization of an end-residue of humeomics applied to a soil humic acid. *RSC Adv.* 2014. 4 (45). 23658–23665. <https://doi.org/10.1039/c4ra01619j>
80. Tavares O.C.H., Santos L.A., Ferreira L.M., Sperandio M.V.L., Da Rocha J.G., García A.C., Dobbss L.B., Berbara R.L.L., De Souza S.R., Fernandes M.S. Humic acid differentially improves nitrate kinetics under low- and high-affinity systems and alters the expression of plasma membrane H⁺-ATPases and nitrate transporters in rice. *Annals of Applied Biology.* 2017. 170. 89–103. <https://doi.org/10.1111/aab.12317>.

81. Urrutia O., Fuentes M., Olaetxea M., Garnica M., Baigorri R., Zamarreño A. M., Movila M., de Hita D., Garcia-Mina J. M. The effect of soil organic matter on plant mineral nutrition. In: Z. Rengel (Ed.), *Achieving sustainable crop nutrition*, 2020. 291–306.
82. Zanin S., Lidron E., Rizzuto R., Pallafacchina G. 2019. Methods to measure intracellular Ca^{2+} concentration using Ca^{2+} -sensitive dyes. In: *Methods in Molecular Biology*. 1925. 43–58.
83. Leventoglu, H., Erdal, I., 2014. Effect of high humic substance levels on growth and nutrient concentration of corn under calcareous conditions. *J. Plant Nutr.* 37 (12), 2074–2084. <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.920373>.
84. Akladios S.A., Mohamed H.I. Ameliorative effects of calcium nitrate and humic acid on the growth, yield component and biochemical attribute of pepper (*Capsicum annum*) plants grown under salt stress. *Sci. Hortic.* 2018. 236. 244–250. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.047>.
85. Nardi S., Pizzeghello D., Ertani A. Hormone-like activity of the soil organic matter. *Appl. Soil Ecol.* 2018. 123. 517–520. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.04.020>.
86. Haider F.U., Liqun C., Coulter J.A., Cheema S.A., Wu J., Zhang R., Wenjun M., Farooq M. Cadmium toxicity in plants: Impacts and remediation strategies. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2021. 211. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111887>
87. Hatami E., Shokouhian A.A., Ghanbari A.R., Naseri L.A. Alleviating salt stress in almond rootstocks using of humic acid. *Sci. Hortic.* 2018. 237. 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.034>.
88. Cha J.Y., Kang S.H., Ali I., Lee S.C., Ji M.G., Jeong S.Y., Shin G.I., Kim M.G., Jeon J.R., Kim W.Y., 2020. Humic acid enhances heat stress tolerance via transcriptional activation of Heat-Shock Proteins in *Arabidopsis*. *Sci. Rep.* 2020. 10 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71701-8>.

89. Полтавська область: природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис / За ред. К.О. Маца. Полтава: Полтавський літератор, 1998. 336 с.
90. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вищ. шк., 1994. 334.
91. Swastika D.K.S. Beberapa teknik analisis dalam penelitian dan pengkajian teknologi pertanian. *J. Pengkaj. Dan Pengemb. Teknol. Pertan.* 2004. 7. 90–103.
92. Santosa P., Suryadi A., Subagyo H., Latulung B.V. Dampak teknologi sistem usaha pertanian padi terhadap peningkatan produksi dan pendapatan usahatani di Jawa Timur. *J. Pengkaj. Dan Pengemb. Teknol. Pertan.* 2005. 8. 15–28.
93. Saragih B. Peranan teknologi tepat guna dalam pembangunan sistem agribisnis kerakyatan dan kerkelanjutan; Seminar II Teknologi Tepat Guna: Bandung, Indonesia, 2000.
94. Rogers E.M. *Diffusion of Innovation*, 5th ed.; The Free Press: A Division Of Simon & Schuster, Inc.1230: New York, NY, USA, 2003.
95. Nanda S., Mondal T., Yadav, Sudheer Kumar, Kumar. Gagan biopesticides and their encapsulation techniques: Current updates and future prospective. *International Journal of Theoretical & Applied Sciences.* 2021. 13(1). 64–67.
96. Feigin A., Halevy J. Irrigation-fertilizationcropping management for maximum economic return and minimum pollution of ground water. Research report, Inst. Soil Water, ARO, The Volcani Center, Bet Dagan, 1989.
97. Shoji S., Delgado J., Mosier A., Miura Y. 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.* 2011. 32(7). 1051–1070.
98. Sonmez K. M., Sonmez S. An investigation of seasonal changes in nitrate contents of soils and irrigation waters in greenhouses located in Antalya Demre region. *Asian Journal of Chemistry.* 2007. 19(7). 5639.

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

**University of Opole
(Poland) International Slavic
University (Macedonia) Cooperative
Trade University of Moldova**

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

Кафедра рослинництва

МАТЕРІАЛИ ІІІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО- ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

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

28 листопада 2024 року

**Полтава
2024**

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



Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва

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

УДК 631.5:631.8:633

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

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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

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

Любов МАРІНІЧ - доцент кафедри рослинництва, кандидат сільськогосподарських наук;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

© Автори тез, включені до збірника, 2024

© Полтавський державний аграрний університет, 2024

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

УДК 631.5:633.358

УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

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

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

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

Полтавський державний аграрний університет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Складовими варіантами дослідження були:

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

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

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

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

д
о
б
р
и
в
а

становила 0,19 т/га, а його поєднання із застосуванням добрива гумінової природи забезпечило підвищення урожайності насіння нуту щодо контролю на 0,25 т/га відповідно.

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

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

Бібліографічний список

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

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

3. Сокирко Д.П., Гангур В.В., Єремко Л.С. Вплив елементів технології вирощування на формування симбіотичного апарату зернобобових культур. *«Colloquium-journal».* 2021. №10 (97). С. 30-32. DOI: 10.24412/2520-6990-2021-1097-30-32

4. Yeremko L., Hanhur V. The effect of mineral fertilizers and plant growth biostimulant on the productivity of peas. *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта: Збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 15-16 травня 2024 року).* Полтава, 2024. 179.

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

АНОТАЦІЯ

Жолонко О.В. Вивчення впливу застосування біопрепаратів та зеленого удобрення на урожайність нуту (*Cicer arietinum* L.).

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

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

Обсяг кваліфікаційної роботи: 72 с., 7 табл., 5 рис., 2 додатки, 98 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: ріст і розвиток рослин, динаміка формування листкової поверхні, наростання свіжої і сухої маси рослин, формування симбіотичного апарату, величина елементів продуктивності рослин та урожайність насіння залежно від застосування біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот.

Мета роботи: визначення впливу біопрепарату на основі азотфіксуючих бактерій *Mesorhizobium ciceri* та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот на процеси росту і розвитку рослин, їх нодуляційну здатність та величину урожайності насіння нуту.

Результати та їх новизна: Наукова новизна одержаних результатів проведеного дослідження полягає у науковому обґрунтуванні комплексного застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот як екологічно доцільних елементів технології виощування.

Основні наукові та практичні результати: Вивчено вплив біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів, зеленої маси вики, як зеленого добрива та добрива на основі гумінових кислот на процеси розвитку рослин, формування листкової поверхні та симбіотичного апарату, інтенсивність накопичення надземної органічної біомаси, індивідуальну продуктивність рослин, урожайність насіння нуту.

Удосконалено поживний режим рослин нуту за рахунок поєднання біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих

мікроорганізмів, зеленої маси вики, як зеленого добрива та добрива на основі гумінових кислот.

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: Для покращання умов росту і розвитку рослин, формування їх симбіотичного апарату, наростання листкової поверхні посівів, і відповідного підвищення урожайності насіння найбільш доцільно та економічно виправдано є комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів та його поєднання із застосуванням сидеральних добрив і добрива на основі гумінових кислот.