

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
захисту рослин, біотехнологій та
екології**

_____ **Коломієць Ю.В.**
« ___ » _____ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри фітопатології
імені академіка В.Ф. Пересипкіна
кандидат сільськогосподарських наук**

_____ **Гентош Д.Т.**
« ___ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**на тему «Вплив мікробних препаратів поліфункціональної дії на
мікопатогенний комплекс картоплі»**

Спеціальність 202 «Захист і карантин рослин»
(код і назва)

Гарант освітньої програми

завідувач кафедри ентомології, інтегрованого
захисту та карантину рослин,
доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН

_____ **Микола ДОЛЯ**
(підпис)

Керівник магістерської роботи

доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН

_____ **Микола ПАТИКА**
(підпис)

Виконав

_____ **Владислав МИХНЕНКО**
(підпис)

КИЇВ-2025

**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

Факультет Захисту рослин, біотехнологій та екології

Кафедра фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 202 Захист і карантин рослин

Освітня програма Захист рослин

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри фітопатології
імені академіка В.Ф. Пересипкіна**

кандидат сільськогосподарських наук

Гентош Д.Т.

“ ” 2025 р.

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ
МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Міхненко Владиславу Івановичу

Тема роботи «Вплив мікробних препаратів поліфункціональної дії на
мікопатогенний комплекс картоплі»

Керівник роботи д.с.-г.н., професор, академік НААН Патика Микола
Володимирович,

затверджена наказом ректора НУБіП України від 13.11.2024р. №2035 «С».

Строк подання студентом завершеної роботи 14.11.2025року.

Вихідні дані до магістерської роботи оглядові літературні та інформаційні
джерела за напрямком досліджень, власні експериментальні дані з
інтерпретацією, обговоренням та основними висновками.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити):

Проаналізувати мікопатогенний комплекс в агроценозі картоплі за умов
використання сучасних біопрепаратів.

Оцінити ефективність застосування біопрепаратів Фітохелп, Агат 25-К
проти основних хвороб картоплі, а саме фітофторозу, альтернаріозу.

Оцінити вплив біопрепаратів на врожай картоплі за органічною
технологією вирощування культури.

Дата видачі завдання «15» вересня 2024 р.

Студент Міхненко В.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Патика М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота як кваліфікаційне дослідження на тему «Вплив мікробних препаратів поліфункціональної дії на мікопатогенний комплекс картоплі» виконана в обсязі 55 сторінок комп'ютерного тексту, ілюстрована 11 таблицями, 11 рисунками. Список використаних джерел включає 33 найменування. Робота складається з розділів: огляд літератури; матеріали та методи дослідження; результати досліджень та їх обговорення; висновки; список використаних джерел.

Дослідження проведено на базі кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України), допоміжною базою для польових досліджень був Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України.

Мета роботи – дослідити вплив застосування біологічних препаратів проти хвороб картоплі *Solanum tuberosum* та їх потенціал у підвищенні продуктивності за органічною технологією вирощування.

Об'єкт досліджень – мікопатогенний комплекс *Solanum tuberosum*, ефективність біопрепаратів проти фітофторозу й альтернаріозу картоплі.

Предмет досліджень – розвиток патогенів родів *Alternaria*, *Phytophthora* на фоні внесення біопрепаратів, динаміка накопичення врожаю.

Завдання досліджень:

1. Провести аналіз мікопатогенного комплексу агроценозу картоплі *Solanum tuberosum* залежно від застосування біологічних препаратів.
2. Оцінити ефективність застосування біологічних препаратів Фітохелп, Агат 25 К проти хвороб картоплі (фітофтороз, альтернаріоз).
3. Встановити вплив біологічних препаратів на врожай картоплі за органічною технологією вирощування.

ЗМІСТ.....	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Сучасна інтегрована система захисту картоплі від хвороб.....	10
1.2. Збудники фітофторозу та альтернаріозу картоплі та їхні морфологічні особливості	18
1.3. Застосування біологічних препаратів для оптимізації мікробного ценозу в насадженнях картоплі.....	25
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	30
2.1. Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень.....	36
2.2. Методи проведення досліджень.	41
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	43
3.1. Роль біофунгіцидів у регуляції мікопатогенного фону в агроценозі картоплі	43
3.2. Ефективність застосування біологічних препаратів Фітохелп, Агат 25-К проти хвороб картоплі (фітофтороз, альтернаріоз)	49
3.3. Вплив біологічних препаратів на врожай картоплі за органічною технологією вирощування.....	50
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ІРМ – інтегрована система захисту рослин

КУО/см³ – колонієутворюючих одиниць у розрахунку на сантиметр кубічний.

мл – мілілітр

шт/мл – штук на один мілілітр

% – відсоток

млрд. – мільярд

г – грам

ГПА – глюкозо-пептонний агар

т/га – тонна на один гектар

НІР – найменша істотна різниця

Контроль – варіант досліду без обробки / обприскування біопрепаратом

ВСТУП

Сьогодні стрімко розвиваються технології органічного виробництва сільськогосподарської продукції на основі відмови від використання пестицидів та агрохімікатів або їх раціонального обмеження. Ємність світового ринку екологічно безпечної продукції перевищила 30 млрд. доларів США, зокрема в країнах ЄС – 17 млрд. доларів США та має тенденцію до збільшення. Впровадження технологій органічного виробництва в нашій країні надзвичайно актуально. Пріоритетним є вирощування картоплі на основі органічного землеробства, тобто за повної відмови від застосування мінеральних добрив, пестицидів.

Органічна система землеробства передбачає застосування природних, біологічних і відновлюваних ресурсів, а також відтворення родючості ґрунту переважно завдяки реутилізації органічних залишків, сівозмінному чиннику та обробітку ґрунту. Контроль збудників хвороб здійснюється здебільшого через застосування механічного обробітку ґрунту та біологічних засобів. Останніми роками все більше уваги приділяється розвитку екологічних методів захисту рослин, які розглядаються як альтернатива хімічним методам захисту, що негативно впливають на екологію агрофітоценозів. Біологічні препарати дозволяють одержати екологічно чисту продукцію, містять природні ефективні штами, які не здатні викликати в людини віддалені генетичні наслідки подібно неприродним хімічно синтезованим засобам. До сучасного переліку біологічних препаратів належать біопрепарати, серед яких мікробні, амінокислотні, гумати і фульвові кислоти, фітогормони та інше. Ці продукти та метаболіти зазвичай здатні підвищити ефективність використання поживних речовин рослиною та її стійкість до біотичних і абіотичних стресів [1-5].

В основі біологізації сільськогосподарського виробництва, що може позитивно впливати на зростання урожайності, лежить використання природної родючості ґрунту, альтернативних методів удобрення з внесенням сидератів,

перегною, мікробних препаратів, а також використання кліматичних особливостей регіону вирощування культури.

Картопля (*Solanum tuberosum*) – одна з найбільш універсальних сільськогосподарських культур, яка займає важливе місце в сільськогосподарському виробництві України. Як цінна продовольча культура вона посідає одне з перших місць серед харчових культур за вмістом поживних речовин і водночас є висококалорійним кормом для тварин і однією з найголовніших технічних культур. Серед численних хвороб рослин картоплі, що спричиняються збудниками різної природи, мікопатогенний комплекс є надзвичайно проблемним фактором зниження продуктивності культур, товарності та якості продукції. А хвороби картоплі мають повсюдне поширення з тенденцією зростання їхньої шкідливості.

Серед основних хвороб картоплі, збудниками яких є мікроміцети (мікопатогени), виділяють фітофтороз, альтернаріоз, фузаріоз, ризоктоніоз, різні види парші, суху гниль. Одним з найбільш шкідливих захворювань, що завдає шкоди як під час вегетації, так і в ході зберігання врожаю, є фітофтороз (*Phytophthora infestans* Mont de Vary). Симптоми захворювання проявляються найчастіше з фази бутонізації. Ураження збудником *Phytophthora infestans* сприяє проникненню в рослину та бульби інших сапрофітних і паразитичних мікроорганізмів, що сприяє розвитку комплексного захворювання. Шкідливість фітофторозу залежить від низки факторів: погодних умов вегетаційного періоду, технології вирощування, стійкості сорту, а також системи заходів захисту. Альтернаріоз належить до агресивних, грибних захворювань картоплі. Збудниками сухої плямистості є мікроміцети роду *Alternaria* (Nees): *Alternaria solani* (Ell.et Mart), *Alternaria alternata* (Keissler), що належать до незавершених грибів класу *Deuteromycetes*. На сьогодні у фермерських господарствах, доцільно регулярно проводити моніторинг хвороби для подальшого розвитку та поширення.

Таким чином, актуальність питання впливу мікробних препаратів поліфункціональної дії на мікопатогенний комплекс картоплі полягає як у його

фундаментальності, так і в практичному значенні.

Для досягнення поставленої мети передбачалось вирішення наступних завдань:

- Провести аналіз мікопатогенного комплексу агроценозу картоплі (*Solanum tuberosum*) залежно від застосування біологічних препаратів.
- Оцінити ефективність застосування біологічних препаратів Фітохелп, Агат 25-К проти таких хвороб картоплі як фітофтороз, альтернаріоз.
- Встановити вплив біологічних препаратів на врожай картоплі за органічною технологією вирощування в умовах Полісся України.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасна інтегрована система захисту картоплі від хвороб

Картоплярство є однією із пріоритетних галузей сільськогосподарського виробництва в Україні. За валовим виробництвом картоплі Україна входить в трійку провідних картоплевирощуючих країн світу. За 2019 рік світове виробництво картоплі склало понад 371,3 млн. т, з них 23 млн. т в Україні. Середня урожайність картоплі в Україні становить 17 т/га, в Європі – 48 т/га.

Картопля *Solanum tuberosum* належить до родини Пасльонові *Solanaceae* (Pers), роду Картопля *Solanum*, виду *Tuberosum*. Це багаторічна рослина із трав'янистими стеблами та підземними столонами, проте при вирощуванні вважається однорічною культурою. Розмножується вегетативно при цьому, зберігаються характерні сортові ознаки. Бульби картоплі багаті поживними речовинами, що визначає їхню цінність як для людини, тварини, так і для мікроорганізмів, які є збудниками хвороб різної етіологічної належності [1-4].

Для підвищення рівня урожайності та покращення товарного вигляду бульб картоплі, поліпшення фітосанітарного стану агроценозу науковці розробляють та застосовують інтегровану систему захисту рослин. Інтегрований захист рослин передбачає, насамперед, широке використання природних регулюючих механізмів. В інтегрованій системі захисту рослин доцільним вважається агротехнічний метод, який сприятливо впливає на фітосанітарний стан агробіоценозу [5, 6]. Він забезпечує нормальний розвиток рослин та підвищує їх стійкість до збудників хвороби, а такі елементи агротехніки як добір і впровадження стійких сортів, багатопільна сівозміна, внесення добрив, підготовка до висадки насінневого матеріалу, просторова ізоляція, строки висадки, знищення післязбиральних рослинних решток, не лише створюють несприятливі умови для розвитку та поширення хвороб, а й підвищують урожайність картоплі.

Із літературних даних відомо, що важливим заходом захисту рослин картоплі від хвороб є використання здорового насіннєвого матеріалу, зокрема перед садінням необхідною є фітосанітарна експертиза бульб [7-9].

Впровадження стійких сортів картоплі у виробництво – складова інтегрованого захисту, яка дозволяє усунути необхідність проведення захисних заходів, а головне – забезпечує вирощування екологічно чистої продукції та захист навколишнього середовища. Ранні сорти картоплі вважають сприйнятливими, та володіють меншою стійкістю до захворювання, а ніж сорти інших груп стиглості. Крім цього, для зниження втрат урожаю фахівці рекомендують здійснювати збір бульб повністю дозрівшими та уникати пошкоджень в період збору. Важливо після збирання витримувати врожай упродовж трьох тижнів в теплих умовах при вологості > 90% та здійснювати вибракування ураженого матеріалу.

Аналіз літературних джерел показує, що розвиток захворювань (наприклад альтернаріозу) може значно зменшуватися при середньому та пізньому висаджуванні сприйнятливого сорту картоплі. Крім терміну висаджування на розвиток впливають метеорологічні умови.

Використання біологічних препаратів у технології вирощування культур збільшує популяцію основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, сприяє поліпшенню поживного режиму ґрунту. Відомо, що мікробні препарати, не тільки поліпшують азотне та фосфорне живлення, а й стимулюють ріст рослин, індукують механізми стійкості до стресів абіотичної та біотичної природи. Вони є безпечними для людини і теплокровних тварин, оскільки не забруднюють довкілля, проявляють високу селективну дію та мають невичерпні ресурси для виробництва [10, 11]. Використання у сучасних технологіях біологічних препаратів різного характеру дії не тільки покращує продуктивність і якість продукції, підвищує стійкість проти фітопатогенів, але й сприяє оздоровленню агроценозів від шкідливої дії пестицидів. Екологічною альтернативою захисту рослин є зменшення кількості фітопатогенів під дією біопрепаратів. Застосування біопрепаратів, біостимуляторів вважається

перспективним підходом до збільшення глобального сільськогосподарського виробництва за мінімізації впливу на навколишнє середовище [12, 13].

Мікробні препарати в інтегрованому захисті рослин є комплексним фактором впливу на розвиток рослин, і не останнє значення в цьому відіграють фітогормони та інші біологічно активні сполуки бактеріального походження, які в значних кількостях містяться в біодобривах. Фізіологічно активні речовини здійснюють суттєвий вплив на підвищення коефіцієнтів використання добрив рослинами. Відомо, що засвоєння мінерального азоту з добрив не перевищує 50%, фосфору (навіть з найкращого добрива-супефосфату) – 20% і калію – 25-65% залежно від типу ґрунту. Решта вимивається з дощем і попадає у водойми, забруднює продукцію, закріплюється в ґрунті у випадку фосфорних добрив тощо.

Ґрунтові корисні мікроорганізми, заселивши кореневу систему, певний час створює захисний фон (не допускають патогенів) щодо інфікування рослин. Дослідженнями вчених встановлено, що навіть насіння, зібране з бактеризованих рослин, є значно менш зараженим збудниками різних хвороб, особливо мікроміцетами-фітопатогенами [14]. За рахунок фізіологічно активних речовин, що містяться в біопрепаратах, значно покращуються також посівні якості насіннєвого матеріалу – зростає енергія проростання і схожість насіння. Особливо це актуально, коли висаджується некондиційний посадковий матеріал.

Інтегрована система захисту рослин (ІРМ) забезпечує комплексний підхід до вирішення проблем, знижуючи ризики та мінімізуючи використання хімічних засобів. Особливу увагу слід приділяти профілактичним заходам – від підготовки ділянки до регулярного огляду рослин. Вчасне виявлення проблем, використання сучасних технологій та адаптація методик до локальних умов допоможуть не тільки зберегти врожай, але й підвищити його якість. В результаті комплексного підходу до захисту картоплі можна досягти значного зниження втрат, зберегти екологічний баланс та забезпечити стабільний дохід господарства.

Елементи сучасної інтегрованої системи захисту включають моніторинг, екологічні методи, біологічний контроль, агротехнічні заходи та хімічний контроль, які використовуються в комплексі для зменшення залежності від пестицидів. Основна мета – зменшити негативний вплив хімічних засобів на довкілля, зберігаючи при цьому продуктивність сільського господарства (табл. 1.1, 1.2).

Таблиця 1.1 – Елементи інтегрованої системи захисту рослин (ІСЗР)

Елемент	Опис	Приклади
Моніторинг	Систематичне спостереження та оцінка популяцій шкідників, хвороб, бур'янів та їх природних ворогів, а також стану самої культури. Визначення економічного порогу шкодочинності (ЕПШ)	Регулярні обходи полів, використання феромонних пасток, візуальний огляд рослин, прогнозування розвитку шкідників за погодними даними
Екологічні методи	Створення умов, несприятливих для розвитку шкідників/хвороб, і сприятливих для росту культури та природних ворогів	Збереження або створення захисних смуг і місць проживання для корисних комах (ентомофагів), використання стійких до шкідників сортів
Біологічний контроль	Використання живих організмів (природних ворогів) для боротьби зі шкідниками та хворобами	Заселення полів трихограмою (яйцеїдом), використання хижих кліщів для боротьби з павутинним кліщем, застосування бактеріальних та грибних біопрепаратів
Агротехнічні заходи	Оптимізація сільськогосподарських прийомів для зниження чисельності шкідливих організмів та зміцнення імунітету рослин	Сівозміна, знищення рослинних решток, дотримання оптимальних термінів садіння та збирання врожаю, збалансоване живлення рослин

		продовження табл. 1.1
Хімічний контроль	Вибіркове та обґрунтоване використання пестицидів лише за умови перевищення ЕПШ та неефективності інших методів	Обробка посівів інсектицидами, фунгіцидами або гербіцидами, які мають низьку токсичність для корисних організмів, локальне внесення препаратів

Сільськогосподарські підприємства України застосовують технології вирощування картоплі, які передбачають використання високих доз мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів, що забруднює хімікатами ґрунт, картоплю і довкілля. Такі технології, якщо вони поєднуються з недостатнім внесенням органічних добрив, призводять не лише до надмірного хімічного навантаження на культуру і навколишнє середовище, а й знижують рентабельність виробництва [15, 16].

Складність захисту картоплі зумовлена тим, що переважна більшість збудників може вести активний паразитичний спосіб життя протягом усієї вегетації картоплі та під час зберігання.

Таблиця 1.2 – Елементи інтегрованої системи захисту (ІСЗР) картоплі від хвороб

Елемент	Призначення	Приклади застосування для картоплі
Моніторинговий блок	Визначення чисельності найпоширеніших хвороб та ухвалення рішення про необхідність втручання	<i>Фітофтороз:</i> прогнозування на основі погодних даних (вологість, температура) та візуальний огляд на перші ознаки ураження

		продовження табл. 1.2
Екологічні методи	Створення умов, несприятливих для патогенів, та сприятливих для культури	Використання стійких або толерантних сортів (наприклад, до фітофторозу чи парші). Просторова ізоляція від інших пасльонових культур (томати, баклажани) для запобігання поширенню фітофторозу
Біологічний контроль	Застосування біопрепаратів для зниження чисельності шкідливих організмів	Проти хвороб (гнилі, фітофтороз): застосування біофунгіцидів (на основі <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Trichoderma</i> та ін. біоагентів)
Агротехнічні заходи	Оптимізація методів вирощування для зміцнення рослин та знищення шкідників/інфекції.	Сівозміна: повернення картоплі на те саме поле не раніше ніж через 3-4 роки (особливо важливо проти нематод, дротяників та парші). Обробка ґрунту: глибока оранка для знищення зимуючих стадій шкідників. Підгортання: високе підгортання, щоб бульби знаходились глибше, ускладнюючи доступ шкідників та запобігаючи позеленінню. Видалення бадилля

		(десикація): своєчасне знищення бадилля перед збиранням для запобігання перенесенню фітофторозної інфекції з листя на бульби
Хімічний контроль	Вибіркове використання пестицидів, фунгіцидів лише при перевищенні чисельності шкідливих видів, фокусуючись на безпечних препаратах	Протруювання бульб перед посадкою інсекто-фунгіцидами (проти дротяника, ризоктоніозу). Регулярні фунгіцидні обробки проти фітофторозу та альтернаріозу (особливо у вологу погоду), чергування системних та контактних препаратів. Застосування гербіцидів (грунтових або післясходових) для боротьби з бур'янами

У системі захисту картоплі критично важливі агротехнічні заходи (сівозміна, підгортання), які зменшують потребу в хімічних препаратах. Моніторинг є обов'язковим для своєчасного застосування фунгіцидів проти хвороб, зокрема фітофторозу, який швидко розвивається.

Відомо, що альтернаріоз картоплі зазвичай розвивається у другій половині вегетації (після цвітіння) за теплої (близько $+25^{\circ}\text{C}$) та посушливої погоди, на відміну від фітофторозу, який любить вологу прохолоду. Тому є специфіка застосування ІСЗР картоплі від альтернаріозу. Так, моніторинг орієнтований, в основному, на стан старого листя (необхідно шукати на нижньому, старому листі темно-коричневі або чорні плями з характерними концентричними кільцями, зональністю). А хімічний захист часто вимагає

фунгіцидів, які ефективні саме проти *Alternaria*, оскільки не всі препарати проти фітофторозу дають повний захист від сухої плямистості. Доцільно здійснювати чергування препаратів, оскільки альтернаріоз швидко набуває стійкості, необхідно чергувати фунгіциди з різними діючими речовинами (препарати на основі дифеноконазолу, азоксистробіну, манкоцебу, мандіпропаміду). Ретельне знищення або глибоке загортання рослинних решток після збирання, оскільки вони є основним джерелом інфекції.

Отже, аналіз досліджень різних років пожує, що існує необхідність у розробках науково-обгрунтованих технологій вирощування картоплі із застосуванням сидератів в поєднанні з органічними засобами живлення та біологічною системою захисту рослин в різних агрокліматичних умовах України. Актуальною науковою проблемою є розроблення ефективних та екологічно збалансованих технологій вирощування картоплі на основі органічного живлення і біологічних засобів захисту рослин картоплі для отримання екологічно чистої продукції.

1.2. Збудники фітофторозу та альтернаріозу картоплі та їхні морфологічні особливості

Багаті на поживні речовини органи рослин картоплі є добрим субстратом для багатьох збудників хвороб. Вегетативний спосіб розмноження культури сприяє не лише збереженню інфекції, але й значному її накопиченню. За оптимальних для розвитку хвороб зовнішніх умов це часто стає причиною епіфітотій багатьох хвороб, які завдають значних утрат урожаю та погіршують його якість, рис. 1.1.

В Україні найбільш шкідливою хворобою картоплі є фітофтороз. Поява в останні роки більш агресивних штамів патогена *Phytophthora infestans* призвело до скорочення інфекційного циклу і більш раннього, швидкого розвитку епіфітотій [17]. У деяких регіонах перші симптоми фітофторозу відзначаються вже на фазі сходів. Україна щорічно втрачає від фітофторозу картоплі в середньому близько 4 млн. т. В роки епіфітотій втрати врожаю від фітофторозу можуть досягати 70%. Фітопатогенний комплекс картоплі характеризується домінуванням на рослинах культури мікозів (фітофторозу, альтернаріозу). Статистичні дані свідчать про те, що близько 10-15% втрат урожаю картоплі пов'язане з фітофторозом. Іноді врожайність знижується до 50%. На сьогодні існує понад 40 патогенних організмів, які уражують надземну частину та бульби картоплі, втрати від хвороб можуть перевищувати 60%. Збудник *Phytophthora infestans* відноситься до порядку пероноспорових грибів, класу оомицетів.



Рисунок 1.1. Основні небезпечні збудники хвороб пасльонових культур [5]

Збудником захворювання є гетероталічний ооміцет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Цей патоген має раси і високий рівень мінливості, що призводить до втрати сортами картоплі стійкості. Більшість факторів, що впливають на ураження картоплі фітофторозом, свідчить про комплексний характер прояву хвороби, а це, в свою чергу, потребує системного захисту проти неї. Захист картоплі від фітофторозу потребує постійних змін у доборі препаратів. Це пов'язано з виникненням резистентності збудника хвороби до дії фунгіцидів та постійною появою нових його рас.

Фітофтороз картоплі проявляється у вигляді розпливчастих бурих або сіруватих плям на листках, які швидко розростаються, а на нижньому боці листка в умовах вологості з'являється білий наліт. На стеблах виникають темно-бурі смуги та плями, а на бульбах – вдавнені бурі плями, які при розрізі показують побуріння паренхіми, що веде до гниття, рис. 1.2 [18].

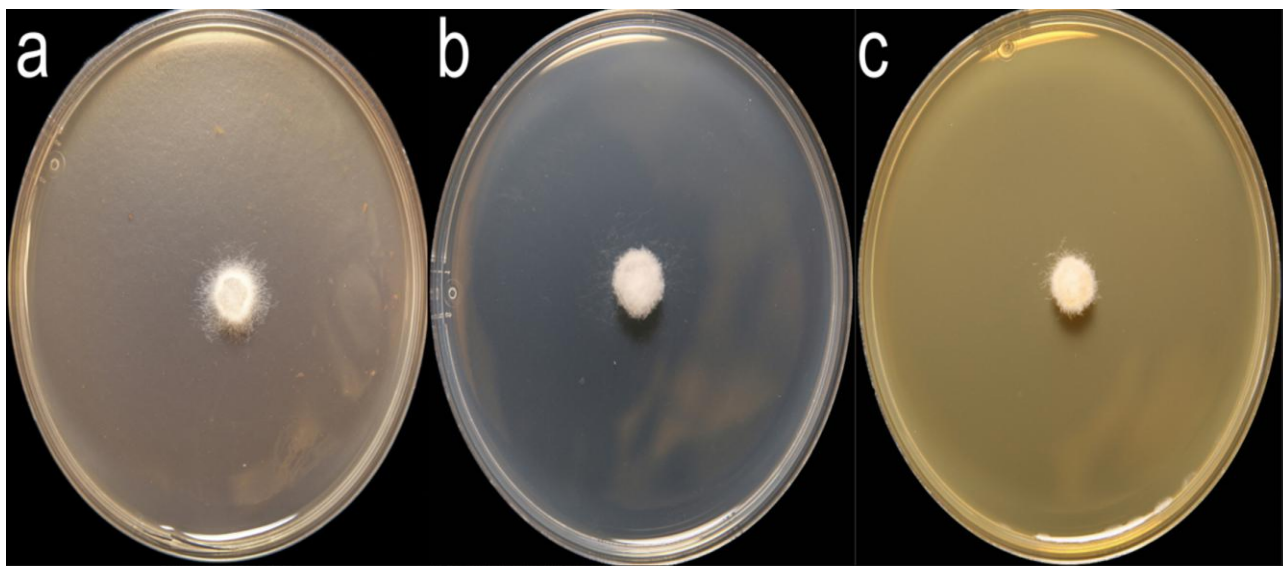


Рисунок 1.2. Колонії *Phytophthora infestans* (CPHST BL 142) на 7 добу культивування: (a) V8® агар, (b) картопляний агар, (c) мальтозний агар (by Krysta Jennings and Leandra Knight, USDA-APHIS-PPQ) [Phytophthora infestans \(in progress - Abad et al. 2023b\) | IDphy](#)

Поширення захворювання від ураженої рослини до здорової відбувається за допомогою спор нестатевого розмноження (зооспорангіїв), які переносяться з краплями вологи вітром. При наявності високої вологості зооспорангії можуть залишатися життєздатними протягом деякого часу та переноситися на значну відстань. Залежно від погодних умов, зооспорангії можуть заражати рослину двома способами: (1) пряме проростання, (2) утворення великої кількості зооспор. Відомо, що пряме проростання відбувається при менш сприятливих для розвитку хвороби умов, а зараження за допомогою зооспор, навпаки, при більш сприятливих (рясні роси, дощі, туман).

Зимує в заражених бульбах картоплі в формі міцелію, можливо також збереження збудника в формі ооспор і гем (ущільнені потовщення), міцелій несептований, безбарвний, всередину тканин проникає за допомогою гаусторій. На ранніх фазах розвитку міцелій внутрішньоклітинний, в типовій формі – міжклітинний. Ооспори (округлі безбарвні або світло-коричневі, діаметром 24-56 мкм) утворюються в результаті злиття оогоній – жіночих статевих клітин і

антеридій – чоловічих статевих клітин. При проростанні вони дають росткову гіфу, яка на кінці здувається і перетворюється в зооспорангій (рис. 1.3). Статевий процес необов'язкова ланка в біологічному циклі збудник.

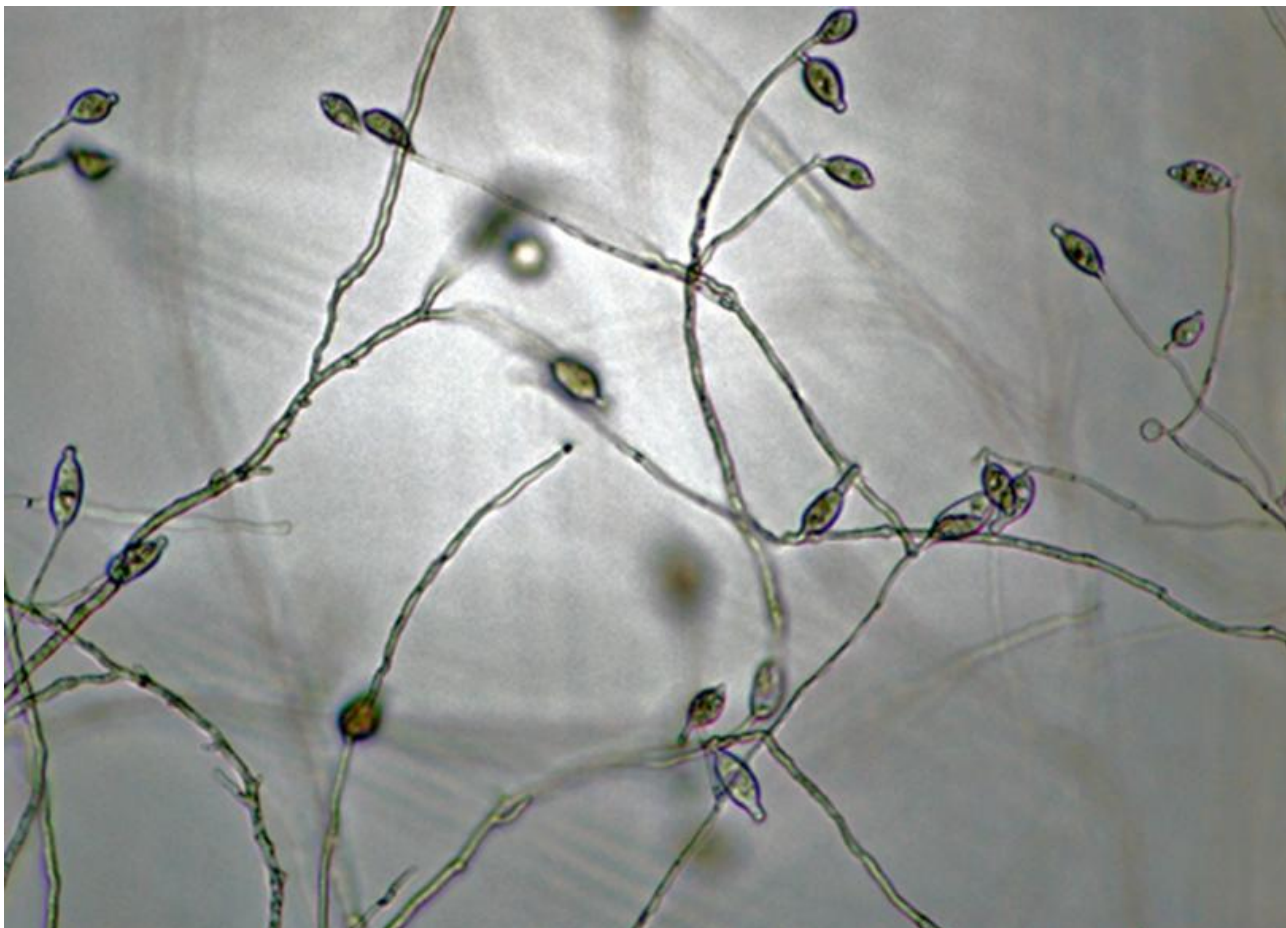


Рисунок 1.3. Мікроскопічний аналіз спорангіїв *Phytophthora infestans* (by Gloria Abad, USDA-APHIS) [Phytophthora infestans \(in progress - Abad et al. 2023b\)](#) | IDphy

Інкубаційний період *Phytophthora infestans* складає 3-16 днів, тому хвороба дуже швидко прогресує. Їх міцелії знаходяться в насінні картоплі, раніше уражених фітофторозом. Ґрунт і залишки рослин також слугують одними з головних джерел хвороби. Імовірність захворювань фітофторозом картоплі збільшується при наявності мікроорганізмів в насінні і ґрунті. При проростанні стебел хвороба у вигляді вивільнених зооспор піднімається разом з вологою по ґрунтовим капілярам, а вже бульби заражаються від бадилля.

Оптимальними умовами для розвитку хвороби виступає певний температурний режим: + 15-25⁰С і вологість понад 90%, особливо при крапельно-рідкій волозі. Фітофтороз картоплі швидко поширюється при густій посадці рослин (рис. 1.4).



Рисунок 1.4. Морфологічні ознаки симптомів фітофторозу картоплі [9]

Альтернاریоз (бура плямистість картоплі). Збудниками хвороби є мікроміцети (гриби): ранньої сухої плямистості — *Alternaria solani*, пізньої сухої плямистості — *Alternaria alternata*.

На початку патологічного процесу гриб розвивається в тканинах без видимих симптомів. Альтернاریоз проявляється напередодні бутонізації за 15–20 днів до цвітіння картоплі у вигляді виразно обмежених округлих темно-сірих, темно бурих або коричневих плям із концентричними колами й невеликим темним нальотом. Тканина в місцях плям у спеку висихає, викришується і в листку появляються дірки. У дощову погоду рослина не гние. При сильному ураженні хвороба супроводжується пожовтінням листків, передусім листків нижньої частини стебла, їх некротизацією та закручуванням країв доверху. На стеблах і черешках утворюються подовгасті темно-бурі плями з темно-сірим або чорним нальотом. У місцях ураження утворюються виразки. Під час сильного ураження 10 рослини починають в'янути. На бульбах з'являються тверді, темно-коричневі, трохи вдавнені в бульбу плями з темним

нальотом на них. Під плямами на глибині до 1 см знаходиться смужка темно-бурої або червонувато-бурої тканини (рис. 1.3).



Рисунок 1.3. Морфологічні ознаки симптомів альтернатозу картоплі [21]

Переважно збудники альтернатозу належать до листових патогенів, уражуючи вегетативну масу і тим самим пригнічуючи процес фотосинтезу. За даними вчених, доведено, що для розвитку альтернатозу оптимальними умовами є температура в межах $+25-27^{\circ}\text{C}$ і чергування посушливого та вологого періодів. За таких умов рослини стають дещо ослабленими та швидше уражуються збудником хвороби [19, 20].

Активний прояв альтернатозу на листках картоплі фіксують при концентрації конідій *A. solani* 4×10^4 шт/мл, *A. alternata* – 6×10^4 шт/мл. Подальше зростання концентрації конідій призводить до зниження інтенсивності розвитку хвороби, оскільки велика кількість інфекції призводить до її пригнічення у зв'язку з нестачею кисню та надмірного накопичення токсичних метаболітів. Епіфітотійний спалах найімовірніший тоді, коли патогени масово перезимовують, не втрачаючи своєї патогенності до моменту настання сприятливих умов для їх розвитку [21].

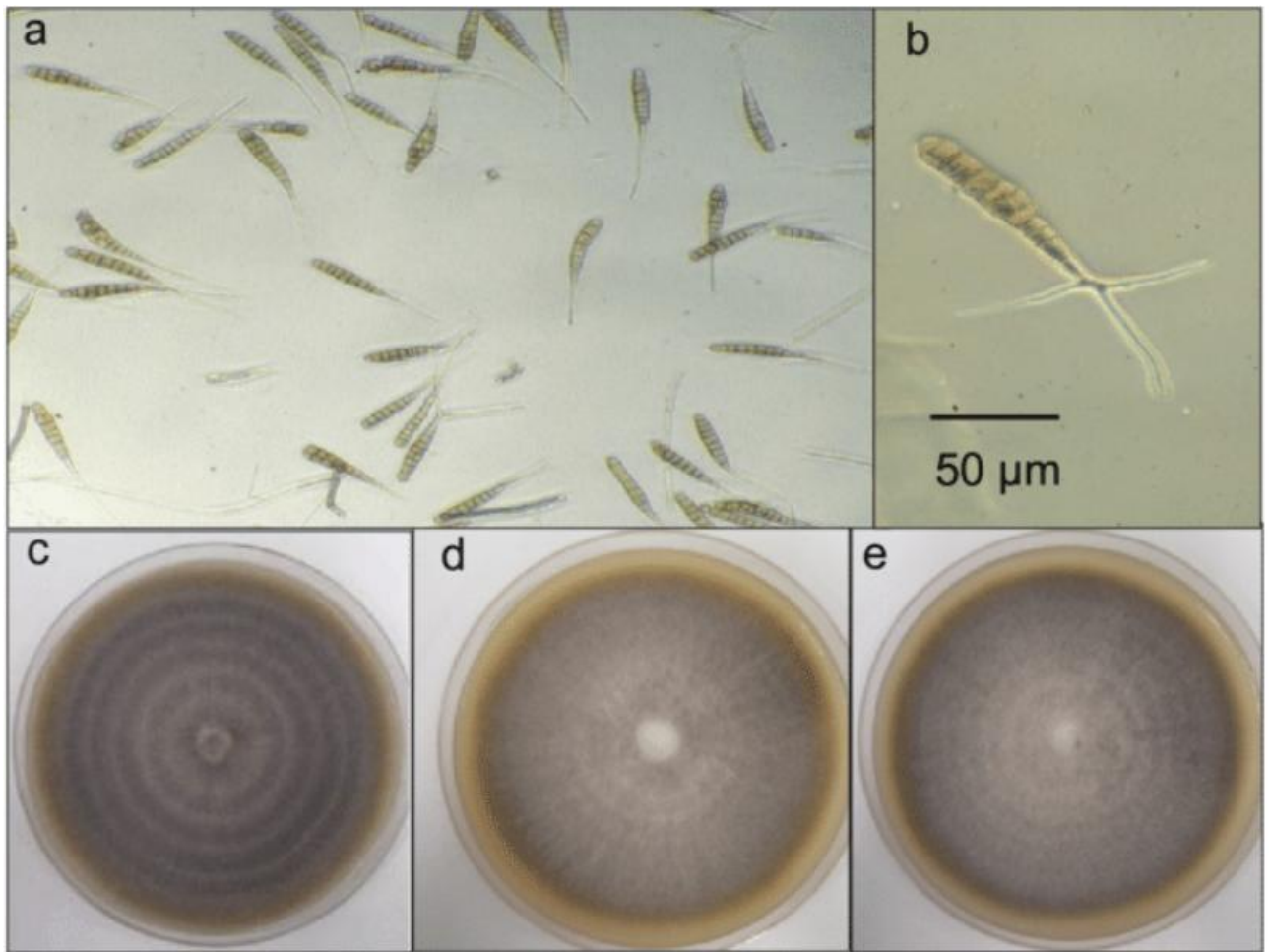


Рисунок 1.4. Мікроскопічний аналіз конідій *Alternaria solani* (a, b) та колонії на картопляному поживному середовищі з різним типом спороношення: (c) рясний, радіальна зональність, (d) міцеліальний / без споруляції, (e) проміжний тип утворення спор

Збудники *A. solani* та *A. alternata*, які викликають хвороби листків картоплі протягом вегетаційного періоду, зберігаються у різних стадіях і умовах, що забезпечує їм високу життєздатність та агресивність по відношенню до культивування картоплі. Таким чином, комплекс знань щодо способів перезимівлі патогенів дозволяє передбачити розвиток хвороби в наступному році та організувати високоефективний захист картоплі від фітопатогенних організмів.

1.3. Застосування біологічних препаратів для оптимізації мікробного ценозу в насадженнях картоплі

Одним з основних шляхів одержання екологічно чистої продукції рослинництва є застосування біологічного методу захисту рослин як основного стратегічного еколого-біологічного заходу контролю шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур та еколо гічного землеробства. Згідно з постановою Ради Європи №834/2007 р. біологічний метод – основний стратегічний еколого-біологічний захід контролю шкідливих організмів у сучасних агроecosистемах.

За даними вітчизняних та зарубіжних науковців встановлено, що сучасні системи захисту рослин мають базуватися на принципах біоценотичної регуляції й управління чисельністю шкідливих організмів і зниження токсичного навантаження на посіви сільськогосподарських культур для забезпечення фітосанітарної стабільності агроценозів. Тому для контролю шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур з кожним роком все більше віддають перевагу біологічним препаратам і розглядають їх як альтернативу хімічним засобам захисту рослин. Використання в сучасних технологіях біологічних препаратів не тільки покращує продуктивність і якість продукції, підвищує стійкість проти фітопатогенів, але й сприяє оздоровленню агроценозів від шкідливої дії пестицидів. Екологічною альтернативою захисту рослин є зменшення фітопатогенних організмів під дією біопрепаратів [22, 23].

Застосування мікробних препаратів, створених на основі агрономічно корисних бактерій, є перспективним напрямом зниження біологічного забруднення та підвищення екологічної безпечності агроценозів. Так, за опублікованими даними використання мікробних препаратів «Фітоцид», «Планриз», «Діазофіт» і «Фосфороентерин» в умовах Карпат та Львівської області сприяло зменшенню інфекційного навантаження (а саме кількості представники родів *Fusarium* та *Alternaria*) в ґрунті під час вирощування картоплі [24].

Проте застосування лише біологічних препаратів не завжди забезпечує довго тривалий захисний ефект, а використання пестицидів призводить до забруднення навколишнього середовища і небажаних санітарно-гігієнічних наслідків. Знищуючи шкідників і фітопатогенів, пестициди призводять до великого навантаження на агроценози, шкідливі речовини накопичуються як у самій рослинницькій продукції, так і в ґрунті.

Препарати на основі мікроорганізмів не виявляють фітотоксичності. Це можна пояснити тим, що їх біоагенти є складовою природної мікробіому ґрунту і рослин [25]. Повідомляється, що після використання біофунгіцидів знижується інфекційний фон у ґрунтах завдяки зміні складу його мікрофлори. Тому в подальшому вчені рекомендують зменшити кількість обробок для захисту рослин.

Біоагенти препаратів продукують значну кількість фізіологічно активних речовин (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів, вітамінів). Ці речовини стимулюють ріст рослин, підвищують продуктивність культур і якість продукції. Дія біологічних засобів захисту не призводить до виникнення у збудників хвороб і шкідників резистентності, що не потребує збільшення норми використання препаратів, як за використання хімічних пестицидів. Біологічні препарати, як правило, діють повільніше, ніж хімічні.

В останні роки вченими виділено ряд бактерій і мікроміцетів, що мають антагоністичні властивості до патогенів рослин. Найбільше поширені і застосовуються бактеріальні препарати на основі *Pseudomonas aureofaciens*, *P. fluorescens*, *Bacillus subtilis*.

Наприклад, Фітоспорин-М (у рідкій формі) – натуральний біофунгіцид, що містить як діючий початок бактерії *B. subtilis*, штам 26Д з титром не менше 1 млрд живих клітин та спор на 1 мл. Застосовується на овочевих – проти корневих гнилей, альтернаріозу, фітофторозу, різоктоніозу, борошнистої роси; на овочах, корене- та бульбоплодах при зберіганні.

Наявність у Фітоспорину-М двох механізмів підвищення стійкості рослин до хвороб: перший пов'язаний з антагонізмом бактерії *in vitro* до багатьох

фітопатогенів та її здатністю конкурентно займати їх нішу проживання на поверхневих або у внутрішніх тканинах рослин, другий – зі здатністю ендofіту системну стійкість рослин до біотичного стресу Біофунгіцид Фітоспорин-М знижував ураження рослин картоплі ризоктоніозом у 8,5 разів, альтернаріозом – у 1,3 рази порівняно з контрольним варіантом. Обробка Фітоспорином-М бульб картоплі перед закладкою на зберігання знижувала кількість заражених фітофторозом бульб на 9,9%. Дослідженнями на дерново-підзолистих суглинних ґрунтах встановлено, що застосування препарату Фітоспорин-М підвищувало врожай картоплі на 23,4%, знижувало ураження рослин хворобами у 2,8 рази, збільшувало вміст крохмалю у бульбах на 3,3%.

За експериментальними даними [26] використання біокомплексів *Pseudomonas fluorescens* у поєднанні з хелатованими мікроелементами сприяє підвищенню урожайності картоплі та ефективному її захисту проти альтернаріозу (ефект 66,8%), фітофторозу (85,2%).

Використання біологічних препаратів МікоХелп, ФітоХелп шляхом внесення їх у ґрунт та обробки бульб під час садіння впливає на підвищення показника схожості рослин картоплі на 2,1–5,1 %, порівняно із контрольним варіантом. Крім цього, повідомляється, що відбувається значне зменшення відсотку поширення і розвитку фітофторозу та альтернаріозу у порівнянні із контролем (у 1,8–3,2 та 2,4–4,9 рази відповідно). Таким чином, у насадженнях картоплі біопрепарати здатні знизити поширення і розвиток фітофторозу та альтернаріозу під час вегетації рослин, сприяє зростанню кількісних та якісних показників структури урожаю, а також отриманню екологічно безпечної продукції, що підвищує її конкурентність на ринку органічних продуктів.

Доведено, що живі культури неспорівих бактерій роду *Pseudomonas* spp. можуть позитивно або негативно впливати на розвиток сільськогосподарських рослин, оскільки деякі види з них патогенні, інші – сапрофіти, які відіграють важливу роль у захисті рослин від бактеріальних і грибних захворювань. Встановлено, що захисна дія псевдомонад зумовлена їхньою властивістю до активної колонізації кореневої системи і синтезом різноманітних

антифунгальних сполук. Для захисту рослин широко застосовуються бактеріальні препарати на основі псевдомонад (Ризоплан, Бинорам, Планриз), спектр дії яких досить широкий [27].

Важливим аспектом в застосуванні біологічних препаратів є їх можливість поєднань з речовинами стимулюючої дії, для підвищення вегетаційних показників рослин та збільшення конкурентоспроможності з хімічними засобами захисту.

Одним із ефективних прийомів удосконалення агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур, що забезпечують високу врожайність та екологічність у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, є застосування біологічних регуляторів росту рослин. В даний час ними обробляється значні площі, особливо в овочівництві. В країні зареєстровано близько 120 таких препаратів.

Біостимулятори істотно впливають на склад біохімічний картоплі, їхню харчову цінність, смакові якості та термін зберігання. Особливо вигідне використання біостимуляторів та органічних добрив, що сприяє кращому формуванню водних та фізико-механічних властивостей родючого шару. На сьогодні біостимулятори та похідні від них речовини на практиці дозволяють картоплі легше перенести стресові ситуації, а тому покращити врожайність бульб картоплі. Доцільність застосування біостимуляторів зростає, пов'язано це з стрімкою зміною клімату, щоб забезпечити рослини від стресів та знизити витрати на вирощування картоплі [28].

Застосування регуляторів росту дозволяє зменшити кратність обробки посівів фунгіцидами, а в ряді випадків можлива повна відмова від них. Вони привабливі малою токсичністю для людини, тварин, рослин, корисної мікрофлори та низькими нормами витрати.

Отримані в різних регіонах України результати досліджень свідчать про перспективність використання препарату Новосил як екологічно безпечного, ефективного біостимулятора продуктивності та імунітету рослин сільськогосподарських культур, у тому числі картоплі. Так, обробка картоплі

регулятором росту Новосил у фазі цвітіння, збільшувала на 6 – 12 % кількість та на 31 – 57 % – масу бульб у кущі, підвищувала врожайність на 29 – 34%.

Ріст і розвиток рослин значною мірою залежить від характеру кореневого живлення. Органічні добрива поряд із забезпеченням рослин основними елементами кореневого живлення сприяють поліпшенню фізичного стану ґрунту та підвищують живлення карбоном. Тому органічні добрива, комплекс біопрепаратів – найефективніші для картоплі. Вони містять велику кількість корисних мікроорганізмів і біологічно активних сполук (вітамінів, стимуляторів росту тощо), які посилюють ріст і розвиток рослин. Наприклад, фосфорні добрива прискорюють початок цвітіння, утворення бульб і накопичення крохмалю. Внесені разом з калійними й азотними добривами вони підвищують урожайність кущів. Під картоплю найбільш доцільно застосовувати органічну (екологічну), орґано-мінеральну систему удобрення, за яких сприятливо формуються фізико механічні, водні властивості, поживний режим ґрунту та ін.

Аналіз літературних джерел показує, що біологічні препарати на основі корисних мікроорганізмів спрямовані на відтворення родючості ґрунту, біологічної активності, мобілізацію фосфатів з важкорозчинних органічних і неорґанічних сполук фосфору, синтез речовин, які стимулюють ріст, інтенсифікацію проростання насіння, підвищення продуктивності культур і поліпшення якості продукції. Застосування їх у технологіях вирощування картоплі сприяє зниженню норм мінеральних добрив, екологізації методів захисту рослин, які розглядаються як альтернатива хімічним методам захисту.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Науково-дослідна робота виконана на кафедрі фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України).

Планування експериментів, діагностика хвороб та визначення технічної ефективності біологічних препаратів проти хвороб картоплі проводилися відповідно до прийнятих методик [12, 32, 33].

У дослідженнях використано біологічні препарати Фітохелп та Агат 25-К. Основні характеристики біопрепаратів:

Фітохелп-біофунгіцид – біопрепарат із антимікробною та рістстимулюючою дією (рис. 2.1), титр не менше $4,0 \times 10^9$ КУО/см³ (БТУ Центр Україна).



Рисунок 2.1. Фітохелп – концентрована суміш живих природних бактерій *Bacillus velezensis* (<https://btu-center.com/promisloviy-sektor/roslinnitstvo/b-ofung-tsidi/fitokhlep>)

Біопрепарат призначений для захисту сільськогосподарських культур від широкого спектра бактеріальних збудників (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*) та грибних хвороб (фітофтороз, борошниста роса, іржа, парша, кокомікоз, макроспоріоз, ризоктоніоз, пероноспороз, бура плямистість, кореневі та плодові гнилі, фузаріоз, аскохітоз, фомоз, церкоспороз, вертицильоз, пліснява). Підвищує урожайність культур і поліпшує якість продукції, забезпечує антистресову дію до несприятливих умов. Застосовують для передпосівної обробки насіння, обробки розсади овочевих культур перед висаджуванням, обприскування в період вегетації. До складу препарату Фітохелп включено: концентрат бактерій роду *Bacillus* найбільш активних проти грибкових та бактеріальних хвороб, титр не менше ніж 4×10^9 КУО/см³.

Агат 25-К – біофунгіцид і стимулятор росту, на основі інактивованих бактерій *Pseudomonas aureofaciens* Н-16, титр $3-6 \times 10^{10}$ КУО/см³ (біологічні активні речовини з загальним вмістом амінокислот 38%, α -глутамінова кислота – 70 мг/кг + α -аланін-60 мг/кг + 3-індолілоцетова кислота-18 мг/кг, рис. 2.2), збагачених природними індукторами імунітету рослин (ТОВ Біозахист, Україна).



Рисунок 2.2. Біофунгіцид Агат 25-К, з нормою витрати на овочевих культурах 9 г/кг (передпосівна обробка) та 30 г/га (обприскування в період вегетації), титр $5-8 \times 10^{10}$ КУО/см³

Препарат Агат 25-К імунізує рослину через формування неспецифічної системної стійкості до збудників хвороб і до ряду несприятливих факторів навколишнього середовища (засуха, низькі і високі температури). Він має також фунгіцидну дію на патогени, активізує ростові процеси в рослин, сприяє покращенню їх мінерального живлення внаслідок фіксації азоту з повітря та переводу в засвоювану форму нерозчинних форм фосфатів, очищенню ґрунту від залишків отрутохімікатів, відтворенню й активізації життєдіяльності корисної мікрофлори. До складу біопрепарату входить культуральна речовина інактивованих бактерій (титр $5-8 \times 10^{10}$ КУО/см³ до інактивації), біоактивні речовини з проростків рослин, збалансований набір стартових доз основних мікро- та макроелементів, флавоноїдні речовини й активні фракції хвойного екстракту [29].

Поєднання комплексу таких компонентів визначає широкий спектр та ефективність дії препарату — як фунгіцидних та імуномодельюючих функцій проти корневих і листкових грибних хвороб, так і властивостей стимулятора росту рослин за абсолютної безпеки для людей, тварин, бджіл та навколишнього середовища. Такий мультисистемний препарат дає максимальний ефект при мінімальних затратах — одночасно вирішуються проблеми захисту, підживлення та стимуляції рослин.

Польові дослідження проведено на дослідних полях Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (Чернігівська область). Досліди проводили згідно з методами наукових досліджень в агрономії [30, 31].

Ґрунтовий покрив являє чорнозем вилугуваний неглибокий легкосуглинковий на лісовидних суглинках. Агрохімічна характеристика ґрунту: $pH_{\text{сол.}}$ – 5,3; вміст гумусу – 3,03%; азоту, що легко гідролізується, – 95

мг/кг ґрунту; рухомих сполук фосфору (P_2O_5) – 150 мг/кг ґрунту; вміст обмінного калію (K_2O) – 108 мг/кг ґрунту.

Обприскували рослини проти хвороб упродовж вегетації не менше 3 разів: профілактично до появи ознак ураження, за з'явлення перших ознак ураження, наступні – через 10-14 діб після попередніх. Обліки ураження рослин картоплі хворобами здійснювали за їх перших ознак і перед кожним обприскуванням препаратами. Визначали розвиток хвороб, ефективність препаратів, урожайність картоплі.

В польових дослідженнях використано картопля сорту Слов'янка (сорт адаптований до різних агрокліматичних умов, включаючи зону Полісся України). Це український столовий сорт картоплі середнього терміну дозрівання, який має видовжено-овальну форму, рожеву шкірку з фіолетовим відтінком та кремову м'якоть, рис. 2.3. Поверхня гладка, очі неглибокі. У кожному кущі формується до 14 бульб, що робить сорт вигідним для товарного та приватного вирощування.



Рисунок 2.3. Сорт картоплі Слов'янка – невибагливий до ґрунту, посухостійкий, має високу врожайність, стійкий до ряду хвороб (характеризується середньою стійкістю до фітофторозу)

Схема досліду для вивчення впливу біологічних препаратів на розвиток хвороб картоплі:

1. Контроль (без обприскування рослин біопрепаратами).
2. Біофунгіцид Фітохелп, 1,0 л/га (триразова обробка у період вегетації, обприскування з інтервалом 10-15 днів).
3. Біофунгіцид Агат 25-К, 100 мл/га (триразова обробка у період вегетації).

Дослідні ділянки розміром 25м² розміщувалися рендомізовано у чотирикратній повторності.

Загальну чисельності мікроміцетів при вегетації картоплі визначали методом висівання суспензії на стандартні поживні середовища: глюкопептонний агар (ГПА), середовище Чапека.

Наукою і практикою сільськогосподарського виробництва підтверджено, що саморегулювання та самовідновлення агроєкосистеми успішно відбувається за умов ведення альтернативного (біологічного) землеробства. Резервом збагачення ґрунту органічними речовинами, вуглецем та елементами живлення є загортання зелених добрив та післяжнивних решток (особливо соломи та у поєднанні з сидератами).

Органічна технологія вирощування картоплі передбачала наступні системи удобрення у сівозміні: солома, 5 т/га → проміжний сидерат (люпин вузьколистий) → 40 т/га гною → солома + сидерат → 40 т/га гною + сидерат).

Подрібнену солому у кількості 5 т/га заробляли у ґрунт відразу після збирання урожаю пшениці озимої (наприкінці липня) шляхом дискування, після чого у відповідних варіантах висівали на проміжний сидерат люпин вузьколистий. Сидеральну масу люпину (13 т/га) заробляли у ґрунт шляхом дискування з наступною неглибокою оранкою (15 см) пізно восени (кінець листопада). У цей же час у відповідних варіантах вносили і заробляли у ґрунт підстилковий гній великої рогатої худоби (ВРХ) з розрахунку 40 т/га.

Агротехніка вирощування загальноприйнята для умов Чернігівського Полісся. Захист картоплі від фітофагів (колорадського жука) проводився

біологічними препаратами: Бітоксисаціліном (30 мл/сотку) + Актотітом (10 мл/сотку) з інтервалом 7–10 днів 2 рази для кожного покоління жуків. Збирання картоплі проводили поділянково вручну.

Погодні умови з зоні досліджень були типовими для даного регіону.

2.1. Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень

За об'єкт досліджень обрано мікопатогенний комплекс картоплі (*Solanum tuberosum*), а також ефективність біопрепаратів Фітохелп та Агат 25-К проти фітофторозу й альтернаріозу картоплі.

За предмет досліджень обрано розвиток патогенів родів *Alternaria*, *Phytophthora* на фоні внесення біопрепаратів, динаміка накопичення врожаю картоплі.

Особливість збудника фітофторозу картоплі полягає у здатності вражувати всі частини рослин: листки, стебла, бульби і навіть коріння в різних фазах їх онтогенезу. Раніше вважалось, що хвороба з'являється в другій половині вегетації. А тому, картоплю відносили до культур, які уражуються в другій фазі онтогенезу, а рослини без вікового пригнічення в рості мають високу резистентність до *Phytophthora*.

Поширення в Європейських країнах різних типів сумісності *Phytophthora* (наприклад, A1 і A2), значне збільшення вірулентності та агресивності фітопатогена обумовили ранню появу хвороби і здатність уражувати в природніх умовах розсаду, молоді рослини.

Особливості збудника альтернаріозу (*Alternaria solani*) полягає у тому, що він здатний зберігатися в ґрунті та на рослинних рештках як міцелій та хламідоспори, що забезпечує його стійкість до несприятливих умов. Оптимальна температура для росту конідій – 24-30⁰С. Хвороба може розвивається при високих температурах та низькій вологості, а також при чергуванні посушливої погоди з опадами. Поширюється за допомогою вітру, який переносить конідії. Останніми роками спостерігається його адаптація до нижчих температур.

Дослідження за поставленими завданнями проводили в лабораторних та польових умовах:

- мікробіологічні, фітопатологічні аналізи щодо визначення загальної чисельності мікроміцетів при вегетації картоплі *Solanum tuberosum* (визначення морфологічних особливостей виявлених фітопатогенів);
- локально-вибіркові обстеження (обстеження посадок картоплі на дослідних ділянках упродовж вегетаційного періоду, починаючи від фази бутонізації – фази цвітіння і до кінця вегетації, вересень);
- польові дослідження – для спостереження за ростом і розвитком рослин та формуванням їх урожайності. За фазами розвитку рослин проводили фенологічні спостереження (сходи, бутонізація, цвітіння), визначали за загальноприйнятими методиками;
- порівняльно-розрахункові (оцінка продуктивності картоплі за органічною технологією вирощування);
- статистичні (математична і статистична обробка експериментальних даних).

Для лабораторного аналізу зразки рослинного матеріалу із ознаками ураження відбирали та закладали в поліетиленовий пакет, ставили етикетку і виносили з ділянки з дотриманням заходів безпеки. Кожен зразок містив не менше 10 рослин. На етикетці окрім традиційних показників відмічали кількість оглянутих рослин, число підозрілих, а також ступінь їх ураження за шкалою, розробленою Інститутом картоплярства НААН України.

Для оцінки сортів картоплі на стійкість до альтернarioзу застосовували дев'ятибальну шкалу, табл. 2.1:

Таблиця 2.1 – Критерії оцінювання рослин картоплі щодо стійкості до хвороб (збудник *Alternaria*) на фоні внесення біофунгіцидів

Бал	Оцінювання
0	рослини без симптомів ураження
1	незначне ураження, окремі плями, що займають менше 2,5 % поверхні листків

2	окремі плями, що займають не більше 5 % площі листків
3	уражено 10 % площі листків
4	середнє ураження, симптоми на 15 % поверхні листків
5	середнє ураження, майже кожен листок уражений, до 25 % поверхні листків засохло
6	дуже значне ураження, до 50 % листків загинуло, початок ураження стебел
7	до 75 % площі листків загинуло, прогресує ураження стебел
8-9	всі рослини загинули

Фітопатологічні оцінювання розвитку хвороби проводили за шкалою оцінювання зразків картоплі на стійкість проти альтернаріозу і фітофторозу за показниками ураженості листя та стебел, табл. 2.2:

Таблиця 2.2 – Критерії фітопатологічного оцінювання рослин картоплі щодо розвитку хвороб

Бал	Ступінь стійкості	Охоплено плямами поверхні, %	
		листя	стебел
9-8	високостійкий	<5	0
7-6	стійкий	5-25	0
5-4	середньостійкий	26-50	<25
3-2	сприйнятливий	51-75	25-50
1	нестійкий	>75	>75

Для аналізу бульб на ураженість хворобами відбирали їх з 10-ти кущів з 3-х рядків та визначали у відсотках за формулою:

$$P = \frac{n}{N} \times 100, \quad (1)$$

де: P – розповсюдження хвороби (%); n – кількість хворих бульб у пробі; N – загальна кількість.

Розвиток хвороби характеризує відношення ураженої листкової поверхні до всієї площі листа, визначається у відсотках за формулою:

$$P = \frac{\sum ab}{NK} \cdot 100\% , \quad (2)$$

де: P – розвиток хвороби (%);

$\sum ab$ – показник суми добутків кількості хворих рослин (a) на відповідний їм бал ураження (b);

N – загальна кількість облікових рослин у пробах, штук;

K – найвищий бал шкали обліку.

Під час вивчення особливостей розвитку збудника хвороби, визначали його морфологічні ознаки та чутливість до умов середовища. При цьому використовували методи мікроскопічних досліджень. Інтенсивність спороношення залежно від типу поживного середовища вивчали із використанням камери Горяєва, яка призначена для підрахунку кількості клітин у заданому обсязі рідини та являє собою прозорий паралелепіпед (предметне скло), з борознами та нанесеною мікроскопічною сіткою. Розміри малих поділок клітини сітки становлять 0,05 мм, а великих – 0,2 мм. При цьому сітка нанесена на майданчик (ділянка скла), розташована на 0,1 мм нижче, ніж два сусідні майданчики. Ці майданчики слугують для притирання покривного скла. В результаті об'єм рідини над квадратом, утвореним великими поділами сітки Горяєва, становить 0,004 мікролітра.

Облік врожаю картоплі встановлювали ваговим методом поділянково.

Збирання врожаю проводили наприкінці серпня – на початку вересня, залежно від погодних умов року. Збережений урожай підраховували у відсотках порівняно контрольним варіантом.

Технічну ефективність біопрепаратів визначали за формулою:

$$E = \frac{P_{\text{контр}} - P_{\text{досл}}}{P_{\text{контр}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

де: E – технічна ефективність (%);

$P_{\text{контр}}$ – показник розвитку хвороби в контролі;

$P_{\text{досл}}$ – показник розвитку хвороби на дослідній ділянці.

2.2. Методи проведення дослідження

- **Науково-теоретичного аналізу** (системний підхід) – для узагальнення результатів досліджень вітчизняних і закордонних учених відповідно до мети та об'єкту досліджень.

- **Візуальні спостереження:** огляд рослин картоплі для виявлення типових симптомів фітофторозу, таких як плями на листках, стеблах та плодах.

- **Оцінка рівня ураженості:** визначення частки рослин, уражених хворобою, а також ступеня ураженості кожної окремої рослини (у балах).

- **Визначення динаміки розвитку хвороби:** спостереження за поширенням хвороби в умовах польових дослідів протягом вегетаційного періоду.

Основні елементи біоекології збудників фітофторозу та альтернаріозу пасльонових культур достатньо широко вивчені, комплексно висвітлені в літературних джерелах, але в конкретних природних умовах дані фітопатогени мають специфічні особливості. Це свідчить про те, що для з'ясування закономірності виникнення епіфітотій, прогнозу їх появи і розвитку, необхідно вивчати екологію патогену в умовах конкретної місцевості.

Поряд із організаційно господарськими, агротехнічними заходами (дотриманням сівозмін, впровадженням у виробництво стійких сортів тощо), важливе значення має якість посадкового матеріалу, тому що основним джерелом інфекції є уражені цією хворобою посадкові бульби. Їх наявність у садивному матеріалі створює первинні осередки хвороби в польових умовах і

сприяє ранньому поширенню фітофторозів, альтернаріозів та інших мікопатогенних комплексів.

- **Лабораторні методи:** мікробіологічні, фітопатологічні (визначення загальної чисельності мікроміцетів при вегетації картоплі; морфологічна характеристика патогенів, що викликають фітофтороз, альтернаріоз картоплі, ґрунтового вивчення збудників під мікроскопом у зразках уражених тканин).

Вірулентність фітопатогенних грибів може змінюватись. У зв'язку з цим необхідно враховувати відомості про структуру популяцій патогена, а також враховувати зміни, що відбуваються в ній під час сортового підбору. Якість посадкового матеріалу суттєво впливає на польову схожість і, в кінцевому підсумку, на густоту насаджень рослин, ураження фітопатогенами та урожайність бульб.

- **Польові методи:** визначення технічної ефективності застосування біологічних засобів захисту.

Ефективність боротьби з альтернаріозом, фітофторозом залежить від своєчасного проведення профілактичних обприскувань посадок картоплі фунгіцидами системної дії. Задача заключається в тому, щоб правильно визначити строк першої обробки і, таким чином, відтягнути період ураження картоплі на 10-15 днів, а також зменшити втрати врожаю від хвороб. Дуже важливо, щоб препарат-фунгіцид був нанесений на листову поверхню до початку появи перших ознак (наприклад, фітофторозних плям), тобто ще до розсіювання конідій збудника, тому що інкубаційний період за сприятливих погодних умов складає для *Phytophthora* 2-3 дні, розповсюдження хвороби наростає досить швидко.

Профілактичні обприскування посадок картоплі фунгіцидами зменшують розвиток фітофторозу, підвищують урожайність культури як у звичайні, так і фіторозні роки.

Покращення фітосанітарного стану посадок картоплі в результаті 3-разового обприскування їх біофунгіцидами спричинює збільшення урожайності бульб та покращення їх якості.

Технічна ефективність обприскувань посадок картоплі біологічними фунгіцидами від фітофторозу, альтернаріозу можебути достатньо висока, проте залежить від вибору препарату, строків та кратності обробок, умов регіону. Отже, необхідно планувати і завчасно проводити обприскування посадок фунгіцидами з метою запобігання поширення хвороб та їх подальшого розвитку.

- **Математично-статистичні:** для оброблення первинних експериментальних даних і оцінювання достовірності одержаних результатів. Обробка експериментальних даних з використанням програм Microsoft Office® для Microsoft Windows®, Statistica.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Роль біофунгіцидів у регуляції мікопатогенного фону в агроценозі картоплі

На сьогодні в агроценозах картоплі в Україні впродовж вегетаційного періоду фіксують домінування фітопатогенних мікроміцетів некротрофного типу живлення, які характеризуються широкою спеціалізацією та здатні істотно знижувати екологічні та якісні показники бульб.

Особливо гостро стоїть питання виникнення та збільшення проявів резистентності патогенних мікроорганізмів до фунгіцидів різної природи, крім цього значно збільшується кількість латентної інфекції у бульбах і ґрунті, з'являються принципово нові типи фітопатогенних комплексів, асоціацій, що зумовлено змінами у бік потеплінням клімату.

За результатами фітопатологічної оцінки польових насаджень картоплі в умовах Чернігівського Полісся України встановлено, що найбільш поширеною хворобою на вегетуючих рослинах був фітофтороз, а розвиток альтернаріозу мав відносно невисокий рівень – в межах 22-29% (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Ураженість і розвиток хворобами надземної частини картоплі (сорт Слов'янка, Чернігів, ІСГМАВ НААН)

Хвороба / Збудник	Ураженість хворобою, %	Розвиток хвороби, %
Рання суха плямистість (альтернаріоз) / <i>Alternaria solani</i> (Ellis & G. Martin)	40,5	21,6
Пізня суха плямистість (альтернаріоз) / <i>Alternaria alternata</i>	49,6	29,0

(Fr.) Keissl.		
продовження табл. 3.1		
Фузаріозне в'янення / <i>Fusarium oxysporum</i> Schl.	12,0	-
Фітофтороз / <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary	66,0	43,3

При мікроскопіюванні *Alternaria* sp. виявлено, що на синтетичному поживному середовищі Чапека активно відбувається процес формування конідій (не менше 66 тис. шт/мл), рис. 3.1.



Рисунок 3.1. Морфологічне дослідження мікроміцета *Alternaria* sp.

При використанні біопрепарату Фітохелп в лабораторних умовах за температурним режимом 28°C діаметр колоній міцелія *Alternaria* sp. на середовищах Чапека, ГПА після 7 діб культивування сягав до 50,0 мм та 34,3 мм відповідно (табл. 3.2).

Більш повільніший міцеліальний ріст *Alternaria* sp. виявлено на ГПА, діаметр колонії становив 28,7–34,3 мм за різними температурами культивування.

Таблиця 3.2 – Міцеліальний ріст *Alternaria* sp. на поживних середовищах

Поживне середовище	Діаметр колоній, мм	
	24°C	28°C
Фітохелп		
Агар Чапека	58,5	50,0
Глюкозо-пептонний агар, ГПА	28,7	34,3
Агат 25-К		
Агар Чапека	59,7	51,3
Глюкозо-пептонний агар, ГПА	30,0	36,5

Контроль: 66,3 мм; 60,5 мм відповідно

Морфологічні характеристики спорангіїв *Phytophthora* sp. виявили термінальні спорангії з лимоноподібною формою. Вивільнена зооспора має дводжгутикову структуру. За сприятливих умов хламідоспори можуть проростати у спорангіофори, що містять спорангії, рис. 3.2.

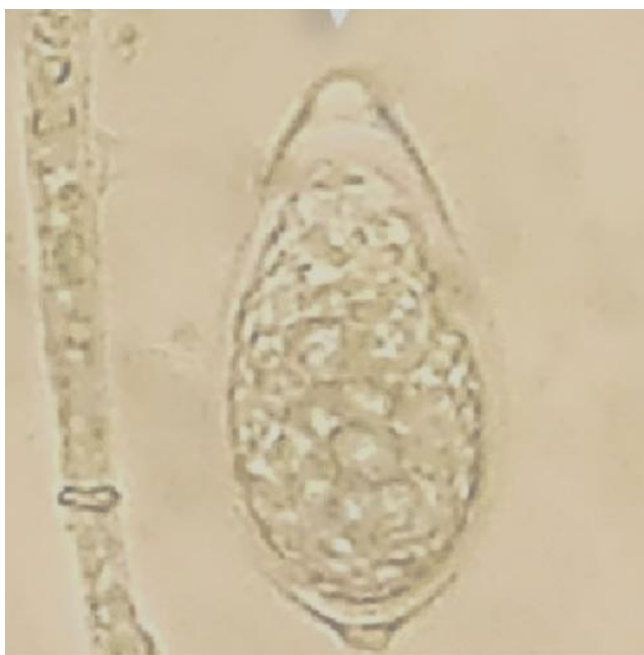


Рисунок 3.2. Морфологічне дослідження мікроміцета *Phytophthora* sp.

Додавання в поживне середовище Чапека препарату Фітохелп було досить ефективним щодо *Phytophthora* sp. Так, на 7 добу виявлено діаметр колоній збудника *Phytophthora* в межах 18,5 мм.

Таблиця 3.3 – Вплив біопрепаратів на ріст *Phytophthora* sp. на поживних середовищах

Варіант досліджу	Діаметр колоній, мм	
	24°C	28°C
Фітохелп		
Агар Чапека	42,0	48,0
Глюкозо-пептонний агар, ГПА	32,7	36,3
Агат 25-К		
Агар Чапека	50,3	48,8
Глюкозо-пептонний агар, ГПА	28,8	32,0

Контроль: 66,3 мм; 60,5 мм відповідно

В результаті проведених досліджень встановлено, що застосування біологічних препаратів пригнічує розвиток міцелія збудників як фітофторозу, так і альтернаріозу, що вказує на їх значну ефективність (див. табл. 3.3).

В цілому, особливості прояву фітофторозу картоплі в зоні Полісся України не відрізнялися.

Дослідження поширення інфекцій у бульбовому матеріалі (після фітопатологічного аналізу відібраних зразків бульб) показало, що найбільшу небезпеку під час зберігання картоплі становлять збудники хвороб родів *Fusarium*, *Phytophthora*, викликаючи фузаріозну, фітофторозну та змішані типи гнилей, табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Ураження бульб картоплі після короткотривалого зберігання до п'яти тижнів (сорт Слов'янка, Чернігів, ІСГМАВ НААН)

Тип гнилі	Ураженість, %
Фузаріозний	2,3
Змішаний фузаріозний	0,5
Змішаний фітофторозний	1,5

Аналіз результатів досліджень показав (табл. 3.3), що за органічною системою вирощування картоплі з триразовим обприскуванням біофунгіцидами (відповідно до схеми польових дослідів) розвиток фітофторозу на оброблених ділянках коливався від 7,3% до 8,0%, що на 10,9-10,2% нижче порівняно з контрольним варіантом.

Таблиця 3.3 – Ефективність біологічних препаратів проти хвороб картоплі

Варіант дослідів	Розвиток хвороби, %	
	Альтернаріоз	Фітофтороз

Контроль (без обприскування рослин біофунгіцидами)	14,0	18,2
Фітохелп, 1,0 л/га	6,4	7,3
Агат 25-К, 100 мл/га	7,0	8,0
НІР ₀₅	0,22	0,28

Встановлено, що зниження розвитку альтернаріозу становило 6,4-7,0% при контрольній захворюваності 14,0%. Таким чином, розвиток хвороб був не однаковим при застосуванні різних біофунгіцидів. Найбільш ефективним захистом рослин картоплі від хвороб виявився варіант з обприскуванням біопрепаратом Фітохелп (з рекомендованою нормою витрати 1,0 л/га).

3.2. Ефективність застосування біологічних препаратів Фітохелп, Агат 25-К проти хвороб картоплі (фітофтороз, альтернаріоз)

Обробка біопрепаратами упродовж вегетаційного періоду дозволяє підвищити імунний стан рослинного матеріалу до стресових умов середовища. Дослідження проведені на природному інфекційному фоні.

Першу обробку рослин препаратами здійснювали за появи перших симптомів хвороб, наступну другу – на 14 добу після попередньої (першої).

Аналіз результатів впливу застосування біологічних препаратів Фітохелп, Агат 25-К на картоплю засвідчує, що на фоні обробок рослин розвиток фітофторозу на варіантах встановлено в межах 6,0-7,4%, що на 8,4-7,0% менше, порівнюючи з контролем (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Ефективність застосування біопрепаратів проти хвороб картоплі

№ з/п	Варіант дослідження	Розвиток хвороби, %		Технічна ефективність, %	
		фітофтороз	альтернаріоз	фітофтороз	альтернаріоз
1.	Контроль (без обприскування рослин біопрепаратами)	14,4	17,8	-	-
2.	«Агат 25-К», 100 мл/га	7,4	10,5	44,0	36,8
3.	«Фітохелп», 1,0 л/га	6,0	8,1	52,0	53,5
НІР ₀₅		1,2	1,3		

Зниження розвитку альтернаріозу картоплі становило 8,1-10,5% за інтенсивності ураження рослин у контролі – 17,8%.

Ефективність біопрепаратів базується на характері взаємодії між патогеном та основною складовою діючої речовини препарату.

В проведених дослідях технічна ефективність досліджуваних біопрепаратів проти фітофторозу становила 44,0-52,0%. Цей показник проти альтернаріозу не перевищував 36,8, максимум досягав 53,5%.

Таким чином, застосування біологічних препаратів під час вирощування картоплі призводило до зменшення розвитку фітофторозу й альтернаріозу. Нижчий розвиток захворювань відмічено у варіантах, де обробку рослин у різні фази вегетації проводили препаратом Фітохелп. Для зменшення розвитку хвороб під час вирощування картоплі доцільно використовувати органічну систему вирощування культури та проводити обробки рослин у різні фази вегетації препаратом Фітохелп (рекомендована норма виробника 1,0 л/га).

3.3. Вплив біологічних препаратів на врожай картоплі за органічною технологією вирощування

Використання біологічних препаратів для захисту картоплі від фітофторозу, альтернаріозу дозволило знизити ураження вегетативної маси рослин збудниками та збільшити урожайність, табл. 3.5.

Важливо враховувати те, що визначені показники варіабельні та залежать від комплексу факторів, зокрема на ефективність застосовуваних біологічних препаратів суттєво впливає природна стійкість сорту та ґрунтово-кліматичні умови вирощування культури.

Важливо дотримуватись науково-обґрунтованих підходів ведення агропромисловництва та поєднувати профілактичні заходи захисту, організаційні, господарські, а також хімічні, що, в цілому, дасть можливість ефективно протистояти розвитку збудників хвороб картоплі.

Таблиця 3.5 – Врожайність картоплі залежно від обробки біопрепаратами у основні фази розвитку

Варіант дослідю	Врожай, т/га				Середнє значення, т/га	± до контролю
	I	I	III	IV		
Контроль (без обприскування рослин біопрепаратами)	10,8	10,6	10,9	10,7	10,8	10,8
«Агат 25-К», 100 мл/га	11,90	12,27	12,42	12,40	12,25	1,49
«Фітохелп», 1,0 л/га	12,44	12,51	12,60	12,53	12,52	1,76
НІР ₀₅					0,7	

Таким чином, біофунгіциди все більше привертають увагу як повноцінна альтернатива застосування різних препаратів хімічного походження, тому що екологічні, не сприяють збільшенню пестицидного навантаження на ґрунт, дозволяють отримувати безпечну сільськогосподарську продукцію. Сучасні практики вирощування картоплі орієнтовані на органічні, стійкі або екологічно чисті системи, які мають на меті скорочення витрат без зниження врожайності та якості.

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведення комплексу досліджень встановлено, що найбільш поширеною хворобою на вегетуючих рослинах картоплі сорту Слов'янка за умов органічної технології вирощування культури в зоні Полісся України зафіксовано фітофтороз (збудник *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), розвиток альтернаріозу (збудники *Alternaria solani* (Ellis & G. Martin), *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl) спостерігався на відносно не високому рівні до 22,0-29,0%.

2. Дослідження застосування біопрепаратів Фітохелп та Агат 25-К на розвиток хвороб картоплі (п.1) у лабораторних умовах свідчать про їх значний вплив на фітопатогенні мікроміцети *Alternaria* sp., зокрема ефективна дія простежувалась при додаванні препарату Фітохелп до поживного глюкозо-пептонного середовища (діаметр колонії становив 28,7–34,3 мм за температурами культивування 24, 28⁰С у порівнянні з контрольним варіантом – в межах 66,3-60,5 мм).

3. Встановлено, що додавання в поживне середовище Чапека препарату Фітохелп зменшувало ріст колоній *Phytophthora* sp. на 7 добу культивування, що свідчить про достатньо високу ефективність препарату (діаметр колоній збудника *Phytophthora* виявився в межах 18,5 мм).

4. Фітопатологічний аналіз бульб показав, що найбільшу небезпеку під час зберігання картоплі становлять збудники хвороб родів *Fusarium*, *Phytophthora*, викликаючи фузаріозну, фітофторозну та змішані типи гнилей. Ураження бульб картоплі після короткотривалого зберігання до п'яти тижнів становило від 0,5 до 2,3%.

5. Доведено, що за органічною системою вирощування картоплі з триразовим обприскуванням біофунгіцидами (п.2) розвиток фітофторозу на оброблених ділянках варіював від 7,3% до 8,0%, що на 10,9-10,2% нижче порівняно з контрольним варіантом.

6. Встановлено, що розвиток хвороб був не однаковим при застосуванні біофунгіцидів Фітохелп та Агат 25-К. Так, зниження розвитку альтернаріозу становило 6,4-7,0% при контрольній захворюваності 14,0%. Найбільш ефективним захистом рослин картоплі від хвороб виявився варіант з обприскуванням біопрепаратом Фітохелп (з рекомендованою нормою витрати 1,0 л/га). На фоні обробок рослин біопрепаратами розвиток фітофторозу на варіантах був в межах 6,0-7,4% проти контролю 14,4%. Зниження розвитку альтернаріозу картоплі становило 8,1-10,5% за інтенсивності ураження рослин у контролі – 17,8%.

7. Таким чином, використання біологічних препаратів Фітохелп та Агат 25-К для захисту картоплі від фітофторозу, альтернаріозу дозволило знизити ураження вегетативної маси рослин збудниками та збільшити урожайність (12,52-12,25 т/га у варіантах досліджу, 10,8 т/га – контроль без обробок).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондарчук А., Колтунов В., Кравченко О. Картопля: вирощування, якість, збереження. Київ: КИТ, 2009. 232 с.
2. Картопля (вирощування, збирання, зберігання): за ред. Д. Шпаара. Київ, 2006. 500 с.
3. Картопля: енциклопедичний довідник: за ред. А. А. Бондарчука. Біла Церква, 2009. Т. 4. 222 с.
4. Ястремська А. Картоплярство [Електронний ресурс] [URL: https://ru.calameo.com/read/0024381284115d73c1313](https://ru.calameo.com/read/0024381284115d73c1313)
5. Інтегрована система захисту картоплі від найпоширеніших хвороб, шкідників та бур'янів [Електронний ресурс] URL: <https://www.pro-of.com.ua/>
6. Ільчук Л.А., Ільчук Р.В. Хвороби і шкідники картоплі та заходи боротьби з ними. Львів: Арал, 2007. 112 с.
7. Картопля: за ред. В.В. Кононученка, М.Я. Молоцького. Київ, 2002. Т. 3. С. 192–195.
8. Бондарчук А.А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Монографія. Біла Церква, 2010. 400 с.
9. Положенець В.М., Станкевич С.В., Фурдига М.М., Немерицька Л.В., Журавська І.А., Станкевич М.Ю. Інтегрований захист картоплі від хвороб, шкідників і бур'янів: навч. посіб. Житомир: ПП «Рута», 2024. 428 с.
10. Microbial consortium mediated acceleration of the defense response in potato against *Alternaria solani* through prodigious inflation in phenylpropanoid derivatives and redox homeostasis. Kumar S., Chandra R., Behera L. et al. *Heliyon*. 2023. Vol. 10.
11. Піковський М. Хвороби картоплі. Пропозиція. К., 2019. №5. С.15-26.
12. Kyryk M.M., Pikovskyi M.Y., Azaiki S. Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato. 2012. Kyiv: Phoenix. 175 p.
13. Léger G., Novinscak A., Biessy A. Et al. In Tuber Biocontrol of Potato Late Blight by a Collection of Phenazine-1-Carboxylic Acid-Producing *Pseudomonas* spp. *Microorganisms*. 2021. Vol. 9. 2525.

14. Jacoby R., Peukert M., Succurro A., et al. The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition-Current Knowledge and Future Directions. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8:1–16.
15. Бугаєва І.П., Сніговий В.С. Культура картоплі на Півдні України. Херсон: Вид. ХДПУ. 2002. 176 с.
16. Балашова Г.С. Картопля на Півдні України. *Плантатор*. 2019. 2(44). С. 106 – 112.
17. Орина А.С., Ганнібал Ф.Б., Левітін М.М. Видове різноманіття, біологічні особливості та географія грибів роду *Alternaria*, асоційованих з рослинами сімейства *Solanaceae*. *Мікологія і фітопатологія*. 2010. Т. 44. Вип. 2. С. 150-159.
18. Верба Т.П., Гордєєв В.В., Собченко Р.В., Якубовський М.І., Тарасенко Д.І. Поширення та розвиток фітофторозу і альтернаріозу картоплі в господарствах зони Полісся. *Sciences of Europa (Praha, Czech Republic)*, 2021. Vol 2, No 82: 14-18.
19. Holiachuk Yu., Kalashchuk D. Vplyv sortovykh osoblyvostei i funhitydiv na rozvytok osnovnykh hrybnykh khvorob kartopli [The influence of varietal characteristics and fungicides on the development of the main fungal diseases of potatoes]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2016. 20:132–136 [in Ukrainian].
20. Fiers M., Edel-Hermann V., Chatot C. et al. Potato soil-borne diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012. 32(1). P. 93 – 132.
21. Журавська І.А. Альтернаріоз картоплі, прогнозування та обмеження його розвитку в умовах Полісся України: дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2012. 156 с.
22. Соломійчук М., Кордулян Ю. Використання біологічної системи захисту картоплі від коло радського жука (*Leptonotarsa decemlineata* Say.) та фітофторозу (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary). *Міжв. темат. наук. зб. Захист і карантин рослин*. 2018. № 64. С. 208–218.
23. By Mehi Lal, Saurabh Yadav, Vivek Sing, Nagesh V. The Use of Bio-Agents for Management of Potato Diseases. *IntechOpen*. 2016. V. 16. 20 p.

24. Рогач В.В., Рогач Т.І. Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфофізіологічні характеристики та біологічну продуктивність культури картоплі. *Biosystems Diversity*. 2015. Т. 23, №2.
25. Патика В.П., Патика М.В. Біопрепарати в біоорганічному землеробстві. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2006. Вип. 4. С. 7–20.
26. Гаврилюк А.Т. Альтернатива картоплі та біологічне обґрунтування заходів обмеження його розвитку в Південно-Західному Лісостепу України: автореф. дис. канд. біол. наук: 06.01.11 «Фітопатологія» Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2021. 24 с.
27. Pham J.V., Yilma M.A. Feliz A.A. (2019). Review of the Microbial Production of Bioactive Natural Products and Biologics. REVIEW article. *Front. Microbiol.* <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01404>.
28. Вдовенко С.А., Полторецький С.П., Поліщук М.І., Вергелес, П.М. Вивчення процесів росту й розвитку рослин насінневої картоплі залежно від удобрення, регулятора росту та позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 64–73.
29. Шевчук М.И., Кичук С.В., Коломеець В.О. Агат – 25 К-біофунгіцид нового покоління. *Пропозиція*. 2003. № 3. С. 70–71.
30. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник; за ред. В.О. Єщенка. Київ: Дія. 2005. 288 с.
31. Dhingra O. D., Sinclair J. V. Basic plant pathology methods. 1985. 341 p.
32. Кононученко В. В. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / [В. В. Кононученко, В. С. Куценко, А. А. Осипчук, Ю. Я. Верменко, П. Ф. Каліцький та інші]. Немішаєве, 2002. 184 с.
33. Azeem S., Agha S.I., Jamil N., Tabassum B., Ahmed S., Raheem A., Jahan N., Ali N., Khan A. Characterization and survival of broad-spectrum biocontrol agents against phytopathogenic fungi. *Revista Argentina de Microbiología*. 2022. 54(3):233-242.