

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

НУБІП України

06.07. – МКР. 216 «С». 2023.02.15. 015 ЛЗ

**ДЕМЧЕНКО ЯНИ ІВАНІВНИ**

НУБІП України  
2023

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 606:632.08:631.811.98:6359

ПОГОДЖЕНО  
Декан факультету  
захисту рослин, біотехнологій та екології  
Коломієць Ю.В.  
2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
екобіотехнології та біорізноманіття  
Кваско О.Ю.  
2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Ефективність сумісного застосування регуляторів росту та біопрепарату  
Фітосубтил в агроценозі *Solanum tuberosum* L.»

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»  
(код і назва)  
Освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»  
(назва)  
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми  
д. с.-г. наук, професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

Лісовий М.М.  
(підпис) (ПІБ)

Керівник кваліфікаційної магістерської роботи

д. с.-г.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Бородай В.В.

(ПІБ)

Виконав  
(підпис)

Демченко Я.І.  
(ПІБ студента)

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Демченко Яни Іванівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Ефективність сумісного застосування регуляторів  
росту та біопрепарату Фітосубтил в агроценозі *Solanum tuberosum* L.

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 15.02.2023 р №216 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 1 листопада 2023 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: культура бактерій *B.amyloliquefaciens*;

штами фітопатогенних грибів, різні сорти картоплі, біопрепарати.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Визначення впливу обробки Фітосубтилом на біометричні показники картоплі.
2. Аналіз відсотку ураження бульб при зберіганні за обробки різними композиціями біопрепаратів;
3. Характеристика зміни хімічного складу бульб протягом зберігання за використання біопрепаратів.

Дата видачі завдання 1 вересня 2022 року

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

( підпис )

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

( підпис )

(Прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Дана магістерська робота виконана на тему «Ефективність сумісного застосування регуляторів росту та біопрепарату Фітосубтил в агроценозі *Solanum tuberosum* L.» в обсязі 57 сторінок комп'ютерного тексту формату А4, містить 6 таблиць, 10 рисунків, 52 використаних джерела. Складається з наступних розділів:

1. Огляд літератури.
2. Матеріали та методи досліджень.
3. Результати досліджень.

**Мета роботи:** дослідити вплив сумісного застосування біопрепарату Фітосубтил та стимуляторів росту в агроценозі картоплі.

**Предмет досліджень:** бактерії роду *Bacillus amyloliquefaciens*, штами фітопатогенних грибів, різні сорти рослин картоплі, біопрепарати Фітосубтил, Планриз, Ридоміл, стимулятор росту Інтра Селл.

**Методи дослідження:** мікробіологічні, фітопатологічні, статистичні.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання:

- 1) Визначити вплив обробки Фітосубтилом на біометричні показники картоплі;
- 2) Проаналізувати відсоток ураження бульб при зберіганні за обробки різними композиціями біопрепаратів;
- 3) Охарактеризувати зміни хімічного складу бульб протягом зберігання за використання біопрепаратів;
- 4) Зробити висновки щодо ефективності сумісного застосування Фітосубтилу в поєднанні зі стимуляторами росту.

## ЗМІСТ

НУБІП України	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Біологічна характеристика <i>Solanum tuberosum</i> та поширеність основних грибних хвороб	10
1.2 Біологічна активність <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> як основи біопрепарату Фітосубтил	19
1.2. Вплив регуляторів росту на продуктивність картоплі	21
1.3. Огляд ринку біопрепаратів для захисту картоплі	22
РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1. Принципи організації біотехнологічної лабораторії	27
2.2. Методи дослідження антагоністичних властивостей бактерій	29
2.3. Оцінка сортів <i>Solanum tuberosum</i> L. для дослідження	31
2.4. Методика визначення показників врожайності картоплі	32
2.5. Визначення вмісту крохмалю в бульбах картоплі	33
2.6. Методика визначення ураженості бульб картоплі	34
РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	36
3.1. Перевірка антагоністичних властивостей <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> в лабораторних умовах	36
3.2. Дослідження впливу Фітосубтилу на біометричні показники картоплі сорту Радомисль та Мирослава	38
3.3. Аналіз ураження бульб протягом зберігання за різних схем обробки біопрепаратами	40
3.4. Дослідження зміни хімічного складу бульб картоплі протягом зберігання за використання біологічних препаратів	45
ВИСНОВКИ	49
ДОДАТКИ	51
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	51

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУБІП України  
*B. amyloliquefaciens* – *Bacillus amyloliquefaciens*;  
 ІМВ В-7397 – ізолят *Bacillus amyloliquefaciens*;

КГА – картопляно-глюкозний агар;

НУБІП України  
 МПА – м'ясо-пептонний агар;  
 мг – міліграм;  
 г/л – грам на літр;

мм – міліметр;

НУБІП України  
 т/га – тонн з гектара

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВСТУП

**Актуальність.** Захист сільськогосподарських культур від грибних і бактеріальних хвороб з мінімізацією шкідливого впливу на навколишнє середовище є доволі проблемним питанням сучасності. Біологічні засоби, в основному препарати, які містять в складі мікробів-антагоністів, можуть розглядатися не тільки як альтернатива синтетичним пестицидів, але й як важливий компонент інтегрованої системи захисту в сучасному рослинництві. Покликаний істотно знизити дози застосування хімічних препаратів [47].

Біологізація сільського господарства дозволяє вирішити низку важливих завдань, серед яких можна виділити заміщення або зменшення частки використання пестицидів та покращення мікробіологічного складу ґрунтів. У зв'язку з цим, одним із актуальних завдань біотехнології є створення і впровадження засобів біологічного захисту.

Бактерії роду *Bacillus* є основою більшості біологічних препаратів для біоконтролю, оскільки вони володіють високою антагоністичною активністю до фітопатогенних бактерій та мікроміцетів. Мікроорганізми цієї групи забезпечують активну участь інших природних регуляторів чисельності в контролі фітофагів, а також збудників хвороб картоплі [31].

Картопля є основною і одною з найважливіших сільськогосподарських культур. Вона багата на вуглеводи, є продуктом повсякденного споживання для більшості населення і складає біля 150 кг на людину в рік.

Профілактичний ефект біопрепаратів на основі бактерій роду *Bacillus* полягає в їх здатності розмножуватися у ґрунті, змінювати співвідношення антагоністичних та фітопатогенних видів мікроорганізмів у ґрунтового біоценозі, а також здатністю бактерій виділяти БАР, які здатні підвищувати стійкість рослин до хвороб.

За останні десятиріччя в Україні близько 98% площ насаджень картоплі вирощується на присадибних ділянках, що є причиною різкого збільшення чисельності хвороб різної етіології. Причинами поширення збудників хвороб, таких як *Alternaria Solani* та *Phytophthora infestans*, є невеликі розміри земельних

ділянок, неякісний садивний матеріал, відсутність сівозмін. Без застосування засобів захисту біологічного вони здатні знизити урожайність до 60 % і більше [6]. Більшість факторів, що впливають на ураження картоплі, свідчать про комплексний характер прояву хвороб, а це, в свою чергу, потребує системного захисту проти них. Тому дослідження стосовно ефективності, взаємодії на впливу біопрепаратів на структуру врожаю, хімічний склад бульб, зміни фітопатогенної мікрофлори ґрунтів вимагає численних досліджень.

Використання біологічних препаратів для захисту картоплі має декілька переваг і може бути необхідним з кількох причин :

- **Екологічна безпека.** Біологічні препарати виготовляються на основі живих мікроорганізмів, які не містять токсичних хімічних речовин, що дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та зберегти біорізноманіття.

- **Мінімальний ризик для здоров'я;**

- **Збереження корисної мікрофлори ґрунту;**

- **Зменшення ризику резистентності:** використання біологічних препаратів разом з хімічними може зменшити ризик розвитку резистентності шкідників та хвороб до хімічних засобів.

- **Можливість використання в органічному сільському господарстві:** біологічні препарати відповідають стандартам органічного сільського господарства і можуть бути використані в органічних сільськогосподарських системах.

- **Ефективність:** деякі біологічні препарати є ефективними у контролі шкідників та хвороб, допомагаючи зберегти урожайність картоплі [49].

Важливо враховувати, що ефективність біологічних препаратів може варіювати в залежності від умов вирощування та конкретного шкідника чи хвороби. Однак у період зберігання в бульбах картоплі відбуваються процеси дихання, випаровування води, біохімічні процеси, втрата бульбами стійкості, що призводить до ураження хворобами й суттєво знижує якість насінневого матеріалу. Тому доволі актуальним є вивчення ефективності застосування

мікробіологічних препаратів для збереження якості бульб картоплі в період зберігання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічна характеристика *Solanum tuberosum* та поширеність основних грибних хвороб

Картопля - поширена сільськогосподарська культура, яку в народі називають «другим хлібом», одна з наважливіших продовольчих, технічних і кормових культур [35].

Рослина походить з Південної Америки; там і нині вона росте у дикому стані. Картопля вперше була одомашнена в регіоні сучасного південного Перу і крайнього північно-західного регіону Болівії.

Картопля - багаторічна трав'яниста рослина, але в сільськогосподарській практиці використовується як однорічна культура. Розмножується бульбами. Для прискореного розмноження використовують частини бульб, паростки, черешки. В селекційній роботі застосовують генеративне розмноження насінням. Види, сорти і гібриди картоплі розрізняють і класифікують за морфологічними ознаками підземних і надземних органів.

Біологічні особливості розвитку залежать в першу чергу від сорту. В середньому для повноцінного врожаю потрібно період в 90 днів. Рясна зав'язь бульб характеризується цвітінням (іноді воно відсутнє). Поступово в молодих картопляних бульбах накопичуються вуглеводи і білки (крохмаль).

В бульбах в залежності від місця вирощування і сорту міститься 11-23% крохмалю, близько 2 - білка, 0,3% - жиру. Білок картоплі найбільш повноцінний із усіх рослинних. Він багатий на амінокислоти і відноситься до повноцінних. Із мінеральних речовин картопля найбільш багата на калій (568 мг на 100 г сирої маси) і фосфор (50 мг). У ній містяться солі кальцію, магнію, заліза, вітаміни С і групи В. У бульбах міститься до 3 мг% соланіну, тому їх не використовують у сирому вигляді - це може викликати отруєння. На світлі вміст соланіну збільшується до 20-40 мг, тому використовувати в їжу позеленілі бульби без чищення не можна [37].

Усі сорти картоплі тетраплоїдні (4n-48). Коренева система картоплі має спочатку стрижневу будову - у вигляді зародкового стрижневого кореня з

бічними корінцями. Потім в основі стебельця, які знаходяться у ґрунті, формується вторинна коренева система, яка разом із зародковою утворюють мичкувате коріння. При вирощуванні картоплі з бульб утворюється вторинна мичкувата коренева система.

Близько 70% коріння картоплі розміщується на глибині до 30 см, а окремі корені досягають глибини 1,5 м. Стебла трав'янисті, заввишки 30-150 см, у поперечному розрізі ребристі, 3-4-гранні, рідше округлі, опушені. У деяких сортів вздовж стеблових ребер є прямі або хвилясті, вузькі чи широкі крила. У пізньостиглих сортів стебла гілкуються в основному у нижній частині, скоростиглих - у середній. За забарвленням вони можуть бути зеленими, червоно-фіолетовими або червоно-коричневими. Причому антоціанова пігментація залежно від сорту може проявлятися тільки в основі стебла, вздовж більшої його частини або на всій довжині. Інколи спостерігається досить інтенсивна пігментація, при якій стебла стають майже чорними [35, 37].

Верхня зав'язь містить два плодолистки і безліч сім'янок.

Чашолистки квітки зрощені біля основи. Цвітіння картоплі починається після 30-35 днів після появи сходів. Картопля є самозапильною рослиною.

Плодом картоплі є багатонасінна двогніздна ягода зеленого кольору, круглої або довгастої форми. Бульби картоплі викопують з серпня.

Розмножується вегетативно - бульбами, а також насінням (для одержання нових сортів та інколи в сучасних технологіях). Має надземне трав'янисте стебло і підземні пагони-столони, які на кінцях потовщуються і утворюють бульби.

Картопля досить вимоглива до клімату, проте велика різноманітність сортів дає змогу вирощувати її майже на всій території України. Бульби картоплі починають проростати при температурі 8-10°C. Картопля не витримує низької температури і при мінус 1 -2°C гине. Найкраще рослини ростуть при температурі 20°C, а бульби - при 15-18°C. Якщо тривалий час стоїть спекотна погода (температура понад 30°C), то бульби не утворюються.

Виділяють чотири етапи розвитку картоплі:

1. Утворення паростків та поява сходів. Картопля, прибрана з поля, тривалий час перебуває у стані спокою. Тривалість першого періоду залежить від концентрації проінгібіторів зростання – кислот і фенолів, які природним чином гальмують появу паростків. Поступово кількість цих речовин знижується, і процес утворення паростків активізується. Цьому сприяють тепло та доступ повітря.

2. Формування стебел. Період характеризується активним формуванням стебел, листя та кореневої системи. Триває близько 3-4 тижнів.

3. Цвітіння та формування бульб. Розвиток бульб картоплі збігається з цвітінням, починаючи від бутонізації. Для цього періоду характерне різке збільшення листової маси. Активне утворення бульб починається тільки після того, як стебла та листя повністю сформовані. З'являється 20-30 дрібних картоплин, зрілості досягає приблизно половина з них.

4. Відмирання бадилля. Надземна частина рослини жовтіє та її поступово відмирає. Зі втратою 70% листя зростання бульб зупиняється. Максимальної врожайності картопля досягає при повному в'яненні бадилля. Припиняється накопичення в бульбах крохмалю, сухих речовин, огрубіння їхньої шкірки.

Бульби, досягнувши фізіологічної зрілості, вступають у період природного спокою [40].



Рис. 1.1. Фази росту картоплі від утворення паростків до збору урожаю

Залежно від використання розрізняють чотири основні групи сортів: столові, технічні, кормові та універсальні [29].

Найпоширеніші в культурі столові сорти, бульби яких відзначаються найвищими смаковими якостями – мають ніжну м'якоть, не темніють, містять 12-

16% крохмалю. Бульби технічних сортів характеризуються високим вмістом крохмалю - понад 18%. Кормова картопля переважає інші підвищеним вмістом білків (до 2-3%) та сухих речовин. Універсальні сорти за вмістом крохмалю і білків, смаковими якостями бульб займають проміжне місце між столовими й технічними сортами.

Велика різноманітність сортів дає змогу вирощувати її майже на всій території України, незважаючи на вимогливість до клімату. Бульби картоплі починають проростати при температурі 8-10°C. Картопля не витримує низької температури і при мінус 1-2°C гине. Найкраще рослини ростуть при температурі 20°C, а бульби - при 15-18°C. Картопля є вибагливою до ґрунтів. У системі агротехнічних заходів особливе значення мають оптимальні способи та норма посадки бульб, технології, що забезпечують найкраще регулювання доступу світла до листя.

Оптимальним запасом вологи для картоплі є 70-85% найменшої вологосемності. Протягом вегетаційного періоду потреба рослин у волозі змінюється. У першій фазі росту картоплі потрібно значно менше вологи, ніж у період бутонізації, цвітіння і бульбоутворення. Але надмірна кількість опадів (вологи) саме у період бульбоутворення призводить до розростання бульб і утворення на них наростів (діток), насамперед на передчасно дозрілих бульбах.

Картопля має підвищену потребу в поживних речовинах. На 1 т бульб та відповідну кількість інших органів потрібно в середньому:

- $P_2O_5$  – 5 кг,
- $K_2O$  – 9 кг,
- $CaO$  – 4 кг,
- $N$  – 2 кг.

Найбільшу потребу картопля має в азоті, фосфорі та калії. Максимум споживання поживних речовин картоплею посідає період бутонізації і цвітіння. У цей період потрібно близько 60% азоту, трохи менше фосфору та понад 50% калію. Нестача та надлишок поживних речовин негативно позначається на подальшому розвитку картоплі [18].

Залежно від використання розрізняють чотири основні групи сортів: столові, технічні, кормові та універсальні.

Найпоширеніші в культурі столові сорти, бульби яких відзначаються найвищими смаковими якостями - мають ніжну м'якоть, не темніють, містять 12-16% крохмалю, багаті вітаміном С. Їх бульби здебільшого округлі або овальні, з поверхневим розміщенням вічок. Бульби технічних сортів характеризуються високим вмістом крохмалю - понад 18%. Кормова картопля переважає інші підвищеним вмістом білків (до 2-3%) та сухих речовин. Універсальні сорти за вмістом крохмалю і білків, смаковими якостями бульб займають проміжне місце між столовими й технічними сортами.

В Україні вирощують такі сорти: столові - Астеріке, Березина, Бородянська рожева, Водограй, Гарт, Віра, Карлена, Корона, Кобза, Либідь, Поран, Молодіжна, Посвіт, Пролісок та ін.; технічно-столові - Воловецька, Древянка, Зарево, Ласунак, Ікар, Темп та ін.

Постійний моніторинг фітопатогенів садивного матеріалу картоплі, вегетативної маси рослин, вчасний і ефективний їх контроль є найважливішим чинником будь-якої технології вирощування.

Отримання високих урожаїв бульб картоплі стримується ураженням рослин численними хворобами [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Складність проведення захисних заходів на цій культурі зумовлена тим, що більшість збудників має можливість вести безперервний активний паразитичний спосіб життя впродовж вегетації рослин й зберігання насінневих бульб.

Грибні хвороби – це інфекційні захворювання, які спричиняються фітопатогенними грибами і є найбільшою й дуже різноманітною групою хвороб [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

**Ризоктоніоз.** Збудником хвороби є гриб *Rhizoctonia solani*.

Даний гриб не виробляє спор, тому ідентифікується лише за характеристиками міцелію або аналізом ДНК. При вирощуванні на штучному середовищі утворює міцелій від білого до темно-коричневого. Патоген віддає

перевагу теплій вологій погоді, а спалахи захворювання зазвичай спостерігаються на початку літніх місяців.

Уражує бульби, паростки, стебла, столони, рідше корені дорослих рослин.

Симптоми ураження ризоктоніозом можуть проявлятися у вигляді чорних вдавлених плям навколо вічок, у формі сітчастого некрозу поверхні бульб. На коренях хвороба спостерігається у вигляді коричневої штрихуватої плямистості [6].

Джерелом інфекції є склеротії, які зазвичай зберігаються в ґрунті та на ураженому посадковому матеріалі впродовж тривалого терміну. Оптимальні умови для розвитку патогену — температура 18°C та наявність постійної вологи і прохолодної погоди.



Рис.1.2. Гіфи *Rhizoctonia solani*

Джерело сформовано автором за даними [~~Опшибка! Источник ссылки не найден.~~]

Збудником **фітофторозу** є гриб *Phytophthora infestans*.

Фітофтороз уражує більшу частину рослини (вегетативну масу, бульби та генеративні частини рослин). Однією зі специфічних ознак збудника є білий павутинний наліт, частіше з нижнього боку листка, який з'являється зазвичай

впродовж тривалої вологої та холодної погоди. У місцях ураження тканина починає гнити, внаслідок чого черешки листків надламуються. За сприятливих

умов хвороба дуже швидко розповсюджується і вже за декілька днів може знищити всі насадження [Ошибка! Источник ссылки не найден.]



Рис. 1.3. Мікроміцет *Phytophthora infestans* - збудник фітофторозу

Джерело сформовано автором за даними [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

Джерелом інфекції є уражені насінневі бульби картоплі, в яких зберігається грибниця, купи відбракованих бульб біля картоплесховищ і уражене стебловою формою бадилля з ооспорами гриба [18]. Оптимальною температурою розвитку гриба вважається 22–25<sup>0</sup>С. Чим ближче до поверхні ґрунту формуються бульби, тим швидше і сильніше відбувається їх зараження.

Збудником альтернاریозу є мітоспорові гриби – *Alternaria solani*.

Альтернاریоз характеризується першими симптомами перед фазою бутонізації за 15–20 днів до цвітіння картоплі у вигляді чітко обмежених округлих темно-бурих, темно-сірих або коричневих плям. При сильному ураженні хвороба супроводжується пожовтінням листків, некротизацією та закручуванням країв доверху. На бульбах з'являються темні-коричневі, тверді, трохи вдавлені в бульбу плями з темним нальотом [19].

НУБІП України



Рис. 1.4. Спора мікроміцету *Alternaria solani*

Джерело сформовано автором за даними [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

Джерелом інфекції є уражені рештки з конідіями, хламідоспорами та скупченнями гіфів міцелію гриба. Під час вегетації гриби поширюються конідіями за допомогою вітру, крапель дощу або комахами. Гриби виділяють токсини, які власне і є причиною пожовтіння і відмирання тканин. Спекотна погода, ясні дощі і температура 22–24°C сприяють розвитку альтернаріозу.

Також захворювання підсилюється внаслідок дефіцит калію в ґрунті [13].

Збудником звичайної парші є променисті гриби, або актиноміцети — *Streptomyces scabies*. [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. *Streptomyces scabies* є грампозитивним бактеріальним патогеном, який викликає звичайну паршу на кількох культурах, зокрема у картоплі. Це ґрунтовий патоген, дуже руйнівний збудник парші, з яким важко боротися в полі. При культивуванні на агарі з гіфів утворюються надземні фрагменти, які несуть ланцюжки спор, що надає культурі нечіткий вигляд. Ці ланцюжки дозволяють відрізнити його від інших вірусних видів.

Звичайна парша уражує переважно бульби, на яких утворюються неглибокі виразки округлої або неправильної форми. Пошкоджені бульби вкриваються сильно розтрісканою корковою тканиною.

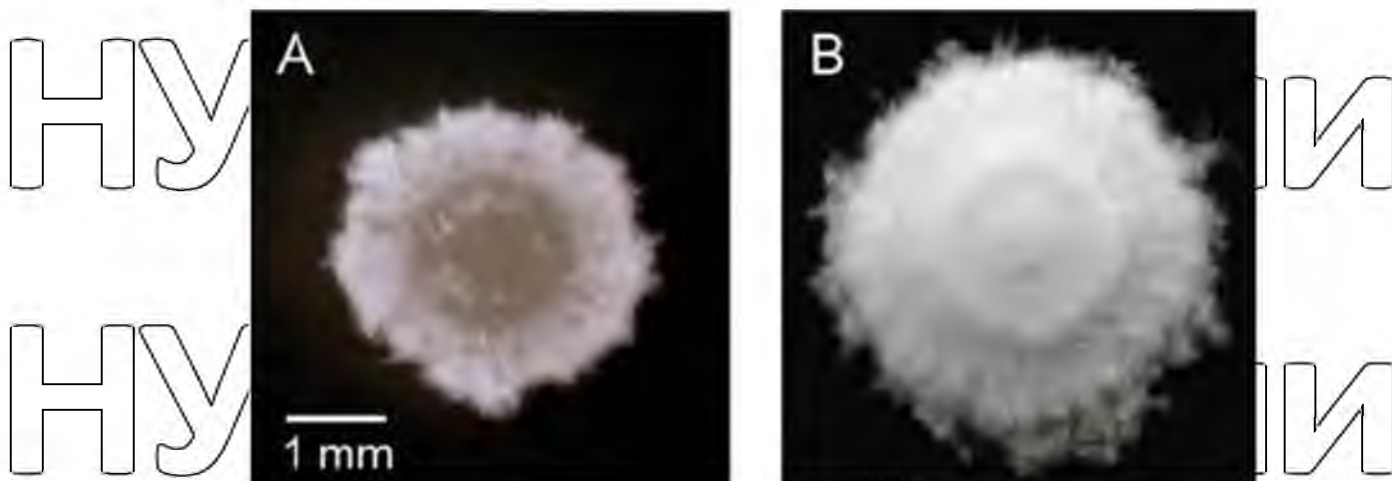


Рис. 1.5. Морфологія колоній *Streptomyces scabies*

Джерелом інфекції є посадковий матеріал картоплі та ґрунт. Збудник звичайної парші картоплі - аероб, оптимальна температура розвитку якого - 26-27°C [5]. Найчастіше уражуються бульби на легких і суглинкових ґрунтах із слабколужною реакцією. На торфових ґрунтах, що мають кислу реакцію, хвороба майже не зустрічається.

Для боротьби із захворюваннями картоплі дотримуються наступних заходів контролю:

- вирощують лише стійкі сорти,
- дотримуються сівозміни,
- використовують для садіння здоровий насіннєвий матеріал,
- протруюють бульби перед садінням,
- дотримуються правильних температурних режимів зберігання бульб.

Захист картоплі від хвороб здійснюється протягом усього періоду вегетації. У комплексі захисних дій у боротьбі з різними захворюваннями проводиться обробка біопрепаратами, діяльність яких спрямована не тільки на забезпечення високої захисної реакції рослин на широкий спектр хвороб, але й на активізацію їхньої власної стійкості, стимуляції росту, стійкості до заморозків або посух.

## 1.2 Біологічна активність *Bacillus amyloliquefaciens* як основи біопрепарату

Фітосубстрат

Основою бактеріальних препаратів для біоконтролю є переважно представники ризосферних мікроорганізмів, зокрема бактерії роду *Bacillus*, що проявляють високу антагоністичну активність щодо фітопатогенних мікроорганізмів за рахунок синтезу екзометаболітів різної хімічної природи: антибіотиків, бактеріальних токсинів, летких органічних сполук та біосурфактантів [38].

*Bacillus amyloliquefaciens* - це вид бактерії роду *Bacillus*, який є джерелом рестриктази BamHI. *Bacillus amyloliquefaciens* характеризується широким спектром протигрибкової активності завдяки можливості виробляти різні типи циклічних ліпопептидів, які каталізуються нерибосомальною пептидною синтазою. Цей фермент пригнічує ріст різних патогенних бактерій та грибів [4].

Колонії кремового кольору, непрозорі, круглі, опуклі з гладкою поверхнею. Результати фарбування за Грамом і спор фарбування показали, що штам є грампозитивною бактерією, яка може виробляти спори.

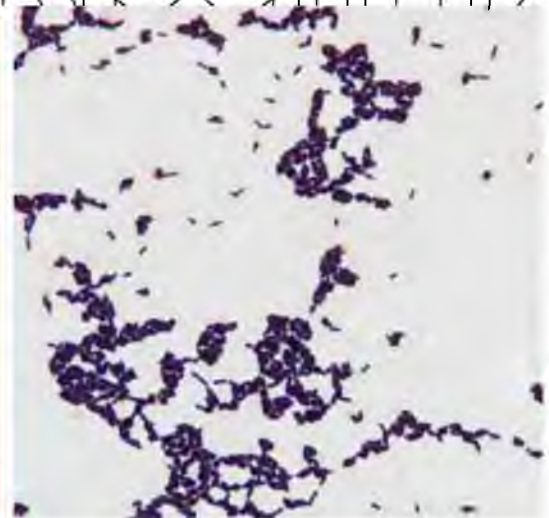


Рис. 1.6. Колонії *B. amyloliquefaciens*    Рис.1.7. Фарбування за Грамом

*Bacillus amyloliquefaciens* використовується в біопрепаратах як біологічний контроль шкідників та захист від хвороб рослин в сільському господарстві та садівництві. Ця бактерія має кілька корисних властивостей, які роблять її важливою в біопрепаратах:

Антагоністична активність. Штами *Bacillus amyloliquefaciens* виробляють антагоністичні речовини, які пригнічують ріст та розвиток патогенних грибів та бактерій. Це допомагає в боротьбі з грибовими захворюваннями та іншими хворобами рослин.

Продуценти антибіотиків. Бактерії можуть виробляти антибіотики, які пригнічують ріст патогенних мікроорганізмів.

Підвищення стійкості рослин. Додавання біопрепаратів, які містять *Bacillus amyloliquefaciens*, може підвищити стійкість рослин до стресів, таких як посуха та хвороби.

Підвищення поживності ґрунту. Деякі штами цієї бактерії можуть сприяти розщепленню органічних речовин у ґрунті, що покращує його структуру та поживність.

Біодеградація. Штами *Bacillus amyloliquefaciens* можуть бути використані для біодеградації забруднюючих речовин у ґрунті та воді.

Фітосубтил комплексний біопрепарат для захисту рослин від фітопатогенних збудників, який включає 2 штами бактерій *Bacillus amyloliquefaciens*. Фітосубтил характеризується підвищеною активністю по відношенню до фітопатогенної бактеріальної та грибової мікрофлори та тривалим часом активної дії на патогени. Створений на основі штамів *Bacillus amyloliquefaciens* IMB В-7397 і *Bacillus amyloliquefaciens* IMB В-7398, являє собою клітинну біомасу двох спороутворюючих культур, які доповнюють одна одну за біологічною активністю. Фітосубтил має пролонговану дію за рахунок здатності спор бактерій зберігатися в «анабіозі» в несприятливих умовах та відновлювати свою життєдіяльність при оптимальному мікрокліматі.

Препарат проявляє широкий спектр дії, що включає захист від дії фітопатогенів, грибів, бактерій, вірусів. сприяє росту і розвитку рослин, покращення якісних показників рослинної продукції.

Механізм дії Фітосубтилу полягає в наступному:

1) антибактеріальна та антифунгальна властивості штамів-компонентів препарату засновані на їх можливості синтезувати антибіотики та

ферменти, які пригнічують розвиток та розмноження фітопатогенних бактерій та грибів;

2) протівірусна активність препарату пов'язана з екзополісахаридами, які синтезують штами;

3) стимулююча дія на розвиток рослин зумовлена синтезом штамами численних біологічно активних речовин – вітамінів, амінокислот та ін.

Біопрепарати, створені на основі бактерій даного роду стають все більше популярними в сільському господарстві через свою ефективність та екологічну безпечність. Вони допомагають знижувати використання хімічних пестицидів та покращують якість врожаю [50].

### 1.3. Вплив регуляторів росту на продуктивність картоплі

Регулятори росту рослин - сполуки природного або синтетичного походження, які в малих концентраціях здатні впливати на ріст та розвиток рослин. потрапляючи в рослину, вони включаються безпосередньо в обіг речовин або впливають на нього, в результаті чого відбуваються зміни в біохімічних процесах, які відбуваються в рослині. Регулятори росту мають вплив також і на систему гормональної регуляції, яка регулює тривалість та інтенсивність проходження фаз росту та розвитку рослин [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

Регулятори росту рослин за своєю суттю є біологічними каталізаторами, сприяють підвищенню окиснювально-відновних процесів у клітинах, стимулюють краще засвоєння елементів живлення, підсилюють проходження всіх фізіологічних і біохімічних процесів, унаслідок чого рослина утворює за одиницю часу більше органічної речовини, тобто підвищує свою продуктивність

Регулятори росту рослин впливають на здатність рослин пристосовуватись до несприятливих умов за рахунок більш інтенсивної діяльності клітинного апарату, що веде до змін в будові рослин. Завдяки цьому збільшується морозостійкість рослин та зменшується фітотоксичний вплив засобів захисту на

рослини. Проведені дослідження на молекулярному та клітинному рівні дали можливість встановити механізм цих явищ. Наприклад, підвищення морозостійкості рослин викликане збільшенням частки зв'язаної води а також ростом вмісту білків і вуглеводів, що підтримує структурні і функціональні організації рослини, знижують температурну межу коли цитоплазма переходить з рідкого в твердий стан.

Під дією регуляторів росту рослин відбувається прискорення синтезу РНК і білків, що в свою чергу веде до підвищення посухостійкості рослин.

Застосування регуляторів росту дає можливість більш повно реалізувати потенційні можливості рослин, які передбачені конкретним генотипом, зміцувати строк дозрівання, покращувати якісні показники продукції та підвищувати врожайність сільськогосподарських культур [2].

Використання регуляторів росту при вирощуванні картоплі сприяє збільшенню кількості вічок на бульбах картоплі, що дозволить збільшити кількість пагонів і стебел рослини при садінні такими бульбам і сприяє формуванню більш масивніших кущів. Також відбувається активізація синтезу фотосинтетичних пігментів, інтенсифікується процес фотосинтезу та утворення органічних сполук в листках, їх нагромадження в бульбах, що призводить до збільшення врожайності бульб. На ефективність застосування регуляторів росту і розвитку рослин впливають біологічні особливості сорту, дози і способи застосування, а також ґрунтово-кліматичні умов вирощування [23].

Одночасно із зростанням урожайності регулятори росту дозволяють підвищити вмісту крохмалю в бульбах, збільшити стійкість рослин картоплі до такого поширеного захворювання, як фітофтороз, пошкодження колорадським жуком та дріт'яником [9]. За вирощування картоплі біостимулятори дозволяють збільшити врожайність на 16-24%. Застосування регуляторів росту дозволяє істотно знизити ураження рослин картоплі основними хворобами.

#### 1.4. Огляд ринку біопрепаратів для захисту картоплі.

Біопрепарати мають своє використання як інсектициди, фунгіциди, і протруювачі для захисту рослин від шкідників і хвороб. Варто відмітити, що біологічний метод є ефективним тільки за постійного поповнення агроценозів біологічними агентами. Особливої популярності та поширення біологічний метод боротьби в Україні набув у другій половині минулого століття. Вагому частину в структурі біологічних засобів захисту складають біопрепарати для покращення живлення і підвищення показників врожайності сільськогосподарських культур, що в середньому становить 34,1%.

Найбільшим попитом користуються препарати, які мають можливість стимулювати власний імунітет рослин – стійкість до багатьох хвороб грибного, бактеріального і вірусного походження та інших несприятливих факторів середовища (посуха, низько- і високотемпературні стреси).

В Україні до «Переліку пестицидів та агрохімікатів» (2012 р.) включено 60 біологічних засобів захисту. Широко застосовуються в агроценозах сільськогосподарських культур для захисту від шкідників біологічні препарати на основі *Bacillus thuringiensis* [51].

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

На основі даних бактерій зареєстровано 6 біопрепаратів: **Бактофіт**, **Бізар**, **Планриз**, **Псевдобактерин**, **ФітоДоктор**, які проявляють антагоністичну активність до широкого спектру фітопатогенів/родів таких як *Erwinia*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Botritis*, *Pythium*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, *Phytophthora*, *Ascohyta* [31].



Рис.1.8. Бактеріальний препарат Планриз

Бактеріальний препарат Планриз на основі псевдомонад, набув доволі широкого застосування. Спектр його дії досить широкий: на зернових проти корневих гнилей, помідорах і огірках проти бактеріозу, фузаріозу, вертицильозу, риктоніозу, корневих гнилей, на капусті проти чорної ніжки, бактеріозів. Бактерії добре засвоюють різні органічні субстрати, швидше інших мікроорганізмів колонізують всю кореневу систему, продукують антибіотики і сидерофори, пригнічуючи розвиток фітопатогенних грибів.

На основі бактерій *Pseudomonas aurefaciens* створено низку біопрепаратів: **Агат**, **Бізар**, **Псевдобактерин**. Використання їх в агроєкосистемах знижує ураженість зернових, овочевих, цукрових буряків збудниками різних грибних і бактеріальних хвороб. Статистичні дані свідчать, що використання біопрепаратів даного ряду підвищує у середньому врожайність картоплі на 15,5-45 ц/га, цукрових буряках - 23-35 ц/га, зернових - 1,5-5,5 ц/га.

Особливо широко вивчені гриби з роду *Trichoderma*, які мають широке практичне застосування. На основі даного штаму гриба створено біологічний препарат **Триходермін**, який є антагоністом багатьох фітопатогенних грибів, які населяють ґрунт. Біопрепарат проявляє високу активність щодо багатьох збудників хвороб рослин із родів *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Phoma*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Verticillium*. Гриб, що міститься в складі препарату, здатен

продувати мікотоксин і антибіотики, що володіють антибактеріальною дією. Біопрепарат забезпечує високу ефективність проти корневих гнилей, білої гнилі, фузаріозного та вертицильозного в'янення овочевих культур відкритого і закритого ґрунту.



Рис.1.9. Біопрепарат «Триходермін» для захисту від хвороб

Протягом останніх десятиліть в Україні створено значну кількість біологічних препаратів на основі різних видів бактерій для підвищення урожайності, засвоєння, зв'язування та фіксації атмосферного азоту, мобілізації важкодоступного фосфору з ґрунту.

**Інтра Селл** - осмопротектор, який забезпечує ефективний контроль проти різноманітних стресових ситуацій (заморозки, засуха, спека тощо). Також Інтра Селл відповідає за збереження вологи, макро та мікро елементів у рослинах. Інтра Селл складається з Гліцин Бетаїну - найсильнішого антистресанту.

Основні принципи роботи препарату Інтра Селл:

Гліцин бетаїн - натуральна природна сполука, що міститься в цитоплазмі рослин.

- Запобігає розтріскуванню ягід і плодів, особливо в умовах стресу, таким чином не дає проникнути фітопатогенам у середину плоду та викликати його псування;
- Сприяє нормальному метаболізму та збереженню кліткової енергії;
- Стимулює розвиток коріння;

НУБІП України

- Ефективний протягом 3-4 тижнів;
- Значно подовжує дію фунгіциду для контролю гнилей при зберіганні.

НУБІП України



НУБІП України

Рис.1.9. Стимулятор росту картоплі «Інтра Селл»

Основними розробниками є:

- Інститут сільськогосподарської мікробіології НААН,
- Інститут мікробіології і вірусології НАНУ,
- Інститут агроекології і економіки природокористування НААН,
- БТУ Центр Україна.

НУБІП України

Ці препарати застосовують на овочевих культурах у відкритому і закритому ґрунті, бобових, зернових, цукрових буряках, ріпаку, соняшнику, кукурудзі. За даними численних досліджень, застосування біопрепаратів на основі азотофіксуючих і фосфатомобілізуючих бактерій за обробки насіння, позакореневого живлення значно поліпшують ріст і розвиток рослин, сприяють більш ранньому цвітінню та забезпечують збільшення урожайності до 23-33,5%.

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

# НУБІП УКРАЇНИ

### 2.1. Принципи організації біотехнологічної лабораторії

Залежно від призначення біотехнологічна лабораторія (навчальна, виробнича, науково-дослідна) складається з кількох приміщень: кімнати для мікроскопії, біохімічної лабораторії, стерилізаційної, мийної та термостатної кімнат.

Усі приміщення мають бути сухі, добре освітлені, оснащені вентиляцією, мати підведення газу, гарячої та холодної води. Кожна кімната мікробіологічної лабораторії повинна містити необхідне обладнання (табл. 2.1) спеціального призначення.

Таблиця 2.1

Обладнання для приміщення лабораторії

Приміщення	Обладнання
Кімната для миття посуду	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дистильатор;</li> <li>• шафи для сушіння посуду;</li> <li>• раковини із кислотостійкого матеріалу;</li> </ul>
Приміщення для приготування живильних середовищ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ваги;</li> <li>• рН-метр;</li> <li>• складові для приготування середовищ;</li> <li>• лабораторні столи;</li> <li>• холодильні камери;</li> </ul>
Лабораторна кімната	<ul style="list-style-type: none"> <li>• термостат;</li> <li>• мікроанаеростатом (прилад для вирощування аеробних мікроорганізмів);</li> <li>• фотоелектроколориметр;</li> <li>• водяна баня;</li> <li>• люмінесцентна кімната (вирощування фотоавтотрофних мікроорганізмів)</li> <li>• електричні шейкери;</li> <li>• центрифуги;</li> <li>• мікроскопи.</li> </ul>



Рис.2.1. Обладнання біотехнологічної лабораторії

Джерело сформовано автором за даними [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

Поживні середовища, інструменти та посуд стерилізують в приміщенні, оснащеному горизонтальними чи вертикальними автоклавами класу «В» або ж сушильними шафами.

Мікробіологічні дослідження проводять в особливо стерильних асептичних приміщеннях, зокрема в боксах, операційних кімнатах для ізолювання та отримання чистих, накопичувальних культур. Бокси стерилізують за допомогою бактерицидних ламп.

На робочому місці біотехнолога повинні знаходитися тільки необхідні для проведення досліджень предмети: спиртівка, пастерівські й граду йовані піпетки, пінцети, шпатели, мікробіологічні петлі, предмети та покривні скельця, чашки Петрі, лупа, дезінфікуючий розчин і т.д.

Під час роботи в біотехнологічній лабораторії слід дотримуватися правил безпеки:

- До роботи в лабораторії допускаються особи після проходження інструктажу з техніки безпеки.

➤ Під час роботи в лабораторії працівники мають бути одягнені в халат.

➤ Суворо забороняється приймати їжу в лабораторії.

➤ Робоче місце повинно міститися в зразковому порядку, а особисті речі зберігатися в спеціально відведених місцях.

➤ При випадковому попаданні біологічного матеріалу на стіл і т. д. необхідно ретельно вимити місце попадання дезінфікуючим розчином.

➤ Результати роботи слід заносити в робочий журнал.

➤ Після закінчення роботи слід вимити руки.

## 2.2. Методи дослідження антагоністичних властивостей бактерій.

Методи вивчення антагоністичної активності базуються на виявленні зон

пригнічення росту чутливих бактерій при змішаному культивуванні на щільних

середовищах або на виявленні співвідношення кількості колоній антагоніста та індикаторних бактерій, що вирости після носиву суміші в рідкому середовищі.

Висів роблять з таким розрахунком, щоб на чашках Петрі вирости ізольовані колонії, доступні кількісному обліку (від 30-50 до 150-200 КУО/чашку)[31].

Для оцінки антагоністичної активності бактерій щодо фітопатогенних мікроорганізмів можна використати наступні методи.

➤ **Метод агарових блоків.** Культуру бактерій засівають «газоном» у товщі агаризованого середовища. Для цього 1 см<sup>3</sup> мікробної суспензії переносять у стерильну чашку Петрі, вносять 15-20 см<sup>3</sup> розплавленого агаризованого середовища, охолодженого до температури 45°C, ретельно перемішують і залишають чашки на холодній горизонтальній поверхні до затвердіння середовища.

➤ **Метод перпендикулярних штрихів.** На дно чашки з агаризованим середовищем петлею методом штрихів вносять бактерії. Посіви інкубують за температури 37°C упродовж 72 год. До культури, що виростає, підсівають тест-культури, попередньо вирощені у м'ясо-

пептонному бульйоні або іншому придатному поживному середовищі впродовж 18 год.

➤ **Метод радіальних штрихів.** При виконанні дослідження у щільному поживному середовищі вирізають воронку чи доріжку по центру або біля краю чашки Петрі в утворену порожнину вносять певну кількість розчину будь-якої антимікробної речовини, даю їй повністю всмоктатися в агар а далі проводять посіви різних тест-культур штрихом від краю доріжки.

Для визначення антагоністичної активності в даному дослідженні використовувати **метод подвійної культури бактерій (double culture)** - це метод вивчення антагоністичної взаємодії між двома різними штамами бактерій. Цей метод дозволяє визначити, чи один бактерій може інгібувати ріст чи розвиток іншого бактерія шляхом виділення антагоністичних речовин, таких як антибіотики чи інші інгібітори.

Принцип подвійної культури включає наступні кроки:

- Підготовка культур. Вибирають два різні штами бактерій, один з яких потенційно може мати антагоністичну активність проти іншого.

Кожен штам ізолюваний і культивований окремо.

- Спільний засів. Для тестування антагоністичної взаємодії одну з культур вводять в спільний агар чи рідинне середовище з іншою культурою. Іншу культуру росте окремо, щоб мати контроль.

- Спостереження за ростом. Після інкубації культур спостерігають за наявністю антагоністичної взаємодії. Якщо один штам інгібує ріст іншого, то це може бути виявлено за змінами у розподілі індивідів, формі або щільності росту.

Рівень антагоністичної активності бактерій оцінюють за зонами затримки росту фітопатогенних бактерій та мікроміцетів і виражають в міліметрах. Якщо зони затримки росту фітопатогенів відсутні або  $\leq 1$  мм – досліджені штами бацил вважаються неактивними, 2–10 мм – з низькою антагоністичною активністю, 11–

20 мм середньою, більше 20 мм – високою антагоністичною активністю  
 [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

### 2.3. Оцінка сортів *Solanum tuberosum* L. для дослідження.

Сорт є одним із основних засобів сільськогосподарського виробництва, від генотипу якого значною мірою залежать реалізація біопотенціалу поля, ефективність меліоративних і агротехнічних заходів, особливо за несприятливих умов середовища.

За останнє десятиріччя у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур зростає роль сорту. За підрахунками спеціалістів, збільшення урожайності у світовій практиці землеробства в цілому забезпечується однаковою мірою за рахунок як агротехніки, так і впровадження нових, досконаліших сортів та гібридів.

У 2010 році до Державного реєстру сортів рослин України занесено 143 сорти картоплі, з них 78 сортів української селекції та 65 зарубіжної. Крім цього, існує дуже багато місцевих сортів та форм картоплі. А також у країні реалізується багато сортів та гібридів картоплі, не внесених до Державного реєстру [51].

Всі сорти картоплі поділяються на п'ять груп стиглості: ранньостиглі, середньоранні, середньостиглі, середньопізні та пізньостиглі. Цей поділ проведено за довжиною вегетаційного періоду, тобто періоду від посадки до повного відмирання бадилля.

Для дослідження було відібрано наступні сорти: Рів'єра, Радомисль, Мирослава, Скарбонія, Лідея.

**Рів'єра** – це голландський сорт картоплі раннього терміну дозрівання. Рів'єра зарекомендувала себе як високопродуктивний сорт навіть у посушливі періоди. Її можна вирощувати у всіх регіонах України, включаючи південні та східні області, через потужну кореневу систему, що сприяє кращому проходженню вологи. Сорт стійкий до збудників хвороб бактеріальної пнилі, парні та вірусних інфекцій.

**Радомисль** - надранній сорт столового призначення. Бульби округло-овальні зі світло-жовтим м'якушем. Вміст крохмалю, сягає 11-13%. Урожайність в кінці вегетації 450-500 ц/га. Сорт стійкий проти раку, іржавості бульб. Середньостійкий проти парші звичайної і стеблової нематоди.

**Мирослава** - сорт містить велику кількість амінокислот і вітамінів. Особливості сорту картоплі Мирослава : висока стійкість до картопляних захворювань; великі бульби вагою до 130 грамів; висока врожайність - до 600 ц/га; зміст крохмалю - 17,2%.

Картопля **Скарбниця** відноситься до групи ранніх сортів столового призначення. Виведений Інститутом картоплярства в Немцове. Відмінно підходить для всіх типів ґрунту на території України. Товарна врожайність на 45 день становить 16 т/га, а кінці вегетації – 45 т/га. У процесі дозрівання формується 10-13 бульб округло-овальної форми приблизно однакового розміру.

Картопля **Лілея** – ранній столовий сорт, терміни його дозрівання становлять 60-75 днів з дня перших сходів. Виведено співробітниками РУН «НВЦ НАН Білорусі з картоплярства та плодовоовочівництва». У гнізді Лілея формується близько 8-15 великих бульбоплодів овально-округлої форми, із середньою масою 100-200 г кожен. Бульби цієї картоплі відрізняються вирівняністю за розміром та вагою, дрібних дуже мало. Лілея характеризується підвищеною стійкістю до несприятливого клімату; більшим бульбамти; невимогливістю до різних видів ґрунту [Ошибка! Источник ссылки не найден.] .

#### 2.4. Методика визначення показників врожайності картоплі

Якість врожаю визначали згідно ДСТУ «Картопля свіжа». При ідентифікації окремих груп мікроорганізмів (бактерії, гриби, актиноміцети) зібраного врожаю використовували загальноприйняті методики [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Статистичну обробку отриманих даних проводили за комп'ютерною програмою Excel.

Після викопування бульби всіх сортів у кожному повторенні поділяють відповідно до ДСТУ «Картопля свіжа» на товарні й нетоварні, зважують і визначають товарний урожай у т/га, а товарність – у відсотках. Механічно пошкоджені бульби відносять до товарних, якщо вони за розміром відповідають ДСТУ. Гнилі бульби відокремлюють, зважують і додають до загального та нетоварного врожаю.

Середню масу товарної бульби обчислюють із точністю до 1 г. Для цього дві проби, за якими визначали вміст крохмалю, об'єднують в одну, зважують, підраховують їхню кількість і ділять масу проби на кількість бульб. При цьому їх описують за формою (короткоовальна, округла, овальна, видовжено-овальна, видовжена); забарвленням; характером поверхні (гладенька, сітчаста, шерехата); кількістю та глибиною вічок (багато, мало, мілкі, помірно глибокі, горбкуваті, ямкуваті, щілиноподібні).

Урожайність картоплі описують два ключові компоненти - кількість бульб на одиницю площі та розмір бульб чи їх вага. Підвищення урожайності досягається оптимальною кількістю бульб, збереженням зеленого листяного покриву та збільшенням розміру бульб і їх ваги.

Для розрахунку врожайності брали декілька рослин та вимірювали кількість та вагу кожного зразка. Зразки були представлені в різних місцях ділянки.

Підраховували врожайність за формулою:

$$\text{Врожайність (кг/га)} = (\text{Вага зразків} * \text{Кількість зразків}) / \text{Площа ділянки (га)}.$$

Для визначення площі листкової поверхні використовували математичний метод - використання рівняння регресії :

$$y = 17,2 + 0,364x^2, \text{ де}$$

y – площа листка в см<sup>2</sup>;

x – довжина листка, яка визначалась від першої пари листкових часток до вершини кінцевої частки

## 2.5. Визначення вмісту крохмалю в бульбах картоплі

Визначають уміст крохмалю в бульбах усіх сортів одного строку досягання в один день і не пізніше ніж через 5 днів після збирання. Для цього

після зважування загального врожаю бульб з усіх повторень досліду відбирають дві середні проби масою 5 кг кожна (без пошкоджених шкідниками та гнилих).

У визначених закладах експертизи визначають вміст крохмалю в бульбах також і навесні, перед садінням. Збір крохмалу з 1 га обчислюють із точністю до 0,01 т за формулою:

$$Z_{кр} = \frac{Y \times K}{100},$$

$Z_{кр}$  – збір крохмалу, т/га;

$Y$  – товарний урожай бульб сорту, т/га;

$K$  – вміст крохмалу, %.

Відсоток крохмалю в бульбах картоплі можна визначити на терезах Парова та на звичайних вагах за питомою вагою (додаток 1).

## 2.6. Методика визначення ураженості бульб картоплі

Ураження та пошкодження визначають за: поширенням, тобто відсотком уражених чи пошкоджених рослин або їхніх частин; ступенем (інтенсивністю) ураження чи пошкодження, які також визначають у відсотках або в балах. Оцінюють ступінь (інтенсивність) пошкодження (ураження) в польових умовах таким чином: за рівномірного поширення ураження або пошкодження обліки ведуть візуально на всій ділянці у двох несуміжних повтореннях; у разі нерівномірного поширення ураження або пошкодження для обліку виділяють групи з 10 рослин, по дві рослини у п'яти місцях ділянки у двох несуміжних повтореннях.

Визначення ступеня ураження картоплі визначали згідно модифікованої шкали, створеної на основі шкали Інституту картоплярства НААН України:

9 – виразки займають понад 50% поверхні бульби;

7 – виразки займають до 50% поверхні бульби;

5 – виразки займають від 10 до 25% поверхні бульби;

3 – виразки парші займають до 10% поверхні бульби;

1 – відсутні симптоми хвороби.

Відсоток розвитку хвороб розраховували, використовуючи загальноприйняту формулу:

$$R = \frac{\sum(A \cdot B) \cdot 100}{K \cdot N}$$

де А – кількість рослин із однаковими ознаками;

В – бал, який відповідає цим ознакам;

$\sum(A \cdot B)$  – сума добутків числових показників А і В;

К – загальна кількість обстежених (хворих та здорових рослин);

Н – найвищий бал ураження за прийнятою шкалою.

Середній ступінь ураження визначали за формулою:

$$H = \frac{\sum(A \cdot B)}{n}$$

Н – середній ступінь ураження;

А – кількість рослин із однаковими ознаками;

В – бал, який відповідає цим ознакам;

$\sum(A \cdot B)$  – сума добутків А і В;

n – кількість уражених рослин.

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Перевірка антагоністичних властивостей *Bacillus amyloliquefaciens* в лабораторних умовах.

*Bacillus amyloliquefaciens* характеризуються широким спектром протигрибкової активності завдяки можливості виробляти різні типи циклічних ліпепетидів, які каталізуються нерибосомальною пептидною синтазою. Цей фермент пригнічує ріст різних патогенних бактерій та грибів.

Для дослідження використовували штами фітопатогенних грибів збудників найпоширеніших хвороб картоплі - *Phytophthora infestans*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, які зберігаються в лабораторії промислової біотехнології НУБІП України.

Для перевірки антагоністичної активності використовували метод подвійної культури. Для цього диски зі збудниками розміщували в центр чашки з картопляно-глюкозним агаром, інкубацію проводили 2 дні при температурі 25<sup>o</sup> С. Досліджуваній штаму *Bacillus amyloliquefaciens* ІМВ В-7397 поміщували на відстані 2,5 см від патогену, проводили інкубацію ще 24 години та вимірювали зону пригнічення росту.

Дані щодо зон пригнічення росту показано на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Результати дослідження антифунгальної активності *B. amyloliquefaciens* ІМВ В-7397

Експериментальні дослідження інгібуючої дії *Bacillus amyloliquefaciens* штам В-7397 щодо фітопатогенів:



Рис.3.2. *Phytophthora infestans*



Рис.3.3. *Rhizoctonia solani*

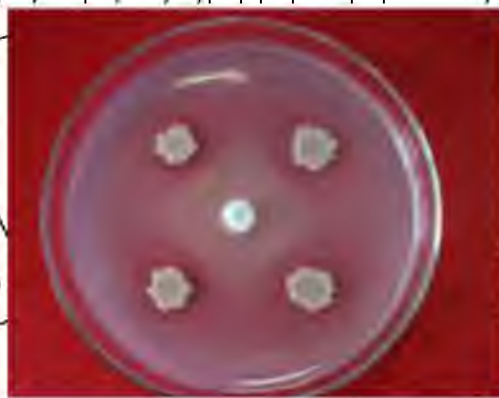


Рис.3.4. *Sclerotinia sclerotiorum*



Рис.3.5. *Fusarium oxysporum*

Даний штамп продемонстрував високу антагоністичну активність щодо п'яти грибкових патогенів. Серед грибів найсильніший інгібуючий ефект продемонстрував на *Sclerotinia sclerotiorum* із зоною інгібування 40,7 мм. Найслабший інгібуючий вплив мав на *Fusarium oxysporum*, де зона пригнічення росту становила лише 16,4 мм.

Дані результатів досліджень свідчать про високу активність штаму та можливість використання його для боротьби із захворюваннями картоплі різної етіології.

### 3.2. Дослідження впливу Фітосубтилу на біометричні показники картоплі сорту Радомисль та Мирослава

Вплив Фітосубтилу на біометричні показники та показники урожайності проводили на базі Інститут Картоплярства НААН України, що знаходиться в м. Немішаєво Київської області.

У дослідженнях було проаналізовано комплексну дію біопрепарату в поєднанні із стимулятором росту Інтра Сселл.

Інтра Сселл® (Фінляндія) згідно з «Переліком для використання в органічному виробництві...» (2020 р.) відноситься до стимуляторів росту рослин.

Діючою речовиною є гліцин бетаїн. Антистресова, тобто антиоксидантна активність проявляється за рахунок поглинання вільних радикалів азотистими еполуками, зокрема гліцин бетаїном, що сприяє пом'якшенню абіотичних стресів. «Інтра Сселл» сприяє підвищенню здатності рослин утримувати воду, підтримати обмін речовин, сприяє мобілізації поживних речовин [15].

Посадку картоплі раннього сорту Радомисль та середньораннього сорту Мирослава здійснювали 29 квітня 2023 року (перший термін садіння) та 13 травня 2023 року (другий термін садіння) за схемою 70×30 см. Загальна посівна площа дослідів – 0,20 га, площа ділянки – 21,5 м<sup>2</sup>.

Таблиця 1  
Схема обробки біопрепаратами картоплі сорту Радомисль та Мирослава

Варіант дослідів	Схема обробки	
1.	Контроль (1 л/т)	Обприскування позакоренево під час садіння
2.	Фітосубтил (1 л/т)	Під час садіння + позакоренево впродовж вегетації у фазі бутонізації та цвітіння
3.	Інтра Сселл (0,5 л/т)	Обприскування позакоренево 2 рази впродовж вегетації у фазі бутонізації та цвітіння

4.	Фітосубтил + Інтра Селл (1 л/т + 0,5 л/т)	Обприскування під час садіння позакоренево 2 рази впродовж вегетації у фазі бутонізації і цвітіння
----	--	--

Протягом періоду вегетації проводили фенологічні спостереження за рослинами, визначали висоту рослин, кількість стебел у кущі, масу бульб.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою MS Excel.

За результатами досліджень було встановлено позитивні зміни морфогенезу, біометричних показників, та продуктивності рослин картоплі сортів Радомисль та Мирослава.

Таблиця 2.  
Результати комплексного поснадіння біопрепаратів на біометричні показники картоплі сорту Мирослава

Варіант	Висота рослин, см	Кількість стебел, шт/кущ	Маса коренів, г	Листкова поверхня, см <sup>2</sup> /га
Контроль	55,2 ± 0,2	4,3	25,7	23016
Фітосубтил	57,8 ± 0,7	5,1	32,1	22778
Інтра Селл	58,1 ± 0,4	4,6	28,1	23894
Фітосубтил + Інтра Селл	58,7 ± 0,9	5,0	33,4	23797

За результатами даних, представлених в таблиці, встановлено, найефективнішою є обробка комплексом Фітосубтилу та Інтра Селлу. За використання даної композиції зафіксовано збільшення висоти рослини порівняно з контролем на 3 см, збільшення кількості стебел з 4,3 до 5,0.

Одночасно сумісного застосування зростає площа листкової поверхні та продуктивність фотосинтезу. Загалом можна твердити, що досліджувані препарати позитивно вплинули на параметри кущів, що в результаті і визначило врожай бульб.

Також в ході роботи було проаналізовано показники урожайності даних сортів впродовж двох термінів садіння: 29 квітня 2023 року (перший термін

садіння) та 13 травня 2023 року (другий термін садіння) за обробки біопрепаратами (таблиця 3).

Урожайність сорту Радомисль за першого терміну садіння на варіантах досліду 2, 3, 4 сягала 34,1, 32,7 та 36,4 т/га, що на 5,4, 4,0 та 8,0 т/га більше контролю – 29,5 т/га. За другого строку садіння ці показники становили відповідно 18,9, 16,1 та 23,1 т/га.

Таблиця 3

### Показники урожайності картоплі за різних схем обробки

Варіант досліду	Урожайність, т/га			
	1 строк садіння		2 строк садіння	
	с.Миросява	с.Радомисль	с.Миросява	с.Радомисль
1 Контроль	36,1	29,5	38,1	32,3
2 Фітосубтил	42,8	34,1	47,4	38,1
3 Інтра Селл	48,4	32,7	45,1	36,2
4 Фітосубтил + Інтра Селл	52,3	36,4	55,6	42,0

Дослідним шляхом встановлено позитивний вплив застосування біопрепарату Фітосубтил та стимулятора росту Інтра Селл. За однакових ґрунтових та кліматичних умов фази бутонізації та цвітіння за обробки наступали на 5-6 днів раніше, ніж у контрольному варіанті; встановлено збільшення площі листкової поверхні на 3,2-3,8%; збільшення урожайності на 15-17%.

### 3.3. Аналіз ураження бульб протягом зберігання за різних схем обробки біопрепаратами

Мікробіологічні препарати здатні не тільки підвищувати стійкість рослин до фітопатогенів, продуктивність і якість продукції, але і сприяти оздоровленню агроценозів від шкідливої дії хімічних препаратів.

Методики польових досліджень та досліджень під час зберігання картоплі загальноприйняті. Для дослідження використовували біопрепарати Фітосубтил (на основі *Bacillus amyloliquefaciens* IMV В-7397) і *Bacillus*

*amyloliquefaciens* ПМВ В-7398), Планриз (на основі бактерій *Pseudomonas fluorescense* AP-33, титр- $2,5 \times 10^9$  кл/мл), та вищезгаданий стимулятор росту Інтра Селл. Для дослідження використовували картоплю середньостиглого сорту

Лілея. Посадку картоплі здійснювали на дослідних ділянках Інституту Картоплярства в м. Немішаєво Київської області у третій декаді квітня (27-30),

другій (12-15) декаді травня. Обробку бульб здійснювали перед садінням, у фази бутонізації та цвітіння, перед закладанням на зберігання. Обробляли спочатку бульби перед садінням, пізніше рослини в період бутонізації та цвітіння та перед закладанням на зберігання.

Для аналізу ураження бульб картоплі використовували стандартні методи: візуальний огляд, вимірювання площі уражених ділянок, ваги уражених бульб. Схеми дослідів наведені в таблиці 4. Збирання врожаю проводили в кінці серпня та на початку вересня і зберігали 7-8 місяців (до посадки) в сховищах без штучного охолодження.

Найпоширенішими хворобами під час зберігання картоплі виявились фомозна та фузаріозна сухі гнилі. Серед всіх хвороб найбільшу частину було виявлено мокрої бактеріальної гнилі - 18,6-25,6 %, фомозної гнилі - 14,5-17,1 %, сухої фузаріозної гнилі - 62,3-68,6 %.

При ураженні бульб бурю гниллю спостерігається характерне потемніння судин провідної системи від світло-жовтого до інтенсивно-коричневого кольору. На поперечних зрізах судини мають бурий колір, а під час сильного розвитку при надавлюванні з них витікає тягуча брудно-бура рідина.

Першими зазнають ураження слабкі бульби: пошкоджені та підмерзлі.



Рис 3.6 Ураження бульб бактеріальною гниллю (*Erwinia carotovora*)

Першими ознаками фузаріозної гнилі була поява сірувато-буруватого тьмяних плям, злегка втиснених всередину. М'якоть бульби ставала рихлою, сухою і набувала сірих плям. В умовах підвищеної вологості повітря при зберіганні уражена тканина на перших етапах розвитку захворювання мала водянисту консистенцію. У сухих умовах зберігання бульба теретворювалась на мумію, покриту зморщеною шкіркою.



Рис 3.7. Ураження бульб сухою гниллю (*Fusarium solani*)

З таблиць 4, 5 видно, що найоптимальнішою виявилась посадка за першого терміну садіння (третя декада квітня), тоді як посадка у другу декаду травня сприяла розвитку хвороб під час зберігання (розвиток фузаріозної гнилі у сорту Лілея збільшився в 1,3 разів, у сорту Скаронія – 1,3 рази).

Таблиця 4

Ураження хворобами бульб сорту Лілея під час зберігання залежно від обробки біопрепаратами, %

№	Варіант досліду	1 термін садіння				2 термін садіння			
		Вид хвороби				Вид хвороби			
		МБГ	ФГ	СФГ	разом	МБГ	ФГ	СФГ	разом
1	Без обробки	2,2	0,8	3,4	6,4	1,9	0,2	4,2	7,3
2	Фітосубтил, 1 л/т	1,1	0,3	2,9	4,3	1,1	0,6	3,4	5,1
3	Фітосубтил, 2 л/т	0,0	0,1	0,3	0,4	0,9	0,2	2,3	3,4
4	Планриз, 1 л/т	1,7	1,4	1,9	5,0	1,5	1,3	1,7	4,5
5	Планриз, 2 л/т	0,7	0,8	0,8	2,3	0,7	0,6	0,7	2,0
6	Фітосубтил + Планриз (1 + 0,5 л/т)	0,5	0,4	0,4	1,3	0,5	0,5	0,4	1,4
7	Фітосубтил + Інтра Селл (1 + 0,2 л/т)	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,4
8	Фітосубтил + Планриз + Інтра Селл (1 + 0,5 + 0,2 л/т)	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
	Середнє:	0,7	0,48	1,25	2,5	0,8	0,6	1,6	3,05

Найефективнішою комбінацією біопрепаратів задля зменшення ураження бульб картоплі сорту Лілея виявилось поєднання Фітосубтилу + Планриз + Інтра Селлу (1 + 0,5 + 0,2 л/т). За даного застосування показники ураженості зменшились з 6,4 до 0,1 порівняно з контролем.

Варто зауважити, що при використанні поєднання Фітосубтилу та Інтра Селлу спостерігається не менш краще зниження показників ураженості, що становить 0,3% за першого терміну посадки та 0,4% за другого терміну. Це дає можливість використання даної композиції задля збереження бульб при зберіганні.

Таблиця 5

Ураження хворобами бульб сорту Скарбниця під час зберігання залежно від обробки біопрепаратами, %

№ Варіант досліду	1 термін садіння				2 термін садіння				
	Вид хвороби				Вид хвороби				
	МБГ	ФГ	СФГ	разом	МБГ	ФГ	СФГ	разом	
1	Без обробки	2,4	0,9	3,6	6,9	2,1	1,3	4,1	7,5
2	Фітосубтил, 1 л/т	1,3	0,6	2,5	4,4	1,2	0,7	3,5	5,4
3	Фітосубтил, 2 л/т	0,0	0,2	0,6	0,8	0,7	0,3	2,4	3,4
4	Планриз, 1 л/т	1,6	1,5	1,7	4,8	1,5	1,3	1,7	4,5
5	Планриз, 2 л/т	0,5	0,7	0,9	2,1	0,5	0,7	0,6	1,8
6	Фітосубтил + Планриз (1 + 0,5 л/т)	0,4	0,3	0,7	1,4	0,4	0,3	0,3	1,00
7	Фітосубтил + Інтра Селл (1 + 0,2 л/т)	0,0	0,2	0,3	0,5	0,1	0,1	0,1	0,3
8	Фітосубтил + Планриз + Інтра Селл (1 + 0,5 + 0,2 л/т)	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
	Середнє:	0,7	0,5	1,3	2,6	0,81	0,67	1,6	3,7

Для сорту Скарбниця показники ураженості знизались з 6,9 до 0,2 % та з 7,5 до 0,1% відповідно до першого та другого термінів посадки. Найефективнішою комбінацією було визначено комплекс Фітосубтилу та Інтра Селлу (варіант №8).

Застосування препаратів біологічного спрямування для обробки бульб перед садінням, рослин в період бутонізації та цвітіння, бульб перед закладанням на зберігання сприяло зниженню ураження збудниками хвороб в середньому в 1,6-2,9 рази.

У бульб, посаджених у другій декаді травня, розвиток *Fusarium spp.* в кінці зберігання зростав у 1,3-1,8 рази порівняно з посадкою у третій декаді квітня.

Отже, посадка у більш ранні строки сприятиме отриманню лежкоздатної продукції. Дещільне сумісне застосування Фітосубтилу в поєднанні з іншими біопрепаратами для обробки насінневої картоплі.

### 3.4. Дослідження зміни хімічного складу бульб картоплі протягом зберігання за використання біологічних препаратів.

Застосування біопрепаратів може впливати на хімічний склад бульб картоплі в різних аспектах. Результати змін у хімічному складі бульб картоплі можуть бути різними і залежати конкретного біопрепарату, методів застосування та умов вирощування [43].

Звісно, ефект від використання біопрепаратів може бути дуже індивідуальним і залежати від багатьох факторів.

Одним з перспективних напрямків таких технологій є використання біологічних препаратів, які підсилюють метаболічні процеси, підвищують стійкість до стресових умов, збудників хвороб грибною (фітофтороз, макреспоріоз та альтернаріоз, ризектоніоз, парша срібляста й горбкувата, суха й гудзикові гнилі), бактеріальної (чорна ніжка, кільцева гниль, парша бородавчаста, мокра бактеріальна гниль) етіології [49].

Метою дослідження було проаналізувати ефективність впливу застосування біопрепарату Фітосубтил під час зберігання картоплі шляхом моніторингу маси та біохімічних показників бульб.

Дослідження було проведено на базі лабораторії промислової біотехнології НУБІП України та лабораторії мікробіологічного методу захисту Захисту рослин НААН України (м. Київ).

Для досліду було обрано сорти української селекції Лілея та Скарбниця, які були вирощені в Інституті Картоплярства НААН України.

Перед закладанням на зберігання бульби було оброблено різними комбінаціями біопрепаратів. обробку здійснювали за допомогою ручного пульвезизатора. Щоб створити несприятливі умови з метою виявлення найкращих варіантів впливу біологічного препарату на збереження якості, картоплю зберігали не за оптимальної температури 2–4 °С, а за температури 4–8 °С протягом 5 місяців.

Для дослідження були використані препарати Фітосубтил (на основі *Bacillus amyloliquefaciens* IMB B-7397 і *Bacillus amyloliquefaciens* IMB B 7398,

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного) біологічний еталон Фітоцид-Р (на основі *Bacillus subtilis*, ІПІ «ВТУ-Центр», Україна, фунгіцид «Ридоміл».

Облік втрати маси, вмісту крохмалю та сухих речовин було проведено на початку та в кінці зберігання. Втрату маси визначали методом зважування бульб в кінці зберігання та перерахунку до маси бульб, які були закладені на зберігання. Щоб визначити кількість сухої речовини методом висушування, з бульби вирізати 1/8 частину та подрібнювали. Згодом відбирали 3-4 паралельні проби у висушені бюкси, проводили зважування повторно. Бюкси поміщали до сушильної шафи, де впродовж 7 годин при температурі 100°C сушили їх. Масову частку сухих розчинних речовин (СРР) визначали за допомогою рефрактометра. Даний метод заснований на визначенні масової частки сухих розчинних речовин за показником заломлення.

Оскільки одним з важливим показників якості картоплі є вміст крохмалю в бульбах картоплі, на початку дослідження було проведено моніторинг хімічного складу в бульб картоплі. У сорті Скарбниця вміст крохмалю становив 19,6 % від загальної маси, вміст сухих речовин – 21,3 %, у сорті Лілея ці показники становили 19,0 і 21,7 % відповідно.

Таблиця 6  
Вміст крохмалю в бульбах картоплі за різних схем обробки

Сорт	Схема обробки	Вміст речовин, %	
		Крохмаль	Сухі речовини
Лілея	Контроль (на початку зберігання)	19,6	21,3
	Контроль (в кінці зберігання)	11,12	16,0
	Фітоцид	13,19	16,72
	Фітосубтил	14,12	19,23
	Ридоміл	10,29	15,82
Скарбниця	Контроль (на початку зберігання)	19,0	21,7
	Контроль (в кінці зберігання)	14,7	15,9

Фітоцид	15,9	16,7
Фітосубтил	16,1	17,1
Ридоміл	14,9	15,49

Ранньостиглі та середньоранні сорти, бульби яких встигають досягти повної фізіологічної зрілості перед закладкою на зберігання характеризуються високою лежкістю та стабільністю якісних ознак. Обробка бульб біопрепаратами Фітоцид та Фітосубтил перед зберіганням позитивно вплинула на збереження якості картоплі.

Застосування біопрепаратів зумовило зниження природних втрат маси порівняно з контролем, що було зумовлено несприятливими провокаційними умовами (температура вище нормованої на 2-4°C).

Втрати маси бульб впродовж 5 місяців зберігання за обробки біопрепаратами зафіксовані на 1,2-1,5 менше, ніж у контрольному варіанті.

У картоплі сорту Лілея було зафіксовано більші втрати маси, ніж у сорту Скабрниця, що продемонстровано на таблиці 6. Основна втрата маси спостерігалась у варіанті з хімічним еталонном – Ридомілом Голд, і становила на 1,2-1,6 більше за контрольні показники.

Найбільше зниження вмісту крохмалю в бульбах спостерігалось за обробки Ридомілом (10,29 у сорту Лілея та 14,9 у сорту Скабрниця). Найменший відсоток втрати крохмалю бульбами зафіксовано за обробки Фітосубтилом, даний показник становив 14,12% у Лілеї та 16,1% у сорту Скабрниця.

В ході дослідження встановлено позитивний вплив на зміну хімічного складу бульб картоплі впродовж зберігання. Виходячи з показників вмісту крохмалю та сухої речовини на кінець зберігання, можна зазначити, що дані показники є вищими за показники контролю.

Крохмаль, як основна поживна речовина бульби, витрачається рослиною на процеси дихання та характеризує процес проростання картоплі. Біопрепарати, які застосовані в даному дослідженні позитивно вплинули на зниження кількісних втрат бульб картоплі піз час зберігання. Використання мікробіологічних препаратів знижує активність гідролітичних ферментів, які

каталізують розпад крохмалю і одночасно підвищують активність ферментів, які задіяні в адаптації рослин до несприятливого навколишнього середовища. Це сприяє підвищенню лежкості і збереженню харчової цінності картоплі за умов тривалого зберігання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВИСНОВКИ

Останніми роками в Україні проводяться дослідження ефективності бактеріальних добрив і біологічних препаратів для захисту рослин вітчизняних виробників. У даній роботі було досліджено антагоністичну активність *Bacillus amyloliquefaciens*, вивчено вплив комплексного застосування біопрепарату

Фітосубтил та стимулятора Інтра Селл на біометричні показники картоплі, проаналізовано зміни хімічного складу бульб за використання даного біопрепарату.

1) Продемонстровано високу антагоністичну активність штаму *Bacillus*

*amyloliquefaciens* щодо грибкових патогенів. Серед грибів найсильніший інгібуючий ефект продемонстрував на *Sclerotinia sclerotiorum* (40,7 мм), найслабший - *Fusarium oxysporum* 16,4 мм. Це свідчить про високу активність штаму та можливість використання його для боротьби із захворюваннями картоплі різної етіології.

2) Дослідним шляхом встановлено позитивний вплив застосування біопрепарату Фітосубтил та стимулятора росту Інтра Селл. За однакових ґрунтових та кліматичних умов фази бутонізації та цвітіння за обробки наступали на 5-6 днів раніше, ніж у контрольному варіанті;

встановлено збільшення площі листкової поверхні на 3,2-3,8%; збільшення урожайності на 15-17%.

3) Визначено найефективнішу комбінацію біопрепаратів задля зменшення ураження бульб картоплі - Фітосубтилу + Планризу + Інтра Селлу (1 + 0,5 + 0,2 л/т). За даного застосування показники ураженості зменшились з 6,4 до 0,1 порівняно з контролем.

4) Зафіксовано, що застосування Фітосубтилу для обробки бульб перед садінням, рослин в період бутонізації та цвітіння, бульб перед закладанням на зберігання сприяло зниженню ураження збудниками хвороб в середньому в 1,6-2,9 рази.

5) Встановлено позитивний вплив на зміну хімічного складу бульб картоплі впродовж зберігання за обробки біопрепаратами. Показники

вмісту крохмалю та сухої речовини на кінець зберігання були вищими за показники контролю.

Застосування біопрепаратів певною мірою вирішує питання екологізації навколишнього середовища, отриманні якісного урожаю, біоремедіації ґрунтів та біологічному вирощуванні здорової картоплі.

Дослідження ефективності біопрепаратів є перспективним напрямом у 21 столітті.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ДОДАТКИ

А) Визначення вмісту крохмалю в бульбах картоплі за її питомою вагою

Вага 5 кг картоплі у воді, г	Питома вага	Вміст, %		Вага 5 кг картоплі у воді, г	Питома вага	Вміст, %	
		сухої речовини	крохмалю			сухої речовини	крохмалю
240	1,0504	13,372	7,620	470	1,1038	24,774	19,022
245	1,0515	13,607	7,855	475	1,1050	25,035	19,283
250	1,0526	13,842	8,090	480	1,1062	25,298	19,545
255	1,0537	14,078	8,326	485	1,1074	25,560	19,808
260	1,0548	14,315	8,563	490	1,1086	25,823	20,071
265	1,0560	14,552	8,800	495	1,1099	26,087	20,335
270	1,0571	14,780	9,037	500	1,1111	26,352	20,600
275	1,0582	15,028	9,276	505	1,1123	26,617	20,855
280	1,0593	15,267	9,515	510	1,1136	26,882	21,130
285	1,0604	15,506	9,754	515	1,1148	27,148	21,396
290	1,0616	15,746	9,994	520	1,1161	27,415	21,663
295	1,0627	15,987	10,235	525	1,1173	27,682	21,930
300	1,0638	16,228	10,476	530	1,1186	27,950	22,198
305	1,0650	16,470	10,718	535	1,1198	28,219	22,467
310	1,0601	16,712	10,960	540	1,1210	28,488	22,736
315	1,0672	16,955	11,203	545	1,1223	28,757	23,005
320	1,0684	17,199	11,447	550	1,1236	29,028	23,276
325	1,0695	17,443	11,691	555	1,1248	29,298	23,546
330	1,0707	17,687	11,935	560	1,1261	29,570	23,818
335	1,0718	17,933	12,181	565	1,1274	29,842	24,090
340	1,0730	18,178	12,426	570	1,1287	30,114	24,362
345	1,0741	18,425	12,673	575	1,1299	30,387	24,635
350	1,0753	18,672	12,920	580	1,1312	30,661	24,909
355	1,0764	18,920	13,168	585	1,1325	30,935	25,183
360	1,0776	19,168	13,416	590	1,1338	31,210	25,458
305	1,0787	19,416	13,664	595	1,1351	31,485	25,733
370	1,0799	19,666	13,914	600	1,1364	31,761	26,009
375	1,0811	19,916	14,164	605	1,1376	32,038	26,286
380	1,0822	20,166	14,414	610	1,1390	32,315	26,563
385	1,0834	20,417	14,665	615	1,1402	32,593	26,844
390	1,0846	20,669	14,917	620	1,1416	32,871	27,119
395	1,0858	20,921	15,169	625	1,1428	33,150	27,398
400	1,0870	21,174	15,422	630	1,1442	33,430	27,673
405	1,0881	21,427	15,675	635	1,1455	33,710	27,958
410	1,0893	21,681	15,929	640	1,1468	33,990	28,238
415	1,0905	21,936	16,184	645	1,1481	34,272	28,520
420	1,0917	22,191	16,439	650	1,1494	34,553	28,801
423	1,0929	22,446	16,694	655	1,1507	34,836	29,084
430	1,0941	22,703	16,951	660	1,1521	35,119	29,367
435	1,0953	22,960	17,208	665	1,1534	35,402	29,650
440	1,0965	23,217	17,465	670	1,1547	35,686	29,934
445	1,0977	23,475	17,723	675	1,1561	35,971	30,219
450	1,0989	23,734	17,982	680	1,1574	36,256	30,504
455	1,1001	23,993	18,244	685	1,1587	36,542	30,790
460	1,1013	24,253	18,501	690	1,1601	36,829	31,077
465	1,1025	24,513	18,761				

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Bhattacharyya P.N., Iba D.K. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture World J Microbiol Biotechnol. 2012. V. 28(4). P. 27-50. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0979-9>
2. Bilay V.I. Microorganisms that cause plant diseases: a reference book / Ed. V. I. Bilay. – Kyiv: Naukova Dumka, 1988. – 549 p
3. Biological products in agriculture (Methodology and practice of using microorganisms in crop production and feed production) [I. A. Tikhonovich, A. P. Kozhemyakov, V. K. Chebotar, etc.]. – M.: Rosselkhozakademiya, 2005. – 154 p.
4. Chion AL, Wu WS. Formulation of *Bacillus amyloliquefaciens* B190 for control of lily grey mould (*Botrytis elliptica*) // J of Phytopathology. 2003;151(1):13.
5. Chowdhury SP, Hartmann A, Gao X, Borriss R. Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 - a review. // Front Microbiol. 2015;6:780. Published 2015 Jul 28. doi:10.3389/fmicb.2015.00780
6. Controlling pathogens with organic biocontrol agent *Bacillus amyloliquefaciens*. URL <https://gardenerspath.com/howto/organic/controlling-pathogens-with-organic-biocontrol-agent-bacillusamyloliquefaciens/>
7. Dees MW, Wanner LA. In search of better management of potato common scab. *Potato Res.* 2012; 55:249–68. [Google Scholar]
8. Differences in weathering pattern, stress resistance and community structure of culturable rock-weathering bacteria between altered rocks and soils. URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2018/ra/c8ra01268g>
9. Dospheov B. A. Methods of field experience / Dospheov B. A. - M.: Kolos, 1996. -141 p.
10. Dyakov Yu.T. Strategy for the use of fungicides in connection with the acquisition of resistance to them by phytopathogenic fungi // Bulletin of Agricultural Sciences. Sciences. 1988. – No. 6. – pp. 165-169.
11. Gabdullin V.R., Apaeva N.N., Martynova G.P. The influence of the combined use of biological and chemical preparations on the damage to spring wheat by diseases // Scientific journal of KubSAU, 2010. – No. 56. – With. 203-209.

12. Gusev S.A. Conducting research on potato storage: Guidelines / S.A. Gusev, S.F. Polishchuk. – M.: VASKHNIL. 1988. – 19 p.

13. [https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizoctonia\\_solani#Identification](https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizoctonia_solani#Identification)

14. <https://minagro.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/metodika-provedennya-ekspertizi-sortiv-roslin-kartopli-ta-grupi-ovochevikh-bashamikh-pivano-smakovikh-na-pridatnist-do-poshirennya-v-ukraini.pdf>

15. <https://plant-agro.prom.ua/pl165213736-biofungitsid-agritema-intrasek.html>

16. <https://uapatents.com/5-77141-biopreparat-fitosubtil-dlya-obrobki-koreneplodiv-ta-kartopli-pri-kh-zberiganni.html>

17. [https://zakononline.com.ua/documents/show/494714\\_670878](https://zakononline.com.ua/documents/show/494714_670878)

18. Amen Zouari, Lobna Jlaie, Slim Younsi, Mohamed Trigu. Biocontrol activity of the endophytic *Bacillus amyloliquefaciens* strain CEYZ-11 against *Pythium aphanidermatum* and purification of its bioactive compounds. // Biological Control, 2016, Pages 54-62, ISSN 1049-9644, URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.05.012>.

19. Investigation of *Streptomyces scabies* Causing Potato Scab by Various Detection Techniques, Its Pathogenicity and Determination of Host-Disease Resistance in Potato Germplasm. URL: <https://www.mdpi.com/2076-0817/9/7/760/html>

20. Isolation and Identification of *Bacillus amyloliquefaciens* IBECBF-1 with Potential for Biological Control of Phytophthora Blight and Growth Promotion of Pepper Mengjun Zhang<sup>1</sup>, Jilie Li<sup>1</sup>, Airong Shen<sup>1,2</sup>, Shiyong Tan<sup>3</sup>, Zhun Yan<sup>4</sup>, Yongting Yu<sup>4</sup>, Zhaodong Xue<sup>4</sup>, Taimeng Tan<sup>1</sup> and Liangbin Zeng<sup>4</sup>.

21. Ivanyuk V. G. Protection of potatoes from diseases, pests and weeds / V. G. Ivanyuk, S. A. Banadysev, G. K. Zhuromsky. – Minsk: Belprint, 2005. – 696 p.

22. Ji SH, Paul NC, Deng JX, Kim YS, Yun ES, Yu SH. Biocontrol Activity of *Bacillus amyloliquefaciens* CNU114001 against Fungal Plant Diseases.

23. Kalach V. P. The use of phytofungicides in protecting potatoes from diseases / V. I. Kalach, V. G. Ivanyuk // Current problems of modern potato growing. – 2003. – No. 2. – P. 43–47.

24. Khokhryakov M.K., Dobrozrakova T.L., Stepanov K.M., Letova M.F. Key to plant diseases. – St. Petersburg: Lau Publishing House, 2003. – 592 p.

25. Kiprushkina E.I., Kolodyaznaya V.S., Chebotar V.K. Biological protection of agricultural products during storage // Bulletin of Plant Protection, 3, 2003. – P. 17-24.

26. Kulikov S.N., Alimova F.K., Zakharova N.G., Nemtsev S.V., Varlanov V.P. Biological products with different mechanisms of action to combat fungal diseases of potatoes // Applied biochemistry and microbiology, 2006. – volume 42. – No. 1. – pp. 86-92.

27. Levitin M.M. Climate change and disease forecast // Mycology and phytopathology. 2012. T. 46. Issue 1 pp. 14–19.

28. Major Fungal and Bacterial Diseases of Potato and their Management R. K. Arora and S. M. Paul Khurana.

29. Marina Puigvert, Maria Siri. Complete genome sequence of the potato pathogen *Ralstonia solanacearum* Standards in Genomic Sciences. December 2016 11(1)UY031.

30. Minaeva O.M., Akimova E.E., Zyubanova T.I., Tereshchenko N.N. M61 Biological products for plant protection: assessment of quality and effectiveness: textbook. allowance. – Tomsk: Publishing House of Tomsk State University, 2018. – 130 p.

31. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. - К.: «Нічлава», 2003. - 316с.

32. *Phytophthora infestans*. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Phytophthora\\_infestans](https://uk.wikipedia.org/wiki/Phytophthora_infestans)

33. Recep K., Fikrettin S., Erkol D., Cafer E. Biological control of the potato dry rot caused by *Fusarium* species using PGPR strains // Biological Control, 2009. V. 50, №. 2. P. 194–198. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.04.004>

34. Shcherbakov A.V., Shcherbakova E.N., Mulina S.A. and others. Psychrophilic endophytic pseudomonads as potential agents in the biocontrol of phytopathogenic and putrefactive microorganisms during refrigerated storage of

potatoes. Agricultural biology, 2017. Vol. 52, No. 1. pp. 116–128.

<https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017/1>.

35. Solanum tuberosum. [https://www.wiki.uk-ua.nina.az/Solanum\\_tuberosum.htm](https://www.wiki.uk-ua.nina.az/Solanum_tuberosum.htm)

36. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. - К. : ЗАТ «Нічлава», 2008. - 352 с.

37. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Кравченко О.А. та ін. Картопля: вирощування, якість, збереженість. – Київ, КИТ, 2009. – 232 с.

38. Бородай В.В. Ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні картоплі залежно від строків садіння, ґрунтово-кліматичної зони в умовах Львівської області / В.В. Бородай, Т.В. Данілова, В.А. Колтунов // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: зб. наук. праць / НААН України, Ін-т біоенергетичних культур та цукрових буряків: М.В. Роїк. (голов. ред.) [та ін.]. – К., 2012. – Вип. 14. – С. 141–145.

39. Власенко М. Ю., Петренко С. Д. Біохімічний склад та якість бульби картоплі залежно від умов мінерального живлення на чорноземах центрального Лісостепу // Аграрні вісті. – Біла Церква, 2006. – № 3. – С. 4-6.

40. Власенко М. Ю. Удобрение картофеля / Власенко М. Ю. - М.: Агропромиздат, 1987. - 261с.

41. Волкогон В.В., Надкринична О.В., Ковалевська Т.М., Токманова Т.М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.

42. Дімова С.Б., Волкогон В.В., Луценко Н.В. Технологічні особливості виготовлення та застосування нового біологічного препарату біограну // Сільськогосподарська мікробіологія: зб. наук. праць. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2006. – Вип.4. – С. 104-116.

43. Зміни фітопатогенної мікрофлори ґрунтів за застосування мікробіологічних препаратів в агроценозі *Solanum tuberosum* L. в умовах західного лісостепу Львівської області / В. А. Колтунов, В. В. Бородай, Т.

В. Данілкова // Овочівництво і баштанництво. - 2014. - Вип. 60. - С. 137-146. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib\\_2014\\_60\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib_2014_60_22).

44. Зміни хімічного складу та втрати маси бульби картоплі в період зберігання під час застосування біопрепаратів / В. В. Бородай, Л. Ф. Скалецька, К. М. Бальвас, Г. М. Ткаленко, В. А. Колтунов // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агронія. - 2013. - Вип. 183(1). - С. 77-82.

45. Istranina I.V. The prospects of using mixtures of disinfectants with biological preparations for the purpose of biologizing the protection of grain crops from the most harmful diseases: abstract of thesis. dis. Ph.D. biol. Sciences: 06.01.11 - plant protection / I. V. Istranina; Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev. - M., 2004. - 19 p.

46. Колтунов В.А. Прогнозування збереження якості продовольчих товарів / В.А. Колтунов. - К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. - 199 с.

47. Кравченко О. А. Застосування регуляторів росту рослин у сучасній технології вирощування картоплі / О. А. Кравченко, М. Г. Шарпа, П. Ф. Каліцький // Картоплярство України. - 2007. - № 3-4. - С. 9-12.

48. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Бородай В.В., Коломієць Ю.В. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник. - Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. - 252 с.

49. Парфенюк А.І., Волощук Н.М. Формування фітопатогенного фону в агрофітоценозах. Агроекологічний журнал. 2016. № 4. С. 106-114.

50. Патица В.П. Екологічні основи застосування біологічних засобів захисту рослин як альтернативи хімічним пестицидам / В.П. Патица, Т.Г. Омелянець // Агроекологічний журнал. - 2005. - № 2. - С. 21-24.

51. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ: Юнівест Медиа, 2018. 1040 с.

52. Положенець В. М. Фунгіциди проти альтернаріозу картоплі / В. М. Положенець, Л. В. Немерицька, І. А. Журавська // Карантин захист рослин: науково-виробничий журнал. - К.: НААНУ, 2012. - № 6. - С. 24-26.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України