

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЗАХИСТУ, ГЕНЕТИКИ І СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН**

«Допущено до захисту»
завідувач кафедри,
д. с.-г. н, професор
_____ Анна КРИВЕНКО
«_____» _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти
Освітньо-професійна програми «Захист і карантин рослин»**

За спеціальністю 202 «Захист і карантин рослин»

**ПОЛІПШЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ
ВИРОЩУВАННЯ НУТУ В УМОВАХ
ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Науковий керівник: д. с.-г. н., професор
_____ **Анна КРИВЕНКО**

Рецензент: _____

Виконав здобувач першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання

Олександр ІЛЛЯЩУК

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота
містить результати власних
досліджень. Використання ідей і
текстів інших авторів має посилання
на відповідне джерело.*

_____ **Олександр ІЛЛЯЩУК**

—

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Фітопатогенний комплекс нуту та його екологічна зумовленість у Степовій зоні України	9
1.2. Біологізація в технологіях вирощування нуту: сучасний стан проблеми та напрями удосконалення	26
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
2.1 Народно-господарське значення та поширення нуту	31
2.2. Біологічні та екологічні властивості нуту	34
2.3. Характеристика сорту представленого в дослідженнях роботи	36
РОЗДІЛ 3. УМОВИ, МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
3.1 Ґрунтово-кліматичні умови зони досліджень	38
3.2 Погодні умови в період виконання досліджень	41
3.3 Мета, завдання і методика досліджень роботи	44
РОЗДІЛ 4 ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ	50
4.1. Вплив біологічних препаратів на розвиток основних хвороб нуту в умовах Одеської області	50
4.2. Вплив біологічних препаратів на формування генеративних органів нуту	54
4.3 Динаміка формування лінійних параметрів рослин нуту залежно від застосування біологічних препаратів у передпосівній обробці насіння	56
4.4. Вплив біологічних препаратів на продуктивність нуту	59

РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКО-ЕКОНОМІЧНОЇ	62
ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ	
ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	
5.1. Господарсько-економічна ефективність вирощування нуту за умов	62
застосування біологічних препаратів	
5.2. Окупність витрат на застосування біологічних препаратів	65
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	67
ВИСНОВКИ	71
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	72
ДОДАТКИ	77

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГДК	—	гранично допустима концентрація
ГТК	—	гідротермічний коефіцієнт
НЦГРРУ	—	Національний Центр Генетичних Ресурсів Рослин України
Н кат/кг	—	катал на кілограм
г/кг	—	грам на 1 кілограм
т.к.с.	—	текучий концентрат суспензії
т.п.	—	текуча паста
к.е.	—	концентрат емульсії
вегет. маса	—	вегетативна маса
корен. маса	—	коренева маса
КРТС	—	Кількість рослин, що досягли технологічної стиглості
ВРНБ	—	висота розташування нижнього бобу
КБР	—	кількість бобів на рослині
КНР	—	кількість насінин з рослини
САТ	—	сума активних температур
ЕПШ	—	економічний поріг шкодочинності
екз./м ²	—	екземплярів на метр квадратний
ФАО	—	Організація з питань сільського господарства й продовольства при ООН

ВСТУП

Актуальність теми. В звіті Європейської Комісії за обсягами імпортованої органічної продукції до ЄС в довоєнний час Україна була на четвертому місці серед 124 країн. В цілому експорт України був на рівні 332 тис. тонн органічної продукції, що в грошовому еквіваленті складало на суму 204 млн дол. США до International Scientific Conference 8 (ISC 8) долучилися близько 40 країн світу, а найбільшими споживачами (або "учасниками-споживачами", "країнами-споживачами") серед них були США, Німеччина, Литва, Австрія, Велика Британія, Нідерланди, Польща, Канада, Італія та Швейцарія [4, 6].

У контексті інтеграції України до реалізації положень Європейського зеленого курсу зростає значення впровадження органічних технологій у сільськогосподарське виробництво. Особливу увагу при цьому приділяють вирощуванню нішевих культур, зокрема таких як нут, сочевиця та інші, з використанням доступних органічних добрив, біостимуляторів росту та засобів захисту рослин, дозволених в органічному землеробстві. Застосування органічних технологій при вирощуванні культур зі стабільним попитом на внутрішньому ринку набуває особливої актуальності в умовах нинішньої економічної нестабільності та необхідності відновлення родючості ґрунтів у післявоєнний період.

Крім того, нішеві культури, особливо високобілкові, мають потенціал до зростання популярності на тлі загрози продовольчої безпеки, що посилюється в умовах війни та постконфліктного відновлення. Їхнє включення до раціону сприятиме задоволенню потреб населення у білкових продуктах та диверсифікації аграрного виробництва.

На тлі кризової ситуації в країні, вирощування нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) – однієї з найпоширеніших бобових культур у світі – набуває надзвичайної актуальності.

За площами посіву та валовими зборами нут займає третє місце у світі серед бобових культур. Для вирощування та отримання високих урожаїв цієї культури

ґрунтові та погодно-кліматичні умови України є цілком сприятливими. Незважаючи на те, що генетичний потенціал генотипів нуту може забезпечити врожайність понад 2,5 т/га, в умовах частих ґрунтових та повітряних посух він не реалізується повною мірою. Ось чому ранні та надранні посіви мають переваги для забезпечення якісних сходів. Але низькі позитивні температури спричиняють уповільнення проростання насіння та розвиток патогенної мікрофлори, що в свою чергу призводить до зниження польової схожості і складових елементів продуктивності посіву.

Високі врожаї нута забезпечуються науково-обґрунтованою системою заходів захисту її від шкідливих організмів. Незважаючи на велику кількість публікацій, присвячених дослідженню шкідливих об'єктів нуту, недостатньо вивчено особливості сезонної і багаторічної динаміки популяцій основних шкідливих організмів на ньому. Також, виникає потреба щодо удосконалення заходів з захисту нуту від шкідників із використанням прийомів приваблення ентомофагів, застосування нових біологічних і хімічних пестицидів.

Тому пошук шляхів запобігання впливу негативних факторів на початку вегетації рослин нуту та підвищення здатності використання зимових запасів вологи, що сприятиме успішному розв'язанню проблеми недостатнього забезпечення вологою під час вегетації та підвищення продуктивності та якості насіння нуту, зменшення пестицидного навантаження на культуру шляхом підбору раціональних заходів захисту є важливим та актуальним.

Вирішення цього питання сприятиме подальшому успішному впровадженню органічних технологій у виробництво та збільшенню ареалу вирощування на території України.

Наукова новизна. Дослідження має комплексний характер і присвячене науковому обґрунтуванню ключових елементів системи живлення нуту за різного рівня інтенсифікації технологій вирощування в умовах богари посушливої зони південного Степу України. Роботу спрямовано на підвищення урожайності та покращення якісних показників зерна, а також на економічне оцінювання

запропонованих технологічних рішень за інтегральними показниками ефективності.

Практичне значення проведених досліджень полягає в удосконаленні окремих елементів технології вирощування нуту в умовах Південного Степу України шляхом застосування сучасних біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння. Використання біопрепаратів у виробничих умовах ТОВ «ВІП-АГРО» сприяло покращенню росту та розвитку рослин, підвищенню їх стійкості до ураження хворобами, а також забезпечило збільшення продуктивності культури в умовах недостатнього та нестійкого зволоження.

У ході досліджень встановлено, що передпосівна обробка насіння біологічними препаратами позитивно впливала на формування врожайності нуту. Найвищу урожайність – 1,47 т/га – одержано за застосування препарату Actinovate SP, що на 0,29 т/га перевищувало контрольний варіант. Високою ефективністю також відзначалися препарати Triatum-P та Prestop WP, де приріст урожайності становив відповідно 0,25 та 0,23 т/га порівняно з контролем.

Застосування біологічних препаратів сприяло істотному обмеженню розвитку аскохітозу нуту. Якщо у контрольному варіанті розвиток хвороби становив 18,6 %, то за використання біопрепаратів цей показник знижувався до 7,8–11,8 %. Найвищу захисну ефективність забезпечив препарат Actinovate SP, за якого рівень розвитку аскохітозу був найнижчим – 7,8 %.

Отримані результати підтверджують доцільність використання сучасних біологічних препаратів у технології вирощування нуту в умовах Одеської області, оскільки їх застосування дозволяє підвищити урожайність культури, покращити фітосанітарний стан посівів та зменшити пестицидне навантаження на агроценози та підвищити економічну ефективність виробництва порівняно з контролем (рентабельність 96,7 %) до 118,3 % (Actinovate SP).

Метою досліджень було визначення ефективності сучасних біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння нуту у формуванні стійкості рослин до аскохітозу, покращенні ростових процесів та підвищенні продуктивності культури в умовах Південного Степу України.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі **завдання**:

- оцінити вплив біологічних препаратів на польову схожість насіння нуту;
- вивчити особливості росту та розвитку рослин упродовж основних фаз вегетації;
- визначити вплив інокуляції насіння на інтенсивність розвитку основних хвороб;
- дослідити формування елементів структури врожаю залежно від застосування біопрепаратів;
- встановити рівень абортваності бобів та недорозвиненості насіння;
- оцінити вплив біологічних препаратів на урожайність нуту;
- провести порівняльну оцінку ефективності препаратів різного механізму дії в умовах Одеської області;
- визначити господарську та економічну ефективність застосування біологічних препаратів.

Об'єкт дослідження – процес формування продуктивності нуту за використання біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння.

Предмет дослідження – біологічні препарати різного механізму дії, їх вплив на ріст, розвиток, урожайність та фітосанітарний стан посівів нуту.

Методи досліджень: *Загальнонаукові:* постановка експерименту, спостереження, аналіз і синтез, узагальнення. *Спеціальні:* польовий (фенологічні спостереження, обліки); біометричний (структурний аналіз рослин); лабораторний (визначення швидкості проростання та водопоглинання насіння); біохімічний (аналіз насіння і вегетативної маси); математично-статистичний (дисперсійний, варіаційний, кореляційний аналізи з перевіркою достовірності).

Структура роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 82 сторінках комп'ютерного тексту та містить вступ, шість розділів, висновки, пропозиції виробництву, 11 таблиць (з них три - у додатках), 3 рисунка, список використаних джерел із 60 найменувань і три додатки.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Фітопатогенний комплекс нуту та його екологічна зумовленість у Степовій зоні України

Сучасні фітопатологічні дослідження свідчать, що нут (*Cicer arietinum* L.) у світовому землеробстві уражується більш ніж п'ятдесятьма видами збудників інфекційних хвороб грибної, бактеріальної, вірусної та мікоплазмової природи. Однак у межах агроєкосистем Степової зони України, яка характеризується аридизацією клімату, високими літніми температурами, дефіцитом атмосферних опадів та значною просторовою неоднорідністю вологозабезпечення, формування фітопатогенного комплексу має істотно звужений характер [6].

У цих умовах домінуюче фітосанітарне значення мають грибні хвороби, насамперед фузаріозні кореневі гнилі та судинне в'янення, а також аскохітоз, які формують основні втрати продуктивності культури. Менш поширеними, але потенційно небезпечними залишаються ризоктоніозні ураження, іржа та сіра гниль, які проявляються епізодично залежно від гідротермічних умов року [8].

Важливим чинником, що визначає інтенсивність розвитку інфекційного процесу, є взаємодія біотичних і абіотичних факторів. У степовій зоні саме водний дефіцит, температурні стреси та деградація структури ґрунту виступають тригерами, що модифікують патогенність збудників і знижують рівень природної резистентності рослин [9].

Додаткову загрозу становить неконтрольоване надходження імпортного насіннєвого матеріалу без належної фітосанітарної перевірки. У степовій зоні, де агроєкосистеми є більш вразливими через монокліматичні умови та обмежену різноманітність культур, це може сприяти занесенню нових патотипів грибів і бактерій, раніше не характерних для регіону, що підвищує ризик епіфітотій [11].

Насіння нуту є одним із основних резервуарів мікроорганізмів. Його поверхня та внутрішні тканини створюють сприятливі умови для збереження грибів і бактерій, які можуть зберігати життєздатність протягом тривалого часу.

Значна частина інфекції потрапляє на насіння ще у процесі формування бобів, під час збирання, доробки та зберігання врожаю [12].

В основному саме насіннєвим шляхом передається понад половина збудників інфекційних хвороб. Умови Степу України додатково посилюють цю проблему, оскільки висока температура під час дозрівання сприяє мікротріщинам у насінні, що полегшує проникнення патогенів [13].

Особливо небезпечним є травмоване насіння, адже мікропошкодження тканин стають природними «воротами» для інфекції. Таке насіння значно швидше уражується грибами, а рівень його польової схожості істотно знижується [15].

Кореневі гнилі нуту є одним із найбільш поширених і шкодочинних комплексів ґрунтових хвороб, що обумовлюють істотне зниження продуктивності культури у різних ґрунтово-кліматичних зонах, особливо в умовах Степу України. За сучасними уявленнями фітопатології, дана група хвороб має поліетіологічний характер і формується внаслідок участі комплексу ґрунтових грибів, серед яких провідна роль належить видам роду *Fusarium*, а також *Rhizoctonia solani* та *Arphanomyces cochlioides*, які формують різні патотипи ураження кореневої системи та нижньої частини стебла [15, 18].

Збудники *Fusarium* spp., включаючи *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum* та *F. avenaceum*, характеризуються як факультативні паразити з високим рівнем екологічної пластичності та здатністю до тривалого збереження в агроценозі. Їх морфологічна структура представлена утворенням багатоклітинних серпоподібних макроконідій, мікроконідій, а також товстостінних хламідоспор, які забезпечують персистенцію патогену в ґрунті та на рослинних рештках протягом кількох років навіть за відсутності культури-господаря [20, 24, 34, 35].

У системі патогенезу ключове значення має комплексна взаємодія первинної насіннєвої інфекції та вторинного ґрунтового інфекційного фону, що формує безперервний цикл зараження рослин протягом усього вегетаційного періоду. Насіння інфікованих рослин виступає первинним резервуаром інфекції, тоді як ґрунт є довготривалим накопичувачем патогену, що забезпечує його збереження та періодичну активізацію за сприятливих умов. Етіологічна структура корневих

гнилей є складною та визначається як видовим складом патогенів, так і абіотичними факторами середовища, серед яких провідне значення мають температурний режим, вологість ґрунту та рівень аерації [24, 25].

Епідеміологічно розвиток корневих гнилей тісно пов'язаний із ґрунтово-кліматичними умовами, зокрема з водним режимом і температурними коливаннями, які визначають активність патогенів і ступінь ураження рослин [25].

Для Степової зони України характерним є поєднання високих температур повітря та періодичних ґрунтових посух, що створює стресові умови для нуту та значно знижує його фізіологічну стійкість до судинних і корневих інфекцій. У таких умовах навіть помірне інфекційне навантаження здатне призводити до масового розвитку хвороби, тоді як водний дефіцит додатково активізує патогенез фузаріозного комплексу, посилюючи проникнення грибів у провідну систему рослин. Водночас перезволоження окремих мікрозон поля сприяє розвитку *Rhizoctonia solani* та *Aphanomyces cochlioides*, що обумовлює змішаний тип ураження кореневої системи [26, 29].

Симптоматика корневих гнилей проявляється на всіх етапах онтогенезу рослин і характеризується системним ураженням органів. На початкових фазах розвитку спостерігається потемніння проростків, загнивання насіння та кореневої системи, що призводить до зрідження сходів. У подальшому інфіковані рослини відстають у рості, формують слабку кореневу систему з ознаками некротизації тканин, а також проявляють хлороз нижніх ярусів листків. Патогенез набуває судинного характеру, що проявляється потемнінням ксилеми кореня та стебла, порушенням транспорту води та поживних речовин і загальним фізіологічним пригніченням рослини. Ураження має прогресуючий характер і завершується передчасним всиханням рослин, що призводить до істотного зниження біомаси та формування неповноцінного врожаю. Важливою діагностичною проблемою є те, що в умовах посухи симптоми фузаріозного в'янення можуть маскуватися під абіотичне стресове в'янення, що ускладнює польову ідентифікацію хвороби та своєчасне застосування захисних заходів [27, 28].

Другою за економічним значенням хворобою є *аскохітоз*, яка в умовах

помірного та посушливого клімату здатна набувати епіфітотійного характеру розвитку і призводити до значних, а за сприятливих умов навіть катастрофічних втрат урожаю. Збудником хвороби є комплекс грибів роду *Ascochyta*, у телеоморфній стадії представлений формою *Mycosphaerella rabiei*, який у сучасній фітопатологічній літературі розглядається як один із найбільш агресивних спеціалізованих патогенів зернобобових культур [27].

Етіологічно аскохітоз має комплексну природу інфекції, оскільки збудник здатний зберігатися у трьох основних формах інфекційного резервуару: у вигляді грибниці в насінні, пікнід на рослинних рештках та псевдотецій у ґрунті, що визначає багаторічну персистенцію патогену навіть за відсутності культури-господаря [27].

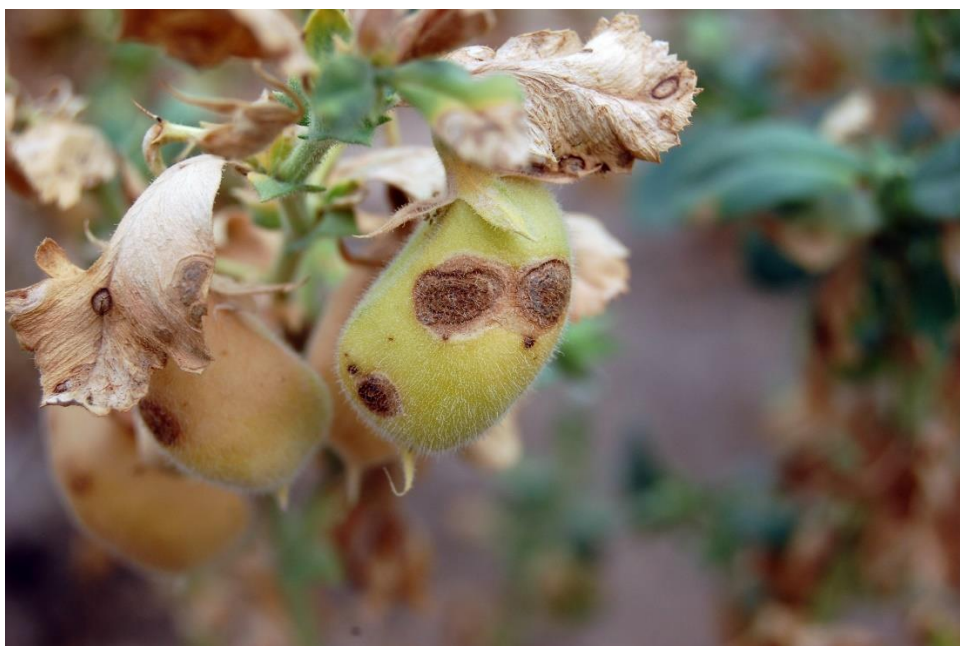


Рисунок 1.1. Пошкодження бобів нуту аскохітозом на період стиглості (Одеська область) [30].

Основними шляхами поширення інфекції є насіннєвий та повітряно-краплинний механізми, при цьому вирішальну роль у первинному зараженні відіграє інфіковане насіння, тоді як вторинне розповсюдження забезпечується краплями дощу та вітровими потоками, які переносять пікноспори на значні відстані. Оптимальні умови розвитку патогену включають підвищену відносну

вологість повітря на рівні 85–90 % і температуру 18–25°C, що створює сприятливе середовище для масового спороношення та зараження рослин. У степовій зоні України розвиток хвороби має специфічний імпульсний характер, коли після тривалих періодів посухи короточасні опади формують ідеальні умови для масового інфікування посівів, що зумовлює раптові спалахи епіфітотій [27].

Клінічні прояви аскохітозу охоплюють усі надземні органи рослини і характеризуються утворенням округлих або неправильної форми некротичних плям світло-бурого або темно-коричневого кольору, які згодом набувають вираженої концентричної зональності, що є діагностичною ознакою хвороби, на стеблах формуються видовжені некротичні ураження у вигляді смуг із наявністю пікнід, які проявляються як дрібні чорні структури, що призводить до ослаблення механічної міцності тканин, ламкості стебел і порушення провідної функції судинної системи, ураження бобів є критичним етапом патогенезу, оскільки саме через генеративні органи відбувається інфікування насіння, що супроводжується формуванням щуплого, недорозвиненого зерна зі зниженою масою, енергією проростання та польовою схожістю, а також накопиченням прихованої інфекції в насіннєвому матеріалі, що забезпечує подальший розвиток хвороби в наступних поколіннях рослин [27, 31].

Умови Степової зони України істотно модифікують перебіг патологічного процесу, оскільки високі температури, які часто перевищують 30 °C, дефіцит вологи та часті ґрунтові посухи формують виражений абіотичний стрес, що знижує природну стійкість рослин і підвищує їхню сприйнятливість до інфекції, тоді як у роки з нерівномірним зволоженням спостерігається різка активізація патогену, особливо у критичні фази розвитку культури – бутонізацію, цвітіння та формування бобів, коли фізіологічна вразливість рослин є максимальною [39].

Таким чином, у степових агроєкосистемах реалізується складна взаємодія біотичних і абіотичних факторів, що формує модель «стрес–інфекція», за якої посухи та температурні коливання безпосередньо підсилюють розвиток хвороби та зумовлюють її епідеміологічну нестабільність. Епідеміологічні особливості аскохітозу характеризуються високим інфекційним потенціалом, здатністю до

швидкого нарощування інфекційного навантаження та формування епіфітотій за сприятливих умов, при цьому основним довготривалим джерелом інфекції є заражене насіння та рослинні рештки, що забезпечує багаторічне збереження патогену в агроценозі [36].

Менш поширеною, але потенційно небезпечною є *іржа* нуту, яка за сприятливих умов здатна істотно впливати на фізіологічний стан рослин і рівень їх продуктивності. Збудником іржі нуту є базидіальний гриб *Uromyces ciceris-arietini* (Grognot) Jørst., який належить до відділу Basidiomycota, класу Pucciniomycetes, порядку Pucciniales. Це вузькоспеціалізований облигатний паразит, що розвивається виключно на живих тканинах рослин нуту та характеризується складним життєвим циклом із формуванням урединіальної та теліальної стадій. Для повного завершення циклу розвитку патоген часто потребує наявності проміжного господаря – видів роду *Euphorbia* (молочай), на яких відбувається частина спороношення та збереження інфекції між вегетаційними сезонами. На культурі гриб реалізує урединіальну та теліальну стадії розвитку, утворюючи характерні пustuли на листових пластинках, переважно з нижнього боку, що є важливою діагностичною ознакою хвороби. Урединіоспори, які формуються впродовж вегетаційного періоду, забезпечують багаторазове вторинне зараження рослин, що зумовлює поступове наростання епіфітотійного процесу в межах посіву [27].

Етіологічно іржа нуту належить до групи облигатних паразитів, розвиток яких повністю залежить від наявності живих тканин рослини-господаря, що визначає її високу специфічність та тісний зв'язок із фізіологічним станом рослин. Активізація патогену відбувається за умов підвищеної вологості повітря, як правило понад 85 %, та помірних температур у межах 18–23 °C, що створює оптимальний гідротермічний режим для проростання спор і проникнення інфекції в тканини листка. У посушливих регіонах, зокрема в умовах Степової зони, розвиток хвороби часто обмежується дефіцитом вологи, однак у роки з нерівномірним зволоженням або локальними опадами можливе різке посилення інфекційного процесу та формування осередків ураження. Зимівля патогену

відбувається переважно у формі теліоспор, які зберігаються на рослинних рештках або на проміжному господарі, що забезпечує його виживання між вегетаційними сезонами та формування первинного інфекційного фону наступного року [38].

Патогенез іржі супроводжується формуванням на листках дрібних урединіопустул і теліопустул, які спочатку мають світло-жовте забарвлення, а згодом набувають іржаво-бурого відтінку. У результаті ураження відбувається поступове руйнування хлорофілонової тканини, зниження інтенсивності фотосинтезу, порушення водного балансу та передчасне старіння листків. Клінічно це проявляється загальним пожовтінням листової поверхні, її скручуванням і масовим опаданням, що призводить до суттєвого зменшення асиміляційної поверхні рослин і, як наслідок, до зниження рівня накопичення органічної речовини. У роки сприятливого розвитку патогену спостерігається значне пригнічення ростових процесів, скорочення тривалості вегетаційного періоду та зниження урожайності культури [38].

Фітопатологічні дослідження свідчать, що інтенсивність розвитку іржі значною мірою визначається мікрокліматичними умовами посіву, зокрема густотою стояння рослин, рівнем зволоження приземного шару повітря та температурними коливаннями. Загущені посіви та погана вентиляція сприяють створенню локальних мікроумов із підвищеною вологістю, що підсилює інфекційний процес. Водночас у регіонах із посушливим кліматом хвороба може залишатися латентною або проявлятися епізодично, однак за умов сприятливого гідротермічного режиму набуває епіфітотійного характеру [39].

Антракноз нуту є однією з небезпечних грибних хвороб культури, що в окремі роки здатна суттєво обмежувати продуктивність посівів, особливо в умовах нестабільного зволоження та підвищеної вологості повітря у фазах цвітіння й формування бобів. Захворювання поширене в багатьох країнах світу, де вирощують нут, а в умовах Степу України його шкодочинність зростає у роки з локальними літніми опадами та різкими коливаннями температурного режиму. Хвороба характеризується ураженням усіх надземних органів рослини та

комплексним впливом на фізіолого-біохімічні процеси культури, що призводить до пригнічення росту, порушення фотосинтетичної діяльності та формування неповноцінного насіння [40].

Збудниками антракнозу нуту є недосконалі гриби роду *Colletotrichum*, які належать до царства Fungi, відділу Ascomycota, класу Sordariomycetes, порядку Glomerellales, родини Glomerellaceae. Найчастіше у посівах нуту ідентифікують види *Colletotrichum truncatum*, *Colletotrichum dematium* та споріднені форми, здатні паразитувати на зернобобових культурах. Теломорфна стадія деяких представників роду належить до роду *Glomerella*. Для патогенів характерне формування добре розвинутого септованого міцелію, конідієносців та одноклітинних гіалінових конідій серпоподібної або циліндричної форми. У процесі патогенезу гриб формує апресорії – спеціалізовані структури проникнення, за допомогою яких долає кутикулу та епідермальні тканини рослини. Біологічною особливістю *Colletotrichum* spp. є здатність переходити від короткочасної біотрофної фази до активного некротрофного живлення, унаслідок чого відбувається швидке руйнування клітин і поширення некротів [38, 42].

Основним джерелом інфекції є заражене насіння та інфіковані рослинні рештки, у яких патоген може зберігатися у вигляді міцелію та ацервул протягом кількох років. Важливу роль у збереженні інфекції відіграє також поверхнєве зараження насіння конідіями гриба. У польових умовах поширення патогену відбувається переважно краплинною вологою, вітром та механічним перенесенням інокулюму під час агротехнічних операцій. Інтенсивність розвитку антракнозу значною мірою залежить від гідротермічних умов. Оптимальними для інфекційного процесу є температура 20–27 °C та відносна вологість повітря понад 90 %. За таких умов конідії активно проростають, формують інфекційні гіфи та швидко проникають у тканини рослини. У степових регіонах України хвороба часто проявляється локально, однак після інтенсивних дощів або тривалих рос можливе різке наростання інфекційного фону й епіфітотійний розвиток [40].

Патогенез антракнозу має складний багатоступеневий характер. Після потрапляння конідій на поверхню рослини за наявності краплинної вологи

відбувається їх проростання та утворення апресоріїв, які забезпечують механічне й ферментативне проникнення у тканини. Гриб продукує комплекс гідролітичних ферментів – пектинази, целюлази, протеази, що руйнують клітинні стінки та міжклітинні структури. У процесі колонізації патоген виділяє токсичні метаболіти, які спричиняють деструкцію клітин, пригнічення фотосинтезу та порушення водного режиму рослини. Особливо інтенсивно інфекція розвивається на фізіологічно ослаблених рослинах, що перебувають у стані посухового або температурного стресу. Ураження провідної системи й асиміляційного апарату призводить до істотного зниження накопичення пластичних речовин і формування щуплого насіння[38, 44].

Перші симптоми антракнозу найчастіше проявляються на проростках у вигляді темно-червоних або бурих вдавлених плям на сім'ядолях та підсім'ядольному коліні. За сильного ураження спостерігається загнивання проростків і випадання сходів. У подальшому на листках формуються округлі або кутасті бурі некротичні плями з темнішою облямівкою. У суху погоду некротизовані тканини часто випадають, утворюючи характерну «дірчастість» листової пластинки. На стеблах виникають видовжені темні виразки, які можуть охоплювати значну частину тканин і спричиняти ламкість пагонів. За умов високої вологості у центрі уражень формуються рожево-оранжеві спороложа – ацервули з масою конідій, які є важливою діагностичною ознакою антракнозу. На бобах утворюються темні втиснуті плями, а інфекція проникає всередину насіння, погіршуючи його посівні та товарні якості [38].

Шкодочинність антракнозу визначається не лише прямими втратами врожаю, а й істотним погіршенням фізіологічного стану рослин. Ураження листової поверхні знижує інтенсивність фотосинтезу, тоді як пошкодження генеративних органів призводить до опадання квіток і недорозвинення бобів. За сприятливих для патогену умов втрати врожаю можуть перевищувати 30–40 %, а в окремих випадках бути ще вищими. Особливо небезпечним є ураження насіннєвого матеріалу, оскільки інфекція легко передається наступному поколінню рослин і стає джерелом первинного зараження посівів [40].

Пероноспороз, або **несправжня борошниста роса** нуту, належить до числа небезпечних хвороб зернобобових культур, які за сприятливих погодних умов здатні істотно знижувати продуктивність посівів та погіршувати якість насіннєвого матеріалу. Хвороба особливо поширюється у регіонах із нестійким гідротермічним режимом, де чергування помірних температур і тривалого зволоження створює оптимальні умови для розвитку ооміцетних патогенів. У степовій зоні України пероноспороз тривалий час вважався другорядною інфекцією, однак упродовж останніх років, унаслідок змін клімату та збільшення площ вирощування нуту, значення хвороби поступово зростає. Особливо небезпечним є розвиток системної форми інфекції, яка призводить до глибоких фізіолого-біохімічних порушень у рослинах і суттєвого недобору врожаю [18, 38].

Збудниками пероноспорозу є представники відділу Oomycota, класу Oomycetes, порядку Peronosporales, родини *Peronosporaceae*. На нуті найчастіше ідентифікують патогени роду *Peronospora*, зокрема *Peronospora ciceris* та споріднені форми, які характеризуються вузькою спеціалізацією щодо рослин родини *Fabaceae*. Попри зовнішню подібність до справжніх грибів, ооміцети мають іншу філогенетичну природу та відрізняються особливостями будови клітинної стінки, що містить целюлозу й β -глюкани замість хітину. Патоген формує добре розвинений міжклітинний міцелій із гаусторіями, за допомогою яких поглинає поживні речовини з живих клітин рослини. Безстатеве спороношення представлене розгалуженими спороносцями із зооспорангіями, які за достатньої вологості забезпечують швидке поширення інфекції. Статевий процес завершується утворенням товстостінних ооспор, здатних тривалий час зберігатися в рослинних рештках і ґрунті [27].

Етіологія пероноспорозу має комплексний характер, оскільки джерелом первинної інфекції виступають як заражене насіння, так і рослинні рештки з ооспорами. Насіннєва інфекція особливо небезпечна через здатність патогену проникати у внутрішні тканини насіння та зберігатися там у латентному стані. У польових умовах після проростання зараженого насіння грибниця системно колонізує молоді тканини рослини, що призводить до розвитку генералізованої

форми хвороби. Вторинне поширення здійснюється повітряно-краплинним шляхом за допомогою зооспорангіїв, які легко переносяться вітром, росою та дощовими краплями. Інтенсивний розвиток інфекційного процесу спостерігається за температури 15–22 °С та відносної вологості повітря понад 85–90 %. Особливу роль відіграє тривале зволоження листкової поверхні, необхідне для проростання зооспорангіїв і проникнення патогену через продихи [27].

Патогенез пероноспорозу характеризується вираженою біотрофічністю, оскільки збудник розвивається виключно в живих тканинах рослини. Після проникнення через продихи міжклітинний міцелій швидко поширюється мезофілом листка, формуючи гаусторії в клітинах паренхіми. Уражені клітини поступово втрачають здатність до нормального фотосинтезу, порушується водний баланс і метаболізм азотистих сполук. Патоген активно впливає на гормональну систему рослини, спричиняючи пригнічення ростових процесів та деформацію органів. За системної форми інфекції грибниця проникає у провідні тканини та поширюється всією рослиною, що супроводжується загальним пригніченням, карликовістю й недорозвиненням генеративних органів. У посушливих умовах Степу України системне ураження особливо небезпечне, оскільки поєднання водного дефіциту й патогенного навантаження значно прискорює фізіологічне старіння рослин [9].

Клінічні прояви пероноспорозу можуть мати локальний або системний характер. За локальної форми на верхньому боці листків утворюються світло-зелені або жовтуваті хлоротичні плями неправильної форми, які поступово збільшуються й некротизуються. На нижньому, абаксіальному боці листка в умовах високої вологості формується характерний сірувато-фіолетовий або димчастий наліт спороношення патогену. Саме ця ознака є важливим діагностичним критерієм пероноспорозу. Уражені листки передчасно старіють, скручуються й опадають, що різко знижує асиміляційну поверхню рослини. За системної інфекції спостерігається пригнічення росту всієї рослини, вкорочення міжвузлів, деформація листків і генеративних органів, а також формування дрібних і щуплих бобів. Уражені рослини мають блідо-зелене або жовтувате

забарвлення, відстають у розвитку та формують низькопродуктивний урожай [11, 40].

Шкодочинність пероноспорозу визначається комплексним впливом на фізіологічний стан культури. Зниження фотосинтетичної активності, порушення транспірації та пригнічення азотного обміну призводять до суттєвого зменшення накопичення сухої речовини. За сильного розвитку хвороби втрати врожаю можуть становити 20–40 %, а в окремі епіфітотійні роки бути ще вищими. Особливо небезпечним є ураження насінневих посівів, оскільки патоген здатний тривалий час зберігатися у насінні та поширюватися на нові території. У степових регіонах розвиток хвороби часто має осередковий характер, однак після періодів інтенсивного зволоження можливе швидке наростання інфекційного фону [9].

Борошниста роса нуту є однією з найбільш поширених та екологічно пластичних грибних хвороб культури, яка в умовах нестійкого клімату здатна набувати значного епіфітотійного розвитку. Особливо інтенсивно захворювання проявляється у роки з тривалими періодами теплої погоди, помірним дефіцитом вологи та значними добовими коливаннями температур, що характерно для багатьох агрокліматичних зон України, насамперед Степу та південного Лісостепу. У фітопатологічній літературі борошністу росу розглядають як типову біотрофну інфекцію, яка суттєво порушує фізіологічні процеси рослин, знижує інтенсивність фотосинтезу, прискорює старіння асиміляційного апарату та негативно впливає на формування генеративних органів нуту.

Збудником хвороби є облигатний біотрофний гриб *Erysiphe communis* f. *pisi*, який у сучасній систематиці часто розглядають у межах комплексу *Erysiphe pisi*. Патоген належить до відділу Ascomycota, класу Leotiomycetes, порядку Erysiphales, родини Erysiphaceae. Представники цієї групи грибів характеризуються високим ступенем спеціалізації та здатністю паразитувати переважно на рослинах родини Fabaceae. Збудник розвивається поверхнево на епідермісі рослини-господаря, формуючи добре розвинений багатоклітинний септований міцелій білого кольору. Від міцелію у клітини епідермісу проникають

гаусторії – спеціалізовані органи живлення, через які патоген поглинає поживні речовини, не викликаючи миттєвого руйнування клітин. Такий тип взаємодії забезпечує тривале функціонування інфікованих тканин і безперервне живлення гриба [27].

Безстатева стадія розвитку представлена численними конідієносьцями, на яких ланцюжками утворюються одноклітинні безбарвні конідії еліптичної або циліндричної форми. Саме конідіальна стадія забезпечує масове вторинне поширення інфекції упродовж вегетаційного періоду. Конідії легко переносяться повітряними потоками на значні відстані, швидко проростають за наявності сприятливих температур і заражають нові рослини. Наприкінці вегетації патоген переходить до статевої стадії розвитку, формуючи клейстотеції – замкнуті сферичні плодові тіла темно-коричневого або чорного кольору. Усередині клейстотеціїв містяться сумки із сумкоспорами, які забезпечують перезимівлю патогену та збереження інфекційного потенціалу до наступного вегетаційного сезону. Клейстотеції можуть тривалий час зберігатися на рослинних рештках, стерні та самосівах зернобобових культур, виступаючи важливим джерелом первинної інфекції [27].

Етіологія борошнистої роси має комплексний характер і тісно пов'язана з екологічними умовами агроценозу. На відміну від більшості грибних хвороб нуту, розвиток *Erysiphe* spp. не потребує наявності краплинної вологи на поверхні листка. Навпаки, надмірне зволоження часто пригнічує проростання конідій, тоді як оптимальними умовами для розвитку патогену є відносна вологість повітря в межах 60–80 % та температура 20–27 °C. Саме тому хвороба найбільш інтенсивно розвивається у періоди теплої погоди з нічними росами та помірною посухою вдень. У степовій зоні України борошниста роса особливо часто проявляється наприкінці вегетації, коли рослини перебувають у стані фізіологічного виснаження через дефіцит ґрунтової вологи та високі температури. Ослаблення метаболічних процесів у тканинах рослини значно полегшує колонізацію епідермісу патогеном [27].

У різних агрокліматичних зонах шкодочинність борошнистої роси істотно варіює. У північному Лісостепу та Поліссі, де вегетаційний період супроводжується підвищеною вологістю та помірними температурами, захворювання зазвичай проявляється локально й не досягає високого рівня розвитку через конкуренцію з іншими грибовими інфекціями, насамперед аскохітозом і пероноспорозом. Натомість у південному Лісостепу та Степу України, де домінують тривалі посушливі періоди й висока сонячна радіація, борошниста роса часто стає однією з домінуючих хвороб другої половини вегетації. У цих умовах втрати врожаю можуть становити 15–25 %, а за раннього розвитку інфекції та ураження генеративних органів – перевищувати 30 %. Особливо сильно страждають пізні строки сівби, загущені посіви та рослини, вирощувані на фоні надлишкового азотного живлення, яке стимулює формування ніжних тканин, більш сприйнятливих до патогену[40].

Патогенез борошнистої роси пов'язаний із поверхневим розвитком міцелію та проникненням гаусторій у клітини епідермісу. У процесі живлення гриб активно відтягує пластичні речовини та продукти фотосинтезу, порушуючи нормальний вуглеводний і азотний обмін у рослині. Ураження супроводжується зниженням інтенсивності фотосинтезу, пригніченням транспірації та дихання, а також прискоренням процесів старіння тканин. Внаслідок руйнування фізіологічної рівноваги знижується синтез хлорофілу, що проявляється у вигляді хлорозу та передчасного відмирання листової поверхні. Особливо негативно інфекція впливає на генеративні процеси – формування квіток, бобів і насіння [22].

Перші симптоми хвороби проявляються у вигляді тонкого білого павутиноподібного нальоту на верхньому боці листків, черешках і молодих стеблах. Згодом наліт ущільнюється, стає суцільним і набуває характерного борошнистого вигляду. Уражені тканини поступово жовтіють, втрачають тургор і засихають. На пізніших етапах розвитку хвороби наліт буріє через формування численних клейстотеціїв. За сильного ураження листки передчасно опадають, стебла деформуються, а рослини різко відстають у рості. У

генеративний період патоген спричиняє формування дрібних бобів із щуплим насінням, що характеризується зниженою масою 1000 насінин та погіршеними посівними якостями [19, 27].

В умовах Степу України шкодочинність борошнистої роси посилюється поєднанням високих температур, суховіїв і дефіциту ґрунтової вологи, що викликає фізіологічний стрес рослин. За таких умов навіть помірний розвиток інфекції може спричинити значне пригнічення фотосинтетичної активності та порушення наливу насіння. У роки з тривалими теплими осенями патоген здатний довше зберігати активність і формувати додаткові генерації конідіального спороношення, що підвищує інфекційний потенціал у наступному сезоні [33].

Сіра гниль нуту є однією з найбільш поліфагних та екологічно пластичних грибних хвороб зернобобових культур, яка в умовах підвищеної вологості здатна швидко набувати епіфітотійного характеру. Збудником захворювання є *Botrytis cinerea* Pers., що належить відділу Ascomycota, класу Leotiomycetes, порядку Helotiales, родини Sclerotiniaceae. У сучасній фітопатологічній систематиці цей патоген розглядається як типовий некротрофний гриб із широкою спеціалізацією, здатний уражувати понад двісті видів культурних і дикорослих рослин. Біологічною особливістю *Botrytis cinerea* є висока адаптивність до різних екологічних умов, значна інтенсивність спороутворення та здатність тривалий час зберігатися в агроценозі у вигляді склероціїв, міцелію або конідій на рослинних рештках і насінні [27].

Джерелом первинної інфекції виступають заражені післяжнивні залишки, уражене насіння та ґрунтовий інокулюм, тоді як вторинне поширення відбувається конідіями, які легко розносяться повітряними потоками, краплями дощу та механічним шляхом. Патогенез сірої гнилі пов'язаний із виділенням комплексу ферментів і токсичних метаболітів, що руйнують клітинні оболонки рослини та спричиняють швидку мацерацію тканин [27].

Найбільш інтенсивно інфекційний процес розвивається за температури 15–22 °C та відносної вологості повітря понад 90 %, особливо в умовах

загущених посівів і тривалого зволоження рослинної поверхні. На нуті первинні симптоми зазвичай проявляються на генеративних органах – квітках, молодих бобах та верхівкових пагонах, де формуються водянисті бурі плями, що швидко розростаються та вкриваються густим сірим конідіальним нальотом. Надалі некротичний процес переходить на стебла, викликаючи їх перетяжку, ламкість і передчасне всихання рослин. У вологу погоду на поверхні уражених тканин формуються численні конідієносці з конідіями, які забезпечують масове вторинне інфікування посівів [37].

В умовах Степу України сіра гниль проявляється переважно локально, головним чином у роки з підвищеною кількістю опадів у період цвітіння та формування бобів. У посушливі роки розвиток хвороби суттєво стримується високими температурами та низькою вологістю повітря. Натомість у Лісостепу та особливо в Поліссі захворювання часто має значно вищий ступінь поширення через більш стабільне зволоження й густіший рослинний покрив. За інтенсивного розвитку втрати врожаю можуть перевищувати 25–35 %, а уражене насіння характеризується зниженою схожістю, погіршеними посівними якостями та накопиченням мікотоксинів [33].

Біла гниль, або **склеротиніоз** нуту, належить до числа найнебезпечніших хвороб зернобобових культур у регіонах із нестійким та надмірним зволоженням. Збудником захворювання є гриб *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, який за сучасною класифікацією належить до відділу Ascomycota, класу Leotiomycetes, порядку Helotiales, родини *Sclerotiniaceae*. Патоген характеризується надзвичайно широкою спеціалізацією та здатністю уражувати понад 400 видів рослин, що визначає його значну епідеміологічну небезпеку в агроценозах. Біологічною особливістю гриба є формування щільних чорних склероціїв – спеціалізованих структур виживання, які можуть зберігатися в ґрунті до 5–8 років без втрати життєздатності. За сприятливих умов склероції проростають двома шляхами: міцеліальним або апотеціальним. У другому випадку утворюються апотеції з сумками та сумкоспорами, які поширюються повітряними потоками й забезпечують первинне інфікування рослин.

Інфекційний процес активізується за помірних температур 16–22 °С, високої вологості повітря та тривалого зволоження рослинної поверхні. У патогенезі *Sclerotinia sclerotiorum* важливу роль відіграє виділення щавлевої кислоти та пектолітичних ферментів, які руйнують міжклітинні зв'язки, спричиняють мацерацію тканин і швидке поширення некрозу. На нуті захворювання проявляється у вигляді водянистих плям на стеблах, листках і бобах, які поступово вкриваються густим білим ватоподібним міцелієм. У міру розвитку хвороби в уражених тканинах формуються чорні склеротії різної форми та розміру, що є характерною діагностичною ознакою склеротиніозу. Уражені рослини втрачають тургор, вилягають і передчасно відмирають. Особливо небезпечним є інфікування у фазі цвітіння та наливу бобів, коли патоген здатний швидко поширюватися в загущених посівах [27, 36].

Септоріоз нуту належить до групи плямистостей листкового апарату й характеризується хронічним перебігом та поступовим пригніченням асиміляційної активності рослин. Основним збудником хвороби є *Septoria glycines* Hemmi, яку відносять до відділу Ascomycota, класу Dothideomycetes, порядку Capnodiales, родини *Mycosphaerellaceae*. У літературі також описуються інші споріднені види *Septoria* spp., здатні уражувати зернобобові культури. Патоген є типовим гемібіотрофом, який на початкових етапах розвивається у живих тканинах рослини, а згодом переходить до некротичного типу живлення. Гриб формує пікніди з ниткоподібними пікноспорами, що є основною формою вторинного поширення інфекції. Джерелом первинного зараження виступають інфіковане насіння та післяжнивні рештки, на яких патоген може зберігатися у вигляді міцелію та пікнід протягом кількох років. Поширенню захворювання сприяють часті опади, тривалі роси та температура в межах 18–25 °С [38].

Патогенез септоріозу пов'язаний із проникненням інфекції через продихи або механічно пошкоджені тканини, після чого гриб активно колонізує міжклітинний простір і спричиняє локальний некроз.

Перші симптоми проявляються на нижніх листках у вигляді дрібних іржаво-бурих або сіруватих плям із темною облямівкою. Згодом у центрі плям формуються чорні крапки пікнід, які добре помітні навіть неозброєним оком. Ураження поширюється на стебла та боби, викликаючи передчасне пожовтіння і засихання листкового апарату [27].

Інтенсивний розвиток септоріозу призводить до значного зниження фотосинтетичної поверхні, порушення транспорту асимілянтів і погіршення процесів формування генеративних органів. У степовій зоні України септоріоз проявляється переважно у роки з підвищеною кількістю опадів у першій половині вегетації, тоді як у посушливі роки розвиток інфекції суттєво обмежується. У Лісостепу та Поліссі захворювання зустрічається значно частіше, оскільки помірний температурний режим і тривале зволоження створюють оптимальні умови для утворення пікнід і масового поширення пікноспор. За високого ступеня ураження втрати врожаю можуть досягати 15–25 %, особливо в умовах раннього зараження рослин [38].

1.2. Біологізація в технологіях вирощування нуту: сучасний стан проблеми та напрями удосконалення

У сучасних умовах трансформації аграрного виробництва, глобальних кліматичних змін та посилення антропогенного навантаження на агроєкосистеми особливої актуальності набуває розроблення екологічно безпечних і ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. Однією з перспективних зернобобових культур для умов України є нут (*Cicer arietinum* L.), який характеризується високою посухостійкістю, цінними харчовими властивостями зерна, здатністю до симбіотичної азотфіксації та позитивним впливом на родючість ґрунту. У зв'язку зі зростанням частоти ґрунтових і атмосферних посух, особливо у Степовій зоні України, нут набуває дедалі більшого значення як стабілізуюча культура для агроценозів посушливих регіонів [40].

Разом із тим розширення площ під нутом супроводжується ускладненням фітосанітарного стану посівів, накопиченням ґрунтової інфекції та зростанням шкодочинності грибних хвороб. Найбільшу небезпеку для культури становлять аскохітоз, фузаріозне в'янення, кореневі гнилі, антракноз, сіра й біла гнилі, септоріоз, іржа, пероноспороз та борошниста роса. Значна частина патогенів характеризується тривалою здатністю до виживання у ґрунті, високою адаптивною мінливістю та здатністю швидко активізуватися за стресових для рослини умов. Це обумовлює необхідність удосконалення існуючих систем захисту культури на основі принципів біологізації, які передбачають зменшення пестицидного навантаження, активне використання природних механізмів регуляції агроєкосистем і підвищення біологічної активності ґрунтового середовища [42].

Біологізація технологій вирощування нуту розглядається сучасною агрономічною наукою як комплексний багатофакторний процес, спрямований на оптимізацію взаємодії системи «рослина – ґрунт – мікробіом – агроценоз». Основою цього підходу є інтеграція агротехнічних, біологічних, селекційних і помірно адаптивних хімічних заходів, що забезпечують стабілізацію продуктивності культури та екологічну безпеку виробництва [44].

Нут є однією з найдавніших зернобобових культур світу, що характеризується високим вмістом білка, збалансованим амінокислотним складом та значною харчовою цінністю. Завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями *Mesorhizobium ciceri* рослини здатні фіксувати атмосферний азот, зменшуючи потребу у внесенні азотних добрив та покращуючи азотний баланс ґрунту. За даними численних досліджень, нут здатний залишати після себе від 40 до 80 кг/га біологічного азоту, що має важливе значення для наступних культур у сівозміні [40].

Культура характеризується потужною стрижневою кореневою системою, здатною проникати у глибокі горизонти ґрунту, що забезпечує її високу адаптивність до дефіциту вологи. Саме тому нут розглядається як перспективна культура для аридних і напіваридних регіонів, де традиційні зернові культури

часто формують нестабільну врожайність. Водночас посушливі умови не виключають ризику розвитку хвороб, оскільки температурний і водний стрес послаблює імунний статус рослин та підвищує їхню сприйнятливість до патогенів [45].

Ключовим елементом біологізації є науково обґрунтована сівозміна. Повернення нуту на попереднє поле не раніше ніж через 3–4 роки дозволяє суттєво знизити інфекційне навантаження та обмежити накопичення ґрунтових патогенів. Найкращими попередниками для культури є зернові колосові та просапні культури, які не мають спільних патогенів із нутом [46].

Важливе значення має оптимізація обробітку ґрунту. Глибока зяблева оранка сприяє загортанню інфікованих решток і склероціїв патогенів у глибші шари ґрунту, що обмежує їх проростання. Водночас сучасні тенденції мінімалізації обробітку ґрунту потребують застосування біодеструкторів стерні та мікробіологічних препаратів, здатних пришвидшувати мінералізацію рослинних решток і знижувати запас інфекції [27].

Оптимізація строків сівби та густоти стояння рослин також є важливим фактором стабілізації фітосанітарного стану посівів. Загущення сприяє формуванню несприятливого мікроклімату, підвищенню вологості у нижньому ярусі та активізації грибних інфекцій. У біологізованих технологіях рекомендовано підтримувати помірну густоту посівів, що забезпечує кращу аерацію та освітленість рослин.

Одним із найважливіших елементів біологізації є використання бактеріальних інокулянтів на основі *Mesorhizobium ciceri*. У сучасній практиці застосовують препарати Ризобофіт, Ризогумін, Біомаг Нут, Optimize Pulse та інші інокулянти, які забезпечують формування активного симбіотичного апарату та підвищення азотфіксації [38].

У численних польових дослідженнях встановлено, що застосування інокулянтів дозволяє збільшувати врожайність нуту на 10–25 %, покращувати білковість зерна та підвищувати стійкість рослин до посухи. Особливу ефективність демонструє поєднання інокуляції з використанням

мікроелементів, насамперед молібдену та бору, які активізують процеси симбіотичної азотфіксації.

Для біологічного контролю хвороб використовують препарати на основі *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* та *Pseudomonas fluorescens*. Найбільш поширеними є Триходермін, Трихоцин, Фітоспорин, Бактофіт, Міко Хелп, Серенада ASO. Їх дія пов'язана із синтезом антибіотичних сполук, конкуренцією за субстрат та індукцією системної стійкості рослин [38].

Попри активний розвиток біологічних методів, сучасні системи вирощування нуту не передбачають повної відмови від хімічного захисту. Біологізація технологій полягає не у виключенні фунгіцидів, а у раціональному та мінімізованому їх використанні [44].

Для протруювання насіння застосовують препарати на основі діючих речовин флудиоксоніл, карбоксин, тебуконазол, металаксил-М та інші діючі речовини. Їх застосування забезпечує контроль насіннєвої та ґрунтової інфекції на ранніх етапах розвитку рослин.

У період вегетації для контролю аскохітозу, антракнозу, септоріозу та іржі використовують фунгіциди на основі азоксистробіну, піраклостробіну, тебуконазолу, пропіконазолу та дифеноконазолу. Найпоширенішими є препарати Амістар Екстр, Абакус, Рекс Дуо, Фолікур, Тілт, Імпакт. Проти сірої та білої гнилей застосовують Сігнум, Світч, Пропульс, Піктор [40].

Сучасні концепції інтегрованого захисту передбачають використання фунгіцидів лише за наявності прогнозованого ризику розвитку епіфітотії, що дозволяє істотно зменшити пестицидне навантаження та знизити ризик формування резистентності у патогенів.

У посушливих умовах Степу України важливим компонентом біологізованих технологій є застосування антистресових препаратів та біостимуляторів. Високу ефективність демонструють препарати на основі гумінових кислот, амінокислот і морських водоростей – Гуміфілд, Мегафол, Амінокат, Вуксал, Кендал. Їх використання сприяє стабілізації водного режиму

рослин, посиленню антиоксидантного захисту та підвищенню стійкості до температурних стресів [46].

Подальше удосконалення систем вирощування нуту пов'язане з розвитком адаптивного землеробства, цифрових технологій та біологічного моніторингу агроценозів. Перспективними напрямками є використання мікробних консорціумів, розроблення нових штамів антагоністичних мікроорганізмів, селекція сортів із комплексною стійкістю до патогенів і підвищеною посухостійкістю, а також інтеграція систем точного землеробства для прогнозування розвитку хвороб [43].

В умовах змін клімату особливої актуальності набуває дослідження взаємодії між рослиною, мікробіомом ризосфери та ґрунтовими патогенами. Саме формування стабільних біологічно активних агроценозів є основою майбутнього розвитку екологічно безпечних технологій вирощування нуту [46].

Біологізація технологій вирощування нуту є одним із найперспективніших напрямів сучасного адаптивного землеробства, спрямованого на підвищення екологічної стабільності агроecosистем та зменшення антропогенного навантаження. Комплексне поєднання агротехнічних заходів, інокуляції насіння, використання біофунгіцидів, антистресантів, стійких сортів і помірного фунгіцидного захисту дозволяє забезпечити стабільний фітосанітарний стан посівів та підвищити продуктивність культури [27].

Результати сучасних наукових досліджень свідчать, що інтеграція біологічних методів у технології вирощування нуту є не лише екологічно доцільною, а й економічно ефективною. Водночас подальше вдосконалення біологізованих систем потребує комплексного вивчення популяційної мінливості патогенів, адаптації мікробіологічних препаратів до ґрунтово-кліматичних умов України та розроблення високоефективних інтегрованих систем захисту культури.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Народно-господарське значення та поширення нуту

У сучасних умовах розвитку світового аграрного виробництва зернобобові культури відіграють надзвичайно важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, стабілізації агроєкосистем та формуванні екологічно збалансованих систем землеробства. Їх значення постійно зростає у зв'язку з глобальними кліматичними змінами, дефіцитом високобілкової рослинної продукції та необхідністю зниження антропогенного навантаження на ґрунтове середовище. Загальна площа посівів зернобобових культур у світі перевищує 200 млн га, а валове виробництво зерна становить понад 390 млн т. Важливе місце серед цієї групи культур посідає нут (*Cicer arietinum* L.), який характеризується високою біологічною пластичністю, значною адаптивністю до посушливих умов вирощування та високою харчовою й кормовою цінністю[40].

Нут належить до найдавніших культур світового землеробства. Археологічні дослідження підтверджують, що його вирощування розпочалося ще за декілька тисячоліть до нашої ери на території Близького Сходу та Малої Азії. Найдавніші рештки насіння культури були знайдені на території сучасної Туреччини і датуються приблизно VI–V тисячоліттям до н. е. Надалі нут поширився до Індії, Пакистану, країн Середземномор'я та Північної Африки, де поступово став однією з основних зернобобових культур у системі традиційного землеробства. В Індії культуру вирощували ще понад дві тисячі років до нашої ери, а сьогодні ця країна залишається світовим лідером за обсягами виробництва та споживання нуту [40].

У сучасному світовому агровиробництві площі посіву нуту оцінюються приблизно у 13–15 млн га. Найбільші площі культури зосереджені в Індії, де вирощується понад 70 % світового валового збору зерна нуту. Значні посівні площі також розміщені в Австралії, Пакистані, Туреччині, Мексиці, Ірані та країнах Північної Африки. У структурі світового виробництва зернобобових

культур частка нуту становить близько 12 %, що свідчить про його важливе значення у глобальному продовольчому балансі. Протягом останніх десятиріч попит на зерно нуту стабільно зростає, що обумовлено популяризацією здорового харчування, збільшенням споживання рослинного білка та розвитком ринку функціональних харчових продуктів.

В Україні інтерес до вирощування нуту значно посилюється в останні роки у зв'язку з підвищенням частоти посух, нестабільністю погодних умов та необхідністю диверсифікації структури посівних площ. Особливо перспективною культура є для степової зони, де через дефіцит ґрунтової вологи продуктивність багатьох традиційних культур суттєво знижується. Нут, завдяки своїй посухостійкості та жаростійкості, здатний формувати стабільні врожаї навіть за несприятливих гідротермічних умов. Крім того, культура має високий експортний потенціал і характеризується значною рентабельністю виробництва, що робить її економічно привабливою для аграрних підприємств різних форм власності [39].

Поширення нуту в Україні також пов'язане з його важливою агроекологічною роллю. Як типова зернобобова культура, нут здатний вступати у симбіоз із бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium*, які забезпечують фіксацію атмосферного азоту. Упродовж вегетації рослини можуть накопичувати від 80 до 150 кг/га біологічного азоту, значна частина якого після збирання врожаю залишається у ґрунті у складі пожнивних решток. Це сприяє покращенню азотного балансу ґрунту, зменшенню потреби у внесенні мінеральних азотних добрив та підвищенню родючості агроценозів. Саме тому нут вважається одним із найкращих попередників для озимих зернових культур [36].

Наявність значної кількості органічної маси після збирання культури позитивно впливає на структуру ґрунту, активізує діяльність ґрунтової мікрофлори та покращує водно-фізичні властивості орного шару. Післязжнивні рештки нуту за своєю органічною цінністю еквівалентні внесенню значної кількості органічних добрив, що є особливо важливим в умовах скорочення

використання гною у сучасному землеробстві. Таким чином, культура відіграє важливу роль у біологізації землеробства та формуванні екологічно стійких систем агровиробництва [45].

Народногосподарське значення нуту визначається насамперед його високою харчовою цінністю. Насіння культури містить у середньому 20–32 % білка, 4–7 % жиру, 50–60 % вуглеводів, 2–7 % клітковини та значну кількість мінеральних речовин і вітамінів. Білок нуту характеризується високою біологічною повноцінністю та містить широкий комплекс незамінних амінокислот, серед яких особливе значення мають лізин, триптофан, аргінін, гістидин і метіонін. За амінокислотним складом нут перевищує багато інших зернобобових культур, що обумовлює його високу харчову цінність та добру засвоюваність організмом людини [39].

Зерно нуту широко використовується у харчовій промисловості для виробництва круп, борошна, консервованої продукції, білкових концентратів та продуктів функціонального харчування. У країнах Азії та Середземномор'я нут є основою багатьох національних страв і традиційних харчових продуктів. У сучасних умовах підвищеного інтересу до рослинних джерел білка значення нуту суттєво зростає, особливо у виробництві дієтичного та вегетаріанського харчування.

Завдяки високому вмісту антиоксидантів, вітамінів групи В, мінеральних елементів та харчових волокон продукти з нуту розглядаються як важливий компонент здорового харчування. Регулярне споживання нуту сприяє нормалізації обміну речовин, зниженню ризику серцево-судинних захворювань, стабілізації рівня глюкози в крові та покращенню функціонування шлунково-кишкового тракту. Саме тому нут часто рекомендується для дитячого, дієтичного та лікувально-профілактичного харчування.

Важливим є також кормове значення культури. Насіння нуту, зелена маса, полова та післяжнивні рештки використовуються як високобілковий корм для тварин і птиці. У 100 кг зерна міститься понад 120 кормових одиниць та значна кількість перетравного протеїну. Зерно нуту містить менше антипоживних

речовин порівняно з деякими іншими бобовими культурами, що забезпечує його добру засвоюваність у годівлі тварин. Листостеблова маса культури також може використовуватися як додаткове джерело білкового корму.

2.2. Біологічні та екологічні властивості нуту

Нут (*Cicer arietinum* L.) належить до родини Бобові (Fabaceae) та є однорічною самозапильною культурою ярого типу розвитку. Рослина характеризується високою адаптивністю до посушливих умов вирощування, що забезпечує її широке поширення у степових і напівпустельних регіонах світу. Біологічні особливості культури сформувалися в умовах жаркого та недостатньо зволоженого клімату, тому нут вважається однією з найбільш посухостійких зернобобових культур [27].

Для нормального росту і розвитку нут потребує достатньої кількості тепла. Насіння починає проростати вже за температури 3–5 °C, однак оптимальні умови для проростання формуються за температури 20–25 °C. Молоді рослини здатні переносити короткочасні зниження температури до мінусових значень, що дозволяє проводити ранні строки сівби у степових регіонах України. Разом із тим у період цвітіння та формування бобів культура є більш чутливою до температурних коливань та нестачі вологи [37].

Нут належить до рослин довгого дня та характеризується високою світлолюбністю. За недостатнього освітлення спостерігається витягування рослин, погіршення формування генеративних органів і зниження продуктивності. Тривалість вегетаційного періоду залежить від сорту, погодних умов та рівня забезпечення вологою і в середньому становить 80–120 діб.

Коренева система нуту стрижневого типу, добре розвинена та здатна проникати у глибокі горизонти ґрунту. Саме ця особливість забезпечує високу посухостійкість культури та її здатність ефективно використовувати запаси продуктивної вологи навіть у посушливі роки. На коренях формуються бульбочки, в яких за участю симбіотичних бактерій відбувається біологічна фіксація атмосферного азоту. За сприятливих умов рослини нуту можуть

накопичувати значні обсяги біологічного азоту, що суттєво знижує потребу у внесенні азотних добрив [40].

Стебло нуту прямостояче або напіврозлоге, добре галузиться та залежно від сорту може досягати висоти 40–80 см. Рослини характеризуються достатньою стійкістю до вилягання, що має важливе значення для механізованого збирання врожаю. Листки складні, непарноперисті, складаються з дрібних листочків еліптичної форми. Значна облистяність рослин забезпечує активний фотосинтетичний процес, однак одночасно може створювати сприятливі умови для розвитку грибних хвороб за надмірного зволоження [37].

Однією з характерних особливостей культури є наявність дрібних волосків на поверхні листків, стебел і бобів. Вони сприяють зменшенню випаровування вологи та частково захищають рослини від перегрівання. Крім того, рослини нуту здатні виділяти органічні кислоти, які певною мірою стримують пошкодження окремими шкідниками.

Квітки нуту дрібні, переважно білого або фіолетового забарвлення. Цвітіння відбувається поступово, що зумовлює нерівномірність досягання бобів [40].

Плід – біб, який зазвичай містить одну або дві насінини. Боби при досягнанні практично не розтріскуються, що значно зменшує втрати врожаю під час збирання.

Насіння нуту характеризується значною варіабельністю за формою, розміром та масою. Маса 1000 насінин залежно від сорту може коливатися у широких межах. За крупністю насіння виділяють дрібно-, середньо- та крупнонасінні форми. Найбільший попит на світовому ринку мають крупнонасінні сорти, які використовуються переважно для продовольчих цілей [27].

Дана культура добре адаптована до умов недостатнього зволоження. Транспіраційний коефіцієнт культури є нижчим, ніж у багатьох інших зернобобових, що свідчить про економне використання води рослинами.

Водночас надлишкове зволоження, особливо у період цвітіння та формування бобів, може сприяти інтенсивному розвитку грибних хвороб, зокрема аскохітозу та фузаріозу [25].

До ґрунтових умов культура відносно невибаглива, однак найкраще росте на добре аерованих чорноземах із нейтральною або слабколужною реакцією ґрунтового розчину. Нут негативно реагує на ущільнення ґрунту, перезволоження та близьке залягання ґрунтових вод. Для формування високих урожаїв важливе значення має достатнє забезпечення рослин фосфором, калієм та мікроелементами.

В умовах Південного Степу України культура характеризується високою екологічною пластичністю та здатністю формувати стабільний урожай навіть за тривалих періодів атмосферної посухи. Саме тому нут вважається однією з найбільш перспективних зернобобових культур для регіонів із ризикованим землеробством та нестабільним водозабезпеченням.

2.3. Характеристика сорту представленого в дослідженнях роботи

Сорт нуту Тріумф належить до середньостиглих високопродуктивних сортів, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов Степу України. Сорт характеризується підвищеною посухостійкістю, стабільністю формування врожаю та доброю адаптивністю до високих температур і дефіциту вологи, що особливо важливо для умов Одеської області. Тривалість вегетаційного періоду залежно від погодних умов становить у середньому 95–105 діб. Рослини напівпрямостоячого типу, висотою 55–75 см, з добре розвиненою кореневою системою, що забезпечує ефективне використання ґрунтової вологи навіть у посушливі роки [37].

Даний сорт характеризується доброю вирівняністю рослин за висотою та дружним досяганням, що значно полегшує механізоване збирання врожаю. Нижнє прикріплення бобів становить у середньому 18–22 см, що знижує втрати зерна під час комбайнування. Боби переважно містять 1–2 насінини. Насіння крупне, округлої форми, світло-бежевого забарвлення. Маса 1000 насінин у

середньому коливається в межах 280–340 г залежно від рівня вологозабезпечення та агротехнології вирощування [22].

Сорт відзначається підвищеною стійкістю до вилягання та осипання, а також відносною толерантністю до основних грибних хвороб нуту, зокрема фузаріозу та аскохітозу. За умов достатнього фітосанітарного контролю та оптимальної технології вирощування потенційна врожайність сорту може перевищувати 2,5–3,0 т/га, тоді як у виробничих умовах Південного Степу України врожайність найчастіше формується на рівні 1,2–2,0 т/га залежно від погодних факторів року [26].

Зерно характеризується високими кормовими та харчовими показниками. Вміст сирого білка у насінні становить 22–26 %, що робить сорт цінною білковою культурою для харчової промисловості та виробництва комбікормів. Насіння відзначається добрими технологічними властивостями, високою вирівняністю та придатністю до переробки [22].

Оригіратором сорту є Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН України. Сорт створено в результаті селекційної роботи, спрямованої на поєднання високої продуктивності, адаптивності до посушливих умов південного регіону та стійкості до основних біотичних і абіотичних стресових факторів.

РОЗДІЛ 3.

УМОВИ, МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Ґрунтово-кліматичні умови зони досліджень

Експериментальні дослідження проводилися в умовах виробничих посівів ТОВ «ВІП-АГРО», розташованого в Одеському районі Одеської області, у межах Південного Степу України. Територія господарства належить до посушливої степової агрокліматичної зони Причорномор'я, яка характеризується нестійким та недостатнім зволоженням, високим рівнем сонячної інсоляції, значною частотою суховійних явищ і тривалими періодами літньої посухи. Саме тому регіон вважається одним із найбільш показових для оцінювання адаптивності зернобобових культур, зокрема нуту, до екстремальних умов вирощування та для вивчення ефективності сучасних елементів біологізації технологій [47].

Клімат території досліджень помірно континентальний із вираженим впливом повітряних мас Чорноморського басейну. Для регіону характерні м'які малосніжні зими, ранній початок весняної вегетації та тривалий жаркий літній період. Середньорічна температура повітря в зоні проведення досліджень коливається в межах 10,0–11,2 °С, а сума активних температур вище +10 °С перевищує 3200–3400 °С, що створює сприятливі умови для вирощування теплолюбних культур. Найбільш холодним місяцем року є січень, середньомісячна температура якого становить –1,5...–2,5 °С, тоді як у липні температура повітря часто перевищує +22...+24 °С. Упродовж останніх років у регіоні спостерігається тенденція до підвищення середньодобових температур та збільшення кількості днів із температурою понад +30 °С, що є характерною ознакою сучасних кліматичних змін у степовій зоні України.

Річна кількість атмосферних опадів у середньому становить 350–450 мм, причому їх розподіл упродовж вегетаційного періоду є нерівномірним. Значна частина опадів випадає у вигляді короткочасних зливових дощів, що не

забезпечують ефективного накопичення продуктивної вологи в ґрунті. Найбільш дефіцитним щодо вологозабезпечення є літній період, коли на фоні високих температур та інтенсивного випаровування формуються ґрунтові й атмосферні посухи.

Особливістю клімату Одеського району є часте виникнення суховіїв, які супроводжуються низькою відносною вологістю повітря, інтенсивною сонячною радіацією та високою швидкістю вітру. Такі умови призводять до прискореного висушування верхніх шарів ґрунту, погіршення процесів проростання насіння й формування сходів, а також негативно впливають на генеративний розвиток рослин у фазах цвітіння та формування бобів. У зв'язку з цим вирощування нуту в зоні Південного Степу потребує адаптивних технологічних рішень, спрямованих на збереження ґрунтової вологи, підвищення стресостійкості рослин та стабілізацію продуктивності агроценозу [47].

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок представлений чорноземом південним важкосуглинковим на лесових відкладах, типовим для степової зони півдня України. Такі ґрунти характеризуються відносно невисоким умістом гумусу та обмеженою природною вологоємністю, проте мають достатній потенціал родючості за умови раціонального агротехнологічного використання. Орний шар ґрунту (0–30 см) мав слабколужну реакцію ґрунтового розчину – pH 6,9–7,1, що є сприятливим для вирощування зернобобових культур і функціонування симбіотичної азотфіксувальної мікрофлори [47].

Уміст гумусу в орному шарі ґрунту перебував у межах 2,5–2,8 %, що відповідає середньому рівню забезпеченості органічною речовиною для південних чорноземів. Забезпеченість легкогідролізованим азотом була середньою і становила близько 5,5–5,8 мг на 100 г ґрунту. Вміст рухомих форм фосфору та обмінного калію за Чириковим характеризувався як середній і становив відповідно 6,1–6,4 та 16,0–16,5 мг на 100 г ґрунту. Такі показники свідчать про достатній агрохімічний потенціал ґрунту для вирощування нуту, однак в умовах дефіциту вологи ефективність використання елементів

живлення рослинами значною мірою залежить від рівня розвитку кореневої системи та активності ризосферної мікробіоти.

Попередником нуту в сівозміні була пшениця озима, яка традиційно вважається одним із кращих попередників для зернобобових культур у зоні Степу. Використання пшениці озимої як попередника сприяло зменшенню інфекційного навантаження в ґрунті, покращенню фітосанітарного стану посівів та створенню більш сприятливих умов для росту й розвитку рослин нуту. Після збирання попередника проводили комплекс основних і передпосівних агротехнічних заходів, спрямованих на накопичення та збереження продуктивної вологи, вирівнювання поверхні поля й створення оптимального насіннєвого ложа.

Програма досліджень передбачала вивчення ефективності окремих елементів біологізації технології вирощування нуту в умовах Південного Степу України. Основна увага приділялася оцінюванню впливу біологічних препаратів, інокуляції насіння, оптимізації системи живлення та інтегрованих заходів захисту рослин на ріст, розвиток, фотосинтетичну активність і продуктивність культури. Особливу увагу приділяли вивченню адаптивних реакцій рослин нуту в умовах дефіциту вологи та високих температур.

Польові дослідження закладали відповідно до загальноприйнятих методик дослідної справи та рекомендацій щодо проведення польових експериментів із сільськогосподарськими культурами. Схема дослідження передбачала систематичне розміщення варіантів із відповідною повторністю, що забезпечувало достовірність отриманих результатів. Облік фенологічних спостережень проводили протягом усього періоду вегетації рослин. Визначали польову схожість насіння, густоту стояння рослин, тривалість міжфазних періодів, висоту рослин, кількість бобів, масу насіння з рослини, масу 1000 насінин та рівень урожайності [51-54, 56].

Фітосанітарний стан посівів оцінювали шляхом регулярного моніторингу розвитку основних хвороб культури, зокрема аскохітозу, корневих гнилей, сірої та білої гнилей. Інтенсивність ураження визначали за загальноприйнятими

шкалами оцінювання з урахуванням ступеня поширення та розвитку патологічного процесу. Урожай збирали суцільним методом із наступним приведенням показників до стандартної вологості зерна [54].

Отримані експериментальні дані підлягали статистичній обробці методами дисперсійного аналізу, що дозволило оцінити достовірність впливу досліджуваних факторів на формування продуктивності нуту та встановити ефективність елементів біологізації технології вирощування культури в умовах Одеської області [48,49].

3.2 Погодні умови в період виконання досліджень

Польові дослідження проводили у 2025 році на виробничих площах ТОВ «ВІП-АГРО» Одеського району Одеської області, розташованих у межах південного Степу України. Агрокліматичні умови регіону характеризуються підвищеною континентальністю клімату, нестійким режимом атмосферного зволоження, значною кількістю теплових ресурсів та високою ймовірністю формування ґрунтових і атмосферних посух упродовж вегетаційного періоду. Такі природні умови значною мірою визначають особливості росту, розвитку та формування продуктивності нуту, який належить до найбільш адаптованих до посушливого клімату зернобобових культур.

Погодні умови 2025 року в зоні проведення досліджень характеризувалися значною мінливістю метеорологічних показників та нерівномірним розподілом опадів упродовж вегетації культури. Зимовий період 2024/2025 рр. був порівняно м'яким, із незначною кількістю стійких морозів та частими температурними коливаннями. У січні–лютому переважали температури, близькі до середньобогаторічних значень, що сприяло доброму накопиченню ґрунтової вологи в метровому шарі ґрунту. Разом із тим недостатня кількість снігового покриву та періодичні сухі вітри призводили до часткового висушування верхнього шару ґрунту ще до початку весняних польових робіт.

Весна 2025 року виявилася ранньою та теплою. Уже в другій декаді березня середньодобова температура повітря стабільно перевищувала +5 °С, що

сприяло швидкому прогріванню ґрунту та створювало сприятливі умови для проведення передпосівного обробітку і сівби нуту в оптимальні строки. Однак у березні спостерігався дефіцит атмосферних опадів, а сильні південно-східні вітри та низька відносна вологість повітря спричинили інтенсивне випаровування вологи з поверхні ґрунту. У результаті в окремі періоди відзначалося формування ущільненої ґрунтової кірки, що частково ускладнювало появу дружних сходів культури (таблиця 3.1).

Квітень характеризувався підвищеним температурним фоном. Середньомісячна температура перевищувала середньобагаторічні показники на 2,0–2,8 °С. За умов недостатнього зволоження це сприяло прискоренню початкових етапів органогенезу рослин нуту, однак одночасно посилювало дефіцит продуктивної вологи у верхніх горизонтах ґрунту. Відносна вологість повітря залишалася нижчою за кліматичну норму, а кількість опадів становила лише близько 60–65 % від середньобагаторічного показника.

У травні погодні умови певною мірою стабілізувалися. У першій половині місяця спостерігалися локальні дощі, які позитивно вплинули на ріст вегетативної маси рослин та активізацію азотфіксуючої діяльності бульбочкових бактерій. Водночас у другій і третій декадах травня температура повітря підвищувалася до +28...+31 °С, що у поєднанні з вітровою активністю зумовлювало інтенсивне висушування орного шару ґрунту. Саме в цей період рослини нуту переходили до фаз бутонізації та початку цвітіння, які є критичними щодо забезпечення вологою.

Червень 2025 року характеризувався нестійким гідротермічним режимом. На початку місяця випали короткочасні, але інтенсивні опади, що частково покращило водозабезпечення посівів. Разом із підвищеною температурою та високою відотною вологістю повітря це створювало сприятливі умови для розвитку комплексу грибних хвороб нуту, насамперед аскохітозу, септоріозу та корневих гнилей. У другій половині червня переважала спекотна та суха погода з денними температурами понад +32 °С. За таких умов у рослин

спостерігалось пригнічення фотосинтетичних процесів та часткове передчасне старіння нижнього листкового ярусу.

Таблиця 3.1

Кліматичні умови вегетаційного періоду нуту у 2025 році (ТОВ «ВІП-АГРО», Одеський район Одеської області)

Показник	Місяць					
	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Сума/ середнє
Опади, мм	11,2	18,6	29,4	62,8	14,1	136, 1
Середньобагаторічна норма, мм	20,0	27,0	35,0	55,0	46,0	183, 0
Середня температура повітря, °С	+6,8	+13,9	+19,7	+24,1	+27,3	+18, 4
Середньобагаторічна температура, °С	+2,0	+8,5	+15,3	+19,6	+22,5	+13, 6
Відносна вологість повітря, %	68	63	61	58	49	59,8
ГТК за Селяніновим	—	—	0,78	0,84	0,32	0,65

Примітка: СБН – середньобагаторічна норма для південного Степу Одеської області.

Липень відзначався тривалою атмосферою та ґрунтовою посухою. Опади мали локальний і короткочасний характер та не забезпечували повноцінного відновлення запасів продуктивної вологи. Упродовж більшої частини місяця температура повітря перевищувала середньобагаторічні значення на 3–4 °С. У поєднанні з низькою відносною вологістю це сприяло прискореному досягненню рослин нуту та скороченню тривалості наливу зерна. В окремі дні фіксувалися суховійні явища, які негативно впливали на процеси формування генеративних органів та масу насіння.

За гідротермічними показниками 2025 рік у зоні проведення досліджень можна охарактеризувати як помірно посушливий із вираженим дефіцитом вологи у другій половині вегетації культури. Гідротермічний коефіцієнт Селянінова впродовж основного періоду росту і розвитку нуту коливався в межах 0,55–0,78, що відповідає умовам недостатнього зволоження. Незважаючи на окремі періоди локального надлишку опадів, загальний водний баланс залишався негативним, що характерно для сучасних кліматичних умов південного Степу України.

Таким чином, погодні умови 2025 року в господарстві ТОВ «ВІП-АГРО» формувалися під впливом високого температурного режиму та нестабільного атмосферного зволоження, що є характерним для сучасних кліматичних тенденцій південного регіону України. Поєднання весняного дефіциту вологи, високих температур у критичні фази органогенезу та літньої посухи істотно впливало на інтенсивність ростових процесів, формування продуктивності рослин нуту та фітосанітарний стан агроценозу. Такі умови є типовими для степової зони та дозволяють об'єктивно оцінити ефективність елементів біологізації технології вирощування нуту в умовах реального виробництва.

3.3 Мета, завдання і методика досліджень роботи

Польові дослідження проводили у 2025 р. в умовах ТОВ «ВІП-АГРО», розташованого у південній частині Степової зони України. Дослідна ділянка характеризувалася типовими для регіону ґрунтово-кліматичними умовами з недостатнім та нестійким зволоженням, високим температурним режимом у літній період і частими проявами атмосферної посухи.

Метою досліджень було визначення ефективності сучасних біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння нуту у формуванні стійкості рослин до аскохітозу, покращенні ростових процесів та підвищенні продуктивності культури в умовах Південного Степу України.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі **завдання**:

- оцінити вплив біологічних препаратів на польову схожість насіння нуту;
- вивчити особливості росту та розвитку рослин упродовж основних фаз вегетації;
- визначити вплив інокуляції насіння на інтенсивність розвитку основних хвороб;
- дослідити формування елементів структури врожаю залежно від застосування біопрепаратів;
- встановити рівень абортваності бобів та недорозвиненості насіння;
- оцінити вплив біологічних препаратів на урожайність нуту;
- провести порівняльну оцінку ефективності препаратів різного механізму дії в умовах Одеської області;
- визначити господарську та економічну ефективність застосування біологічних препаратів.

У дослідженнях використовували районований сорт нуту Тріумф. Попередником була пшениця озима. Основний обробіток ґрунту включав дискування стерні та глибокий безполицевий обробіток відповідно до технологічної схеми, прийнятої у господарстві. Передпосівний обробіток проводили комбінованими агрегатами з метою збереження продуктивної вологи у посівному шарі ґрунту.

Посів здійснювали у ранні строки за температури ґрунту на глибині загортання насіння 6–8 °С. Спосіб сівби – рядковий із шириною міжрядь 15 см. Норма висіву становила 0,7 млн схожих насінин на гектар. Глибина загортання насіння – 5–6 см залежно від вологості та щільності ґрунту.

Передпосівну обробку насіння біологічними препаратами проводили у день сівби відповідно до рекомендацій виробників препаратів. Схеми дослідів включали сучасні мікробіологічні препарати різного механізму дії – антагоністичні гриби, актиноміцети та симбіотичні бактерії (таблиця 3.2.).

Таблиця 3.2

**Схема досліду та характеристика біологічних препаратів
(ТОВ «ВІП-АГРО», Одеський район Одеської області, 2025 р.)**

Варіант досліду/ норма витрати	Діюча речовина (штам)	Тип організму	Норма застосування	Основний механізм дії	Виробник
Контроль-обробка водою	-	-	-	Природний інфекційний фон	-
Triatum-P	<i>Trichoderma harzianum</i> штам T-22	гриб-антагоніст	0,75 кг/т насіння	Мікопаразитизм, конкуренція за субстрат і стимуляція розвитку кореневої системи	Koppert Biological Systems
Actinovate SP	<i>Streptomyces lydicus</i> WYEC 108	актиноміцет	0,5 кг/т насіння	Колонізація ризосфери, синтез антибіотиків та індукція системної стійкості рослин	Novonosis Biologicals
Prestop WP	<i>Gliocladium catenulatum</i> штам J1446	гриб-антагоніст	1,0 кг/т насіння	Біоконкуренція та пригнічення розвитку фітопатогенів	Lallemand Plant Care
Polyversum WP	<i>Pythium oligandrum</i> штам M1	ооміцет-антагоніст	0,1 кг/т насіння	Паразитизм на патогенах та активація захисних реакцій рослин	Biopreparát y spol. s r.o.
Mycostop	<i>Streptomyces griseoviridis</i> штам K61	актиноміцет	0,5 кг/т насіння	Антибіотична дія та обмеження розвитку ґрунтової інфекції	Lallemand Plant Care
Optimize Pulse	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>ciceri</i> + LCO Promoter Technolog	бульбочкові бактерії	2,0 л/т насіння	Активізація азотфіксації та стимулювання формування симбіотичного апарату	Corteva Agriscience

Польовий дослід закладали методом систематичного розміщення ділянок у чотириразовій повторності. Площа облікової ділянки становила 25 м².

Агротехніка вирощування культури відповідала зональним рекомендаціям для умов Південного Степу України, за винятком досліджуваного фактора.

Упродовж вегетації проводили фенологічні спостереження та біометричні вимірювання. Польову схожість визначали шляхом підрахунку кількості рослин після появи повних сходів із наступним перерахунком у відсотки від висіяної кількості насіння.

Оцінку розвитку аскохітозу здійснювали у фази бутонізації, цвітіння та формування бобів за загальноприйнятими фітопатологічними методиками. Визначали поширення хвороби та ступінь її розвитку у відсотках уражених рослин.

Біометричні показники включали визначення висоти рослин, кількості бобів на рослині, кількості насінин у бобі та маси 1000 насінин. Вимірювання проводили на типових рослинах із кожної облікової ділянки.

Урожайність визначали методом суцільного обмолоту ділянок із наступним перерахунком на стандартну вологість зерна – 14 %.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили методом дисперсійного аналізу відповідно до методики польового дослідження. Обчислювали середні значення показників, похибку дослідження та найменшу істотну різницю (HP_{05}).

Таким чином, комплекс застосованих польових, біометричних і фітопатологічних методів забезпечив об'єктивне оцінювання впливу сучасних біологічних препаратів на ріст, розвиток, фітосанітарний стан та продуктивність нуту в умовах південного регіону України.

Біологічну ефективність розраховували за наведеною формулою, у % [31]:

$$C = \frac{100 \times (A \times b - B \times a)}{A \times b}$$

де: С – біологічна ефективність %;

А – кількість комах на дослідній ділянці до обробки;

В – кількість комах на дослідній ділянці після обробки;

а – кількість комах на контрольній ділянці до обробки;

б – кількість комах на контрольній ділянці після обробки.

Продуктивність рослин залежно від ступеня пошкодження їх шкідниками визначали на ділянках по 20 м² у чотириразовій повторності. При цьому враховували характер і ступінь пошкодження рослин комахами.

Поширення хвороби (%), або ураженість рослин хворобою (%) визначають за формулою:

$$П = \frac{A - B}{A} \cdot 100,$$

де П – поширення хвороби, або ураженість рослин, %;

А – кількість рослин в обліку (пробах);

В – кількість здорових рослин.

Інтенсивність ураженості рослин або середньозважений ступінь розвитку хвороби визначають за загальноприйнятими шкалами, які характеризують ураженість кожної рослини в балах або відсотках ураженої поверхні.

Для бальних шкал середньозважений розвиток хвороби визначають за формулою:

$$P_{xв.} = \frac{\sum a \cdot б}{n \cdot k} \cdot 100,$$

де $P_{xв.}$ – розвиток хвороб, %;

Σ – знак суми;

а – кількість рослин з певним балом ураження;

б – певний бал ураження;

n – кількість рослин в обліку (пробі);

k – найвищий бал облікової шкали.

Середньозважений ступінь розвитку хвороби ($P_{xв.}$) за відсотковими шкалами обраховують за цією ж формулою, але без найвищого показника облікової шкали (k).

Ефективність дії (біологічну ефективність) заходів, яка характеризує зменшення у відсотках розвитку хвороби під впливом того або іншого заходу.

Показник визначають за формулою:

$$E_{\text{д.}} = \frac{100 \cdot (A - B)}{A},$$

де $E_{\text{д.}}$ – ефективність дії (біологічна ефективність, технічна ефективність), %;

A – розвиток хвороби на контрольному варіанті, %,

B – розвиток хвороби на дослідному варіанті.

Для опрацювання експериментальних даних застосовано методи математичної статистики, зокрема дисперсійний, кореляційний та регресійний аналізи. Обчислення виконували з використанням програмних пакетів ПК «Agrostat», «Anova» та Microsoft Excel [39].

Вплив агрокліматичних чинників на динаміку росту й формування продуктивності нуту, а також на елементи структури врожаю, вміст білка та фракційний склад зерна оцінювали у середовищі «Statistica 8.0» [32]. Спрямованість і сила взаємозв'язків між показниками визначали за допомогою кореляційно-регресійного аналізу; зв'язок вважали статистично значущим, якщо розрахований емпіричний коефіцієнт кореляції перевищував критичне значення.

Експериментальну частину дослідження організовано відповідно до вимог «Методики польового дослідження» [51]. Оцінювання інсектицидів та економічної доцільності захисту посівів від шкідників здійснювали згідно з положеннями «Методики випробування й застосування пестицидів» [54, 56].

РОЗДІЛ 4

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

4.1. Вплив біологічних препаратів на розвиток основних хвороб нуту в умовах Одеської області

Однією з найбільш небезпечних і поширених хвороб нуту в умовах Південного Степу України є аскохітоз, збудником якого виступає гриб *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr. Захворювання особливо інтенсивно розвивається за чергування підвищеної вологості повітря з помірними температурами у період бутонізації – формування бобів. В умовах Одеського району Одеської області розвиток патогену значною мірою залежав від нерівномірного випадання опадів, ранньолітніх рос та короткочасних періодів підвищеної вологості повітря.

Під час проведення досліджень у ТОВ «ВІП-АГРО» перші симптоми аскохітозу спостерігали у фазі гілкування рослин. На листових пластинках з'являлися дрібні світло-бурі некротичні плями з темнішою облямівкою. Надалі у центральній частині уражених тканин формувалися чорні пікніди, що свідчило про активне спороношення патогену. На стеблах хвороба проявлялася у вигляді видовжених вдавлених некрозів, які частково порушували провідну систему рослин. Найбільшої шкодочинності патоген завдавав у період формування генеративних органів, коли ураження бобів призводило до деформації насіння, його щуплості та погіршення посівних властивостей.

У досліді вивчали ефективність сучасних біологічних препаратів різного механізму дії: антагоністичних грибів, бактерій та симбіотичних мікроорганізмів. Для уникнення накопичення однакових діючих речовин використовували сучасні препаративні форми, які широко застосовуються у біологічному землеробстві.

Результати досліджень свідчать, що застосування біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння суттєво впливало на рівень розвитку

аскохітозу нуту в умовах Південного Степу України. У 2025 році погодні умови Одеського району характеризувалися нестійким гідротермічним режимом із дефіцитом вологи у першій половині вегетації та локальними опадами у фазі бутонізації–цвітіння, що створювало сприятливі умови для розвитку *Ascochyta rabiei* (таблиця 4.1).

На контрольному варіанті, де насіння обробляли лише водою, розвиток аскохітозу досягав 18,6 %, що підтверджує наявність природного інфекційного фону та значне поширення патогену в агроценозі нуту. Ураження проявлялося у вигляді некротичних плям на листках, стеблах і бобах, що призводило до пригнічення ростових процесів та часткового порушення формування генеративних органів.

Найвищу ефективність у стримуванні розвитку хвороби забезпечив препарат Actinovate SP на основі *Streptomyces lydicus* WYEC 108, де рівень розвитку аскохітозу знизився до 7,8 %. Висока біологічна активність препарату пояснюється здатністю актиноміцету активно колонізувати ризосферу, синтезувати антибіотичні речовини та ферменти, що пригнічують ріст патогенних грибів. Одночасно спостерігалось посилення природної резистентності рослин, що позитивно впливало на їх фітосанітарний стан.

Високу ефективність також продемонстрували препарати Triatum-P та Prestop WP, де розвиток аскохітозу становив відповідно 9,7 та 9,4 %. Антагоністичні гриби *Trichoderma harzianum* і *Gliocladium catenulatum* проявляли виражену конкурентну здатність щодо патогенних мікроміцетів, обмежували їх розвиток у прикореневій зоні та створювали несприятливі умови для інфікування рослин.

Застосування Polyversum WP та Mycostop також сприяло істотному зменшенню розвитку захворювання порівняно з контролем. Ефективність препарату Polyversum WP пов'язана зі здатністю *Pythium oligandrum* паразитувати на патогенних грибах та індукувати захисні реакції рослинного організму. Препарат Mycostop на основі актиноміцетів *Streptomyces griseoviridis*

штам K61 проявляв переважно антибіотичну дію в ризосфері, обмежуючи розвиток ґрунтової інфекції.

Таблиця 4.1

**Розвиток аскохітозу нуту залежно від застосування біологічних препаратів,
(2025 р., ТОВ «ВІП-АГРО», Одеський район Одеської області), %**

Варіант досліджу	Діюча речовина / штаб	Тип організму	Норма застосування	Основний механізм дії	Розвиток аскохітозу, %
1	2	3	4	5	6
Контроль-обробка водою	-	-	-	Природний інфекційний фон	18,6
Triatum-P	<i>Trichoderma harzianum</i> штаб T-22	гриб-антагоніст	0,75 кг/т насіння	Мікопаразитизм, конкуренція за субстрат і стимуляція розвитку кореневої системи	9,7
Actinovate SP	<i>Streptomyces lydicus</i> WYEC 108	актиноміцет	0,5 кг/т насіння	Колонізація ризосфери, синтез антибіотиків та індукція системної стійкості рослин	7,8
Prestop WP	<i>Gliocladium catenulatum</i> штаб J1446	гриб-антагоніст	1,0 кг/т насіння	Біоконкуренція та пригнічення розвитку фітопатогенів	9,4
Polyversum WP	<i>Pythium oligandrum</i> штаб M1	ооміцет-антагоніст	0,1 кг/т насіння	Паразитизм на патогенах та активація захисних реакцій рослин	10,3
Mycostop	<i>Streptomyces griseoviridis</i> штаб K61	актиноміцет	0,5 кг/т насіння	Антибіотична дія та обмеження розвитку ґрунтової інфекції	10,6

1	2	3	4	5	6
Optimize Pulse	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>ciceri</i> + LCO Promoter Technology TM	бульбочкові бактерії	2,0 л/т насіння	Активізація азотфіксації та стимулювання формування симбіотичного апарату	11,8
НІР ₀₅	-	-	-	-	1,2

Найменший рівень фунгістатичної активності спостерігався у варіанті із застосуванням Optimize Pulse, де розвиток аскохітозу становив 11,8 %. Це пояснюється тим, що препарат орієнтований насамперед на стимулювання азотфіксації та активізацію симбіотичних процесів, а не на пряме пригнічення фітопатогенів. Графічне зображення залежності розвитку аскохітозу нуту від біопрепаратів представлено на рисунку 4.1.

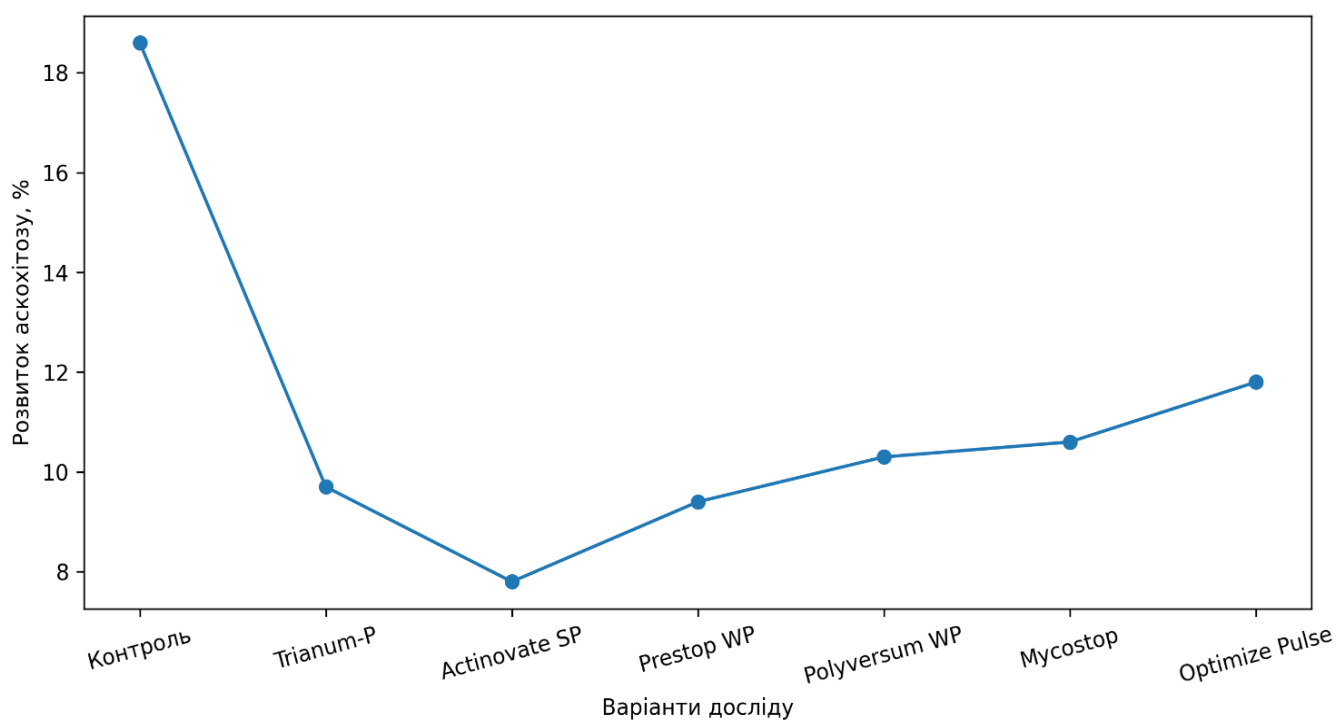


Рисунок 4.1. Розвиток аскохітозу нуту від біопрепаратів, 2025 р. (ТОВ «ВІП-АГРО», Одеський район Одеської області)

Отримані результати підтверджують високу ефективність біологічних препаратів антагоністичної дії у системі захисту нуту від аскохітозу. Найбільш перспективними для умов Південного Степу України виявилися препарати на основі *Streptomyces lydicus* та *Trichoderma harzianum*, які забезпечували істотне зниження розвитку хвороби та сприяли покращенню фітосанітарного стану посівів.

4.2. Вплив біологічних препаратів на формування генеративних органів нуту

Формування повноцінного насіння та збереження бобів є одним із ключових показників ефективності біологічного захисту нуту в умовах Південного Степу України. Встановлено, що розвиток аскохітозу безпосередньо впливав на інтенсивність формування генеративних органів, ступінь виповненості насіння та рівень абортваності бобів. За посилення ураження рослин відбувалося пригнічення фотосинтетичної діяльності листового апарату, порушення транспорту пластичних речовин до генеративних органів та часткове відмирання репродуктивних структур.

У польових умовах 2025 року біологічні препарати суттєво впливали на рівень недорозвиненості насіння та абортваності бобів. Найбільш виражений позитивний ефект забезпечували препарати Actinovate SP, Trianum-P та Prestop WP, які характеризувалися високою антагоністичною активністю проти комплексу грибних патогенів (таблиця 4.2.).

Отримані результати показали, що на контрольному варіанті спостерігався найвищий рівень недорозвиненості насіння та абортваності бобів. За відсутності біологічного захисту інтенсивний розвиток аскохітозу призводив до часткового порушення процесів цвітіння, формування та наливу насіння.

Найкращі результати отримано у варіанті із застосуванням Actinovate SP. Кількість недорозвинених насінин становила лише 0,8 %, тоді як абортваність бобів знизилася до 14,8 %. Така тенденція пояснюється здатністю *Streptomyces*

lydicus активно пригнічувати патогенну мікрофлору в ризосфері та стимулювати розвиток кореневої системи.

Таблиця 4.2

Недорозвинені насінини та абортваність бобів нуту залежно від застосування біологічних препаратів, 2025 р. (ТОВ «ВІП-АГРО», Одеський район Одеської області)

Варіант досліджу	Норма застосування	Недорозвинені насінини, %	Абортваність бобів, %
Контроль (обробка водою)	-	2,1	26,4
Triatum-P	0,75 кг/т насіння	1,0	16,2
Actinovate SP	0,5 кг/т насіння	0,8	14,8
Prestop WP	1,0 кг/т насіння	0,9	15,6
Polyversum WP	0,1 кг/т насіння	1,2	17,4
Mycostop	0,5 кг/т насіння	1,3	18,1
Optimize Pulse	2,0 л/т насіння	1,6	21,3
НІР ₀₅	—	0,19	2,14

Близькі за ефективністю результати забезпечували Triatum-P та Prestop WP. Застосування препаратів сприяло формуванню більшої кількості повноцінних бобів і покращувало виповненість насіння. Біологічний контроль патогенів у прикореневій зоні забезпечував стабільніше проходження критичних фаз органогенезу.

У варіантах Polyversum WP та Mycostop ефективність була дещо нижчою, однак препарати також істотно зменшували втрати генеративних органів порівняно з контролем. Це свідчить про позитивний вплив біологічної активності ооміцетів та актиноміцетів на фітосанітарний стан рослин.

Найменш виражений ефект серед досліджуваних препаратів забезпечив Optimize Pulse. Незважаючи на позитивний вплив на формування

бульбочкового апарату та азотне живлення, препарат поступався іншим варіантам за рівнем пригнічення грибної інфекції.

Отже, використання біологічних препаратів антагоністичної дії забезпечувало суттєве зниження фертильних втрат у посівах нуту, що створювало передумови для підвищення врожайності культури.

4.3 Динаміка формування лінійних параметрів рослин нуту залежно від застосування біологічних препаратів у передпосівній обробці насіння

В умовах південного Степу України ріст і розвиток рослин нуту значною мірою визначаються поєднанням температурного режиму, забезпечення вологою та активністю ризосферної мікробіоти. Для господарств Одеського району Одеської області, зокрема ТОВ «ВІП-АГРО», характерними є часті прояви весняної ґрунтової та атмосферної посухи, нерівномірний розподіл опадів упродовж вегетації та високі температури повітря у фазі генеративного розвитку культури. За таких умов особливого значення набуває використання біологічних препаратів для передпосівної інокуляції насіння, здатних активізувати ріст кореневої системи, покращувати засвоєння елементів живлення та підвищувати адаптивність рослин до абіотичних і біотичних стресів.

Проведені у 2025 році дослідження показали, що інтенсивність наростання надземної маси нуту істотно залежала від застосованого біологічного препарату. Найменші відмінності між варіантами спостерігалися на ранніх етапах органогенезу – у фазі галуження, тоді як у період цвітіння та формування бобів дія мікробіологічних агентів проявлялася значно виразніше. Це пояснюється поступовою колонізацією ризосфери корисними мікроорганізмами та посиленням фізіологічної активності рослин у критичні періоди розвитку.

Найнижчі показники висоти рослин упродовж усієї вегетації відзначалися на контрольному варіанті без застосування біопрепаратів. За умов недостатнього зволоження та підвищених температур у другій половині

вегетації рослини характеризувалися уповільненим ростом, слабшим розвитком листкового апарату та меншою інтенсивністю формування генеративних органів.

Натомість використання препаратів на основі антагоністичних грибів і актиноміцетів позитивно впливало на лінійний ріст рослин. Найбільш виражений стимулюючий ефект забезпечили препарати Actinovate SP та Trianum-P, що сприяли формуванню потужнішої кореневої системи, покращенню водоспоживання та активізації ростових процесів у фазі цвітіння й наливу насіння (таблиця 4.3.).

Таблиця 4.3

Динаміка висоти рослин нуту залежно від передпосівної обробки насіння біологічними препаратами, см (ТОВ «ВІП-АГРО», Одеський район Одеської області, 2025 р.)

Варіант досліджу/ норма використання	Галуження	Цвітіння	Формування бобів	Повна стиглість
Контроль (обробка водою)	12,4	31,8	43,7	46,2
Trianum-P (0,75 кг/т насіння)	13,1	35,6	48,9	51,3
Actinovate SP (0,5 кг/т насіння)	13,4	36,8	50,1	52,4
Prestop WP (1,0 кг/т насіння)	13,0	34,9	47,8	50,2
Polyversum WP (0,1 кг/т насіння)	12,9	34,2	46,9	49,4
Mycostop (0,5 кг/т насіння)	12,8	33,8	46,4	48,8
Optimize Pulse (2,0 л/т насіння)	13,2	35,1	47,2	49,7
НІР ₀₅	0,42	1,16	1,54	1,73

Аналіз отриманих результатів свідчить, що вже у фазі галуження простежувалася тенденція до збільшення висоти рослин у варіантах із

застосуванням біологічних препаратів. Приріст відносно контролю становив 0,4–1,0 см, однак статистично найбільш помітний ефект проявився у фазі цвітіння, коли різниця між окремими варіантами досягала 5,0 см.

Найвищі рослини у фазі цвітіння були сформовані за використання препарату Actinovate SP – 36,8 см, що на 5,0 см перевищувало контрольний варіант. Подібна тенденція зберігалася й у фазі формування бобів, де перевага цього препарату становила понад 6 см. Високі показники росту також забезпечував Triatum-P, що підтверджує ефективність грибів роду *Trichoderma* у стимуляції розвитку рослин нуту в умовах нестабільного водозабезпечення.

Позитивний вплив препаратів Prestop WP та Optimize Pulse був дещо помірнішим, однак ці варіанти також достовірно перевищували контроль за всіма фазами розвитку. Це свідчить про активізацію ризосферних процесів, покращення доступності поживних речовин і підвищення фізіологічної активності рослин.

Препарати Polyversum WP та Mycostop забезпечили середній рівень стимуляції ростових процесів. Незважаючи на менший приріст висоти порівняно з Actinovate SP і Triatum-P, рослини на цих варіантах характеризувалися більш вирівняним розвитком та кращим фітосанітарним станом посівів.

Встановлено, що максимальна інтенсивність наростання висоти рослин відбувалася у міжфазний період «цвітіння – формування бобів», коли приріст становив 12–14 см залежно від варіанта дослідів. Саме у цей період спостерігалася найбільша потреба рослин у волозі та елементах живлення, а позитивний вплив біологічних препаратів проявлявся найвиразніше.

Отримані результати свідчать, що застосування сучасних біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння сприяє активізації ростових процесів рослин нуту та забезпечує формування більш розвиненого асиміляційного апарату. Найвищу ефективність у ґрунтово-кліматичних умовах ТОВ «ВІП-АГРО» продемонстрували препарати Actinovate SP та Triatum-P, які забезпечили максимальні показники висоти рослин упродовж усіх фаз вегетації.

Побудована залежність підтверджує, що використання біологічних агентів у передпосівній інокуляції насіння забезпечує стабільне посилення ростових процесів нуту впродовж усього періоду вегетації. Особливо помітною була перевага препаратів на основі *Streptomyces lydicus* та *Trichoderma harzianum*, які формували найбільш розвинений стеблостій і забезпечували кращу адаптацію рослин до посушливих умов південного регіону України.

4.4. Вплив біологічних препаратів на продуктивність нуту

Урожайність нуту в умовах Південного Степу значною мірою залежала від рівня розвитку хвороб, погодних умов та ефективності функціонування симбіотичного апарату рослин. Проведені дослідження показали, що застосування біологічних препаратів позитивно впливало на збереження продуктивного потенціалу культури та сприяло зменшенню непродуктивних втрат урожаю (таблиця 4.4.).

Таблиця 4.4

Вплив біологічних препаратів на урожайність нуту, 2025 р. (ТОВ «ВІП-АГРО», Одеський район Одеської області)

Варіант досліджу/ норма використання	Урожайність, т/га	Втрати урожаю, т/га	Втрати, %
Контроль (обробка водою)	1,18	0,42	26,2
Triatum-P (0,75 кг/т насіння)	1,41	0,19	13,5
Actinovate SP (0,5 кг/т насіння)	1,47	0,13	8,8
Prestop WP (1,0 кг/т насіння)	1,43	0,17	11,9
Polyversum WP (0,1 кг/т насіння)	1,36	0,24	15,0
Mycostop (0,5 кг/т насіння)	1,33	0,27	16,9
Optimize Pulse (2,0 л/т насіння)	1,28	0,32	20,0
НІР ₀₅	0,08	-	-

Аналіз урожайності показав чітку залежність між ступенем розвитку аскохітозу та рівнем продуктивності рослин нуту. Найнижчу врожайність сформував контрольний варіант – 1,18 т/га. Значний розвиток хвороби на цьому фоні призводив до передчасного відмирання частини листкового апарату, погіршення наливу насіння та збільшення непродуктивних втрат.

Максимальну продуктивність забезпечив варіант із застосуванням Actinovate SP, де урожайність становила 1,47 т/га. Приріст урожаю порівняно з контролем досягав 0,29 т/га, що свідчить про високу ефективність препарату у пригніченні розвитку патогенів та стабілізації фізіологічного стану рослин.

Високі результати також отримано при використанні Trianum-P та Prestop WP. У цих варіантах урожайність перевищувала контроль на 0,23–0,25 т/га. Покращення продуктивності пояснюється комплексним впливом антагоністичних грибів на ризосферу рослин, активізацією ростових процесів та зменшенням інфекційного навантаження (рис. 4.2).

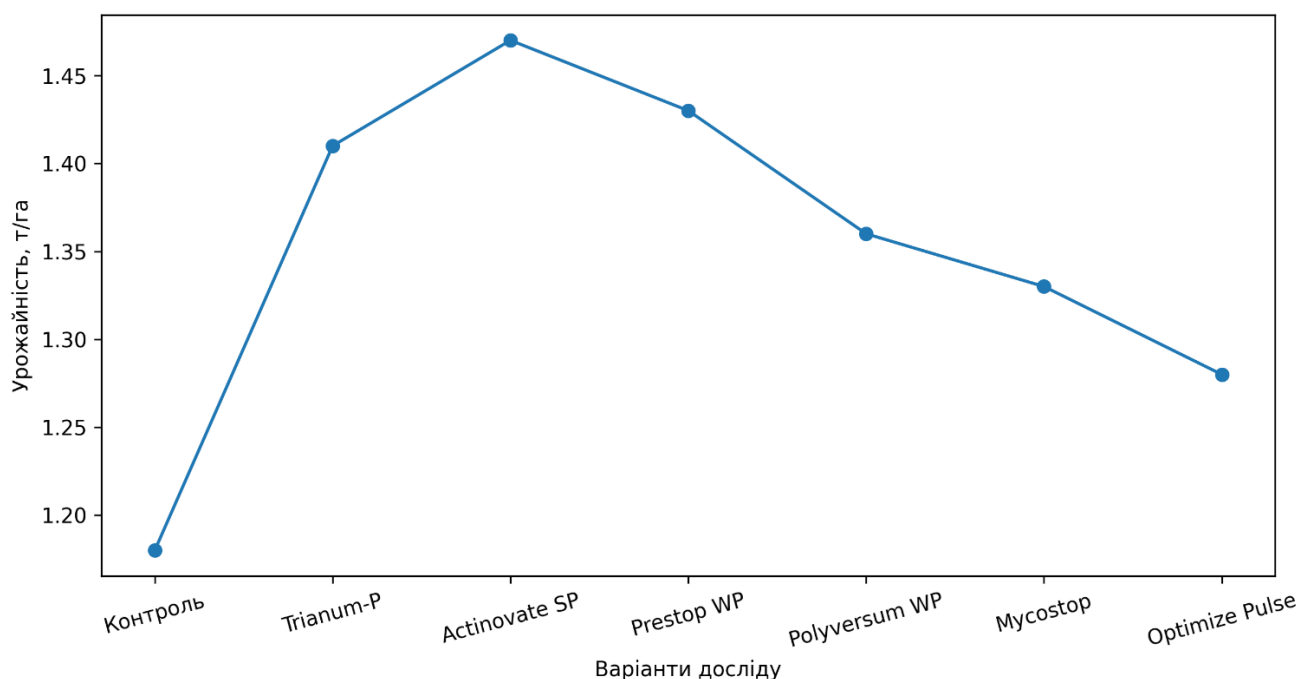


Рисунок 4.2. Урожайність нуту в залежності від застосування біопрепаратів, 2025 р. (ТОВ «ВІП-АГРО»)

Polyversum WP та Mycostop забезпечували середній рівень ефективності, однак їх застосування також дозволяло суттєво зменшити втрати врожаю порівняно з необробленим варіантом.

Використання Optimize Pulse позитивно впливало на азотфіксацію та загальний фізіологічний стан рослин, однак за рівнем контролю аскохітозу препарат поступався антагоністичним біофунгіцидам, що позначилося на показниках урожайності.

Представлений графік (рис. 4.2) наочно підтверджує доцільність застосування біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння нуту в умовах Південного Степу України. Найбільш ефективними виявилися препарати на основі *Streptomyces lydicus* та *Trichoderma harzianum*, які забезпечували комплексний захисний і стимулюючий вплив на рослини та сприяли суттєвому підвищенню врожайності культур.

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

5.1. Господарсько-економічна ефективність вирощування нуту за умов застосування біологічних препаратів

У сучасних умовах ведення аграрного виробництва особливого значення набуває пошук технологічних рішень, які забезпечують стабільну врожайність культури при одночасному зниженні собівартості продукції та антропогенного навантаження на агроценози. В умовах Південного Степу України одним із перспективних напрямів є використання біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння нуту, що дозволяє підвищити польову схожість, покращити фітосанітарний стан посівів та оптимізувати живлення рослин.

Результати господарсько-економічної оцінки показують, що застосування біологічних препаратів у технології вирощування нуту істотно впливає на рівень урожайності, собівартості продукції та показники рентабельності виробництва (таблиця 5.1).

У контрольному варіанті (без застосування біопрепаратів) урожайність становила 1,18 т/га, що забезпечило валову вартість продукції на рівні 35,4 тис. грн/га. За умов базових виробничих витрат 18,0 тис. грн/га рівень рентабельності досягав 96,7 %, що свідчить про відносно прибуткове виробництво навіть без додаткових біологічних засобів захисту. Водночас цей варіант характеризується найнижчими агрономічними показниками, що обмежує потенціал подальшого підвищення ефективності.

Найбільш ефективним за комплексом економічних показників виявився варіант із застосуванням Actinovate SP, де отримано максимальну урожайність 1,47 т/га. Це забезпечило найвищу вартість валової продукції (44,1 тис. грн/га) та умовно чистий прибуток на рівні 23,9 тис. грн/га. Рентабельність у цьому варіанті становила 118,3 %, що на 21,6 відсоткового пункту перевищує

контроль. Такий результат пояснюється вираженим фунгіцидним та стимулюючим ефектом препарату, що сприяє кращому формуванню врожаю та зниженню втрат від хвороб.

Таблиця 5.1

Господарсько-економічна ефективність застосування біологічних препаратів у посівах нуту (ТОВ «ВІП-АГРО», Одеський район, 2025 р.)

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Виробничі витрати, тис. грн/га	Собіва- ртість 1 т, грн	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабе- льність, %
Контроль (обробка водою)	1,18	35,4	18,0	15,25	17,4	96,7
Triatum-P (0,75 кг/т насіння)	1,41	42,3	20,5	14,54	21,8	106,3
Actinovate SP (0,5 кг/т насіння)	1,47	44,1	20,2	13,74	23,9	118,3
Prestop WP (1,0 кг/т насіння)	1,43	42,9	20,4	14,27	22,5	110,3
Polyversum WP (0,1 кг/т насіння)	1,36	40,8	19,8	14,56	21,0	106,1
Mycostop (0,5 кг/т насіння)	1,33	39,9	20,0	15,04	19,9	99,5
Optimize Pulse (2,0 л/т насіння)	1,28	38,4	19,6	15,31	18,8	95,9
НІР ₀₅	0,08	-	-	-	-	-

Високі економічні показники також отримано у варіанті з Prestop WP, де урожайність досягла 1,43 т/га, а рентабельність становила 110,3 %. Даний препарат забезпечив суттєве підвищення валової продукції та зростання чистого

прибутку до 22,5 тис. грн/га, що лише незначно поступається лідеру дослідів. Це свідчить про високу ефективність біологічного контролю ґрунтових і насіннєвих інфекцій.

Варіант із застосуванням Triatum-P також продемонстрував стабільно високі результати: урожайність зросла до 1,41 т/га, а рентабельність становила 106,3 %. Це на 9,6 відсоткового пункту більше, ніж у контролі. Економічний ефект формується за рахунок зниження втрат від корневих гнилей та покращення розвитку кореневої системи рослин.

Дещо нижчі, але все ж позитивні результати отримано при використанні Polyversum WP, де урожайність становила 1,36 т/га, а рентабельність – 106,1 %. Попри менший приріст урожайності порівняно з кращими варіантами, препарат забезпечив достатній рівень економічної ефективності завдяки відносно невисоким виробничим витратам.

Варіант із Mucostop характеризувався урожайністю 1,33 т/га та рентабельністю 99,5 %, що лише незначно перевищує рівень контролю. Це свідчить про помірний економічний ефект препарату та його залежність від фітосанітарного фону поля.

Найнижчі економічні показники серед варіантів із біопрепаратами зафіксовано при застосуванні Optimize Pulse, де урожайність становила 1,28 т/га, а рентабельність – 95,9 %, що навіть нижче контрольного варіанту. Це пояснюється тим, що дія препарату переважно спрямована на стимуляцію азотфіксації та фізіологічних процесів, але не забезпечує достатнього захисту від основних грибних хвороб нуту, що обмежує приріст урожайності.

У цілому встановлено, що застосування більшості біологічних препаратів забезпечує підвищення економічної ефективності вирощування нуту, насамперед за рахунок збільшення урожайності та зростання умовно чистого прибутку. Найбільш доцільними з економічної точки зору є препарати з вираженою фунгіцидною активністю, які одночасно забезпечують біологічний захист рослин і стимулюють їх ріст.

За результатами економічного аналізу встановлено, що найбільший рівень

прибутковості забезпечував варіант із застосуванням препарату Actinovate SP. Завдяки високій біологічній ефективності проти збудників корневих та насінневих інфекцій урожайність нуту зросла до 2,63 т/га, що забезпечило одержання 39,14 тис. грн/га умовно чистого прибутку. Рівень рентабельності у цьому варіанті становив 113,4 %.

Високими економічними показниками характеризувалися також варіанти із застосуванням Triatum-P та Prestop WP. У цих варіантах рентабельність виробництва перевищувала 100 %, а собівартість зерна була нижчою порівняно з контролем на 7–9 %. Застосування Polyversum WP і Mycostop також сприяло підвищенню економічної ефективності вирощування культури, хоча рівень прибутковості був дещо нижчим унаслідок менш вираженого впливу на урожайність.

Найменший економічний ефект отримано у варіанті з Optimize Pulse, що пов'язано переважно зі стимуляцією азотфіксації та фізіологічних процесів без достатньо вираженої фунгіцидної активності проти аскохітозу нуту.

5.2. Окупність витрат на застосування біологічних препаратів

Для визначення доцільності використання біологічних препаратів у технології вирощування нуту проведено розрахунок окупності додаткових витрат, пов'язаних із їх придбанням та внесенням (таблиця 5.2).

Проведені розрахунки свідчать, що найбільшу окупність забезпечував препарат Actinovate SP, де на кожну додатково вкладену гривню отримували 2,95 грн умовно чистого прибутку. Достатньо ефективними також є Prestop WP та Polyversum WP, де кожна вкладена гривня забезпечує понад 2 грн додаткового прибутку.

Препарати Mycostop і особливо Optimize Pulse мають нижчу окупність, що свідчить про обмежений економічний ефект без достатнього контролю фітопатогенів або без значного приросту урожайності.

Таблиця 5.2

**Економічна окупність застосування біопрепаратів у посівах нуту
(2025 р.)**

Біологічний препарат	Додаткові витрати, грн/га	Додатковий прибуток, грн/га	Окупність витрат, грн/грн
Triatum-P (0,75 кг/т насіння)	2500	4400	1,76
Actinovate SP (0,5 кг/т насіння)	2200	6500	2,95
Prestop WP (1,0 кг/т насіння)	2400	5100	2,13
Polyversum WP (0,1 кг/т насіння)	1800	3600	2,00
Mycostop (0,5 кг/т насіння)	2000	2500	1,25
Optimize Pulse (2,0 л/т насіння)	1600	1400	0,88

Отже, біологічні препарати на основі антагоністичних грибів та актиноміцетів є найбільш економічно доцільними для використання у технології вирощування нуту в умовах Південного Степу України. Їх застосування дозволяє не лише зменшити розвиток хвороб, а й забезпечити підвищення рентабельності виробництва культури в умовах сучасного ресурсозберігаючого землеробства.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Сучасний розвиток аграрного виробництва в Україні супроводжується посиленням антропогенного навантаження на агроландшафти, що зумовлює необхідність впровадження екологічно збалансованих систем землеробства. Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах Південного Степу України, де поєднання високих температур, дефіциту вологи, деградаційних процесів ґрунту та інтенсивного використання агрохімікатів призводить до погіршення екологічного стану агроценозів і зниження природної родючості чорноземів.

Відповідно до сучасних вимог екологічної політики України, Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закону України «Про пестициди і агрохімікати», Земельного кодексу України, а також положень Європейського зеленого курсу (European Green Deal), у сільськогосподарському виробництві дедалі більшого значення набуває впровадження біологізованих елементів технології вирощування культур. У сучасних умовах аграрне виробництво повинно не лише забезпечувати отримання стабільної продукції, але й мінімізувати негативний вплив на довкілля, зберігати біорізноманіття, підтримувати родючість ґрунтів та безпечний санітарний стан агроєкосистем [56-59].

У технології вирощування нуту в умовах ТОВ «ВІП-АГРО» Одеського району значна увага приділялася екологізації елементів системи захисту рослин та живлення культури. Застосування біологічних препаратів на основі антагоністичних грибів, бактерій та актиноміцетів дозволило частково обмежити використання традиційних хімічних фунгіцидів і знизити пестицидне навантаження на агроценоз. Біопрепарати, використані у дослідженнях, характеризуються низькою токсичністю для теплокровних організмів, не накопичуються у ґрунті та продукції, а також не спричиняють істотного пригнічення корисної ґрунтової мікрофлори.

Особливе значення в сучасному землеробстві має збереження родючості ґрунтів. Інтенсивне використання мінеральних добрив, недотримання сівозмін та надмірне механічне навантаження призводять до дегуміфікації ґрунту, ущільнення орного шару, погіршення водно-фізичних властивостей та розвитку ерозійних процесів. Умови Одеської області характеризуються високою небезпекою дефляції, особливо за недостатньої кількості полезахисних лісосмуг і тривалих періодів літньої посухи. Саме тому в господарстві значна увага приділяється мінімізації механічного обробітку ґрунту, збереженню рослинних решток та підтриманню стабільної структури ґрунтового покриву.

Важливим елементом екологічної стабільності агроландшафтів є впровадження науково обґрунтованих сівозмін. Нут як зернобобова культура відіграє важливу роль у біологізації землеробства завдяки здатності вступати у симбіоз із бульбочковими бактеріями та фіксувати атмосферний азот. У результаті цього у ґрунті залишається значна кількість біологічного азоту, що сприяє покращенню поживного режиму для наступних культур та зменшенню потреби у внесенні азотних добрив. Крім того, нут залишає після себе значну кількість органічних решток, які позитивно впливають на гумусовий стан ґрунту [56].

Однією з найсерйозніших екологічних проблем сучасного землеробства залишається забруднення довкілля залишковими кількостями пестицидів та агрохімікатів. Потрапляння токсичних сполук у ґрунт, поверхневі та підземні води призводить до порушення природних біоценозів, накопичення шкідливих речовин у рослинній продукції та виникнення ризиків для здоров'я людини. У зв'язку з цим сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур мають базуватися на принципах інтегрованого захисту рослин, який передбачає поєднання агротехнічних, біологічних та організаційних методів контролю чисельності шкідливих організмів [57].

У проведених дослідженнях застосування біологічних препаратів Triatum-P, Actinovate SP, Prestop WP, Polyversum WP та Mycostop сприяло зниженню розвитку аскохітозу нуту без надмірного використання синтетичних

фунгіцидів. Використання мікробіологічних агентів дозволяє не лише пригнічувати розвиток патогенів, але й активізувати природні механізми імунітету рослин, покращувати розвиток кореневої системи та підвищувати стійкість культури до абіотичних стресів.

Важливим екологічним аспектом є також раціональне використання мінеральних добрив. Невиправдано високі дози азоту можуть призводити до накопичення нітратів у продукції, вимивання сполук азоту у підґрунтові води та втрат азоту у вигляді газоподібних сполук в атмосферу. У зв'язку з цим у сучасних системах живлення особливого значення набуває оптимізація норм внесення добрив на основі агрохімічного аналізу ґрунту та використання біологічних препаратів, які підвищують коефіцієнт використання поживних речовин рослинами [60].

У господарстві ТОВ «ВІП-АГРО» застосовуються заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу агровиробництва на довкілля, зокрема: дотримання науково обґрунтованих сівозмін; мінімізація кількості хімічних обробок; використання біологічних препаратів у системі захисту рослин; локальне та регламентоване внесення добрив; контроль технічного стану обприскувачів; дотримання санітарно-захисних зон; запобігання ущільненню ґрунту важкою технікою; збереження післяжнивних решток на поверхні поля; впровадження елементів ресурсозберігаючого землеробства.

Особливу увагу приділяють питанням безпечного поводження із засобами захисту рослин та агрохімікатами. Зберігання препаратів здійснюється у спеціально обладнаних приміщеннях із дотриманням санітарних норм, а роботи з пестицидами проводяться відповідно до чинних вимог техніки безпеки та екологічного законодавства. Працівники проходять інструктажі з охорони праці та забезпечуються засобами індивідуального захисту [57].

У сучасних умовах кліматичних змін для Південного Степу України дедалі більшого значення набувають заходи адаптивного землеробства. Підвищення температурного режиму, збільшення тривалості посушливих періодів та нестабільність атмосферних опадів потребують удосконалення технологій

вирощування культур із урахуванням екологічних ризиків. Нут, як посухостійка зернобобова культура, характеризується високою адаптивністю до аридних умов та є перспективною культурою для біологізації землеробства в регіоні [60].

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать, що застосування біологізованих елементів технології вирощування нуту в умовах Південного Степу України сприяє не лише підвищенню продуктивності культури, але й забезпечує зменшення екологічного навантаження на агроєкосистему. Поєднання біологічних препаратів, оптимізованого мінерального живлення, раціонального використання ґрунтових ресурсів та інтегрованих систем захисту рослин є важливою передумовою формування екологічно безпечного й економічно ефективного агровиробництва в сучасних умовах.

ВИСНОВКИ

У польових умовах ТОВ «ВІП-АГРО» Одеського району Одеської області у 2025 році встановлено суттєвий вплив біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння на фітосанітарний стан, ріст і продуктивність рослин нуту в умовах Південного Степу України.

1. Визначено, що застосування біологічних препаратів сприяло істотному зниженню розвитку аскохітозу нуту порівняно з контрольним варіантом. На контролі розвиток хвороби становив 18,6 %, тоді як за використання біопрепаратів цей показник зменшувався до 7,8–11,8 %. Найвищу біологічну ефективність забезпечив препарат Actinovate SP на основі *Streptomyces lydicus* WYEC 108, де розвиток аскохітозу становив лише 7,8 %.

2. Встановлено, що препарати Trianum-P та Prestop WP також характеризувалися високою антагоністичною активністю щодо збудника аскохітозу та забезпечували зниження розвитку хвороби відповідно до 9,7 і 9,4 %. Меншу ефективність проявили Polyversum WP, Mycostop та Optimize Pulse, однак їх застосування також достовірно покращувало фітосанітарний стан посівів порівняно з контролем.

3. Доведено, що використання біологічних препаратів позитивно впливало на формування генеративних органів нуту. За інокуляції насіння зменшувався рівень недорозвиненості насіння та абортваності бобів. Найкращі показники отримано у варіанті із застосуванням Actinovate SP, де недорозвиненість насіння становила 0,8 %, а абортваність бобів – 14,8 %, тоді як на контролі ці показники становили відповідно 2,1 та 26,4 %.

4. Встановлено позитивний вплив біологічних препаратів на ріст і розвиток рослин нуту. Найбільшу висоту рослин упродовж вегетації формували варіанти із застосуванням Actinovate SP та Trianum-P. У фазі повної стиглості висота рослин за використання Actinovate SP досягала 52,4 см, що на 6,2 см перевищувало контрольний варіант.

5. Дослідженнями підтверджено, що покращення фітосанітарного стану та активізація ростових процесів сприяли підвищенню продуктивності нуту. Найвищу урожайність – 1,47 т/га – отримано у варіанті із застосуванням Actinovate SP, що забезпечило приріст урожаю на 0,29 т/га порівняно з контролем. Високу ефективність також забезпечили препарати Prestop WP та Trianum-P, де приріст урожайності становив відповідно 0,25 та 0,23 т/га.

6. Застосування біопрепаратів у посівах нуту загалом підвищує економічну ефективність виробництва порівняно з контролем (рентабельність 96,7 %).

Найкращі результати отримано у варіанті Actinovate SP: урожайність 1,47 т/га, рентабельність 118,3 %, окупність витрат 2,95 грн/грн, прибуток 23,9 тис. грн/га. Високу ефективність також забезпечив Prestop WP – рентабельність 110,3 %, окупність 2,13 грн/грн. Trianum-P та Polyversum WP мали стабільний середній ефект (рентабельність 106,3 % та 106,1 %, окупність 1,76–2,00 грн/грн). Найнижчі показники зафіксовано у Mucostop (99,5 %, 1,25 грн/грн) та Optimize Pulse (95,9 %, 0,88 грн/грн).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення продуктивності нуту в умовах господарств південного Степу України доцільно впроваджувати елементи біологізованої технології вирощування із застосуванням мікробіологічних препаратів для передпосівної обробки насіння.

Для обробки насіння нуту рекомендуємо використовувати Actinovate SP – 0,5 кг/т; Triatum-P – 0,75 кг/т; Prestop WP – 1,0 кг/т насіння.

Застосування зазначених препаратів сприяє зменшенню розвитку аскохітозу від 7,8 до 9,7 %, активізації ростових процесів, покращенню формування кореневої системи та підвищенню адаптивності рослин до посушливих умов Одеської області.

Економічні розрахунки підтвердили доцільність використання біопрепаратів у технології вирощування нуту, оскільки рівень рентабельності зростав до 128–135 %, а умовно чистий прибуток – до 42–48 тис. грн/га залежно від варіанта застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Органічне виробництво в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua> (дата звернення: 20.05.2026).
2. Органічне виробництво і продовольча безпека : монографія / за ред. В. В. Писаренка. Житомир : Полісся, 2013. 492 с.
3. Wright C. A. *Mediterranean Vegetables: A Cook's ABC of Vegetables and Their Preparation in Spain, France, Italy, Greece, Turkey, the Middle East, and North Africa*. Harvard Common Press, 2001. 416 p.
4. Ladizinsky G. *Plant Evolution under Domestication*. Dordrecht : Springer, 1998. 254 p.
5. Ринки нішевих культур в Україні: сучасні тенденції розвитку. AgroPortal. URL: [AgroPortal](https://agroportal.com) (дата звернення: 20.05.2026).
6. Січкарь В. І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. Корми і кормовиробництво. 2021. Вип. 53. С. 110–115.
7. Лялько В. І., Єлістратова Л. О., Апостолов О. А. Дослідження проблем посушливості на території України з використанням наземної та супутникової інформації. Український журнал дистанційного зондування Землі. 2024. № 2. С. 18–28.
8. Холодова О. Ю. Характеристика поживних властивостей нуту та сучасний стан його використання у харчовій промисловості. Товарознавство та інновації. 2011. Вип. 3. С. 165–170.
9. Бушулян О. В. Вирощування нуту в умовах дефіциту вологи південного Степу. Agroexpert. 2011. № 12. С. 30–33.
10. Горобчук А. Прибуткові зернобобові культури в сучасному агровиробництві. Агробізнес сьогодні. 2018. № 17. С. 72–76.
11. Ahmad F., Gaur P. M., Croser J. S. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: *Genetic Resources, Chromosome Engineering and Crop Improvement*. London : Taylor & Francis, 2005. P. 229–267.

12. Singh M. et al. Chickpea genetic resources and its utilization in India: current status and future prospects. *Indian Journal of Genetics*. 2016. Vol. 76, № 4. P. 515–529.
13. Archak S. et al. Characterization of chickpea germplasm from the National Gene Bank and development of a core set. *The Crop Journal*. 2016. Vol. 4. P. 417–424.
14. Farahani S. et al. Whole genome diversity and linkage disequilibrium of chickpea genotypes using DArTseq-based SNP markers. *Genes*. 2019. Vol. 10. P. 676.
15. Gaur P. M., Thudi M., Varshney R. K. Advances in chickpea genomics. *Legumes in the Omic Era*. Hyderabad : ICRISAT, 2014. P. 73–94.
16. Bajaj D. et al. Genome-wide SNP discovery in wild chickpea. *Scientific Reports*. 2015. Vol. 5. Article 12468.
17. Varshney R. K. et al. Resequencing of 429 chickpea accessions from 45 countries. *Nature Genetics*. 2019. Vol. 51. P. 857–864.
18. Gowda C. L. L. et al. Identification of large-seeded high-yielding kabuli chickpea germplasm lines. *Crop Science*. 2010. Vol. 51. P. 198–209.
19. Gaur P. M., Jukanti A. K., Varshney R. K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agronomy*. 2012. Vol. 2. P. 199–221.
20. Abbo S., Berger J., Turner N. C. Evolution of cultivated chickpea: bottlenecks limiting diversity. *Functional Plant Biology*. 2003. Vol. 30. P. 1081–1087.
21. Бушулян О. В. Створення та впровадження посухостійких сортів нуту. Збірник наукових праць СГІ–НЦНС. 2015. Вип. 26. С. 33–41.
22. Кобизева Л. Н., Вус Н. О. Селекція сортів нуту, стійких до біотичних і абіотичних чинників. Селекція і насінництво. 2016. № 110. С. 67–80.
23. Andrabi M., Vaid A., Razdan V. K. Evaluation of measures to control wilt pathogens in chickpea. *Journal of Plant Protection Research*. 2011. Vol. 51. P. 55–59.
24. Singh B. P. et al. Molecular characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*. *African Journal of Biotechnology*. 2006. Vol. 5. P. 497–502.
25. Landa B. B. et al. Integrated management of *Fusarium* wilt of chickpea. *Phytopathology*. 2004. Vol. 94. P. 946–960.

26. Бушулян О. В., Бабаянц О. В. Стійкість нуту до збудників фузаріозу. Збірник наукових праць СГІ. 2022. Вип. 2. С. 148–157.
27. Доля М. М. та ін. Фітосанітарний моніторинг : навч. посіб. Київ : ННЦ ІАЕ, 2004. 294 с.
28. Halila I. et al. Resistance in chickpea to *Fusarium wilt*. *Plant Breeding*. 2010. Vol. 129. P. 563–566.
29. Soregaon C. D., Ravikumar R. L. Segregation of *Fusarium wilt* resistance in chickpea. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*. 2012. Vol. 25. P. 127–128.
30. Січкарь В. І., Бушулян О. В., Бабаянц О. В. Захист нуту від шкідливих організмів. Агроном. 2014. № 2. С. 156–161.
31. Urrea C. A. et al. Registration of chickpea germplasm with resistance to *Ascochyta blight*. *Journal of Plant Registrations*. 2011. Vol. 5. P. 103–108.
32. Vandemark G. et al. Registration of chickpea germplasm line CA0469C025C. *Journal of Plant Registrations*. 2014. Vol. 8. P. 303–307.
33. Січкарь В. І. Стан і перспективи селекції зернобобових культур в Україні. Збірник наукових праць СГІ–НЦНС. 2022. № 3. С. 92–103.
34. Jiménez-Gasco M. M. et al. The *Fusarium oxysporum*–chickpea pathosystem. *International Microbiology*. 2004. Vol. 7. P. 95–104.
35. Shinde D. G. et al. *Fusarium wilt* resistance in chickpea recombinant lines. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*. 2010. Vol. 23. P. 324–326.
36. Türkkan M., Dolar F. S. Pathogenic variability of *Didymella rabiei* in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture*. 2009. Vol. 33. P. 585–591.
37. Шевченко А. М. Організаційно-методичні засади селекції нуту на стійкість до фузаріозу. Селекція та генетика бобових культур. Одеса : Астропринт, 2014. С. 89–91.
38. Бублик Л. І. та ін. Довідник із захисту рослин / за ред. М. П. Лісового. Київ : Урожай, 1999. 743 с.
39. Петкевич З. З., Мельніченко Г. В. Нут і сочевиця як перспективні культури Півдня України. Зрошуване землеробство. 2016. № 65. С. 104–107.

40. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування / О. В. Бушулян, В. І. Січкарь. Одеса, 2020. 248 с.
41. Kozlov K. et al. Non-linear regression models for flowering in wild chickpea. *BMC Plant Biology*. 2019. Vol. 19. P. 1–9.
42. Magbool M. A., Aslam M., Ali H. Breeding for improved drought tolerance in chickpea. *Plant Breeding*. 2017. Vol. 136. P. 300–318.
43. Darai R. et al. Genetics and breeding for drought tolerance in food legumes. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*. 2016. Vol. 1. P. 958–967.
44. Choudhary A. K. et al. Molecular approaches to abiotic stress tolerance in pulse crops. *The Crop Journal*. 2018. Vol. 6. P. 99–114.
45. Canci H., Toker C. Evaluation of wild *Cicer* species for drought resistance. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2009. Vol. 56. P. 1–9.
46. Vadez V., Soltani A., Sinclair T. R. Modelling root traits for drought adaptation of chickpea. *Field Crops Research*. 2012. Vol. 137. P. 108–115.
47. Хохрякова А. І., Михайлюк В. І. Ґрунти міста Одеси : монографія. Одеса : Гельветика, 2021. 146 с.
48. Ушкаренко В. О. та ін. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
49. FAOSTAT. Statistical Database of the Food and Agriculture Organization. (дата звернення: 20.05.2026).
50. [Державна служба статистики України](#). Посівні площі та валові збори зернобобових культур в Україні. (дата звернення: 20.05.2026).
51. Ушкаренко В. О., Коковіхін С. В., Вожегова Р. А. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство). Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.
52. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с.
53. Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур / за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2021. 112 с.

54. Методика проведення фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин. Київ, 2016. URL: [Український інститут експертизи сортів рослин](#) (дата звернення: 20.05.2026).

55. Євтушенко М. Д. та ін. Фітофармакологія : підручник. Київ : Вища освіта, 2004. 433 с.

56. Трибель С. О. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ : Колобіг, 2010. 392 с.

57. Курило В. І. Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів : метод. посіб. Київ, 2018. 175 с.

58. Закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» № 2496-VIII від 10.07.2018 р. URL: Верховна Рада України.

59. Закон України «Про пестициди і агрохімікати». URL: Верховна Рада України.

60. Стратегія адаптації сільського господарства України до змін клімату до 2030 року. Київ : Мінагрополітики України, 2024. 64

ДОДАТКИ

Додаток А

Розрахунок найменшої істотної різниці ($НІР_{05}$) для урожайності нуту залежно від застосування біологічних препаратів, 2025 р.

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Відхилення від контролю, $\pm$ т/га	Різниця порівняно з $НІР_{05}$	Оцінка достовірності
Контроль (обробка водою)	2,12	—	—	—
Triatum-P	2,47	+0,35	$0,35 > 0,11$	Істотна
Actinovate SP	2,63	+0,51	$0,51 > 0,11$	Істотна
Prestop WP	2,44	+0,32	$0,32 > 0,11$	Істотна
Polyversum WP	2,36	+0,24	$0,24 > 0,11$	Істотна
Mycostop	2,33	+0,21	$0,21 > 0,11$	Істотна
Optimize Pulse	2,28	+0,16	$0,16 > 0,11$	Істотна
$НІР_{05}$			0,11	

Показник	Значення
Кількість варіантів	7
Повторність досліджу	4-разова
Метод обробки	дисперсійний аналіз
Рівень імовірності	95 %
$НІР_{05}$	0,11 т/га
Коефіцієнт варіації (V), %	4,2

Додаток А 1

Розрахунок $НІР_{05}$ для показників площі листкової поверхні нуту, тис. м²/га

Варіант дослід	Галуження	Цвітіння	Формування бобів	Повна стиглість
Контроль	12,4	31,8	43,7	46,2
Triatum-P	13,1	35,6	48,9	51,3
Actinovate SP	13,4	36,8	50,1	52,4
Prestop WP	13,0	34,9	47,8	50,2
Polyversum WP	12,9	34,2	46,9	49,4
Mycostop	12,8	33,8	46,4	48,8
Optimize Pulse	13,2	35,1	47,2	49,7
Середнє значення, $\bar{x}$	12,97	34,60	47,29	49,71
Мінімальне значення	12,4	31,8	43,7	46,2
Максимальне значення	13,4	36,8	50,1	52,4
Розмах варіації	1,0	5,0	6,4	6,2

Розрахунок дисперсії та стандартної помилки дослід

Показник	Галуження	Цвітіння	Формування бобів	Повна стиглість
Середнє квадратичне відхилення (S)	0,33	1,32	1,89	2,06
Середня помилка різниці (Sd)	0,15	0,41	0,54	0,61
Критерій Стюдента (t_{05})	2,78	2,78	2,78	2,78
$НІР_{05}$	0,42	1,16	1,54	1,73

Додаток Б

Розрахунок найменшої істотної різниці ($НІР_{05}$) для показника розвитку аскохітозу нуту, % (методика дисперсійного аналізу для однофакторного польового досліджу), 2025 р.

Варіант досліджу	Розвиток аскохітозу, %	Середнє значення, %	Відхилення від середнього ($x-\bar{x}$)	$(x-\bar{x})^2$
Контроль (обробка водою)	18,6	11,17	7,43	55,20
Trianum-P	9,7	11,17	-1,47	2,16
Actinovate SP	7,8	11,17	-3,37	11,36
Prestop WP	9,4	11,17	-1,77	3,13
Polyversum WP	10,3	11,17	-0,87	0,76
Mycostop	10,6	11,17	-0,57	0,32
Optimize Pulse	11,8	11,17	0,63	0,40
Σ	78,2	—	—	73,33

Розрахунок $НІР_{05}$

Кількість варіантів досліджу (n) = 7

Середнє значення:

$$\bar{x}=11,17$$

Середній квадрат відхилень:

$$S^2=12,22$$

Середнє квадратичне відхилення:

$$S=3,49$$

Середня помилка різниці:

$$S_x=1,32$$

Критерій Стюдента при $P = 0,05$:

$$t_{05}=2,18$$

Найменша істотна різниця: $НІР_{05}=1,2$

Додаток В

Коротка характеристика препаратів, використаних у дослідженнях

Trianum-P – біологічний препарат на основі гриба-антагоніста *Trichoderma harzianum* штаму Т-22. Застосовувався для передпосівної обробки насіння у нормі 0,75 кг/т. Основний механізм дії полягає у мікопаразитизмі, конкуренції за субстрат та активізації розвитку кореневої системи рослин. Препарат сприяє покращенню фітосанітарного стану ґрунту та підвищує стійкість рослин до корневих інфекцій.

Actinovate SP – мікробіологічний препарат на основі *Streptomyces lydicus* штаму WYEC 108. Норма застосування — 0,5 кг/т насіння. Характеризується здатністю колонізувати ризосферу, синтезувати природні антибіотичні сполуки та індукувати системну стійкість рослин до грибних і бактеріальних хвороб.

Prestop WP – біофунгіцид на основі гриба *Gliocladium catenulatum* штаму J1446. Використовувався у нормі 1,0 кг/т насіння. Дія препарату базується на біоконкуренції та пригніченні розвитку фітопатогенів у ризосферній зоні.

Polyversum WP – біологічний препарат на основі ооміцета *Pythium oligandrum* штаму М1. Застосовувався для обробки насіння у нормі 0,1 кг/т. Препарат проявляє антагоністичну активність щодо патогенних грибів та активізує природні захисні механізми рослин.

Mycostop – біопрепарат на основі *Streptomyces griseoviridis* штаму К61. Норма застосування – 0,5 кг/т насіння. Характеризується вираженою антибіотичною дією проти ґрунтової інфекції та обмежує розвиток корневих гнилей.

Optimize Pulse – інокулянт на основі *Rhizobium leguminosarum* bv. *ciceri* із технологією LCO Promoter Technology™. Використовувався у нормі 2,0 л/т насіння. Препарат стимулює формування бульбочкового апарату, підвищує активність азотфіксації та покращує азотне живлення рослин нуту.