

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра біотехнології та хімії

До захисту допускається

Зав. кафедрою, доцент

Владислав КОВАЛЕНКО

" ____ " _____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: **«Використання біопестицидів на посадках картоплі в умовах
Сумської області.»**

Виконав (-ла):

Андрій КАНЕВЕЦЬ

Ім'я ПРИЗВИЩЕ

Група:

БІО 2401-1 м

Науковий керівник

Ольга ДУБОВИК

Ім'я ПРИЗВИЩЕ

Рецензент

Ігор ВЕРЕЦАГІН

Ім'я ПРИЗВИЩЕ

СУМИ -2025

Сумський національний аграрний університет

Кафедра біотехнології та хімії

Ступінь вищої освіти – магістр

Галузь знань: 16 – Хімічна та біоінженерія

Спеціальність: 162 – біотехнології та біоінженерія

Освітньо-професійна програма – Біотехнологія та біоінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Владислав КОВАЛЕНКО

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студенту: **Каневець Андрій**

Тема роботи: **Використання біопестицидів на посадках картоплі в умовах Сумської області.**

Керівник кваліфікаційної роботи **Дубовик Ольга Олексіївна, к. с.-г. н., доцент**

1. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 08.12.2025 р.
2. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи – завдання до кваліфікаційної роботи; опрацьовано наукову літературу, вивчено методи біотехнології, які застосовуються у захисті картоплі від фітофторозу та альтернаріозу, досліджено ефективність дії застосування біологічних препаратів МікоХелп та ФітоХелп фірми «БТУ-Центр» поширення хвороб на картоплі за шкалою Українського інституту захисту рослин.
3. Зміст кваліфікаційної роботи вступ, огляд літератури, технологічна частина, контроль якості, висновки, список використаних джерел, додатки.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ / Ольга ДУБОВИК _____

підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Завдання прийняв до виконання _____ / Андрій КАНЕВЕЦЬ _____

підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата отримання завдання « 16 » 09 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Вибір теми і об'єкта досліджень	1-й семестр	
2.	Розробка завдання до кваліфікаційної роботи; складання календарного плану; формування змісту розрахунково-пояснювальної записки (формування переліку питань, які необхідно опрацювати в роботі). Підбір методик для проведення досліджень	1-й семестр	
3.	Виконання кваліфікаційної роботи	3-й семестр	
3.1.	Підбір та аналіз літературних джерел з теми кваліфікаційної роботи	1-й семестр	
3.2.	Збір вихідних даних (проведення польових досліджень) для написання експериментальної частини кваліфікаційної роботи	2-й семестр	
3.3.	Підготовка загального варіанту кваліфікаційної роботи (розділ 1-3, висновки)	3-й семестр	
3.4.	Апробація результатів дослідження	3-й семестр	
4.	Перевірка роботи науковим керівником і допуск до попереднього захисту	3-й семестр	
5.	Перевірка кваліфікаційної роботи на унікальність	За 30 днів до захисту	
6.	Рецензування	За 15 днів до захисту	
7.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	За 10 днів до захисту	
8.	Прилюдний захист кваліфікаційної роботи перед екзаменаційною комісією	Відповідно наказу ректора	

Керівник кваліфікаційної роботи _____ / Ольга ДУБОВИК

підпис *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

Здобувач _____ / Андрій КАНЕВЕЦЬ

підпис *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

АНОТАЦІЯ
Каневець Андрій Олександрович
ВИКОРИСТАННЯ БІОПЕСТИЦИДІВ НА ПОСАДКАХ КАРТОПЛІ В
УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.

162 Біотехнології та біоінженерія
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Суми – 2025

У магістерській роботі досліджено ефективність біологічних препаратів МікоХелп та ФітоХелп фірми «БТУ-Центр» у захисті картоплі від фітофторозу та альтернаріозу. Актуальність роботи зумовлена зростанням шкідливості грибних хвороб картоплі та необхідністю переходу до екологічно безпечних технологій захисту рослин.

У роботі наведено характеристику природно-кліматичних умов регіону, які у 2024–2025 роках були несприятливими через дефіцит вологи (ГТК 0,50 і 0,36). Показано їхній вплив на розвиток фітофторозу та альтернаріозу. Представлено біологічні особливості культури, характеристику господарства та біопрепаратів, а також методику проведення досліджень, включно з оцінкою розвитку та поширення хвороб за шкалою Українського інституту захисту рослин.

Експериментальні дані свідчать, що застосування препаратів МікоХелп та ФітоХелп значно знижувало розвиток хвороб: у 2,3–3,5 рази порівняно з контролем. Біопрепарати позитивно вплинули на ріст рослин, підвищивши схожість, висоту та кількість стебел у кущі. Урожайність збільшилася на 2,6 т/га у варіанті з МікоХелп та на 3,1 т/га — у варіанті з ФітоХелп.

У роботі є рекомендації для виробництва щодо застосування біологічного захисту як складової інтегрованої системи, що дозволяє підвищити врожайність, якість продукції та екологічність картоплі.

Ключові слова: фітофтороз, альтернаріоз, біологічні препарати, врожайність, якість продукції, екологічність, картопля.

ABSTRACT

Kanevets Andrii Oleksandrovyh

USE OF BIOPESTICIDES ON POTATO PLANTINGS UNDER THE CONDITIONS OF SUMY REGION

162 Biotechnology and Bioengineering

SUMYNSK NATIONAL AGRICULTURAL UNIVERSITY

Sumy – 2025

The master's thesis investigates the effectiveness of biological preparations MycoHelp and PhytoHelp. The relevance of the study is determined by the growing harmfulness of fungal diseases and the need to implement environmentally friendly plant protection methods.

The study a detailed description of the climatic conditions of the years 2024–2025, which were unfavorable due to severe moisture deficit (HTC 0.50 and 0.36). Their influence on disease development is analyzed. The thesis also includes the biological characteristics of potato plants, information about the farm, the description of the biological preparations, and the research methodology, including disease assessment using the Ukrainian Institute of Plant Protection scale.

Experimental results show that the use of MycoHelp and PhytoHelp significantly reduced the development and spread of diseases—by 2.3 to 3.5 times compared to the control. The biological preparations improved plant growth characteristics, including germination rates, plant height, and the number of stems per plant. Yield by 2.6 t/ha with MycoHelp and by 3.1 t/ha with PhytoHelp.

The thesis provides practical recommendations for agricultural production regarding the implementation of biological plant protection agents as part of an integrated system to improve yield, product quality, and environmental safety.

Key words: late blight, early blight, biological preparations, yield, product quality, environmental safety, potato.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ХВОРОБИ КАРТОПЛІ ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З НИМИ	9
РОЗДІЛ 2. ОПИС УМОВИ ТА МЕТОДИК ЗДІЙСНЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1. Особливості розвитку фітофторозу та альтернаріозу залежно від погодних умов 2024–2025 рр	19
2.2. Склад і механізми дії досліджуваних біофунгіцидів.	22
2.3. Методика штучного зараження рослин картоплі збудниками фітофторозу та альтернаріозу	26
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	30
3.1. Аналіз показників росту та розвитку рослин картоплі залежно від передпосадкової та вегетаційної обробки біопрепаратами	30
3.2. Поширення та інтенсивність розвитку фітофторозу і альтернаріозу за застосування біопрепаратів	32
3.3 Вплив біопрепаратів на урожайність бульб картоплі	36
3.4. Якісні показники бульб картоплі залежно від застосування біопрепаратів	37
РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСЛІДЖЕНЬ	41
4.1. Енергетична оцінка вирощування картоплі за використання біологічних препаратів	41
4.2. Економічна ефективність досліджень	43
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ ТА БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ	46
5.1. Біологічні фунгіциди як інструмент екологізації агровиробництва	46
5.2. Порівняння екологічних наслідків застосування хімічних і біологічних препаратів	47
5.3. Екологізація виробництва та розвиток ринку біопродукції в Україні	47
ВИСНОВКИ	50
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52
ДОДАТКИ	58

ВСТУП

Картопля є однією з ключових сільськогосподарських культур завдяки широкому спектру напрямів використання. Бульби цієї культури вирізняються високою поживністю, що зумовлює їх важливість як у харчуванні людини й тварин, так і у формуванні живильного середовища для різних груп мікроорганізмів – збудників хвороб різної природи [1, 3].

Багато патогенів, що спеціалізуються на ураженні картоплі, розпочинають розвиток інфекційного процесу під час періоду активного росту та розвитку рослин у полі, а надалі можуть продовжувати свою шкідливу дію вже на етапі зберігання врожаю. Додатковою проблемою є накопичення інфекційного початку у ґрунті за умови тривалого вирощування картоплі в монокультурі або недотримання сівозміни. У таких умовах патогени здатні зберігати життєздатність протягом тривалого часу та спричиняти розвиток масових спалахів хвороб (епіфітотій) [1, 3, 8].

На сучасному етапі основний акцент у регулюванні чисельності шкідливих організмів робиться на використанні хімічних засобів захисту рослин. Проте надмірне застосування пестицидів негативно впливає на екосистеми, а також становить потенційну загрозу для здоров'я населення [2, 3, 12].

Актуальність теми дослідження. Одним із шляхів зменшення пестицидного навантаження є впровадження органічних технологій, де ключову роль відіграє застосування мікробіологічних засобів і регуляторів росту, здатних підвищувати стійкість рослин до шкідливих організмів, у тому числі збудників грибних хвороб. Біологізація виробництва передбачає раціональне використання природної родючості ґрунту, внесення сидератів, органічних добрив, біопрепаратів, а також врахування кліматичних особливостей регіону, що в комплексі сприяє підвищенню продуктивності культури [3, 7, 10].

Метою роботи було оцінити ефективність застосування біопрепаратів у боротьбі з найпоширенішими грибними хворобами картоплі – фітофторозом та

альтернаріозом.

Основні завдання дослідження:

- – оцінити зміни у розвитку та інтенсивності росту картопляних рослин сорту Рів'єра в умовах північно-східного Лісостепу під дією різних біопрепаратів;
- визначити їх ефективність щодо обмеження поширення та розвитку *Phytophthora infestans* і *Alternaria solani*;
- встановити урожайність та якість бульб залежно від норми й способу внесення препаратів у систему захисту;
- провести розрахунки економічної та енергетичної доцільності вирощування картоплі із застосуванням біологічних засобів.

Об'єкт і предмет дослідження Об'єктом виступали рослини картоплі, патогени *Phytophthora infestans* та *Alternaria solani*, а також біологічні препарати.

Предметом дослідження був вплив біопрепаратів на інтенсивність розвитку та ступінь поширення фітофторозу й альтернаріозу.

Методи дослідження. У процесі підготовки кваліфікаційної роботи було використано обширний спектр наукових підходів і прийомів: аналітичні, візуальні, польові та лабораторно-польові підходи, вимірювально-вагові методики, а також математично-статистичний аналіз, необхідний для опрацювання експериментальних даних.

Практична цінність Отримані результати можуть слугувати рекомендацією для впровадження у виробництво як складова системи захисту органічної картоплі від фітофторозу та альтернаріозу, сприяючи одержанню екологічно безпечної продукції.

Структура кваліфікаційної роботи включає вступ, огляд літературних джерел, програму дослідження, опис умов проведення експериментів і методики, результати експериментальних досліджень, висновки, рекомендації для впровадження у виробництво, містить 5 розділів та 9 таблиць а також перелік використаних 54 джерел. Загальний обсяг становить 51 сторінка.

РОЗДІЛ 1

ХВОРОБИ КАРТОПЛІ ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З НИМИ

(Огляд літератури)

Серед широкого спектра вирощуваних в Україні культур картопля протягом багатьох років утримує провідні позиції, і недаремно її часто називають «другим хлібом». Це пояснюється не лише обсягами вирощування, а й високою харчовою цінністю: усього один кілограм її бульб забезпечує організм людини добовою нормою вітаміну С, а також значною часткою вітамінів групи В, мікроелементів, зокрема заліза. Крім того, бульби картоплі містять більшість незамінних амінокислот — вісім із дев'яти, необхідних для людини [4, 17–19].

За показниками виходу поживних речовин із одиниці площі картопля істотно випереджає багато інших культур. З одного гектара плантації можливо отримати у два-чотири рази більше цінних речовин, ніж із посівів жита чи ячменю, що додатково підкреслює її аграрне значення [3, 519].

Висока концентрація поживних компонентів у бульбах робить картоплю придатною не лише для харчування, а й для розвитку патогенних організмів різної природи. Саме тому вона часто уражується збудниками хвороб, які негативно впливають на ріст, форму та функціональний стан рослини. Патогенний процес супроводжується морфологічними змінами, серед яких — затримка росту, карликовість, порушення пігментації, формування гіпертрофованих утворень: галів, наростів, пухлин. Поряд із цим спостерігаються й патофізіологічні зміни: погіршується регуляція водного режиму, уповільнюється фотосинтез, змінюється інтенсивність дихання, а також порушуються білковий і вуглеводний обміни [13, 25].

Більшість патогенів, які заражають картоплю під час вирощування, зберігаються в бульбах і згодом стають основним джерелом інфекції на наступний сезон. Процес інфікування може тривати не лише протягом вегетації, але й у період зберігання врожаю. Додатковою проблемою є те, що

низка збудників може тривалий час існувати у ґрунті у вигляді різних структур виживання, накопичуючись у ньому та зберігаючи життєздатність протягом багатьох років, що створює передумови для повторного ураження рослин у наступні сезони [16, 33].

У сучасному рослинництві найпоширенішим способом стримування чисельності шкідливих організмів досі залишається в застосування хімічних засобів охорони рослин. Проте надмірне застосування таких препаратів має низку суттєвих недоліків: вони забруднюють довкілля, негативно впливають на стан ґрунтів, а також можуть становити потенційну небезпеку для здоров'я людини. Саме тому зростає інтерес до альтернативних методів захисту рослин, зокрема до застосування біологічних препаратів і регуляторів росту, які підсилюють природну стійкість культур до патогенів. Комплекс заходів, спрямованих на захист картоплі від шкідливих організмів, включає не лише підбір оптимальних препаратів, а й якісну підготовку посадкового матеріалу, дотримання принципів сівозміни, використання сортів, що відзначаються підвищеною стійкістю до хвороб, правильний вибір схеми висаджування та впровадження біологічних засобів захисту. Загальна концепція біологізації землеробства ґрунтується на раціональному використанні природних ресурсів — родючості ґрунту, кількості опадів, властивостей локальних ґрунтово-кліматичних умов. Такі фактори здатні істотно впливати на рівень урожайності без необхідності масового залучення хімічних речовин. Серед альтернативних джерел живлення рослин все більшого поширення набувають органічні добрива та біологічні компоненти: сидеральні культури, рослинні рештки, солома, перегній, а також мікробіологічні препарати, що прискорюють розкладання органічної маси та відновлюють структуру ґрунту [6, 7, 15, 23, 31].

Оскільки картопля є одним із ключових продуктів харчування, її вирощування потребує мінімізації використання хімічних речовин. Тому особливого значення набуває застосування імуностимуляторів, органічних добрив і біопрепаратів, що сприяють отриманню безпечної та екологічно чистої продукції [24, 30, 32].

Подібно до інших сільськогосподарських культур, картопля може уражуватися різними хворобами, які за своєю природою поділяють на інфекційні та неінфекційні. Першу групу спричиняють патогенні організми — бактерії, гриби, віроїди, віруси, нематоди, актиноміцети, мікоплазми і рикетсії. Більшість патогенів потрапляє до рослинного організму або з інфікованим посадковим матеріалом, або ж проникає крізь будь-які фізичні травми, що виникли. Неінфекційні захворювання пов'язані з несприятливим впливом абіотичних чинників: дефіцитом або надлишком поживних речовин, різкими коливаннями температури, порушенням вологості ґрунту та повітря тощо. Часто саме такі негаразди створюють передумови для подальшого проникнення інфекційних агентів, які швидко заселяють ослаблену рослину. Кожен із патогенів формує свій специфічний комплекс симптомів, що дозволяє ідентифікувати хворобу [13, 38].

Щодо хвороб картоплі інфекційного характеру, то перевага, безумовно, надається грибовим збудникам. До найпоширеніших мікозів належать фузаріоз, парша, ризоктоніоз, фомоз, а також такі небезпечні та щороку присутні в посівах захворювання, як альтернаріоз і фітофтороз. Саме ці дві хвороби зазвичай проявляються і в польових умовах, і під час зберігання врожаю, забезпечуючи їм провідне місце серед економічно значущих патогенів картоплі [34, 43].

Фітофтороз, спричинений ооміцетом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, є однією з найбільш шкідливих хвороб картоплі. У науковій та популярній літературі його часто називають фітофторою, картопляною хворобою, картопляною гниллю або картопляною пліснявою. Хвороба сягнула Європи завдяки посівному матеріалу, що прибув із Південної Америки на зламі XVIII та XIX століть, після чого поширилося надзвичайно швидко, і протягом кількох десятиліть охопило майже всі європейські країни. Перші згадки про поширення фітофторозу на землях, які нині складають Україну, з'явилися у десяти роки дев'ятнадцятого століття. На сьогодні це захворювання фіксують практично у всіх місцевостях, де картоплю, культивують, і щорічні втрати

урожаю бульб можуть досягати 25–60 %. Постійне вирощування культури на тих самих полях, зміни кліматичних умов, мутації патогена та інші фактори сприяють регулярній появі хвороби [9, 37].

Основна шкода від фітофторозу пов'язана з ураженням вегетативної маси рослин, що зменшує площу листової поверхні, активну у фотосинтезі та асиміляції. Це безпосередньо впливає на фізіолого-біохімічні процеси картоплі, включаючи формування бульб. Уражені рослини формують менше бульб, і більшість із них належить до дрібної фракції, що погіршує якість врожаю [38, 46, 47].

Рівень шкодочинності патогена визначається рядом факторів: стійкістю сорту до збудника, часом появи первинних ознак хвороби, технологією вирощування, а також умовами збирання, транспортування та зберігання. Одночасно критично важливими залишаються температурні та вологісні режими протягом вегетації, а також обсяг і ефективність застосованих захисних заходів [39, 49].

Серед найважливіших складових поширення фітофторозу є використання зараженого посадкового матеріалу. Дослідження показують, що навіть наявність 1 % бульб, уражених *Phytophthora infestans*, у партії насіння може спричинити зникнення до 10 % врожаю, тоді як 5 % уражених бульб здатні викликати зниження врожайності на 20 % і більше. Перші ознаки захворювання зазвичай проявляються під час фази бутонізації. Патоген уражує не лише листки та стебла, а й бульби, бутони та ягоди. У тих органах, що потерпіли, з'являються розпливчасті бурі плями, а за вологої погоди на межі здорових і заражених тканин формується характерний білий, як павутиння, наліт, що є результатом конідіального спороношення грибка [10, 13, 30].

Ураження клубнів фітофторозом суттєво сприяє процесу інфікування сапрофітними мікроміцетами, що, своєю чергою, погіршує зберігання та товарність урожаю. Способи перезимівлі патогена визначають розмір первинного інфекційного запасу у полі на наступний сезон. Найчастіше, збудник той залишається уражених бульбах та рештках рослин, а також здатний

перебувати у вигляді міцелію, конідій, ооспор або ж інших його форм. Крім того, патоген здатний виживати на інших пасльонових культурах, що ускладнює контроль його поширення. В Україні статевий процес *P. infestans*, який веде до утворення ооспор, був зафіксований лише наприкінці ХХ століття. Цей механізм виживання сприяв більш ранньому прояву хвороби, швидшому накопиченню інокулюму в ґрунті та підвищенню ймовірності епіфітотій за сприятливих погодних умов [22, 50].

Набір заходів, спрямованих на профілактику та боротьбу з фітофторозом, включає підбір стійких сортів та застосування висококласного посадкового фонду, регулярний нагляд за зростаючими культурами з урахуванням регіональних особливостей, а також своєчасне знищення первинних вогнищ інфекції. Реалізація цих заходів є ключовою умовою ефективного обмеження поширення хвороби [9, 13, 43].

У системі заходів захисту картоплі від фітофторозу ключове значення мають як агротехнічні, так і фітосанітарні методи. До таких заходів відносять обов'язкове весняне сортування та перебирання насінневого матеріалу, знищення уражених рослинних решток, дезінфекцію складів і тари для зберігання, а також сортування бульб перед закладанням на зберігання. Своєчасне підгортання картоплі забезпечує захист молодих бульб від зараження: шар ґрунту товщиною до 15 см зменшує ймовірність потрапляння конідій та зооспор із бадилля разом із дощовою або поливною водою [34, 42, 48].

Хімічний метод захисту нині залишається найбільш доступним і економічно виправданим, проте поширення резистентних форм *Phytophthora infestans* зумовлює потребу у використанні багатокомпонентних препаратів та бакових сумішей із різними механізмами дії. У зв'язку з цим усе частіше застосовують біологічні засоби захисту, які дозволяють отримувати екологічно чисту продукцію. При цьому формування стійких до біопрепаратів штамів у патогена не спостерігається, що робить можливим їх багаторазове та тривале використання [12, 21, 36, 44].

Ще одним поширеним грибним захворюванням картоплі під час вегетаційного періоду є альтернаріоз, який викликають гриби **Alternaria solani** Sor. un **Alternaria alternata** Keis. Укупі з фітофторозом, ця недуга здатна призводити до значних втрат врожаю. Найбільш сприятливими умовами для розвитку альтернаріозу є спекотна та суха погода, за якої потенційні втрати врожайності можуть сягати до 50 %. Перші ознаки хвороби зазвичай з'являються на початку бульбоутворення, уражаючи паростки, листки, стебла та бульби.

Розрізняють дві форми альтернаріозу: ранню та пізню суху плямистість. Перші ознаки сухої плямистості на листках помітні вже перед початком цвітіння у вигляді чітко окреслених темно-бурих округлих плями, що сягають 1,5 сантиметрів у діаметрі, й мають виразний візерунок із концентричних кіл. На поверхні плям може формуватися тонкий чорний наліт, що відображає розвиток міцелію щодо розповсюдження збудника. Як тільки настає сухий період, уражені ділянки, як правило, некротизується та руйнується. На стеблах проявляються подовжені темно-бурі плями з концентричними зонами та темно-сірим або чорним шаром міцелію. Уражені бульби зазвичай мають тверді, бурі або темно-сірі, злегка вдавлені плями, на поверхні яких видно наліт міцелію та спороношення патогена [8, 16, 43].

Зазвичай, пізня суха плямистість з'являється на листках наприкінці фази цвітіння. Вона проявляється у вигляді невеликих округлих темно-бурих плям із характерним оливковим нальотом. Листки, сильно уражені хворобою, за сухої погоди можуть скручуватися дольками догори, набуваючи форми, схожої на човник. У порівнянні з первинним виглядом, уражені ділянки не мають концентричних смужок. Під час утримання на зберіганні, уражені бульби можуть зазнавати додаткового гниття через вторинне ураження іншими грибними патогенами [13, 25].

Гриби роду *Alternaria* виокремлюють мікотоксини, які мають вплив на пігментацію листової тканини та призводять до її знебарвлення.

На розвиток збудника істотний вплив мають температура та вологість.

Оптимальні умови для того, щоб конідії проросли, формують температуру повітря від +22 до +26 °С та наявність рідинної вологи на поверхні листя. Інкубаційний період триває від 2 до 14 днів, а протягом одного вегетаційного сезону збудник здатний пройти від 4 до 14 генерацій [37, 41].

Грибкове захворювання фузаріоз здатне завдавати значної шкоди кушам картоплі як під час вегетації, так і під час зберігання бульб, які здатні спричинити недобори врожаю на рівні 40 % і більше. Тому важливо розуміти причини виникнення хвороби та її розвиток, щоб успішно протидіяти поширенню інфекції.

Фузаріоз є загрозливим не лише завдяки обсягам шкоди, яку він завдає врожаю, а й через те, що прогресує він невинно: хвороба часто залишається непоміченою на ранніх стадіях. Якщо на ділянці раніше вирощувалася уражена картопля, грибковий міцелій може зберігатися у ґрунті протягом кількох років, що обмежує можливість вирощування овочів на цій ділянці до 5–7 років.

Збудником фузаріозу є грибок *Fusarium oxysporum*. Зазвичай захворювання розвивається під впливом кількох патогенних факторів. Найчастіше грибок потрапляє у рослину через механічні пошкодження бульб: забиття, порізи, переломи або ураження шкідниками, такими як дротяники, капустянки та нематоди. Отже, коли ви збираєтеся садити або обробляти кущі та збирати врожай картоплі, вкрай важливо докладати зусиль, аби уникнути пошкоджень самих бульб.

Джерелами інфекції здатні слугувати ґрунтові залишки, уражені рослинні рештки, органічні добрива, та, звісно, інфікований посадковий матеріал. Якщо не проводити превентивні обробки фунгіцидами, імовірність виникнення захворювання суттєво зростає.

Потрапивши в рослину, спори грибка активно розвиваються у судинній системі картоплі, що призводить до закупорки судин і інтоксикації кущів. Найсприятливішим періодом для початку розвитку фузаріозу вважається фаза цвітіння, коли імунітет рослини ослаблений. Поступово хвороба провокує загнивання як рослин, так і бульб, що негативно впливає на урожай і його

якість.

Ефективна стратегія боротьби з хворобами картоплі базується на комплексному поєднанні агротехнічних, селекційних та фітосанітарних заходів. До них належать підбір стійких сортів, дотримання сівозміни, правильне внесення добрив, регулярне проведення сортових і фітосанітарних прочисток, застосування хімічних або біологічних препаратів, своєчасним видаленням рослинних решток, оперативним збиранням урожаю та правильним доглядом і зберіганням бульб після збору. Контроль за розвитком хвороб повинен вестися протягом усього вегетаційного періоду — починаючи від посадки і до моменту збору продукції. При цьому важливо враховувати весь комплекс агротехнічних і захисних заходів: від ретельної підготовки та перевірки посадкового матеріалу до застосування фунгіцидів чи біопрепаратів перед закладанням бульб на зберігання. Лише комплексне, системне впровадження таких заходів забезпечує ефективний контроль захворювань та сприяє підвищенню врожайності й покращенню якості бульб [2, 7, 20].

Практичні дослідження та досвід господарств показують, що для захисту вегетативної маси картоплі від хвороб особливо ефективні хімічні засоби, які безпосередньо впливають на осередки ураження та знищують патогени, зокрема збудників фузаріозу. Водночас тривале використання одних і тих самих діючих речовин може призводити до формування стійких популяцій патогенів. Щоб запобігти виникненню резистентних штамів альтернаріозу та фітофторозу, застосування хімічних препаратів рекомендується здійснювати в рамках антирезистентної стратегії, чергуючи різні діючі речовини та механізми їх дії [26, 32, 35, 40].

Біологічні фунгіциди — це препарати, які містять корисні мікроорганізми, здатні знищувати патогенні клітини грибків та бактерій. Вони вважаються найбезпечнішими для довкілля та людини і активно застосовуються прихильниками органічного землеробства. У сучасних господарствах, що прагнуть знизити пестицидне навантаження і отримати органічну продукцію, біопрепарати включають у систему захисту картоплі від

шкідників і хвороб. Дослідження підтверджують, що їх застосування стимулює ріст і розвиток рослин, покращує засвоєння поживних речовин, зменшує шкоду від шкідників і збудників хвороб, а також підвищує якість і врожайність бульб [2, 45, 49].

З огляду на зростаючий попит на органічну продукцію, зокрема картоплю, сільськогосподарські підприємства все частіше обирають біопрепарати як засіб захисту культури від шкідливих організмів [7, 9].

Щорічні втрати врожаю бульб картоплі через хвороби зазвичай перевищують 30 %, а під час епіфітотій ці показники можуть досягати критично високих значень [1, 11, 13].

Серед грибкових захворювань, які найчастіше уражають картоплю, виділяють фітофтороз, альтернаріоз, фузаріоз, ризоктоніоз, різноманітні форми парші та суху гніль. Особливо небезпечним для культури є фітофтороз, збудником якого виступає оомікотовий гриб *Phytophthora infestans* Mont. de Bary. Симптоматика цього захворювання зазвичай з'являється вже в фазу бутонізації, уражаючи листки, стебла та бульби. Ураження фітофторозом не лише безпосередньо шкодить рослині, а й створює сприятливі умови для проникнення інших сапрофітних і паразитичних мікроорганізмів, що призводить до формування комплексних захворювань. Економічний ефект від прояву фітофторозу визначається цілим рядом чинників, серед яких — погодні умови під час вегетації, особливості агротехнології, рівень стійкості сорту та ефективність системи захисних заходів [8, 13–15].

Ще одним поширеним захворюванням є альтернаріоз, який спричинюють гриби *Alternaria solani* Sorauer і *Alternaria alternata* Keis. Патогени цього роду здебільшого уражають листову поверхню рослин, пригнічуючи фотосинтетичні процеси і, як наслідок, зменшуючи потенціал росту рослини. Для розвитку альтернаріозу критично важливими є оптимальні умови: температура повітря +25–26 °C та чергування сухих і вологих періодів, коли ослаблена рослина стає більш сприйнятливою до дії збудника [2, 11].

Суворе дотримання агротехнологічних вимог вирощування картоплі та

належної системи протекції аграрних культур від патогенів та шкідливих організмів є запорукою стабільного формування високих врожаїв. Використання біопрепаратів у насадженнях сприяє повному розкриттю біологічного потенціалу культури, забезпечує приріст урожайності та дозволяє отримати продукцію, безпечну для навколишнього середовища. Натомість тривале застосування хімічних фунгіцидів може призводити до накопичення залишкових діючих речовин у ґрунті та водних ресурсах, що негативно відображається на ґрунтовій мікрофлорі, ентомофауні, популяціях дощових черв'яків та стані суміжних культур [5, 11].

Системні фунгіциди здатні зменшувати чисельність азотфіксуючих та фосформобілізуєчих бактерій, погіршуючи природну родючість ґрунту. Крім того, пестициди можуть забруднювати атмосферне повітря через випаровування та потрапляти у поверхневі й підземні води під час дощів, що створює токсичні ефекти для водних організмів і опосередковано впливає на здоров'я людини [2, 8, 14].

Особливо небезпечною є резистентність збудників грибкових хвороб до хімічних препаратів. Постійне застосування фунгіцидів з однаковими діючими речовинами сприяє формуванню стійких рас *Phytophthora infestans* та *Alternaria solani*, що ускладнює контроль захворювань і змушує підвищувати дози пестицидів [9, 13].

Також хімічні залишки можуть накопичуватися в бульбах картоплі. Дослідження показали, що понад 20 % проб товарної картоплі, відібраних у різних регіонах України, містили сліди діючих речовин фунгіцидів, хоча вони й перебували в межах допустимих норм [12, 15].

Це знижує експортну привабливість продукції та створює потенційні ризики для здоров'я споживачів. У зв'язку з цим дедалі важливішим стає екологічно орієнтований підхід до системи захисту культур, що поєднує агротехнічні, селекційні та біологічні методи боротьби з хворобами та шкідниками.

РОЗДІЛ 2

ОПИС УМОВ ТА МЕТОДИК ЗДІЙСНЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Особливості розвитку фітофторозу та альтернаріозу залежно від погодних умов 2024–2025 рр.

Польові експерименти, що відповідали тематиці кваліфікаційної роботи, проводилися протягом 2024–2025 років. в умовах північно-східної частини Лісостепу України. А саме в ТОВ «МХП «Урожайна країна» входить до структури агрохолдингу Миронівський хлібопродукт (МХП). Сільськогосподарське підприємство зосереджує свою діяльність на розведенні злакових, технічних, а також городніх рослин. Розташоване у селі Пустовійтівка Роменського району Сумської області. Площа сільськогосподарських угідь становить приблизно 4–6 тис. га. Основний напрям — рослинництво з елементами інтегрованого захисту рослин, у т.ч. застосування біопрепаратів. Для захисту від грибкових хвороб (фітофтороз, ризоктоніоз, альтернаріоз) застосовують біофунгіциди,

У господарстві впроваджена зерно-просапна сівозміна, характерна для лісостепової зони:

1. Озима пшениця
2. Кукурудза на зерно
3. Соняшник
4. Соя або горох
5. Картопля (на продовольчі цілі)
6. Ячмінь ярий

Для підтримання балансу поживних речовин після збирання картоплі вносяться органічні та біологічні добрива (сидерати, компости, біопрепарати з мікоризними грибами).

Картопля займає в сівозміні 5–7 % площі. Сорти — середньоранні, високоврожайні (наприклад, *Рів'єра*, *Славянка*, *Арізона*). Грунт готують восени (оранка на 25–27 см), навесні проводять передпосівний обробіток.

Ґрунти переважно чорноземи типові та опідзолені, з високою природною родючістю, але потребують підтримання гумусу через інтенсивне використання.

Погодні умови під час вегетації картоплі відіграють важливу роль у формуванні її врожайності. Приблизна тривалість часу без заморозків складає приблизно 150–160 днів, що створює сприятливі умови для вирощування сортів із різними термінами досягання.

Як правило, весняні заморозки припиняються у третій декаді квітня, тоді як осінні — зазвичай з'являються наприкінці вересня. Виходячи з даних Роменської метеостанції, протягом сезону 2024–2025 років погодні умови, за винятком окремих незначних відхилень у деякі місяці, були досить сприятливими для повноцінного росту, розвитку та формування продуктивності картоплі.

Клімат взагалі характеризується як помірно континентальний. Середня річна температура повітря в області — приблизно +7...+8 °С. Середня температура січня — близько -6...-7 °С; липня — орієнтовно +19...+21 °С. Середньорічна кількість опадів — в межах ~550-650 мм. Значна частина опадів припадає на теплий сезон (весняно-літньо-осінній). Наприклад, для області: «максимум опадів — влітку, найменше в зимовий період». Кліматична класифікація: тип Dfb (вологий континентальний з теплим літом) для області.

Дослідження проводили в вегетаційному періоді в період 2024 та 2025 рр. Кліматичні умови північно-східного Лісостепу України мають вирішальне значення для інтенсивності розвитку грибних хвороб картоплі. Для аналізу взято дані метеостанції м. Ромни, яка обслуговує територію Пустовійтівської громади.

Протягом вегетаційного періоду 2024 року (що охоплює час від травня до серпня включно) фіксувалася середньодобова температура повітря на рівні

+20,3 °C. Це показник, що перевищує середній багаторічний рівень на 1,2 градуси Цельсія. Що ж до суми опадів за цей період склала лише 215 мм при нормі 360–380 мм. Літо 2024 — сильна спека й посуха, від чого стручки «пустіли», рослини не мали вологи для формування бобів — це головна причина падіння врожайності у 2024. Опадів випало лише 114 мм. Вегетаційний період щодо зволоження не відповідав потребам рослин сої. Нерівномірність розподілу опадів та зменшення їх кількості і перепади температур вплинули на рівень продуктивності культури. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) дорівнював 0,50, що свідчить про помірну посуху.

Такі умови обмежували розвиток *Phytophthora infestans*, оскільки для фітофторозу оптимальні показники — температура +15...+20 °C і вологість повітря понад 80 %. Натомість *Alternaria solani* за таких умов проявила високу активність, адже оптимум для її розвитку — температура +25...+28 °C і чергування сухих і вологих періодів [12, 15]. Перші симптоми альтернаріозу відмічали вже у фазі бутонізації, тоді як фітофтороз з'явився лише наприкінці цвітіння і мав слабку інтенсивність.

Рік 2025 — мікс проблем: аномально тепла зима та рясні дощі в деяких періодах, які затримували посадку й ускладнювали роботу техніки. В поточному році травень місяць був з помірно теплою погодою, і розпочався з дощів. Однак, попри опади, температура повітря не знижувалася, а навпаки, піднімалася. У деякі дні термометри фіксували майже літні значення.

Утворення бульб проходило також в умовах стресу, що не могло не позначитися на реалізації продуктивності. Протягом літнього періоду нараховувалося лише 13 днів із опадами. Загальна кількість активних температур, вища за +10°C за літо, склала 2392,6°C, тоді як багаторічний показник становив 1790°C. Високі температури та суховії спричиняли перегрів рослин, що призводило до формування мілких бульб. Це обмежило можливість реалізувати потенціал продуктивності досліджуваного сорту в цьому році. Кількість опадів у травні–серпні — лише 160 мм, середня температура +21,5 °C.

У підсумку загальна урожайність була не високою. ГТК протягом усього вегетаційного періоду склав 0,36, це вказує на розвиток інтенсивної посухи.

За таких умов розвиток *Phytophthora infestans* був практично пригнічений, виявляли лише поодинокі осередки інфекції на нижніх листках у липні. Проте *Alternaria solani* у 2025 році проявилася раніше і більш інтенсивно, ураження листкової поверхні на контрольному варіанті досягало 35–40 %, тоді як у варіантах з біопрепаратами цей показник не перевищував 12–15 %.

Таким чином, погодні умови обох років характеризувалися нестачею вологи, що сприяло розвитку альтернаріозу і стримувало фітофтороз. За таких кліматичних умов біопрепарати проявили себе не лише як фунгіцидні, а й як антистресові засоби, стимулюючи фізіологічну стійкість рослин до посухи.

2.2. Склад і механізми дії досліджуваних біофунгіцидів.

Для оцінки ефективності біопрепаратів у контролі мікозних захворювань картоплі застосовували засоби, виготовлені компанією «БТУ-Центр». ТОВ «БТУ-Центр» (BTU-Center) — українська науково-виробнича компанія, що спеціалізується на розробці та виробництві мікробних і ферментних біопрепаратів для захисту і живлення рослин. Підприємство засноване наприкінці 1990-х — на сторінці компанії та у довідкових джерелах вказується, що історія підприємства почалася з авторських розробок у 1999 році; сьогодні BTU-Center позиціонується як один із провідних вітчизняних виробників біопрепаратів для сільського господарства [51, 52].

Штаб-квартира і представництво компанії розташовані в Київській області (с. Софіївська Борщагівка, вул. Академіка Амосова), де розміщено адміністративні і маркетингові служби; на сайті вказані контактні дані та служба підтримки.

Асортимент компанії включає біофунгіциди, біопрепарати для обробки насіння і ґрунту, мікоризні продукти, біостимулятори і «деструктори» рослинних решток. BTU-Center активно просуває і комерціалізує власні торгові

назви (зокрема «МікоХелп», «ФітоХелп»), співпрацює з агровиробниками в Україні та має дистриб'юторів у регіонах [51, 52].

Цікавий факт в тому, що: компанія сформувала власну лінійку препаратів на основі *Trichoderma spp.* та *Bacillus*-штамів, що дозволило запропонувати комбінації антагоністів і стимуляторів росту — підхід, який зробив їхні продукти помітними на українському ринку біопрепаратів. Це підвищило впізнаваність бренду серед господарств, що переходять до біологізованих технологій [50].

Склад і механізми дії препаратів МікоХелп та ФітоХелп для контролю фітофторозу та альтернаріозу наведено нижче та в таблиці 2.1.

МікоХелп містить сапрофітні гриби роду *Trichoderma* (антагоністи грибних патогенів) і супровідні бактерії (*Bacillus subtilis*, *Azotobacter* тощо), що забезпечує пряме пригнічення патогенів (конкуренція, мікроколонізація, продукування антиферментів та ферментів) і стимуляцію росту рослин. ФітоХелп — концентрована суміш штамів *Bacillus subtilis* з високим титром КУО, біологічно-активними продуктами життєдіяльності (ліпопептиди, ферменти) та мікро-/макроелементами. Інформація про склад і рекомендації до застосування наведена в довідкових матеріалах компанії та в картках продуктів.

Біофунгіцид МікоХелп (розчин, Жива Земля) є природним біопрепаратом, що використовується для профілактики та лікування широкого спектра хвороб картоплі, включно із судинними та слизовими бактеріозами, альтернаріозом, аскохітозом, різоктоніозом, корневими гнилями, чорною ніжкою та фітофторозом.

Препарат діє комплексно: він не лише гальмує розвиток патогенних грибів і бактерій, але й стимулює біологічну активність ґрунту, сприяє утриманню вологи, розширює площу поглинання поживних речовин, стимулює ріст кореневої системи та допомагає рослинам долати стресові фактори, пов'язані з різкими коливаннями температури та посухою.

Основу МікоХелпу становлять мікроскопічні сапрофітні гриби родини *Trichoderma* (зокрема *Trichoderma lignorum* та *Trichoderma viride*), дружні

культурним рослинам, які проникають у корінь і формують ендомікоризу. Це покращує імунітет рослин, підвищує засвоєння поживних елементів та ефективність боротьби зі збудниками хвороб. Під час свого розвитку гриби триходерми синтезують численні антибіотики, що руйнують клітинні стінки фітопатогенів, а також речовини, які стимулюють ріст рослин. *Trichoderma* здатна пригнічувати активність понад 60 видів патогенів.

Крім грибів, до складу МікоХелпу входять бактерії *Bacillus subtilis*, які виступають антагоністами як грибкових, так і бактеріальних збудників, забезпечуючи додатковий захисний ефект для культури, мають широку антимікробну активність проти різних грибів і оомікетів; є доказова база їхньої здатності пригнічувати *Alternaria* spp. і знижувати інфекційний тиск у польових умовах. Крім того, *Bacillus* стимулює системну індуковану стійкість рослин (ISR), що підвищує загальну резистентність картоплі;

- *Enterococcus* – анаеробні молочнокислі бактерії, здатні синтезувати амінокислоти та інші біологічно активні сполуки, що пригнічують ріст та розвиток патогенних мікроорганізмів у ґрунті;

- *Azotobacter* – мікроорганізми, які фіксують атмосферний азот, збагачують ґрунт біологічним азотом і одночасно забезпечують рослини необхідними вітамінами та фітогормонами;

- *Enterobacter* – аеробні бактерії, що трансформують важкодоступні для рослин форми калію та фосфору у легкозасвоювані сполуки, виробляють біопротектори, фіксують атмосферний азот та пригнічують розвиток збудників хвороб.

- *Trichoderma* діє кількома шляхами: прямий антагонізм (мірелювання/паразитизм міцелію патогена), продукування протеолітичних і хітинолітичних ферментів, β -1,3-глюканаз, і летких та нелетких метаболітів, що пригнічують розвиток патогенів. Дослідження показують, що певні штами *Trichoderma* ефективно знижують ріст і інфікування *Phytophthora* spp. у польових та захищених умовах.

Фітохелп, що випускається у формі суспензії, є біологічним засобом з фунгіцидним ефектом. Також це біопрепарат, який має антимікробні та рістстимулюючі властивості. Це БІОзнищувач для бактеріальних захворювань!

Біопрепарат забезпечує комплексний захист рослин від широкого спектра збудників як бактеріальних, так і грибних захворювань. Серед бактеріальних патогенів виділяють такі роди, як **Pseudomonas**, **Xanthomonas** та **Erwinia**, тоді як грибкові хвороби представлені такими недугами, як кшталт фітофторозу, борошнистої роси, іржі, парші, кокомікозу, макроспоріозу, ризоктоніозу, несправжньої борошнистої роси (пероноспорозу), бурої плямистості, гнилей кореневої системи та плодів, фузаріозу, аскохітозу, фомозу, церкоспорозу, вертицильозу та, завершуючи перелік, плісняви. Препарат також сприяє підвищенню врожайності культур, покращенню якісних показників продукції та надає антистресову підтримку рослинам у несприятливих умовах.

Призначення та методи використання: Протруювання посівного матеріалу перед висіванням; Замочування кореневої системи розсади городніх культур перед перенесенням у ґрунт; Опрыскування (кроплення) вегетуючих рослин у процесі їхнього росту. [11, 27–29].

Вибір цих препаратів у дослідженні є обґрунтований тим, що комбіноване застосування препаратів на основі *Trichoderma* (мікробіологічний контроль ґрунту і біологічний захист коренів) і *Bacillus* (обробки по вегетації — листкова дія, системна стимуляція) дає синергічний ефект: зниження інфекційного фону в ґрунті (джерело інфекції для бульб), а також захист надземної маси та стимуляція імунітету під час періодів ризику. Саме ця логіка лежала в основі обрання схем: обробка бульб (створення «чистішого» посадкового матеріалу) + тричі по вегетації (профілактика й пригнічення спалахів) [54]. Офіційні картки «МікоХелп» та «ФітоХелп» саме рекомендують подібні схеми (табл. 2.1).

Препарати ВТУ-Center мають додаткові переваги, перш за все це екологія та стійкість. Вони не містять синтетичних системних фунгіцидів і не дають довготривалих токсичних залишків у ґрунті/урожає, що важливо для отримання

екологічно чистої продукції й запобігання формуванню резистентності у патогенів. Це відповідає загальній меті біологізації систем захисту в господарстві.

Таблиця 2.1

Характеристика біопрепаратів

Характеристика	Біопрепарати	
	Фітохелп, р.	МікоХелп, р.
Призначення препарату	Пригнічення фітопатогенів, підвищення врожайності	Пригнічення фітопатогенів, підвищення врожайності
Основна діюча речовина	Концентрована суміш бактерій <i>Bacillus subtilis</i> ,	Мікроорганізми, такі як бактерії <i>*Bacillus subtilis*</i> , <i>*Azotobacter*</i> , <i>*Enterobacter*</i> , <i>*Enterococcus*</i> , а також гриби з роду <i>*Trichoderma*</i>
Шкідливий об'єкт застосування	Фітофтороз, альтернаріоз	Фітофтороз, альтернаріоз
Спосіб застосування	Обробка бульб 0,5–1 л/т Обприскування рослин 1,0–1,5 л/га	Обробка бульб 0,5–1 л/т Обприскування рослин 1,0–1,5 л/га
Кратність обробок	3–4	3–4
Препаративна форма	Розчин	Розчин

2.3. Методика штучного зараження рослин картоплі збудниками фітофторозу та альтернаріозу

Для проведення дослідження використовували картопляні насадження, які були уражені фітофторозом та альтернаріозом. Щоб створити контрольований інфекційний фон, рослини спеціально заражали відповідними збудниками — *Phytophthora infestans* для фітофторозу та *Alternaria solani* для альтернаріозу.

Методика зараження ґрунтувалася на поєднанні штучного інокуляційного навантаження та сприяння природним умовам розвитку патогенів.

Інокулят збудника *Phytophthora infestans* отримували шляхом вирощування культури гриба на середовищі вівсяного агару протягом 10 діб при температурі +20...+22 °С. З поверхні культур зішкрібали конідіальне

спороношення у стерильну воду, отримуючи суспензію з концентрацією 5×10^4 спор/мл.

Збудник *Alternaria solani* культивували на картопляно-глюкозному агарі протягом 7–10 діб при $+25$ °С. Після утворення спороносного шару спори змивали стерильною водою до утворення робочої суспензії з концентрацією 3×10^5 спор/мл.

Інфікування рослин здійснювали двома способами:

1. Перед посадкою бульби обприскували суспензією *Phytophthora infestans* і *Alternaria solani* до рівномірного змочування поверхні, після чого висушували у тіні. У дослідних варіантах (1 і 2) перед посадкою проводили обробку біопрепаратами:

- варіант 1 – МікоХелп (1,0 л/т бульб);
- варіант 2 – ФітоХелп (1,0 л/т бульб).

2. Під час вегетації, для посилення зараження контрольних ділянок у фазі початку бутонізації проводили обприскування водною суспензією збудників фітофторозу й альтернаріозу, використовуючи 500 мл інокуляту на 10 м^2 площі.

Схема досліду включала такі варіанти обробки:

- МікоХелп: передпосівна обробка бульб препаратом у нормі 1,0 л/т та триразове обприскування по вегетації з нормою 1,5 л/га;
- ФітоХелп: передпосівна обробка бульб препаратом у нормі 1,0 л/т та триразове обприскування по вегетації з нормою 1,5 л/га;

Дослідження проводили на середньоранньому сорті картоплі Рів'єра. Обприскування насаджень біопрепаратами виконували при появі перших ознак захворювання (початок бутонізації), а повторні обробки здійснювали з інтервалом 14 днів після попередньої.

Для оцінки поширення та розвитку фітофторозу й альтернаріозу проводили візуальні обліки на 7, 14 та 21 день після першого обприскування. Результати визначали у відсотках за шкалою поширення та інтенсивності хвороби відповідно до методики Українського інституту захисту рослин [7, 13].

Обліки ураження рослин картоплі фітофторозом (*Phytophthora infestans*) та альтернаріозом (*Alternaria solani*) проводили візуально за методикою Українського інституту захисту рослин [7, 13].

Облік ураження картоплі грибними хворобами (фітофтороз, альтернаріоз) проводять візуально у фази бутонізації, цвітіння та початку відмирання бадилля, тричі за вегетацію.

1. Поширення хвороби (R, %). Для визначення поширення хвороб обліковували 100 рослин на кожному варіанті та підраховували кількість уражених. Такий розрахунок показує, наскільки велика частка рослин уражена на дослідній ділянці, тобто поширення звороб (R, %)

Поширення визначали у відсотках за формулою $R = a \times 100/n$,

де a — кількість уражених рослин,

n — загальна кількість обстежених.

Інтенсивність розвитку хвороб визначали за п'ятибальною шкалою: 0 балів — рослина залишалася здоровою; 1 бал — ураження становило 1–5 % листкової поверхні; 5 балів — ураження перевищувало 50 % листкової площі. (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2.

Шкала характеристики ураження рослин

Бал	Характеристика ураження	Орієнтовна частка ураженої поверхні, %
0	Рослина здорова	0
1	Уражено поодинокі плями	1–5
2	Уражено до 10 % листкової поверхні	6–10
3	Уражено 11–25 % листкової поверхні	11–25
4	Уражено 26–50 % листкової поверхні	26–50
5	Уражено понад 50 % листкової поверхні	>50

2. Розвиток хвороби (Rp, %). Відображає ступінь ураження рослин, тобто яку частину листкової поверхні зруйнував патоген. Визначається за бальною

шкалою у полі і показує, наскільки велика частка рослин уражена на дослідній ділянці.

Розраховується за формулою: $R_p = \Sigma(a_i \times b_i) / (n \times 5) \times 100$ де:

- a_i — кількість рослин з певним балом,
- b_i — відповідний бал,
- n — загальна кількість рослин,
- 5 — максимальний бал.

Обліки проводили тричі за вегетацію: у фазі бутонізації, на початку цвітіння та перед відмиранням бадилля.

Дослідні ділянки площею 25 м² розташовувалися рандомізовано та повторювалися чотири рази. Експеримент проводили на картоплі сорту Рів'єра, при цьому попередньою культурою на полі був овес.

Урожайність визначали по всій площі кожної облікової ділянки, результати перераховували у т/га. Отримані дані обробляли статистично з використанням прикладного програмного забезпечення за методом дисперсійного аналізу [14].

Висновки до розділу свідчать, що для створення інфекційного фону застосовували штучне зараження суспензіями *Phytophthora infestans* і *Alternaria solani*, що дозволило оцінити ефективність біопрепаратів у природно-контрольованих умовах.

Клімат 2024 і 2025 рр. характеризувався дефіцитом вологи (ГТК = 0,50 і 0,36), що зменшувало розвиток фітофторозу, але сприяло поширенню альтернаріозу.

Біопрепарати *МікоХелп* і *ФітоХелп* проявили фунгіцидну та антистресову дію, зменшуючи ступінь ураження листків у 2–3 рази порівняно з контролем.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Як уже зазначалося, фітофтороз та альтернаріоз є основними грибними хворобами картоплі, особливо у період вегетації, і за сприятливих умов навколишнього середовища здатні завдавати значних втрат врожаю. Одним із пріоритетних завдань сучасного рослинництва є отримання продукції, яка відповідає критеріям екологічної чистоти. Враховуючи, що ці захворювання уражують картоплю майже щороку, окрім кількох обробок проти колорадського жука, необхідно систематично захищати насадження й від фітофторозу та альтернаріозу.

Відомо, що основним джерелом інфекції збудників є посадковий матеріал та ґрунт, у яких патогени зберігаються як у вигляді спор статевого та безстатевого розмноження, так і через різні форми міцелію. Саме тому метою проведених спеціальних експериментів було дослідження впливу біологічних препаратів, які вносилися у ґрунт та застосовувалися для обробки насінневих бульб, на ріст і розвиток рослин картоплі на ранніх етапах органогенезу.

2.1. Аналіз показників росту та розвитку рослин картоплі залежно від передпосадкової та вегетаційної обробки біопрепаратами.

У результаті проведених досліджень встановлено, що використання біопрепаратів фірми «БТУ-Центр» позитивно вплинуло на основні морфологічні показники рослин картоплі. По варіантах досліду проведено визначення основних біометричних показників розвитку картоплі (табл. 3.1.). Усі варіанти з біологічними засобами перевищували контроль за схожістю, висотою рослин та кількістю стебел у кущі.

Було встановлено, що внесення біопрепаратів сприяє збільшенню польової схожості рослин на 4,0–5,1 % у порівнянні з контролем. Застосування біопрепаратів сприяло підвищенню схожості, що свідчить про позитивний вплив мікробіологічних препаратів на проростання та початковий розвиток

бульб. Найвищий показник спостерігали у варіанті з *ФітоХелп*, де схожість зросла на **5,1 %** порівняно з контролем. Це може пояснюватися активізацією фізіологічних процесів у бульбах під дією *Bacillus subtilis* та біологічно активних метаболітів препарату.

Що стосується висоти рослин картоплі сорту Рів'єра, вона варіювала в межах 51,7–54,1 см залежно від обраного варіанту дослідження. Використання біопрепаратів спричинило зростання висоти рослин на 2,1–2,4 см. У варіанті з *ФітоХелп* надбавка була найбільшою (+2,4 см), що становить близько **4,6 %** відносно контролю. Це свідчить про стимуляцію ростових процесів, посилення синтезу фітогормонів (ауксинів, цитокінінів), покращення засвоєння елементів живлення та зменшення стресового впливу хвороб у період формування вегетативної маси.

Таблиця 3.1.

Вплив біопрепаратів на показники росту і розвитку рослин картоплі

(2024–2025 рр)

Варіант дослідження	Схожість, %		Висота рослин, см	Висота рослин, см +/- см	К-сть стебел у кущі, шт	К-сть стебел у кущі, шт +/- шт (%)
	%	+/- %				
Контроль	93,2	-	51,7	-	5,2	-
Обробка бульб МікоХелп + 3-разова обробка МікоХелп по вегетації	97,2	+4,0	53,8	+2,1	5,6	+0,4 (+7,7%)
Обробка бульб ФітоХелп +3-разова обробка ФітоХелп по вегетації	98,3	+5,1	54,1	+2,4	5,7	+0,5 (+9,6%)

Показником значної ваги є те, скільки стебел формується на кущі картоплі, що безпосередньо впливає на формування числа бульб у гнізді. Використання біопрепаратів сприяло її збільшенню на 0,4–0,5 стебла порівняно

з контролем, з середнім показником у 5,2 одиниці стебел. Застосування препаратів призвело до підвищення цього показника до 5,6–5,7 стебел на куш залежно від варіанту досліджу. Найбільш помітний приріст (+0,5 стебла) був зафіксований при використанні ФітоХелпу, що свідчить про активізацію кушіння та покращення розвитку точок росту.

Одночасно встановлено, що внесення біопрепаратів підвищує польову схожість рослин на 4,0–5,1 % порівняно з контролем. Водночас інші морфометричні параметри, такі як висота рослин та число стебел у куші, зазнає змін лише незначно при застосуванні біологічних препаратів..

Обробка бульб та трьохразова обробка рослин по вегетації біопрепаратами МікоХелп та ФітоХелп позитивно вплинули на ріст і розвиток картоплі в ранні фази онтогенезу.

У порівнянні з контролем у всіх варіантах:

підвищилась схожість (на 4,0–5,1 %),

збільшилась висота рослин (на 2,1–2,4 см),

зросла кількість стебел (на 7,7–9,6 %).

Найвищі показники отримані у варіанті з ФітоХелп, що свідчить про його більш виражену ростостимулюючу дію та потенційну ефективність у подальшому формуванні продуктивності. Біологічні препарати проявили здатність покращувати життєздатність та ріст рослин навіть у роки з недостатнім вологозабезпеченням, що є важливою умовою для посушливих сезонів 2024 та 2025 років.

3.2. Поширення та інтенсивність розвитку фітофторозу і альтернаріозу за застосування біопрепаратів

Завдання, що стояло перед здійсненими випробуваннями, полягало у з'ясуванні, наскільки дієвими є біологічні засоби щодо стримування розвитку фітофторозу та альтернаріозу у картоплі. Дослідження здійснювали на середньоранньому сорті Рів'єра, який, за попередніми спостереженнями, зазнає значного ураження обома цими шкідливими хворобами — альтернаріозом

(*Alternaria solani*) та фітофторозом (*Phytophthora infestans*).

Облік проводили відповідно до методики Українського інституту захисту рослин, яка передбачає визначення двох ключових параметрів – розвитку та поширення хвороби, за результатами триразових спостережень протягом вегетації.

Аналіз розвитку хвороби (%) проводили у фенофазах: бутонізація, повне цвітіння, початок відмирання бадилля. Саме в ці періоди інтенсивність розвитку хвороб максимально проявляється. У методиці Українського інституту захисту рослин встановлено що, коли обліки проводять кілька разів за вегетацію, то для порівняння варіантів досліду беруть середнє значення або значення на піку розвитку хвороби, тому в таблиці 3.2 є одне середнє значення.

Це показник, який характеризує ступінь ураження листкової поверхні, тобто який відсоток пластинки знищено патогеном. Визначали за візуально-бальною шкалою (0–5 балів). Після обліку середній відсоток розвитку хвороби обчислювали за формулою.

Поширення хвороби (%) показує яку частку рослин на ділянці уражено, незалежно від інтенсивності ураження листків.

Ми подаємо обидва показники разом, тому що вони характеризують різні аспекти епідемічного процесу. Якщо коротко, то розвиток — “глибина” ураження, тобто наскільки сильно уражена кожна окрема рослина, а поширення — “географія” хвороби, тобто скільки рослин у полі заражено. Трапляється, що хвороба може широко поширитися, але розвиток буде слабким (ранні етапи), або навпаки — вражає мало рослин, але дуже сильно (локальний спалах). Разом вони дають повну картину шкідливості та ефективності біопрепаратів.

Аналіз отриманих даних щодо дії біопрепаратів проти фітофторозу та альтернаріозу дозволяє зробити висновок, що їхнє застосування на картоплі в умовах господарства проявляє високу ефективність (табл. 3.2).

За результатами досліджень встановлено, що у контрольному варіанті розвиток альтернаріозу — 28 %. Це відповідає приблизно 2–3 балам, характерне ураження 15–30 % листкової поверхні. На рослинах спостерігали

типів концентричних плям коричневого кольору, переважно на нижніх листках. Розвиток фітофторозу — 60 %. Дуже високий рівень — 4–5 балів, ураження понад половини листя. У фазі цвітіння з'являлися великі бурі водянисті плями, які швидко поширювалися за сухої і особливо вологоповітряної погоди. Поширення альтернаріозу — 38 %. Уражено більше третини рослин, що для посушливих років (ГТК 0,5 у 2024 р. та 0,36 у 2025 р.) є типовим, оскільки альтернаріоз розвивається саме за сухої, жаркої погоди. Поширення фітофторозу — 70 %. Дуже високий показник: понад дві третини рослин були інфіковані. Це свідчить про наявність сильного осередку інфекції, що активно розвивався навіть попри низьку кількість опадів — ймовірно, завдяки ранньому зараженню.

Таблиця 3.2.

Поширення і розвиток фітофторозу та альтернаріозу при використанні біопрепаратів (2024–2025 рр.), %.

Варіант дослідження	розвиток альтернаріозу	розвиток фітофторозу	поширення альтернаріозу	поширення фітофторозу
Контроль	28	60	38	70
Обробка бульб МікоХелп + 3-разова обробка МікоХелп по вегетації	12	22	15	39
Обробка бульб ФітоХелп +3-разова обробка ФітоХелп по вегетації	8	18	8	24

При застосуванні біопрепаратів *МікоХелп* та *ФітоХелп* показники ураження були у 2,5–3 рази нижчими. За умови варіанту 2, а саме Обробка бульб МікоХелп + 3-разова обробка МікоХелп по вегетації сприяла зниженню розвитку альтернаріозу — 12 %. Зниження ураження в 2,3 рази порівняно з

контролем. На листках відмічали поодинокі плями на нижньому ярусі. Розвиток фітофторозу — 22 %. Ураження знижено майже в 3 рази. Плями фітофторозу були дрібні, не конкурували за площу живої тканини з листям. Поширення альтернаріозу — 15 %. Зменшення більш ніж удвічі. Хвороба проявлялася вибірково, переважно у рослин зі слабшим ростом. Поширення фітофторозу — 39 %. Порівняно з контролем (70 %) — зниження на 31 %, що свідчить про суттєвий профілактичний ефект препарату на основі *Trichoderma* та *Bacillus*.

При Обробці бульб і +3-разова обробка рослин препаратом ФітоХелп по вегетації. Розвиток альтернаріозу — 8 %. Це найнижчий показник. Ураження зменшено в 3,5 рази. Хвороба мала мінімальний розвиток навіть наприкінці вегетації. Розвиток фітофторозу — 18 %. Патоген практично не мав можливості активно розвиватися. Порівняно з контролем — зниження ураження на 42 відсоткові пункти. Поширення альтернаріозу — 8 %. Уражено лише кожна 12-та рослина. Це підтверджує потужну індукцію системного імунітету під дією *Bacillus subtilis*. Поширення фітофторозу — 24 %. Найкращий результат серед варіантів — зниження у 2,9 рази порівняно з контролем. Осередки інфекції були поодинокими.

За середніми показниками 2024–2025 років встановлено суттєве пригнічення розвитку та поширення альтернаріозу і фітофторозу під впливом препаратів МікоХелп та ФітоХелп. Обробка бульб у поєднанні з триразовими обробками по вегетації забезпечила:

- зниження розвитку хвороб у 2–3,5 рази,
- зменшення поширення у 2–3 рази,
- збереження листової поверхні та уповільнення відмирання бадилля.

Найвищою ефективністю відзначився варіант із застосуванням ФітоХелп, який показав мінімальні рівні ураження за всіма параметрами. Це свідчить про потужний фунгістатичний та імуностимулюючий ефект біопрепарату на основі штамів *Bacillus subtilis*, що особливо важливо для посушливих, стресових років із низьким ГТК (0,5 та 0,36).

3.3. Вплив біопрепаратів на урожайність бульб картоплі

Урожайність картоплі є інтегральним показником, які демонструють дію сукупності чинників — притаманних сорту, умов вирощування, рівня забезпеченості вологою, агротехніки та фітосанітарного стану насаджень. Особливо значний вплив на формування врожаю мають грибні хвороби листкового апарату, зокрема фітофтороз і альтернаріоз, які здатні знижувати продуктивність культури на 20–50 % залежно від інтенсивності розвитку та строків появи симптомів. Збереження активної асиміляційної поверхні впродовж основних періодів фотосинтетичної діяльності є ключовою умовою для утворення достатньої маси бульб, тому ефективна система захисту рослин безпосередньо впливає на кінцевий урожай.

Використання біопрепаратів у системі захисту картоплі останніми роками привертає все більшу увагу завдяки їхній здатності поєднувати фунгіцидну й стимулюючу дію. Мікробні препарати на основі *Trichoderma* та *Bacillus subtilis* не лише пригнічують розвиток фітопатогенів, але й активізують природні механізми імунітету рослин, покращують засвоєння елементів живлення та зменшують стрес від несприятливих погодних умов. У контексті посушливих років 2024–2025, коли ГТК становив 0,50 та 0,36 відповідно, застосування біопрепаратів має особливе значення, оскільки дозволяє рослинам підтримувати вищий рівень фізіологічної активності та, відповідно, забезпечувати стабільнішу продуктивність.

У результаті проведених польових досліджень встановлено, що застосування біопрепаратів *МікоХелп* та *ФітоХелп* сприяло істотному підвищенню урожайності картоплі порівняно з контрольним варіантом. Контрольоване зниження проявів хвороб у період вегетації рослин картоплі позитивно позначилося на урожайності та товарних властивостях бульб. Урожайність у контролі становила 27,2 т/га, що відображає природний рівень продуктивності за умов розвитку хвороб та посушливих років 2024–2025 (таблиця 3.3).

Вплив біопрепаратів на урожайність бульб картоплі (2024–2025 рр.)

Варіант досліджу	Урожайність	+/- до контролю, т/га	+/- до контролю, %
Контроль	27,2		
Обробка бульб МікоХелп + 3-разова обробка МікоХелп по вегетації	29,8	+2,6	+9,6
Обробка бульб ФітоХелп +3-разова обробка ФітоХелп по вегетації	30,3	+3,1	+11,4
.НІР _{0.5}		0,28	

Якщо мова йде про попередню обробку бульб та триразове внесенням МікоХелп урожайність зростає до 29,8 т/га, що становить +2,6 т/га відносно контролю, або приблизно +9,6 %. Це перевищує показник НІР_{0.5} = 0,28 т/га, що підтверджує статистично достовірний вплив препарату.

Найкращі показники зафіксовано під час використання комплексу ФітоХелп — 30,3 т/га, що є приростом на 3,1 т/га (або 11,4 %) відносно контрольного показника. Це перевищення також суттєво більше, ніж НІР (0,28 т/га), отже, ефект препарату є статистично значущим. Зростання врожайності пов'язане зі зменшенням рівня ураження листя фітофторозом і альтернаріозом, збереженням асиміляційної поверхні та послабленням стресу в умовах низького зволоження.

Таким чином, обидва біопрепарати забезпечили достовірно вищу продуктивність, однак *ФітоХелп* продемонстрував найбільшу ефективність.

3.4. Якісні показники бульб картоплі залежно від застосування біопрепаратів

Якість бульб картоплі визначається передусім умістом сухої речовини та

крохмалю, які є основними показниками товарності, харчової цінності та придатності продукції до переробки. Чим вищий відсоток сухої речовини, тим кращою є структура, щільність м'якуша, лежкість та вихід готової продукції (крохмалю, чипсів, пюре). Вміст крохмалю тісно корелює з енергетичною цінністю бульб і є важливим критерієм для технічних сортів, що використовуються у переробній галузі.

Фітофтороз і альтернаріоз істотно знижують якість бульб, оскільки передчасне відмирання бадилля призводить до зменшення інтенсивності фотосинтезу, недонакопичення вуглеводів та порушення водного балансу. За сильного розвитку цих хвороб вміст крохмалю може зменшуватися на 1,5–3,5 %, а сухої речовини — на 0,5–1,2 %, що суттєво впливає на товарний вигляд і технологічні властивості продукції. Використання біопрепаратів допомагає зниженню шкідливості захворювань, продовженню періоду активного фотосинтезу та, відповідно, поліпшенню якісних характеристик врожаю.

У контрольному варіанті вміст сухої речовини становив 16,78 %, а крохмалю — 13,85 %. Такі показники є типовими для рослин, що зазнали значного ураження фітофторозом і альтернаріозом, оскільки хвороби обмежували накопичення пластичних речовин у бульбах. Передчасне відмирання листків і зниження фотосинтетичної активності призвели до формування менш щільних бульб із нижчим вмістом сухих речовин та крохмалю (таблиця 3.4.).

Застосування біопрепаратів не лише сприяло підвищенню врожайності картоплі, а й позитивно вплинуло на її якісні характеристики. Зокрема, обробка бульб препаратом МікоХелп у поєднанні з трьома обприскуваннями протягом вегетації забезпечила стабільне, хоча й помірне, поліпшення показників якості бульб. Вміст сухої речовини зріс до 16,87 %, що на 0,09 % більше, ніж у контролі. Вміст крохмалю становив 14,37 %, тобто був вищим на 0,52 %. Зростання показників пов'язане з істотним зниженням розвитку хвороб (альтернаріозу у 2,3 рази, фітофторозу — у 2,7 рази) та збереженням листової поверхні впродовж більш тривалого періоду вегетації. Покращення

фотосинтетичної продуктивності сприяло інтенсивнішому накопиченню сухих речовин у бульбах.

Таблиця 3.4

Склад у бульбах сухої речовини та крохмалю при застосуванні біологічних засобів, частка, % (період 2024–2025 років)

Дослідні варіанти	Вміст у бульбі, %	
	сухої речовини, %	крохмалю, %
Контроль	16,78	13,85
Обробка картопляних бульб препаратом МікоХелп (у дозуванні 2,0 літри на тонну) разом із трьома внесеннями МікоХелп протягом вегетаційного періоду (по 1,0 літру на гектар).	16,87	14,37
Обробка картопляних бульб препаратом ФітоХелп (витрата 1,0 л на тонну) та додатково три послідовні обробки ФітоХелпом протягом вегетаційного періоду (по 1,0 л на гектар).	17,06	14,58

При обробці бульб ФітоХелп + 3-разовій обробці по вегетації вдалося отримати найвищі значення якісних показників. Уміст сухої речовини становив 17,06 %, що на 0,28 % більше порівняно з контролем. Крохмаль досяг 14,58 %, тобто був вищим на 0,73 %. Це пояснюється максимальною ефективністю препарату у стримуванні хвороб (зменшення розвитку альтернаріозу у 3,5 рази та фітофторозу — у 3,3 рази), що забезпечило оптимальні умови для накопичення вуглеводів у бульбах. Також дія *Bacillus subtilis* сприяє синтезу фітогормонів та посиленню метаболічних процесів, що позитивно впливає на формування якості врожаю.

В результаті проведення аналізів з якості встановлено, що біологічні препарати МікоХелп і ФітоХелп позитивно вплинули на якість бульб картоплі, підвищивши вміст сухої речовини й крохмалю порівняно з контролем. Найкращі результати отримано у варіанті з ФітоХелп, де якісні показники були максимальними. Покращення якості прямо пов'язане зі зменшенням рівня ураження фітофторозом і альтернаріозом, що дозволило рослинам довше

зберігати активну асиміляційну поверхню та інтенсивніше формувати запасні речовини в бульбах. Отже, застосування біопрепаратів у системі захисту забезпечує не лише підвищення урожайності, отриманню екологічно безпечної продукції а й покращення товарних та технологічних властивостей продукції картоплі.

РОЗДІЛ 4

ЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для розробки та оцінки різних агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема картоплі, у сільському господарстві важливим є проведення енергетичного та економічного аналізу. Такий підхід дозволяє визначити доцільність ужитку агрохімікатів, засобів охорони флори, препаратів для пришвидшення розвитку та інших агротехнічних заходів, які безпосередньо впливають на формування врожаю та його якісні показники. Одним із ключових завдань агропромислового виробництва є розробка ефективних кроків, націлених на зменшення енергетичних витрат на одиницю отриманої продукції.

4.1. Енергетична оцінка вирощування картоплі за використання біологічних препаратів

Енергетична оцінка технології вирощування картоплі дає змогу визначити ефективність використання енергетичних ресурсів та співвідношення між енергією, що акумулюється в урожаю, та енерговитратами на його одержання. Такий підхід дозволяє не лише оцінити економічну доцільність технології, а й визначити рівень її екологічності. Показник енергоощадності (ПЕО) показав, скільки енергії повертається з врожаєм на кожну одиницю витраченої енергії, і є інтегральним показником раціональності технології.

Наведені нижче дані енергетичної ефективності застосування біопрепаратів на сорту картоплі Рів'єра у таблиці 4.1. демонструють вплив застосування біопрепаратів МікоХелп та ФітоХелп на енергетичні параметри технології вирощування картоплі в господарстві.

У контрольному варіанті урожайність становила 27,2 т/га, що забезпечило акумуляцію 73 916 МДж/га енергії в урожаю. Енерговитрати на отримання такої продукції становили 62 428 МДж/га. Показник енергоощадності (ПЕО) дорівнював 1,18, що свідчить про досить низьку окупність енергозатрат. Низьке значення КЕЕ обумовлене значним ураженням рослин хворобами, що призвело до втрати частини потенційної енергії врожаю.

Використання препарату МікоХелп забезпечило підвищення урожайності до 29,8 т/га, тобто приріст становив 2,6 т/га порівняно з контролем. Енергетичний запас, накопичений у плодах, збільшилася до 77 768 МДж/га, що на 3 852 МДж/га більше за контроль. Енерговитрати зросли незначно — до 62 698 МДж/га, що пояснюється додатковими затратами на біологічні обробки. Проте збільшення продуктивності забезпечило підвищення КЕЕ до 1,24, що є кращим показником порівняно з контролем. Таким чином, використання МікоХелп підвищило повернення енергії з урожаю на кожен одиницю витраченої енергії.

Таблиця 4.1

Енергетична ефективність застосування біологічних препаратів на картоплі (2024–20245 рр.)

Дослідний варіант	Врожайність, т/га	Збільшення врожайності, т/га	Енергія, акумуляована в урожаї	Енерговитрати на одержання урожаю	КЕЕ
			МДж/га		
Контроль	27,2	-	73916	62428	1,18
Обробка бульб МікоХелп (2,0 л/т) + 3-разова обробка вегетації (1,0 л/га)	29,8	2,6	77768	62698	1,24
Обробка бульб ФітоХелп (1,0 л/т) + 3-разова обробка ФітоХелп	30,3	3,1	80965	62654	1,29

Найвищий енергетичний результат отримано при застосуванні препарату ФітоХелп. Урожайність становила 30,3 т/га, що забезпечило приріст 3,1 т/га порівняно з контролем. Енергія урожаю досягла 80 965 МДж/га, що на 7 049 МДж/га більше за контроль. Попри додаткові агротехнічні заходи, енерговитрати залишилися майже на рівні попереднього варіанту — 62 654 МДж/га. Завдяки значному збільшенню енергії продукції коефіцієнт енергетичної ефективності зріс до 1,29, що є найвищим серед досліджуваних варіантів. Це свідчить про найбільш раціональне використання енергії та максимальну окупність біологічних засобів

захисту.

Висновок, що застосування біопрепаратів МікоХелп і ФітоХелп сприяло підвищенню енергетичної ефективності технології вирощування картоплі завдяки зростанню урожайності та зменшенню втрат сухої речовини через хвороби. Енергія, акумульована в урожаї, зросла на 3,85–7,05 тис. МДж/га, що сприяло збільшенню КЕЕ.

Найвищий результат отримано у варіанті з ФітоХелп (КЕЕ = 1,29), що свідчить про найбільшу окупність енергетичних затрат і доцільність використання цього препарату в системі інтегрованого захисту.

Біопрепарати дозволили компенсувати втрати енергії, спричинені фітофторозом і альтернаріозом, забезпечивши стабільнішу енергетичну віддачу врожаю в умовах посушливих років.

4.2. Економічна ефективність досліджень

Економічна ефективність технології вирощування картоплі є ключовим критерієм оцінки доцільності використання засобів захисту рослин. Навіть за умови високої біологічної ефективності препаратів, їх застосування має бути виправданим із фінансового погляду. Основними показниками є вартість урожаю, витрати на його вирощування, прибуток після вирахування усіх витрат, вартість виготовлення однієї одиниці товару та показник ефективності використання коштів. Приріст урожайності під впливом біопрепаратів забезпечує додатковий дохід, який порівнюють із додатковими витратами для визначення економічної доцільності технології.

Вирощування картоплі відзначається високою трудомісткістю порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами та потребує значних фінансових витрат.

У рамках проведеного дослідження було проаналізовано економічні показники вирощування картоплі при застосуванні біопрепаратів МікоХелп та ФітоХелп у порівнянні з контрольним варіантом, де біопрепарати не використовувалися. Підрахунки економічної віддачі, проведені відповідно до завдань кваліфікаційної роботи, підтвердили доцільність застосування цих біологічних засобів з точки зору економіки. (Додаток А).

Характеристика економічних результатів дослід у варіанті контроль - вартість урожаю становила 272 000 грн/га при урожайності 27,2 т/га. Загальні виробничі витрати – 120 000 грн/га. Чистий прибуток відповідно склав 152 000 грн/га, а собівартість 1 тонни продукції — 4412 грн. Рентабельність досягла показника у сто двадцять сім відсотків, що є базовим орієнтиром для оцінки ефективності інших варіантів. Однак через значне ураження хворобами та нижчу урожайність економічний потенціал використання біопрепаратів є очевидним.

Урожайність у варіанті обробка бульб та рослин МікоХелп зросла до 29,8 т/га, що забезпечило додатково 2,6 т/га продукції. Загальна вартість урожаю становила 298 000 грн/га, тоді як вартість приросту врожаю — 26 000 грн/га. Витрати на вирощування збільшилися до 127 600 грн/га, з урахуванням додаткової вартості біопрепарату та його внесення.

Чистий прибуток від вирощування картоплі за застосування біопрепаратів підвищився до 170 400 грн/га, що на 18 400 грн перевищує показник контрольного варіанту. Одночасно собівартість виробництва однієї тонни продукції знизилася до 4 282 грн, що підтверджує економічну ефективність використаної технології. Рентабельність вирощування досягла 134 %, що на 7 % більше, ніж у контролі.

Найвищі економічні показники отримано у варіанті обробка бульб та рослин з використанням препарату ФітоХелп. Урожайність становила 30,3 т/га, приріст порівняно з контролем — 3,1 т/га. Вартість урожаю сягнула 303 000 грн/га, а вартість приросту — 31 000 грн/га.

Витрати становили 127 400 грн/га, тобто залишилися на рівні варіанту з МікоХелп. Завдяки більшому врожаю чистий прибуток досяг 175 600 грн/га, що на 23 600 грн перевищує контрольний варіант. Собівартість виробництва однієї тонни картоплі знизилася до 4 205 грн, що як показник серед усіх вивчених опцій є найнижчим. Рентабельність сягнула 137 відсотків, продемонструвавши найвищу ефективність у досліді.

Плоди господарської діяльності свідчать про те, що сорт 'Рів'єра' є цілком виправданим до вирощування з використанням біологічних препаратів для захисту від фітофторозу та альтернаріозу. Біопрепарати МікоХелп і ФітоХелп суттєво підвищили економічну ефективність вирощування картоплі, при цьому варіант із застосуванням МікоХелп забезпечив збільшення рентабельності на 7 %

та додатковий чистий прибуток у розмірі 18,4 тис. грн/га.

Варіант із ФітоХелп показав найвищу економічну доцільність: збільшення чистого прибутку до 175 600 грн/га та рентабельність 137 %, що на 10 % більше за контроль.

Зниження собівартості продукції у варіантах з біопрепаратами свідчить про раціональніше використання ресурсів та оптимізацію витрат. Таким чином, застосування біопрепаратів у системі захисту картоплі є не лише біологічно обґрунтованим, але й економічно вигідним, особливо у варіанті з ФітоХелп.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ ТА БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ

5.1. Біологічні фунгіциди як інструмент екологізації агровиробництва

Біологічні фунгіциди є важливою складовою сучасних екологічно безпечних технологій вирощування картоплі. Вони створені на основі живих мікроорганізмів (гриби, бактерії, актиноміцети) або продуктів їхньої життєдіяльності, здатних пригнічувати розвиток фітопатогенів і стимулювати ріст рослин [4, 16, 18].

Основними представниками біофунгіцидів, які застосовуються у картоплярстві, є Триходермін, Планриз, Фітоспорин-М, Гаупсин, Мікофренд, Бактофіт тощо. До складу цього комплексу входять бактеріальні культури, що належать до роду *Vacillus subtilis**, роду *Pseudomonas fluorescens** та роду *Streptomyces**, грибів *Trichoderma lignorum*, *Gliocladium virens*, які мають антагоністичну дію щодо збудників фітофторозу, альтернаріозу, фузаріозу та інших мікозів [6, 19, 21].

Біологічні препарати проявляють комплексну дію:

- стимулюють розвиток кореневої системи, підвищують поглинання елементів живлення;
- покращують імунітет рослин;
- сприяють накопиченню біологічно активних речовин (фітогормонів, амінокислот);
- відновлюють мікробіоценоз ґрунту після хімічних обробок [20, 22].

Важливою перевагою є їхня екологічна безпечність. Біофунгіциди не накопичуються у ґрунті, не утворюють токсичних залишків у продукції та не пригнічують корисну мікрофлору. При регулярному застосуванні спостерігається покращення агрофізичних показників ґрунту, зниження кислотності та підвищення вмісту гумусу [7, 17, 24].

5.2. Порівняння екологічних наслідків застосування хімічних і біологічних препаратів

Для системного розуміння впливу різних методів захисту наведемо порівняльну характеристику основних екологічних показників (табл. 5.1).

Таблиця 5.1.

Порівняння впливу хімічних і біологічних засобів захисту на агроєкосистему.

Показник	Хімічні фунгіциди	Біологічні фунгіциди
Вплив на мікрофлору ґрунту	Знижують активність мікроорганізмів, пригнічують нітрифікацію	Сприяють розвитку корисної мікрофлори
Тривалість залишкової дії	До 6–12 міс. у ґрунті	7–14 діб, без накопичення токсичних сполук
Ризик резистентності у патогенів	Високий, особливо при повторному застосуванні	Відсутній або мінімальний
Вплив на ентомофауну	Токсичний для запилювачів і хижих комах	Безпечний, не впливає на комах
Економічна ефективність	Висока короткостроково	Висока при тривалому застосуванні (зниження витрат на хімію)
Вплив на людину і тварин	Потенційно небезпечний через залишки у продукції	Безпечний, сертифікований для органічного виробництва

Як видно з таблиці, біопрепарати забезпечують довготривалу екологічну стабільність агроєкосистем і відповідають вимогам європейських стандартів органічного виробництва (EU Organic Regulation 2018/848) [26].

5.3. Екологізація виробництва та розвиток ринку біопродукції в Україні

Перехід українського аграрного сектору на екологічно орієнтовані принципи є одним із ключових пріоритетів державної аграрної політики. Згідно з «Національною стратегією адаптації до зміни клімату до 2030 року» та «Стратегією розвитку органічного виробництва в Україні до 2030 р.»,

передбачено поступове зменшення пестицидного навантаження та стимулювання використання біологічних препаратів [25, 27].

Попит на органічну продукцію, у тому числі картоплю, в Україні зростає щороку на 10–15 %. Якщо у 2018 році площі під органічним виробництвом картоплі становили близько 1,5 тис. га, то у 2024 р. цей показник перевищив 4 тис. га [23, 28]. Основними споживачами біокартоплі є ринки ЄС, зокрема Німеччина, Польща, Нідерланди.

Важливо, що впровадження біологічних засобів у технологію вирощування не лише зменшує негативний вплив на довкілля, але й підвищує економічну ефективність за рахунок зниження витрат на пестициди, збереження природної родючості ґрунтів і підвищення конкурентоспроможності продукції [24, 29, 30].

В господарстві ТОВ «МХП «Урожайна країна», де проводиться дослідження, застосування біофунгіцидів розглядається як складова стратегії сталого розвитку. Тут частково замінюють традиційні хімічні засоби на препарати Триходермін, Планриз і Фітоспорин-М, що сприяє зменшенню хімічного навантаження на ґрунт і водні ресурси. Господарство також бере участь у програмах екологізації МХП, які спрямовані на скорочення викидів CO₂ та впровадження технологій точного землеробства [31].

Подальший розвиток біологічного землеробства та екологізації систем захисту культур передбачає активне впровадження мікробіологічних препаратів не лише у фермерських, але й у великих агропідприємствах. Наукові розробки останніх років свідчать, що при використанні біофунгіцидів урожайність картоплі може підвищуватись на 10–20 %, а вміст нітратів у бульбах зменшується на 30–40 % порівняно з традиційною технологією [18, 22, 27].

Серед перспективних напрямів:

створення комплексних біопрепаратів з комбінованою дією (антимікробною, імуностимулювальною, антистресовою);

поєднання біопрепаратів з елементами інтегрованого захисту (ІЗР);

розроблення цифрових систем моніторингу хвороб з урахуванням погодних факторів і стану ґрунту;

підготовка наукових кадрів та консультантів для впровадження органічних технологій [20, 28, 30].

Отже, перехід від суто хімічного до інтегрованого, а надалі — до біологічного захисту картоплі є ключовим чинником екологізації виробництва та гарантом продовольчої безпеки у світлі екологічної стійкості сільськогосподарської галузі.

Висновки до розділу 4 говорить нам про те, що надмірне застосування хімічних засобів захисту призводить до деградації ґрунтів, забруднення вод, втрати біорізноманіття та зростання резистентності у патогенів.

Біологічні фунгіциди є безпечною альтернативою, що забезпечує відновлення природної рівноваги в агроекосистемах і сприяє виробництву екологічно чистої продукції.

В умовах господарства ТОВ «МХП «Урожайна країна» використання біофунгіцидів сприяє підвищенню екологічної стійкості та економічної ефективності картоплярства.

Екологізація агровиробництва є ключовим вектором еволюції аграрного сектору України, що відповідає європейським екологічним стандартам і сучасним вимогам ринку.

ВИСНОВКИ

1. Біологічні препарати МікоХелп і ФітоХелп фірми «БТУ-Центр» містять ефективні штами грибів і бактерій, здатні пригнічувати збудників фітофторозу та альтернаріозу. Обґрунтовано методику інфікування та проведення обліків за шкалою розвитку та поширення хвороб. Дослідження показали, що біопрепарати уповільнювали інфекційний процес та знижували інтенсивність ураження листкового апарату.

2. Природно-кліматичні умови проведення досліджень характеризується нестійким зволоженням та періодичними літніми посухами. Погодні умови 2024–2025 років були складними для вирощування картоплі: ГТК становив 0,50 та 0,36 відповідно, що вказує на сильну нестачу вологи. За таких умов у рослин зростає чутливість до альтернаріозу, а фітофтороз проявляється хвилями після випадіння опадів. Це обґрунтовує необхідність застосування біопрепаратів, які стимулюють імунітет та підсилюють адаптацію рослин.

3. Обидва препарати сприяли покращенню схожості, підвищенню висоти рослин і збільшенню кількості стебел у кущі. У порівнянні з контролем у всіх варіантах: підвищилась схожість (на 4,0–5,1 %), збільшилась висота рослин (на 2,1–2,4 см), зросла кількість стебел (на 7,7–9,6 %). Найвищі показники отримані у варіанті з ФітоХелп, що свідчить про його більш виражену ростостимулюючу дію та потенційну ефективність у подальшому формуванні продуктивності.

4. Застосування біопрепаратів МікоХелп і ФітоХелп шляхом обробки бульб перед садінням та подальшого обприскування рослин картоплі протягом вегетації дозволяє значно зменшити поширення і розвиток фітофторозу та альтернаріозу. Порівняно з контролем, рівень ураження знизився у 2,3–2,7 рази для фітофторозу та у 3,3–3,5 рази для альтернаріозу. Такий підхід продовжує період інтенсивного фотосинтезу і сприяє більш стабільному формуванню врожаю.

5. Урожайність підвищилася на 2,6–3,1 т/га порівняно з контролем. Найвищу ефективність забезпечив ФітоХелп, що пояснюється комплексною дією

Bacillus subtilis та його вираженим антагонізмом до *Phytophthora infestans* та *Alternaria* spp.

6. Встановлено покращення якісних показників: збільшення вмісту сухої речовини та крохмалю на 0,09–0,28 % та 0,52–0,73 % відповідно. Препарат ФітоХелп проявив максимальний ефект. Збереження листової маси від хвороб напряду пов'язане з підвищенням якості продукції.

7. Енергетичний аналіз показав, що застосування біопрепаратів підвищує КЕЕ з 1,18 до 1,24–1,29. Це означає, що технологія стає не лише ефективнішою за врожаєм, але й більш енергоощадною. Найвищу енергетичну окупність забезпечив ФітоХелп.

8. Економічні розрахунки показали, що використання біопрепаратів є фінансово доцільним: приріст прибутку: +18,4–23,6 тис. грн/га, зниження собівартості: 4282 → 4205 грн/т, рентабельність підвищилась із 127 % до 134–137 %. Найвищий економічний ефект отримано у варіанті з ФітоХелп.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У приватних господарствах, а також на підприємствах із різними формами власності, з метою вирощування органічних продуктів, а також для дієвого убезпечення картопельних насаджень від фітофторозу та чорної плямистості (альтернаріозу), варто інтегрувати до системи захисту біологічний засіб "ФітоХелп".

Поєднувати біопрепарат з агротехнічними прийомами, особливо за умов дефіциту вологи та високого інфекційного фону. А саме, застосовувати препарат ФітоХелп для обробки бульб перед садінням (1,0 л/т бульб) та 3-кратні обробки ФітоХелп по вегетації (1,5 л/га), використання дозволяє скоротити поширення і розвиток цих захворювань у 3,3–3,5 раза порівняно з контролем, а також забезпечує збільшення врожайності бульб сорту Рів'єра на 3,1 т/га. Відповідно це забезпечує найкращий біологічний енергетичний та економічний ефект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білик М. О., Кулешов А. В. Прогноз розвитку хвороб і шкідників сільськогосподарських культур. Практикум : навч. посібник для студ. зі спец. «Захист рослин». Харків, 2000. 124 с.
2. Білик М.О. Біологічний захист рослин від шкідливих організмів. Харків: Майдан, 2022. 356 с.
3. Бондарчук А. А. Наукове забезпечення виробництва картоплі в Україні. *Картоплярство*: міжвід. тем. наук. зб. К., 2004. Вип. 33. С. 3–9.
4. Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Кравченко О. А. Картопля: вирощування, якість, збереження. К.: КИТ, 2009. 232 с.
5. Вітенко В. А., Куценко М. С., Власенко М. Ю. Картопля. Київ : Урожай, 1990. 256 с.
6. Воробйова Н. В. Роль і значення сорту у формуванні урожаю картоплі ранньостиглої в Правобережному Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2013. № 1. С. 97-104
7. Ворона Л. І., Ткачук В. П. Технологія вирощування картоплі на основі засобів біологізації в умовах Полісся. *Посібник українського хлібороба*: науково-виробничий щорічник. 2010. Харків: ТОВ «АКАДЕМПРЕС». С. 296
8. Ганнібал Ф.Б., Орина А.С., Левітін М.М. Альтернатива у сільськогосподарських культур на території України. *Захист і карантин рослин*. 2010. № 5. С. 30-32.
9. Голячук Ю. С., Лісовий М. П. Життєвий цикл гриба *Phytophthora infestans* / *Карантин і захист рослин*. 2009. №11. С.12-15.
10. Голячук Ю., Калащук Д. Вплив сортових особливостей і фунгіцидів на розвиток основних грибних хвороб картоплі. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2016. Вип. 20. С. 132–136.
11. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : НІЧЛАВА, 2003. 320 с.

12. Деренко Т.А. Вплив передпосадкового внесення Квадріс на зниження шкодочинності фітофторозу і альтернаріозу картоплі в період вегетації рослин / Т.А. Деренко, М.А. Кузнецова, Т.І. Сметаніна, Козловський Б.Є., Філіппов А.В. // *Захист картоплі*. 2014. № 1. С. 39-40.
13. Довідник із захисту рослин / [Л. І. Бублик, Г. І. Васечко, В. П. Васильєв та ін.]; під ред. М. П. Лісового. К.: Урожай, 1999. 744 с.
14. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко Л.І. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6.0. Київ: ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.
15. Журавель С. В., Матвійчук Б. В., Матвійчук Н. Г. Особливості органічного землеробства на Поліссі. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2011. Вип. 1–2. С. 86–94.
16. Ільчук Л. А., Ільчук Р. В. Хвороби і шкідники картоплі та заходи боротьби з ними: каталог. Львів: Арал, 2007. 112 с.
17. Ільчук Р. В., Ільчук В. В., Альохін В. В. Економічна ефективність окремих елементів ресурсозберігаючої технології вирощування картоплі. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво: міжвід. темат. наук. збірник*, Львів-Оброшино, 2013. Вип. 55, Ч. II. С. 49–55.
18. Каленська С. М., Кнап Н. В. Стан та перспективи виробництва картоплі в світі та Україні. *Зб. наук. пр. Вінницького національного аграрного університету*. 2012. Вип. 4 (63). С. 41-47
19. Картопля / за ред. В. В. Конунученка, М. Я. Молоцького. Біла Церква, 2002. Т. 1. 536 с.
20. Колтунов В., Данилкова Т., Бородай В. Збереженість і продуктивність картоплі (*Solanum tuberosum* L.) в умовах Західного Полісся залежно від обробки хімічними і біологічними препаратами. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер : Агрономія*. 2013. № 17(2). С. 311–318.
21. Косилович Г. О., Щесняк П. С. Застосування фунгіцидів різного механізму дії проти фітофторозу картоплі / *Вісник ЛНАУ. Агрономія* №14(І).

Львів : ЛНАУ, 2010. С.122-127.

22. Косилович Г., Тимошенко І., Коханець О., Лоїк М., Панасюк О. Підбір вихідного селекційного матеріалу картоплі на стійкість до фітофторозу / Вісник ЛНАУ. Агронімія №12(1). Львів : ЛНАУ, 2008. С.279-283
23. Лазарчук Л. А. Ефективність елементів системи захисту картоплі від хвороб і колорадського жука. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 1 (47). Т. 1. С. 174–180.
24. Мазур О.В., Миронова Г.В., Сташевський Р.В. Удосконалення технологічних прийомів вирощування насінневої картоплі. Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 20. С. 245–254.
25. Марков І. Л. Практикум із сільськогосподарської фітопатології. К. : Урожай, 2011. С. 146 -163.
26. Мартиненко В. І. Фітофтороз картоплі та заходи для обмеження його поширення та шкодочинності. *Вісник СНАУ*: науково-метод. журнал. Сер. Агронімія і біологія. Вип. 7. Суми, 2003. С. 187–189.
27. Методика випробування і застосування пестицидів / [Трибель С. О.] за ред. С. О. Трибеля. К.: Світ, 2001. 448 с.
28. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглий, Ермантраут Е. Р. [та ін.]. Київ: «Центр учбової літератури», 2013. 264с.
29. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В. В. Кононученко, В. С. Куценко, А. А. Осипчук. Немішаєве, 2002. 182 с.
30. Миронова Г.В. Урожайність і якість сортів бульб картоплі залежно від технологічних прийомів вирощування. Сільське господарство та лісівництво. 2023. № 1 (28). С. 232–244
31. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / [Патика В. П., Тихонович І. А., Філіп'єв І. Д. та ін.]; За ред. В. П. Патики. К.: Урожай, 1993. 176 с.
32. Науково-практичні рекомендації по екологічно безпечних

технологіях застосування пестицидів при вирощуванні основних сільськогосподарських культур в господарствах Житомирської області / Дереча О. А. та ін. Житомир: ПП «Євенок», 2009. 64 с.

33. Недвига О. Є. Хвороби картоплі : навч. посіб. Умань : Уманське ком. навч.-поліграф. п-во, 2009. 338 с.

34. Олефіренко В. І., Скалій М. В. Захист рослин: навч. посіб. К., 2007. 301 с.

35. Основи екологічно безпечного застосування пестицидів у інтегрованих системах захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів агроценозів: навч. посібн. для студ. агр. вищ. навч. закл. / О. А. Дереча та ін. Житомир: ЖНАЕУ, 2018. 232 с.

36. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2023 рік : погоджено з Мінагрополітики та продовольства України та МОЗом України. Київ : Юнівест Медіа, 2023. 832 с.

37. Пересипкін В. Ф. Сільськогосподарська фітопатологія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. К.: Аграрна освіта, 2000. 415 с.

38. Піковський М. Хвороби картоплі / Пропозиція. К., 2019. №5. С.15-26.

39. Плотницька Н. М., Матвійчук Б. В., Тимошук О. А. Урожайність картоплі залежно від ураження фітофторозом. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН»*. К.: ВД «ЕКМО», 2009. Вип. 3. С. 107–112.

40. Плотницька Н., Якимчук Р., Карпов О. Біопрепарати проти фітофторозу і альтернаріозу картоплі. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : зб. праць XI Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир : Поліський нац. університет, 2024. С. 126–129.

41. Плотницька Н.М., Невмержицька О.М., Гурманчук О.В., Карпов О.В., Невідомський Р.В. Ефективність біологічних препаратів проти мікозів картоплі. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка*. 2024. №4(45). С. 19–24.
42. Положенець В. М., Немерицька Л. В., Плотницька Н. М. Захист картоплі від фітофторозу. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 5. С. 17–19.
43. Райчук Т. М. Збудники плямистостей картоплі. Видовий склад у Північному Лісостепу. *Карантин і захист рослин*. 2010. №3. С 15–16.
44. Сергієнко В. Г., Шита О. В., Цуркан Р. П., Богданович С. В. Сучасні пестициди в системі захисту картоплі від хвороб і шкідників. / *Карантин і захист рослин*. К., 2011, № 8. С. 18-21.
45. Станкевич С. В., Положенець В. М., Немерицька Л. В. та ін. Біологічні препарати для захисту рослин і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 212 с.
46. Тарасенко О. О., Осипчук А. А., Коваль Н. Д. Залежність індексу ураження фітофторозом від погодних умов. *Картоплярство: Між від. темат. наук. зб.*, 2002. Вип. 31. С. 141–148.
47. Фітосанітарний моніторинг / Доля М. М. та ін. К.: ННЦ ІАЕ, 2004. 294 с.
48. Andrivon, D., Lucas, J.M., Ellissèche, D. Development of natural late blight epidemics in pure and mixed plots of potato cultivars with different levels of partial resistance. *Plant Pathol*, 2003. 52(5), 586–594.
49. Myronova H., Tymoshchuk T., Voloshyna O., Mazur O., Mazur O. Formation of seed potato yield depending on the elements of cultivation technology. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26 (2). P. 19–30.
50. Tsedaley, Binyam. Late Blight of Potato (*Phytophthora infestans*) Biology, Economic Importance and its Management Approaches. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 2014. 4, 25, 215–225.

51. https://agroretail.com.ua/ua/p1182970498-biofungitsid-mikohelp-btu.html?srsltid=AfmBOopmwLD2NNNQIxIs4PyuoE9W1wxtbkjaFxp1tRdibm_S5QRu4u51&utm_source=chatgpt.com
52. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%A2%D0%A3-%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80?utm_source=chatgpt.com
53. https://btu-center.com/en?utm_source=chatgpt.com
54. https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2020.583539/full?utm_source=chatgpt.com

ДОДАТКИ