

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

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри ..... Коваленко В.М.

« ....» .....2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»**

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПЕСТИЦИДІВ НА**  
**ЗАХИСТ РОСЛИН КАРТОПЛІ ТА ФОРМУВАННЯ**  
**ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ В УМОВАХ ННВК СНАУ**  
**за спеціальністю 201 «Агрономія»**

Виконав

.....  
*Підпис*

Глуходід Б.С.  
*Прізвище, ініціали*

Група

АГР 2301м ВН  
*Назва групи*

Науковий керівник

.....  
*Підпис*

Коваленко В.М.  
*Прізвище, ініціали*

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та природокористування**

Кафедра біотехнології та хімії  
Освітній ступінь - "Магістр"  
Спеціальність – 201 "Агрономія"

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”:**  
**Завідувач кафедри**  
\_\_\_\_\_ В.М. Коваленко  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**Глуходіда Богдана Сергійовича**  
ПІБ студента

1. Тема роботи "Оцінка впливу застосування біопестицидів на захист рослин картоплі та формування показників продуктивності в умовах ННБК СНАУ"

Затверджено наказом по університету від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедру \_\_\_\_\_.

3. Вихідні дані до роботи:

- місце проведення досліджень: ННБК СНАУ

- методичне забезпечення: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- схема дослідю: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Керівник кваліфікаційної роботи к.с.-г.н., доцент Коваленко В.М.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

Дата отримання завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## АНОТАЦІЯ

*Глуходід Б.С.* "Оцінка впливу застосування біопестицидів на захист рослин картоплі та формування показників продуктивності в умовах ННБК СНАУ"

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю (201 – Агрономія). – Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2024.

Використання біопестицидів у захисті рослин картоплі є перспективним напрямком сучасного сільського господарства. Біопестициди, які базуються на природних речовинах (мікроорганізмах, екстрактах рослин або органічних сполук), мають низьку токсичність для довкілля, знижують ризик резистентності шкідників і забезпечують ефективний контроль патогенів та бур'янів. Деякі біопестициди сприяють активації механізмів захисту рослин, підвищуючи їхню стійкість до посухи та інших стресів. Препарати, наприклад, мікробні інокулянти, не тільки захищають рослини, але й стимулюють ріст, покращуючи поглинання живих речовин.

Дослідження показують, що використання біопестицидів може збільшити врожайність картоплі на 10-15% за рахунок зменшення втрати через хворобу та покращення якості бульби. Крім того, зниження токсичних залишків пестицидів робить продукцію безпечнішою для споживання.

У дослідженні було залучено 3 сорти різних селекційних установ: Сорая (Німеччина), Орла (Голландія), Балтік Фаєр (Німеччина).

Дослідження проводились впродовж 2024 року. Методика досліджень загальноприйнята в картоплярстві.

*Ключові слова:* біопестициди, підвищення врожайності, хвороби та шкідники, низька токсичність.

## **ABSTRACT**

Gluhodid B.S. "Assessment of the impact of the use of biopesticides on the protection of potato plants and the formation of productivity indicators in the conditions of the NNVK of the SNAU"

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty (201 - Agronomy). – Sumy National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2024.

The use of biopesticides in the protection of potato plants is a promising direction of modern agriculture. Biopesticides, which are based on natural substances (microorganisms, plant extracts or organic compounds), have low toxicity for the environment, reduce the risk of pest resistance and provide effective control of pathogens and weeds. Some biopesticides contribute to the activation of plant defense mechanisms, increasing their resistance to drought and other stresses. Preparations, for example, microbial inoculants, not only protect plants, but also stimulate growth, improving the absorption of living substances.

Studies show that the use of biopesticides can increase potato yields by 10-15% by reducing losses due to disease and improving tuber quality. In addition, the reduction of toxic pesticide residues makes the products safer for consumption.

The research involved 3 varieties from different breeding institutions: Soraya (Germany), Orla (Holland), Baltic Fire (Germany).

Research was conducted throughout 2024. Research methodology is generally accepted in potato growing.

Key words: biopesticides, yield increase, diseases and pests, low toxicity.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ 1</b> .....	8
<b>ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПЕСТИЦИДІВ НА ЗАХИСТ РОСЛИН КАРТОПЛІ ТА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)</b> .....	8
<b>1.1. Історія культури картоплі</b> .....	8
<b>1.2. Біологічні та екологічні особливості картоплі</b> .....	11
<b>1.3. Історія хвороб та шкідників картоплі</b> .....	13
<b>1.4. Використання біопестицидів у світі</b> .....	18
<b>РОЗДІЛ 2</b> .....	21
<b>УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	21
<b>2.1. Природно-кліматичні умови дослідного поля ННБК СНАУ</b> .....	21
<b>2.2. Схема досліду та методика проведення дослідження</b> .....	24
<b>РОЗДІЛ 3</b> .....	27
<b>ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПЕСТИЦИДІВ НА ЗАХИСТ РОСЛИН КАРТОПЛІ ТА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ)</b> .....	27
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	36

## ВСТУП

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) є однією з окремих продовольчих культур у світі, яка має значний аграрний, економічний і соціальний потенціал. Вирощування культури має важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки України, оскільки основа культури підвищує раціональне харчування населення та є сировиною для переробної промисловості.

Проте вирощування картоплі супроводжується труднощами, зокрема, ураженням шкідниками та хворобами, що значно знижує рівень урожайності та якості продукції. Застосування хімічних засобів захисту рослин є ефективним, але має низку негативних наслідків, таких як порушення навколишнього середовища, розвиток резистентності до шкідливих організмів та вплив на здоров'я людини.

У цьому контексті все більшої актуальності набувають біопестициди – екологічно безпечні засоби захисту рослин, які базуються на використанні природних біологічно активних речовин. Їх застосування збереженню екосистемного балансу та забезпечення сталого розвитку агровиробництва.

**Актуальність теми:** полягає у необхідності розробки ефективних і безпечних систем захисту рослин, які б забезпечили стабільні врожаї та збереження довкілля. Оцінка ефективності біологічних препаратів в умовах конкретного регіону є важливим кроком на шляху до впровадження органічного землеробства.

**Мета дослідження:** оцінка впливу застосування біопестицидів на стан рослин та формування показників урожайності в умовах навчально-науково-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету (ННВК СНАУ). У роботі також досліджуються переваги використання біопестицидів як важливого елемента екологічно сталого землеробства.

**Об'єкт дослідження:** Рослини картоплі, оброблені різними біологічними препаратами.

**Предмет дослідження:** Вплив біологічних препаратів на захист рослин картоплі та формування показників урожайності.

**Завдання дослідження:** Провести аналіз літературних джерел з питань застосування біологічних препаратів у рослинництві. Дослідити ефективність різних біологічних препаратів у боротьбі зі шкідниками та хворобами картоплі. Оцінити вплив біологічних препаратів на ріст і розвиток рослин картоплі. Порівняти врожайність картоплі, обробленої біологічними препаратами, з контролем. Визначити економічну ефективність застосування біологічних препаратів.

**Наукова новизна дослідження:** Оцінити ефективність різних біологічних препаратів в умовах ННВК СНАУ. Розробити рекомендації щодо оптимальних схем застосування біологічних препаратів для захисту картоплі. Збагатити теоретичні знання про механізми дії біологічних препаратів на рослини.

**Практична значимість дослідження:** Розробка ефективних систем захисту картоплі, що сприятиме підвищенню екологічної безпеки сільськогосподарського виробництва. Збільшення виробництва екологічно чистої картоплі. Покращення якості та безпечності продукції рослинництва.

**Структура та обсяг роботи:** Загальна кількість сторінок комп'ютерного набору становить 39 сторінок: таблиць – 4. Кількість використаних джерел – 35.

## РОЗДІЛ 1

# ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПЕСТИЦИДІВ НА ЗАХИСТ РОСЛИН КАРТОПЛІ ТА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)

### 1.1. Історія культури картоплі

Впровадження картоплі в Європу та Північну Америку стало основою для формування сучасного агропромислового комплексу. У межах Колумбійської біржі через Атлантику була перевезена не лише картопля, а й перше у світі інтенсивне добриво — перуанське гуано. Зіткнувшись із загрозою з боку іншого імпортованого виду, колорадського жука, фермери вперше вдалися до використання штучного пестициду, виготовленого на основі миш'яку. Змагання за створення все ефективніших миш'якових препаратів дало старт сучасній промисловості пестицидів. У 1940–1950-х роках поєднання вдосконалених сортів культур, високоінтенсивних добрив та хімічних пестицидів спричинило Зелену революцію. Цей прорив у сільськогосподарській продуктивності трансформував фермерство від Іллінойсу до Індонезії, а також започаткував активні політичні дискусії щодо постачання продовольства [1].

З Андського регіону походить одна з найвизначніших культурних традицій світу. У той час, коли єгиптяни зводили піраміди, мешканці Анд будували власні монументальні храми та церемоніальні площі. Протягом тисячоліть різні народи, часто конфліктуючи між собою, боролися за домінування на території від Еквадору до північного Чилі. Найвідомішими серед них стали інки, які стрімко підкорили більшу частину Анд, створили мережу доріг, побудували величні міста, прикрашені золотом, але зрештою зазнали поразки від іспанських завойовників та епідемій, які ті принесли. Попри велику різноманітність андійських культур, усі вони залежали від вирощування бульб та коренеплодів, зокрема картоплі [2].

Дика картопля містить соланін і томатин — токсичні сполуки, які, ймовірно, захищають рослини від нападів грибків, бактерій і навіть людей. Хоча приготування їжі зазвичай руйнує хімічний захист рослин, ці сполуки стійкі до високих температур. У горах дикі родичі лам — гуанако і вікунья — перед споживанням отруйних рослин облизують глину. Це дозволяє токсинам «адсорбуватися» на дрібних частинках глини в їхніх шлунках, що дає змогу безпечно вивести їх із організму. Аналогічний метод використовували гірські народи, які навчилися занурювати дику картоплю в суміш глини й води перед споживанням. Згодом вони культивували менш токсичні сорти картоплі, хоча деякі старі, отруйні різновиди збереглися завдяки своїй стійкості до морозів. Навіть сьогодні на ринках Перу та Болівії можна знайти глиняний пил, що його продають для споживання разом із цими сортами картоплі [3].

Кулінарна творчість Анд значно виходить за межі використання їстівної глини. Як і сучасні європейці, індіанці Анд споживали картоплю у вареному, запеченому вигляді або у вигляді пюре. Однак вони також створили унікальні способи її приготування: варили, чистили, нарізали та сушили для отримання *paras secas*, ферментували у стоячій воді для створення липкого й ароматного токош, а також подрібнювали до кашоподібної маси, вимочували та відфільтровували, щоб отримати *almidón de papa* (картопляний крохмаль) [4].

Особливе місце посідає чуньо — картопля, яку залишали на мороз під відкритим небом, а вдень піддавали розморожуванню під сонцем. Цей процес повторювався кілька разів, перетворюючи бульби на м'які, водянисті шматки. Воду віджимали, щоб отримати чуньо — щільні, легкі вузлики, схожі на пінополістирол, які були значно меншими за початкові бульби. Під час приготування в традиційному гострому рагу чуньо нагадує італійські ньоккі або вареники. Головною перевагою було те, що його можна було зберігати роками

без охолодження, що забезпечувало захист від неврожаю. Саме ця їжа підтримувала армії інків [5].

І донині мешканці Анд святкують збір урожаю картоплі так, як це робили їхні предки століттями тому. Щойно картоплю викопують, на полях будують земляні печі у формі іглу висотою близько 45 см. Для розпалювання використовують стебла картоплі, солому, гілки, обрізки деревини й навіть коров'ячий гній. Коли піч розжарюється до білого, картоплю кладуть на гарячий попіл, де вона запікається. Пара від свіжоспеченої картоплі піднімається в холодне чисте повітря, а її аромат розноситься нічним вітром на милі навколо. Готову картоплю вмочують у крупну сіль або їстівну глину, смакуючи традиційний смак [6].

Картопля, яку смажили в Андах ще до прибуття європейців, не була схожа на сучасні сорти. Андські народи культивували безліч видів на різних висотах, пристосовуючи їх до кліматичних умов. У кожному селі вирощували кілька основних сортів, але також додавали інші, щоб урізноманітнити смакові якості. Навіть сьогодні андійські фермери вирощують сорти в стилі Айдахо для міських ринків, хоча вважають їх «прісними». Результатом стала неймовірна різноманітність картоплі: навіть у сусідніх селах на різних висотах вона може виглядати і смакувати зовсім по-різному [7].

У 1995 році дослідницька група з Перу та США виявила, що родини в одній гірській долині центрального Перу вирощують у середньому 10,6 традиційних сортів картоплі. Ці місцеві сорти, кожен із власною назвою, були частиною багатой аграрної спадщини регіону. В сусідніх селах еколог Карл Зіммерер, нині професор Університету штату Пенсільванія, зафіксував поля, де вирощували до 20 старовинних сортів одночасно. Міжнародний центр картоплі в Перу на сьогодні зберігає близько 5000 сортів. Зіммерер зазначає, що різноманітність картоплі на одному андійському полі «перевищує генетичне розмаїття дев'яти

десятих усієї картоплі, що вирощується в Сполучених Штатах». Через це андська картопля не є одним чітко окресленим видом, а радше являє собою строкате генетичне «рагу» взаємопов'язаних форм. Це створює значні труднощі для систематиків, які десятиліттями намагаються її класифікувати [8].

Перші іспанці, які прибули в цей регіон на чолі з Франсіско Пісарро в 1532 році, помітили, що місцеві жителі їдять ці незвичні круглі бульби, і самі почали їх вживати, хоч і не завжди охоче. Новина про новий продукт швидко поширилася: уже за три десятиліття іспанські фермери, навіть на Канарських островах, почали експортувати картоплю до Франції та Нідерландів, які на той час входили до складу Іспанської імперії. Перший науковий опис картоплі з'явився в 1596 році, коли швейцарський натураліст Гаспар Баугін надав їй назву *Solanum tuberosum esculentum*, яку згодом спростили до *Solanum tuberosum* [9].

Картопля докорінно змінила підхід до землеробства. Раніше багато фермерів залишали до половини своїх полів під паром, щоб дати ґрунту відпочити та боротися з бур'янами, які знищували під час літнього орання. З появою картоплі дрібні господарі змогли використовувати перелогові землі для її вирощування, знищуючи бур'яни за допомогою сапки. Завдяки високій урожайності картоплі, запаси їжі в Європі фактично подвоїлися в калорійному еквіваленті [10].

## **1.2. Біологічні та екологічні особливості картоплі**

Картопля (*Solanum tuberosum*) належить до квіткових рослин (покритонасінних) і класифікується так: царство — рослини, відділ — квіткові рослини (*Magnoliophyta* або *Anthophyta*), клас — дводольні (зараз частіше відносять до класу евідикотів), порядок — пасльоноцвіті (*Solanales*), родина — пасльонові (*Solanaceae*). До цієї родини також входять такі рослини, як помідори, перець, тютюн, пасльон, лимонник і петунія [11].

Картопля — трав'яниста рослина з типовою структурою, що складається з підземної кореневої системи та надземних пагонів із листям. Подібно до тюльпанів і багатьох інших рослин, надземні частини — стебло і листя — є однорічними, тобто відмирають щороку. Проте картопля належить до багаторічних рослин, оскільки її підземна частина зберігається і підтримує організм [12].

Основною багаторічною структурою є бульба — видозмінений підземний пагін, який утворюється і розвивається під землею. Ці пагони не формують ані листя, ані гілок, проте їхні кінчики потовщуються, утворюючи бульби. Це відбувається завдяки значному утворенню паренхімної тканини, якої у звичайних стеблах значно менше. Бульби (або схожі структури, як клубнелуковиці чи кореневища) є поширеною адаптацією, що допомагає рослинам виживати у несприятливих кліматичних умовах, наприклад, під час холоду чи посухи. У такі періоди надземна частина відмирає, але підземна, перебуваючи в більш стабільному середовищі ґрунту, зберігається і готова сформувати нові пагони, коли умови знову стануть сприятливими [13].

Паренхімні клітини бульби багаті пластидами, які накопичують крохмаль (амілопласти). Цей запас забезпечує матеріал і енергію для відновлення росту. Бульба є видозміненим стеблом, що видно з її «очей» — бічних бруньок, які є зародковими пагонами. Як і листя чи гілки надземного стебла, ці бруньки розташовані спірально [14].

Картоплю розмножують вегетативно: бульби розрізають на частини, кожна з яких має хоча б одне «око», і висаджують у ґрунт. Це дозволяє вирощувати нові рослини зі збереженням властивостей вихідного сорту [15].

Картопля може розмножуватися статевим шляхом через квітки, проте зазвичай її розмножують вегетативно за допомогою бульб. Хоча в сільському

господарстві картоплю вирощують як однорічну рослину, в природних умовах вона є багаторічною.

Бульби висаджують навесні, а врожай збирають восени, коли однорічні стебла відмирають [16].

### **1.3. Історія хвороб та шкідників картоплі**

Назва *Phytophthora infestans* перекладається як «руйнівник рослин». Це ооміцет, один із приблизно 700 видів, які часто називають водяною пліснявою. *P. infestans* поширює крихітні мішечки зі спорами (зазвичай 6-12), які переносить вітер. Спори здебільшого долають відстань до 20 футів, але іноді їх можуть занести навіть на півмилі чи більше. Потрапивши на вразливу рослину, мішечок розривається, вивільняючи зооспори. У теплу та вологу погоду зооспори проростають, утворюючи ниткоподібні структури, які проникають у листя. Перші помітні ознаки зараження — пурпурно-чорні або пурпурно-коричневі плями на листках — з'являються через п'ять днів. На цей момент врятувати рослину зазвичай вже неможливо [17].

*P. infestans* уражає переважно рослини родини пасльонових, зокрема картоплю та помідори. Вчені припускають, що цей організм походить із Перу. Його поширення в Північну Європу могло розпочатися разом із транспортуванням гуано. Хоча доказів немає, існує припущення, що спори були завезені на кораблях із гуано. Імовірно, *P. infestans* вперше з'явився в Європі в районі Антверпена та спричинив спалах хвороби на початку літа 1845 року в Кортрейку, Західна Фландрія, неподалік французького кордону [18].

У серпні хвороба дісталася Парижа. За кілька тижнів вона почала знищувати врожаї картоплі в Нідерландах, Німеччині, Данії та Англії, викликавши паніку серед урядів. В Ірландії перший випадок було зафіксовано 13 вересня 1845 року. За підрахунками економіста та історика Кормака О Гради з Університетського коледжу Дубліна, того року ірландські фермери засадили

близько 2,1 мільйона акрів картоплі. За два місяці *P. infestans* знищив урожай на площі від половини до трьох чвертей мільйона акрів. Наступні роки стали ще катастрофічнішими — епідемія тривала до 1852 року. Внаслідок голоду, одного з наймасштабніших в історії, загинув понад мільйон ірландців, що становило значну частину населення. Аналогічна трагедія в сучасних Сполучених Штатах забрала б майже 40 мільйонів життів [19].

Тисячоліттями картопляний жук жив за рахунок буру буйвола, який зростав на мексиканських пагорбах. Однак ферми в штаті Айова, засаджені картоплею, здавалися йому справжнім раєм із необмеженим доступом до їжі. Оскільки фермери вирощували лише кілька сортів одного виду, природний захист рослин від таких шкідників, як картопляний жук і фітофтороз, був мінімальним. Якщо шкідник адаптувався до одного поля, йому було легко переміщатися між іншими такими ж монокультурними насадженнями. Цей процес значно пришвидшився завдяки винаходам, як-от залізниці, пароплави та холодильне обладнання. Жуки розмножилися настільки масово, що, досягнувши Атлантичного узбережжя, вкривали пляжі яскраво-помаранчевими «килимами», а залізничні колії ставали такими слизькими, що їх було важко перетнути [20].

Відчайдушно намагаючись захистити врожай, фермери пробували різні засоби боротьби зі шкідниками. Одного разу чоловік випадково наніс залишки зеленої фарби на заражені рослини, і це дало несподіваний результат. Ця фарба містила паризьку зелень — смарагдовий пігмент на основі миш'яку та міді, розроблений у кінці XVIII століття та широко використовуваний у фарбах, тканинах і шпалерах. Фермери почали змішувати його з борошном і посипати рослини або розводити водою та обприскувати поля. Це стало першим ефективним способом боротьби з картопляним жуком [21].

Паризька зелень стала справжньою знахідкою для картоплярів і водночас відкрила нові горизонти для хіміків. Якщо миш'як успішно знищував

картопляного жука, чому б не випробувати його на інших шкідниках? А якщо паризька зелень показала ефективність, то чи не варто шукати нові хімічні рішення для інших аграрних проблем? У 1880-х роках французький дослідник виявив, що розчин мідного купоросу з вапном здатний вбивати *P. infestans*. Використання паризької зелені проти жука та мідного купоросу проти фітофторозу стало справжнім проривом, який дав старт сучасній пестицидній індустрії [22].

Однак уже в 1912 році картопляний жук почав демонструвати стійкість до паризької зелені. Фермери цього майже не помітили, адже пестицидна промисловість безперервно пропонувала нові сполуки миш'яку, які продовжували діяти. До 1940-х років ситуація стала складнішою: виробникам на Лонг-Айленді доводилося використовувати дедалі більше арсенату кальцію, нового пестициду, щоб досягти бажаного ефекту [23].

Після Другої світової війни на ринок вийшов революційний засіб — ДДТ, який на деякий час знову дозволив фермерам взяти гору над шкідниками. Однак це тривало лише близько семи років — жук адаптувався. На вимогу виробників картоплі з'явився новий пестицид, дильдрин, але й він втрачав ефективність уже через три роки. До середини 1980-х років черговий новий засіб у східній частині США міг використовуватися лише протягом одного сезону [24].

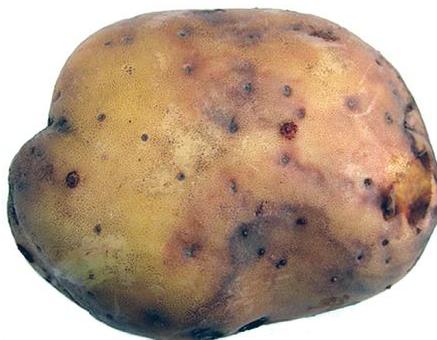
У тому, що критики називають «токсичною гонкою без кінця», фермери, які вирощують картоплю, тепер змушені обробляти свої поля десятки разів за сезон, використовуючи постійно змінювану суміш потужних хімікатів. Попри це, шкідники повертаються знову і знову. У 1980-х роках вчені з тривогою виявили, що нові штами *P. infestans* проникли до Європи та Америки. Ці штами виявилися агресивнішими та стійкішими до металаксулу — провідного засобу боротьби з фітофторозом. Ефективної альтернативи досі не знайдено [25].

### **Фітофтороз ( *Phytophthora infestans* )**

Фітофтороз вражає листя і бульби картоплі. Позакореневі симптоми починаються з коричневих або чорних, просякнутих водою уражень на листках і стеблах, які утворюють видиме біле спороношення на краях ураження у вологих умовах. Цілі рослини та поля можуть швидко загинути. Інфекція бульби ініціюється спорангіями з листя, які змиваються в ґрунт, і зазвичай починається з ран, очей або чечевичок. Ураження мають мідно-коричневий, червоний або пурпурний відтінок, а спороношення білого кольору може виникнути на поверхні бульб у штабелях для зберігання або вибракування. Заражені бульби сприйнятливі до зараження бактеріями м'якої гнилі, які можуть перетворити цілі контейнери з картоплею в сховищі на смердючу, гнилу масу [26].



Малюнок 1.1. Ураження вегетативної частини рослин картоплі фітофторозом



Малюнок 2.2. Ураження бульби фітофторозом

### **Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata*)**

Найсерйознішим шкідником картоплі є звичайний чорно-жовто-смугастий «картопляний клоп», дуже знайома комаха. Листям картоплі живляться як доросла особина, або жук, так і чорно-ряба, червона личинка. Їх пошкодження може сильно знизити врожайність і навіть загинути рослини [27].



Малюнок 1.3. Колорадський жук

Крім картоплі, колорадський жук може бути серйозним шкідником помідорів, баклажанів, перцю. Колорадський жук зимує в ґрунті дорослими особинами. Колорадський жук — комаха жовтого кольору, на спині якого чергуються чорні та білі смужки. Навесні вони знову стають активними, харчуються бур'янами та добровільно вирощують рано посаджену картоплю. Вони навіть потрапляють у ґрунт, щоб атакувати листя, що з'являється. Самки жуків відкладають партії близько двох десятків оранжево-жовтих яєць на нижній стороні листя. Кожна самка може відкласти 500 або більше яєць протягом чотирьох-п'яти тижнів. Яйця вилуплюються через чотири-дев'ять днів, і личинки починають харчуватися листям картоплі. Личинки горбаті з двома рядами чорних цяток. Личинки зазвичай харчуються групами, і

пошкодження можуть бути серйозними. Личинкова стадія триває два-три тижні [28].

Повністю дорослі личинки переміщуються на землю і перетворюються на неактивну стадію або стадію лялечки. Через п'ять-десять днів з'являються нові дорослі жуки. Ця комаха може перейти від яйця до дорослої особини всього за 21 день. Вони харчуються протягом декількох днів, до початку відкладання яєць. Щороку є два повних і іноді часткове третє покоління. Якщо використовуються позакореневе обприскування, слід докласти зусиль для обробки після того, як більшість яєць вилупиться, але до того, як станеться серйозне пошкодження рослин [29].

#### **1.4. Використання біопестицидів у світі**

Останнім часом виробники картоплі все частіше стикаються з проблемою стійкості шкідників до засобів захисту рослин. Яскравим прикладом є колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata*), який відзначається здатністю швидко адаптуватися до різних інсектицидів. Недавнє дослідження виявило значне підвищення стійкості цього шкідника до біологічного інсектициду спінозаду, що особливо критично для органічного землеробства, де вибір альтернативних препаратів обмежений [30].

##### **Види біопестицидів**

Мікробні біопестициди : вони отримуються з мікроорганізмів, таких як бактерії, гриби, віруси або найпростіші. Наприклад, *Bacillus thuringiensis* (Bt) — це бактерія, яка виробляє токсини, смертельні для певних личинок комах. Він широко використовується для боротьби з такими шкідниками , як гусениці та личинки комарів [31].

Ботанічні біопестициди : вони отримуються з рослин і включають такі речовини, як олія німу, піретрини (із хризантем) та ефірні олії. Вони можуть діяти як репеленти для комах, інгібітори росту або отрути. Олія німу,

наприклад, контролює понад 200 видів комах, кліщів і нематод, не завдаючи шкоди корисним комахам [32].

Біохімічні біопестициди: вони включають природні речовини, які контролюють шкідників за допомогою нетоксичних механізмів. Приклади включають феромони комах, які перешкоджають спаровуванню, і регулятори росту рослин, які змінюють ріст шкідників.

Недавні дослідження підтвердили високу ефективність біопестицидів у боротьбі з основними шкідниками картоплі. Зокрема, застосування біопестицидів на основі *Vt* показало значний рівень смертності личинок колорадського жука, що свідчить про їхній потенціал як важливого елемента інтегрованих систем захисту рослин (IPM) [33].

Інше дослідження було присвячене картопляній молі (*Phthorimaea operculella*), яка є серйозною загрозою для збереження врожаю. Вчені протестували кілька рослинних екстрактів і встановили, що екстракти м'яти, зигофіллуму та коріандру ефективно знижують відкладення яєць і розвиток личинок. Це забезпечує надійний захист бульб картоплі під час зберігання [34].

Біопестициди успішно впроваджуються у виробництво картоплі, демонструючи високі результати. Наприклад, під час польових випробувань у Нью-Брансвіку (Канада) було оцінено ефективність біопестициду LifeGard® WG у зменшенні поширення картопляного вірусу Y (PVY). Результати дослідження показали, що LifeGard® WG значно обмежує поширення рекомбінантних штамів PVY порівняно зі звичайними інсектицидами, підтверджуючи його перспективність як екологічно безпечної альтернативи.

В Індонезії біопестицид *Be-Bas* на основі *Beauveria bassiana* продемонстрував високу ефективність у боротьбі з бататним довгоносіком (*Cylas formicarius*). Застосування *Be-Bas* у посадкових ямах і поблизу основи стебла значно скоротило популяцію личинок і запобігло пошкодженню бульб.

Цей підхід перевершив ефективність традиційних інсектицидів, забезпечуючи захист урожаю та збереження якості бульб, що підтверджує практичну цінність біопестицидів у реальних аграрних умовах.

Ці приклади ілюструють зростаючу роль біопестицидів у сталому сільському господарстві. Вони забезпечують ефективний контроль шкідників, зменшують екологічний вплив і сприяють здоров'ю рослин. Успішне використання біопестицидів у виробництві картоплі підкреслює їхній потенціал як альтернативи або доповнення до традиційних хімічних засобів, відкриваючи шлях до більш екологічно безпечних та стійких методів ведення сільського господарства [35].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Природно-кліматичні умови дослідного поля ННБК СНАУ

Дослідження здійснювалися протягом 2024 року на території Науково-навчально-виробничого комплексу СНАУ, що знаходиться в південно-східній частині Сумського району. Географічні координати ділянки (50°51' північної широти, 34°43' східної довготи) забезпечують сприятливі кліматичні умови для проведення агрономічних досліджень.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземами з глибоким профілем (30-110 см), високим вмістом гумусу (3,0-5,5%) та лужною або нейтральною реакцією. Наявність карбонатів кальцію свідчить про активні процеси ґрунтоутворення. Такі ґрунти забезпечують оптимальні умови для вирощування сільськогосподарських культур.

Механічний склад чорноземів, на яких проводилися дослідження, є досить різноманітним: від легких піщанистих до важких суглинків. Однак, переважно переважають середньосуглинкові ґрунти. Такий склад забезпечує оптимальні умови для росту рослин завдяки гарній пухкості та аерації. Крім того, високий вміст структурних елементів (від 56% до 67%) сприяє покращенню водоповітряного режиму ґрунту.

Розташування дослідної ділянки СНАУ в північно-східній частині лісостепу забезпечує помірно континентальний клімат з чітко вираженою сезонністю. Холодні зими чергуються з теплим літом, що створює оптимальні умови для вегетації картоплі. Середньорічна температура близько +6,6°C, з мінімумом у січні (-7,7°C) та максимумом у липні (+19,2°C), сприяє накопиченню поживних речовин у бульбах. Стабільне зволоження протягом вегетаційного періоду позитивно впливає на врожайність.

Аналіз метеорологічних даних за 2022-2023 роки свідчить про значні коливання температурного режиму в Сумах. Середньорічна температура повітря демонструвала зростання, досягнувши максимальних значень у липні обох років. Найнижчі температури були зафіксовані у лютому. Водночас, річний обсяг опадів відповідав багаторічним нормам, хоча їх розподіл за місяцями виявився нерівномірним. Найменша кількість опадів спостерігалася восени, а найбільша – влітку. Відносна вологість повітря також зазнавала сезонних коливань, досягаючи мінімальних значень навесні та максимальних – взимку.

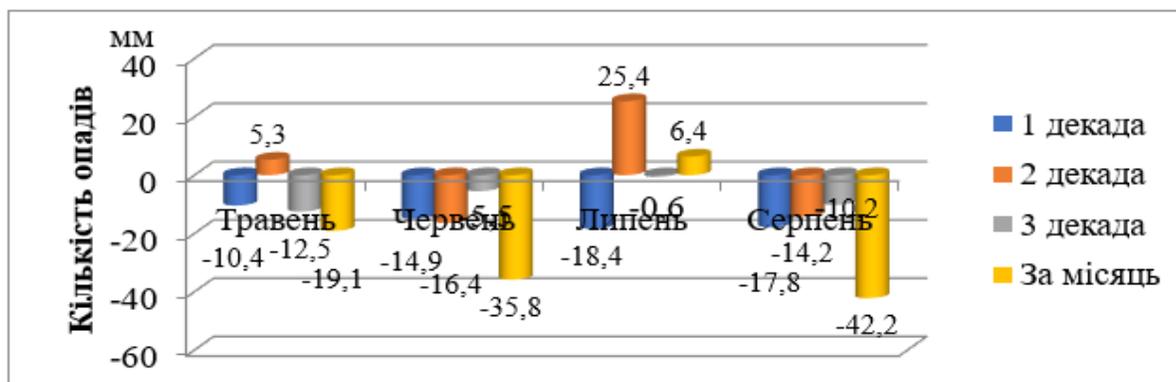


Рисунок 2.1 – Відхилення кількості опадів за декадами, місяцями від середніх багаторічних даних у 2022 році

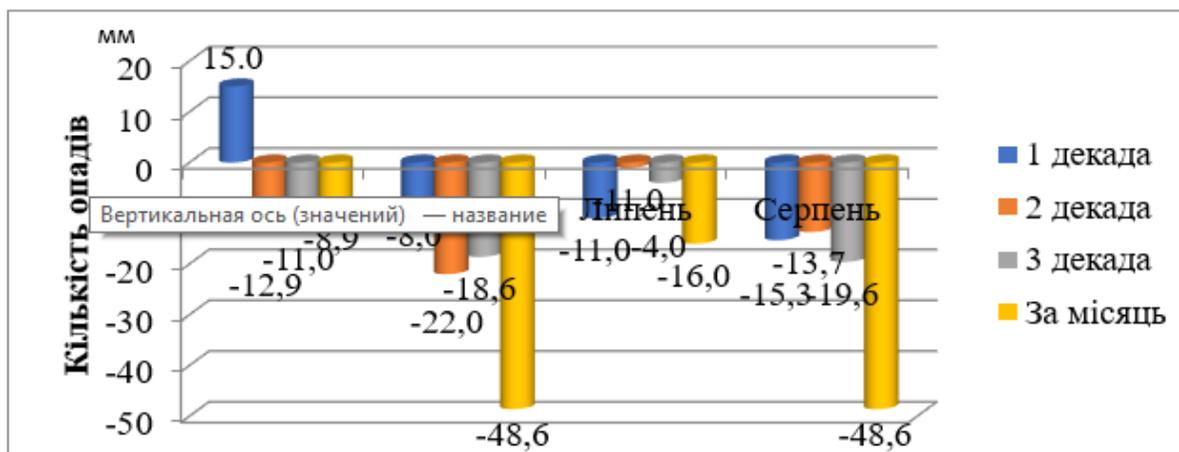


Рисунок 2.2 – Відхилення кількості опадів за декадами, місяцями від середніх багаторічних даних у 2023 році

Аналіз відхилень температури від середніх багаторічних значень є незамінним інструментом для:

**Виявлення кліматичних аномалій:** Це допомагає зрозуміти, наскільки поточний рік відрізняється від звичайного і які наслідки це може мати.

**Оцінки потенційних ризиків:** Дає змогу передбачати екстремальні погодні явища, такі як посухи чи заморозки, та готуватися до них.

**Моніторингу кліматичних змін:** Дозволяє відстежувати довгострокові тренди потепління або похолодання, що впливає на планування в різних сферах діяльності, особливо в сільському господарстві.

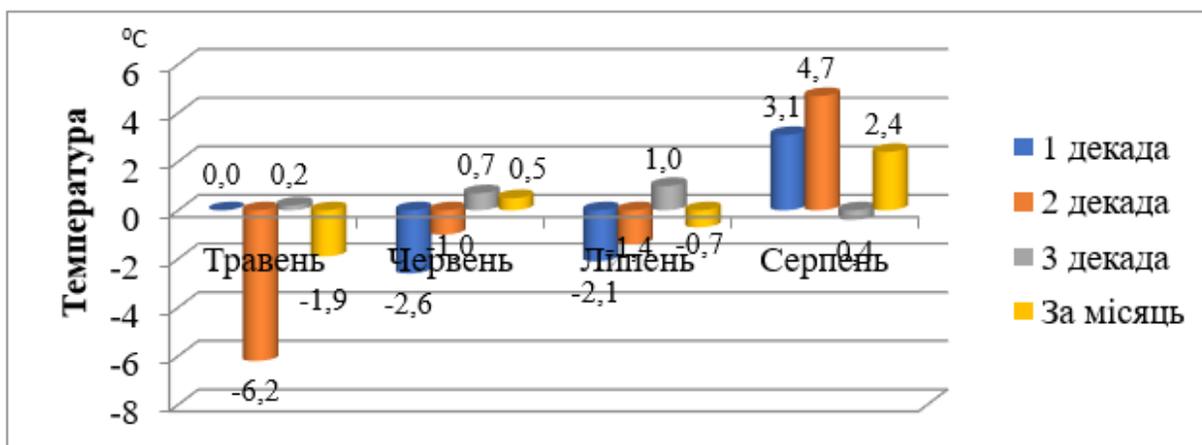


Рисунок 2.3 – Відхилення температури повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ) за декадами, місяцями від середніх багаторічних даних у 2022 році

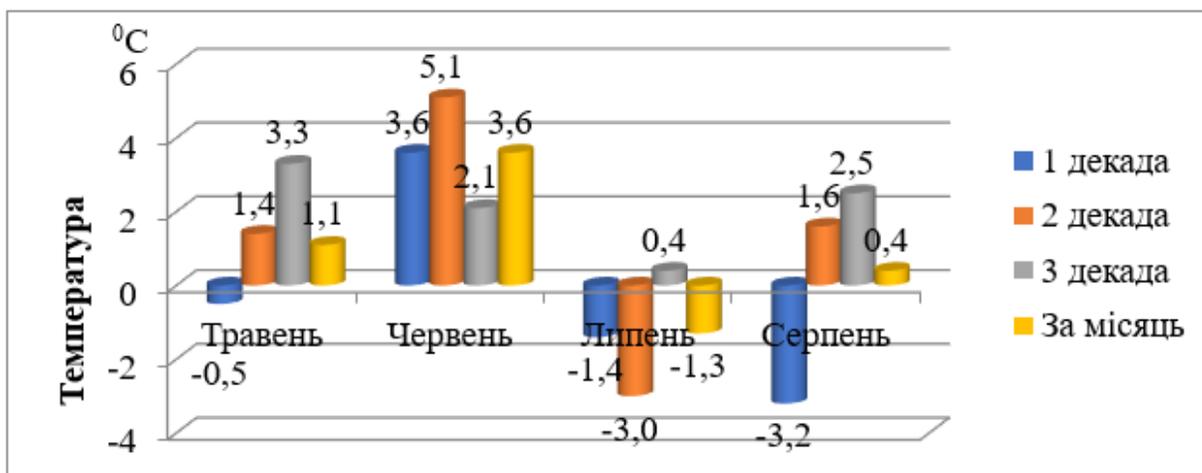


Рисунок 2.4 – Відхилення температури повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ) за декадами, місяцями від середніх багаторічних даних у 2023 році

## 2.2. Схема досліду та методика проведення дослідження

У дослідженнях з картоплярства ми застосовуємо сучасні наукові методи, що відповідають міжнародним стандартам. Співпрацюючи з провідним інститутом картоплярства України, ми здійснюємо детальний моніторинг фенологічних фаз розвитку картоплі та метеорологічних умов. Це дозволяє нам встановити точні взаємозв'язки між кліматичними факторами та продуктивністю рослин.

Дослідження було реалізовано на базі науково-навчального комплексу СНАУ протягом 2024 року.

Для проведення дослідження було залучено 3 сорти картоплі: Сорая, Орла, Балтік Фаєр.

**Сорая (Німеччина)** – сорт з низькими витратами і широким профілем стійкості до хвороб, що робить його ідеальним для органічного виробництва. Це сорт, який підходить для різних кліматичних зон і добре працює в цих регіонах. Він дає високий урожай привабливих бульб овальної форми з неглибокими вічками. Використання: свіжі та органічні ринки; Зрілість: основний урожай (95-100 діб); Врожайність: від високої до дуже високої; Колір шкіри: світло-жовтий, гладкий; Колір м'якоті: дуже світло-жовтий; Форма бульби: від овальної до довгоовальної; Розмір бульби: від середнього до великого; Бульби: 11-13; Суха речовина: 18,0-19,0 %; Період спокою: від середнього до тривалого; Зберігання: від середнього до тривалого.

**Орла (Нідерланди)** – відзначається високою стійкістю до уражень як листя, так і бульб. Формує бульби округло-овальної форми з кремовою шкіркою та світло-жовтою м'якоттю. Цей сорт, що належить до категорії перших ранніх, також підходить для вирощування як друга рання або основна культура завдяки здатності бульб активно наростати навіть при пізніших термінах посадки.

**Балтік Фаєр (Німеччина)** – Сорт раннього врожаю, середні врожаї картоплі з дрібними вічками, овальної форми з темно-червоною шкіркою та твердою жовтою м'якоттю. Колір шкіри: червоний; Текстура шкіри: гладка; Колір м'якоті: світло-жовтий; Суха речовина: 17 %; Форма бульби: овальна; Однорідність форми: добра; Глибина вічок: невелика.

Для проведення дослідження ми використали два біопестицида:

**Актарофіт К 1,8** - інсекто-акарицид контактної-кишкової дії для знищення шкідників сільськогосподарських культур. Склад препарату: комплекс природних авермектинів груп В1 і В2, що продукуються корисним ґрунтовим грибом *Streptomyces avermitilis* (не менше 1,8%). Норма застосування: 0,15-0,20 л/га

**Viridin (Триходермін)** - Біологічний фунгіцид, призначений для захисту рослин від численних грибкових і бактеріальних захворювань. Активним компонентом препарату є спори та міцелій грибів роду *Trichoderma spp.*, з концентрацією не менш як  $1 \times 10^8$  КУО/мл, а також продукти їх метаболізму — комплекс біологічно активних речовин. Рекомендована норма використання: 2,0–3,0 л/га.

Схема виконання дослідження наведена нижче в таблиці 2.1

Таблиця 2.1.

Схема посадки дослідів на вплив біопестицидів по картоплі (2024)

Контроль	Актарофіт К 1,8	Триходермін	Актарофіт К 1,8 + Триходермін
Сорая	Сорая	Сорая	Сорая
Орла	Орла	Орла	Орла
Балтік Фаєр	Балтік Фаєр	Балтік Фаєр	Балтік Фаєр

Дослідження проводилось на ділянках з однією поторністю розміром 2,8 х 5,6 м, на яких висаджувалося по 11 бульб з відстанню між рослинами 35 см та

між рядами 70 см. Оцінка стиглості картоплі здійснювалась шляхом підрахунку та зважування бульб на 70-75-й день після посадки. Паралельно фіксувалися фенологічні фази розвитку. Під час збирання врожаю проводився детальний аналіз врожаю за стандартними методиками.

## РОЗДІЛ 3

### ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПЕСТИЦИДІВ НА ЗАХИСТ РОСЛИН КАРТОПЛІ ТА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ)

#### **3.1. Вплив біопестициду на захист рослин картоплі проти колорадського жука**

Застосування біопестицидів у боротьбі з колорадським жуком (*Leptinotarsa decemlineata*) показує значний потенціал як екологічно безпечна альтернатива хімічним інсектицидам. Біопестициди, виготовлені на основі природних мікроорганізмів або їхніх метаболітів, ефективно контролюють популяцію шкідника, зменшуючи його здатність до пошкодження рослин.

Дослідження довели, що обробка біопестицидами сприяє зниженню чисельності личинок і дорослих особин колорадського жука, зменшуючи їхній вплив на листковий апарат. Це дозволяє рослинам зберігати свою фотосинтетичну активність, що сприяє накопиченню поживних речовин у бульбах.

Крім того, регулярне використання біопестицидів уповільнює розвиток стійкості жука до засобів захисту завдяки багатокomпонентному механізму дії. Вони є безпечними для корисних комах і навколишнього середовища, що робить їх ідеальним вибором для інтегрованих систем захисту рослин (IPM). Таким чином, біопестициди забезпечують ефективний захист картоплі, одночасно підтримуючи екологічну рівновагу.

Під час дослідження, ми використали біопестицид Актарофіт К 1,8 та порівняли його з контрольною ділянкою.

Результати впровадження препарату наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

## Ефективність використання біопестициду проти колорадського жука

Варіант досліджу	Сорт	Чисельність колорадського жука, екз./кущ				Зниження чисельності, %		
		до обробки	дні після обробки			дні після обробки		
			3	7	14	3	7	14
Контроль	Сорая	7,6	10,1	-	-	-	-	-
	Орла	7,4	10,5	-	-	-	-	-
	Балтік Фаєр	7,5	10,9	-	-	-	-	-
Актарофіт К 1,8	Сорая	8,0	0,8	1,4	2,6	89	81	64
	Орла	7,7	0,8	1,8	3,0	89	78	63
	Балтік Фаєр	7,5	0,9	2,1	3,6	85	76	60

Результати дослідження які наведені в таблиці 3.1., показують значну ефективність біопестициду Актарофіт К 1,8 у боротьбі з колорадським жуком на різних сортах картоплі. Після обробки чисельність шкідника суттєво знизилася порівняно з контрольним варіантом, де обробка не проводилася.

Найбільший ефект спостерігався через 3 дні після обробки, коли зниження чисельності шкідника досягло 85–89% залежно від сорту. Через 7 і 14 днів ефективність дещо знижувалася, але залишалася високою, забезпечуючи зменшення чисельності жука на 60–81%.

Найкращі результати були отримані на сортах Сорая та Орла, де зниження чисельності досягало 89% через 3 дні після обробки. На сорті Балтік Фаєр ефективність була трохи нижчою, але також значною.

Отримані дані свідчать про високу дієвість Актарофіту К 1,8 у захисті рослин картоплі від колорадського жука та його придатність для інтегрованих систем захисту рослин.

### **3.2. Вплив застосування біопестициду на динаміку поширення фітофторозу по картоплі**

Фітофтороз (*Phytophthora infestans*) є однією з найнебезпечніших хвороб картоплі, що спричиняє значні втрати врожаю через швидке поширення інфекції та ураження листкового апарату й бульб. Застосування біопестицидів для контролю цього захворювання показало позитивний вплив на уповільнення розвитку хвороби та зниження її шкідливості.

Біопестициди, створені на основі біологічно активних сполук або мікроорганізмів, діють шляхом пригнічення патогену на різних етапах його розвитку. Їх використання зменшує інтенсивність поширення інфекції та допомагає рослинам підтримувати здоровий листковий покрив, що є критично важливим для нормального процесу фотосинтезу.

Дослідження підтверджують, що регулярне внесення біопестицидів дозволяє значно знизити кількість уражених рослин у порівнянні з контрольними ділянками, де обробка не проводилась. Окрім того, біопестициди сприяють збереженню екологічного балансу, адже вони не накопичуються в ґрунті, безпечні для корисних організмів і не створюють токсичного навантаження на навколишнє середовище.

Таким чином, використання біопестицидів є ефективним і екологічно виправданим методом боротьби з фітофторозом, що забезпечує здоров'я рослин та сприяє отриманню стабільного врожаю картоплі.

Для дослідження було використано біопестицид Viridin (Триходермін) який порівнювали з контрольною ділянкою без обробітку.

У таблиці 3.2 представлено динаміку розвитку фітофторозу на рослинах картоплі в ході проведеного дослідження. Перше обстеження стану рослин виконували до початку масового цвітіння, друге — на ранній стадії цвітіння, третє — після завершення цього етапу. Крім того, на завершальній фазі вегетації було проведено підсумкову оцінку рівня ураження хворобою.

Таблиця 3.2.

Ефективність використання препарату проти фітофторозу

Варіант досліджу	Назва сорту	Розвиток хвороби, %			Ступінь ураження на кінець вегетації, бал*
		1 облік	2 облік	3 облік	
Контроль	Сорая	4,2	9,7	19,0	3
	Орла	4,0	9,6	19,1	3
	Балтік Фаєр	5,1	11,3	24,7	3
Триходермін	Сорая	1,4	3,4	5,9	2
	Орла	1,7	4,0	7,0	2
	Балтік Фаєр	2,0	4,8	7,9	2

\* бал 1 – слабе ураження; бал 9 – дуже сильне ураження

Проводячи аналіз таблиці 3.2., можна сказати що дослідження демонструють суттєвий вплив біопестициду Триходермін на динаміку розвитку фітофторозу та ступінь ураження рослин картоплі. У контрольному варіанті, де обробка не проводилася, хвороба прогресувала інтенсивніше, і до кінця

вегетації ступінь ураження досягав 19,0–24,7% залежно від сорту, що відповідало оцінці 3 бали.

У варіанті з використанням Триходерміну розвиток хвороби був значно нижчим. На останньому етапі спостережень ураження становило лише 5,9–7,9%, що майже втричі менше порівняно з контролем, а ступінь ураження знизився до 2 балів.

Сорт Сорая показав найнижчі показники розвитку фітофторозу у всіх обліках при застосуванні біопестициду, тоді як сорт Балтік Фаєр виявився більш сприйнятливим.

Таким чином, застосування Триходерміну ефективно стримує розвиток фітофторозу, знижуючи ступінь ураження рослин і забезпечуючи кращий захист картоплі під час вегетаційного періоду.

### **3.3. Ефективність впливу біопестицидів на формування показників продуктивності**

Використання біопестицидів позитивно впливає на продуктивність картоплі завдяки їх здатності ефективно контролювати шкідників і хвороби, зберігаючи при цьому фізіологічну активність рослин. Обробка біопестицидами сприяє зниженню втрат листового апарату від ураження шкідливими організмами, що забезпечує повноцінний процес фотосинтезу та формування більшої кількості поживних речовин у бульбах.

Дослідження показують, що використання біологічних засобів захисту рослин стимулює збільшення кількості бульб на кущ та покращення їх середньої маси. Крім того, біопестициди сприяють підвищенню якісних показників урожаю, таких як вміст сухої речовини, крохмалю та інших важливих компонентів.

Таким чином, застосування біопестицидів є не лише ефективним засобом захисту картоплі, а й важливим фактором підвищення її врожайності та якості,

забезпечуючи сталий розвиток виробництва з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище.

Обраховані результати показників продуктивності наведені нижче в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Результати впливу біопестицидів на показник продуктивності картоплі

Варіант	Назва сорту	Товарність, %	К-ть бульб, шт/кущ	Урожайність, ц/га	+ до контролю, ц/га
Контроль	Сорая	91	4,4	132,4	-
	Орла	95	4,6	154,8	-
	Балтік Фаєр	95	4,6	163,5	-
Актарофіт К 1,8	Сорая	96	5,2	223,8	91,4
	Орла	98	4,9	246,6	91,8
	Балтік Фаєр	98	4,8	239,0	75,5
Триходермін	Сорая	96	5,1	215,9	83,5
	Орла	97	4,9	229,0	74,2
	Балтік Фаєр	97	4,7	211,3	47,8
Актарофіт К 1,8 + Триходермін	Сорая	97	5,4	261,7	129,3
	Орла	98	5,0	253,3	98,5
	Балтік Фаєр	98	5,1	250,9	87,4

Результати які наведені в таблиці 3.3., свідчать про суттєвий вплив біопестицидів на підвищення товарності, кількості бульб та урожайності картоплі. У контрольному варіанті всі сорти показали нижчі показники, порівняно з обробленими варіантами, де були застосовані Актарофіт К 1,8, Триходермін та їх комбінація.

Застосування Актарофіту К 1,8 забезпечило значне збільшення врожайності: від 75,5 до 91,8 ц/га залежно від сорту, із найкращим результатом на сорті Орла. Товарність при цьому також покращувалася, досягаючи 96–98%.

Варіант із використанням Триходерміну також продемонстрував високі результати. Урожайність зросла на 47,8–83,5 ц/га, а товарність досягла 96–97%.

Найбільш ефективною виявилася комбінація Актарофіту К 1,8 та Триходерміну, яка забезпечила максимальну урожайність на всіх досліджуваних сортах. Найвищий приріст у порівнянні з контролем спостерігався на сорті Сорая (+129,3 ц/га), при цьому товарність досягла 97–98%, а кількість бульб зросла до 5,0–5,4 шт/кущ.

Таким чином, використання біопестицидів, особливо їх комбінацій, значно підвищує продуктивність і якість урожаю картоплі, підтверджуючи ефективність цих препаратів у сучасних системах землеробства.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Результати досліджень підтверджують високу ефективність біопестицидів у захисті рослин картоплі від шкідників і хвороб, а також у підвищенні продуктивності культур.

Захист від колорадського жука: Біопестицид Актарофіт К 1,8 продемонстрував ефективне зниження чисельності колорадського жука на всіх досліджуваних сортах. Через 3 дні після обробки чисельність шкідника зменшилася на 85–89%, а через 14 днів рівень зниження залишався високим (60–64%). Це свідчить про тривалий захисний ефект препарату.

Контроль фітофторозу: Використання Триходерміну значно уповільнило розвиток фітофторозу на картоплі. У контрольних варіантах розвиток хвороби досягав 19–24,7%, тоді як із застосуванням біопестициду він не перевищував 7,9%. Ступінь ураження рослин знизився з 3 до 2 балів, що свідчить про ефективність препарату у стримуванні поширення захворювання.

Продуктивність та якість урожаю: Застосування Актарофіту К 1,8 та Триходерміну окремо підвищило врожайність на 47,8–91,8 ц/га залежно від сорту. Комбіноване використання цих біопестицидів показало максимальну результативність: урожайність зросла на 87,4–129,3 ц/га, товарність досягла 97–98%, а кількість бульб на куці збільшилася до 5,0–5,4 шт.

### **Рекомендації виробництву:**

Інтегрований захист рослин: Господарствам України доцільно включати біопестициди, зокрема Актарофіт К 1,8 і Триходермін, у системи захисту картоплі як ефективну та екологічно безпечну альтернативу хімічним препаратам.

Комбіноване застосування: Використання комбінації Актарофіту К 1,8 і Триходерміну забезпечує максимальну ефективність у захисті рослин від шкідників і хвороб, а також у підвищенні врожайності та товарності.

Вибір сортів: При впровадженні біопестицидів господарствам варто враховувати сортові особливості. Сорти Соряя, Орла та Балтік Фаєр добре реагують на обробки біопестицидами, забезпечуючи високу якість і кількість урожаю.

Екологічна стійкість: Застосування біопестицидів сприяє зниженню хімічного навантаження на довкілля, зберігає природний баланс екосистем і забезпечує отримання екологічно чистої продукції.

Впровадження таких стратегій сприятиме підвищенню ефективності вирощування картоплі, збільшенню прибутковості господарств та забезпеченню сталого розвитку агросектору України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кожушко Н. С. Нові сорти картоплі сумської селекції [Електронний ресурс] / Н. С. Кожушко, М. М. Сахошко // Вісник Сумського національного аграрного університету: наук. журнал. – Сер. «Агрономія і біологія» / Сумський НАУ. – Суми, 2011. – Вип. 11(22). – С. 109-112.
2. Корінчевська Д. В. Біохімічний склад та фізіологічний стан при зберіганні бульб картоплі продовольчого призначення: дисертація магістра. – ННІ Рослинництва та ґрунтознавства, 2009. – 115 с.
3. Крикунова О. В. Оптимізація агротехнічних заходів вирощування картоплі в Лісостепу України: автореф. дис. ...канд. с.-г. наук.: спец. 06.01.09 «Рослинництво» / О. В. Крикунова – К., 2000. – 22 с.
4. Подгаєцький А. А., Бутенко Є. Ю., Лаптур Я. Ю. Реалізація генетичного потенціалу сортів картоплі за бульбоутворюючою здатністю в умовах північно-східного Лісостепу України. Internatinal scientifics and practical conference Topical issues of Methods of teaching naturls sciences. Lublin. Poland. December 27-28. 2019. P. 26-29.
5. Подгаєцький А. А., Коваленко В. М. Адаптивність сортів картоплі білоруської селекції. Вісник Сумського НАУ. Серія «Агрономія і біологія». 2011. Вип. 4(21). С. 143-147.
6. Подгаєцький А. А., Коваленко В. М. Продуктивність сортів картоплі Інституту картоплярства. Вісник Львівського НАУ. 2013. №17(2). С. 196-204.
7. Кравченко Н. В., Бондус Р. О. Скляр В. Г., Подгаєцький А. А. Продуктивність міжвидових гібридів картоплі, їх беккросів залежно від умов випробування. Наукові горизонти. 2019. №7(80). С. 22-28.
8. Кульбіда М.І., Барабаш М.Б. Клімат України: у минулому і майбутньому. К., 2009. 342 с.

9. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / УААН, Інститут картоплярства.– Немішаєве.– 2002.– 183 с.
10. Armin M. J. M. M. Effects of different plant growth regulators and potting mixes on micro-propagation and mini-tuberization of potato plantlets / M. J. M. M. Armin, M. R. Asgharipour, S. K. Yazdi // *Advances in Environmental Biology*. – 2011. – Т. 5. – № 4. – P. 631-638.
14. Cuttle J. C. Physiological regulation of potato tuber dormancy / J. C. Suttle // *American Journal of Potato Research*. – 2004. – Т. 81. – № 4. – P. 253-262.
15. Tekalign T. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth: I. Stomatal conductance, rate of transpiration, net photosynthesis, and dry matter production and allocation / T. Tekalign, P. S. Hammes // *Scientia Horticulturae*. – 2005. – Т. 105. – № 1. – P. 13-27.
16. Williams J. C. E. Influence of variety and processing conditions on acrylamide levels in fried potato crisps / J. C. E. Williams // *Food Chemistry*. – 2005. – Т. 90. – № 4. – P. 875-881.
17. Wilson D. E. Potato (*Solanum tuberosum*) Variety and Weed Response to Sulfentrazone and Flumioxazin 1 / D. E. Wilson, S. J. Nissen, A. Thompson // *Weed technology*. – 2002. – Т. 16. – № 3. – P. 567-574.
18. Yin X. Crop modeling, QTL mapping, and their complementary role in plant breeding / X. Yin, P. Stam, M. J. Kropff, A. H. C. M. Schapendonk // *Agronomy Journal*. – 2003. – Vol. 95. – P. 90-98.
19. Suttle J. C. Physiological regulation of potato tuber dormancy / J. C. Suttle // *American Journal of Potato Research*. – 2004. – Т. 81. – № 4. – P. 253-262.
20. Xu L., Geelen D. (2018): Developing biostimulants from agro-food and industrial by-products. *Frontiers in Plant Science*, 9: 01567.

21. Zarzecka K., Gugala M., Mystkowska I., Sikorska A., Domański Ł. (2022): Glycoalkaloids in leaves and potato tubers depending on herbicide application with biostimulants. *Plant, Soil and Environment*, 68: 180–185.
22. Zarzecka K., Gugala M., Sikorska A. (2019): Nitrates content in table potato tubers under the influence of herbicides and biostimulants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 69: 489–493.
23. Zarzecka K., Gugala M., Sikorska A., Grzywacz K., Niewęglowski M. (2020): Marketable yield of potato and its quantitative parameters after application of herbicides and biostimulants. *Agriculture*, 10: 49.
24. Ziosi V., Zandoli R., Di Nardo A., Biondi S., Antognoni F., Calandriello F. (2013): Biological activity of different botanical extracts as evaluated by means of an array of in vitro and in vivo bioassays. *Acta Horticulturae*, 1009: 61–66
25. Suttle J. C. Physiological regulation of potato tuber dormancy / J. C. Suttle // *American Journal of Potato Research*. – 2004. – T. 81. – № 4. – P. 253-262.
26. Tekalign T. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth: I. Stomatal conductance, rate of transpiration, net photosynthesis, and dry matter production and allocation / T. Tekalign, P. S. Hammes // *Scientia Horticulturae*. – 2005. – T. 105. – № 1. – P. 13-27.
27. Williams J. C. E. Influence of variety and processing conditions on acrylamide levels in fried potato crisps / J. C. E. Williams // *Food Chemistry*. – 2005. – T. 90. – № 4. – P. 875-881.
28. Alexopoulos A.A., Akoumianakis K.A., Passam H.C. (2006): Effect of plant growth regulators on the tuberisation and physiological age of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers grown from true potato seed. *Canadian Journal of Plant Science*, 86: 1217–1225.
29. Arafa A.A., Farouk S., Mohamed H.S. (2011): Effect of potassium fertilizer, biostimulants and effective microorganisms as well as their interactions on

potato growth, photosynthetic pigments and stem anatomy. *Journal of Plant Production*, 2: 1017–1035.

30. Prishhepenko, E. A. (2020). Vlijanie biopreparatov kompleksnogo dejstvija na urozhajnost' kartofelja. [Formation of potato crop using complex biological products in the conditions of the volga region of the Republic of Tatarstan] *Innovacionnyye razrabotki i cifrovizacija v APK RF*, 93–99.

31. Semenchuk, V. (2018). Produktivnist' kartopli zalezho vid zastosuvannja reguljatora rostu roslin Agat-25K [Potato productivity depending on the use of plant growth regulator Agate-25K] *Zahist i karantin roslin*, 64.

32. Smirnova, T., Temereva, I., Panov, S., & Stepanova, T. (2021). The Efficiency of Pre-Sowing Seed Treatment with Trace Element Solutions. *KnE Life Sciences*, 593–600. doi: 0000-0002-1123-0472

33. Trembic'ka, O., Klimenko, T., & Fedorchuk, S. (2020). Vpliv reguljatoriv rostu na jakist' bul'b kartopli. [Influence of growth regulators on the quality of potato tubers] *Zbirnik naukovih prac' ΛOGOΣ*, 93-95.

34. Uromova, I. P., Kozlov, A. V., Koposova, N. N., Volkova, A. V., Vershinina, I. V., Avdeev, Y. M., & Tesalovsky, A. A. (2019). Growth regulators as a factor of optimizing the biometric parameters and productivity of improved potatoes in nursery conditions. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(7), 756–758.

35. Vladimirov, V. P., Mostjakova, A. A., Egorov, L. M., & Agiev, F. F. (2019). Produktivnost' kartofelja v zavisimosti ot sposoba primenenija reguljatora rosta i raschetnom fone mineral'nogo pitaniya na seroj lesnoj pochve lesostepi Srednego Povolzh'ja. [Potato productivity depending on the method of application of growth regulator and calculated background of mineral nutrition on the gray forest steppe soil of Middle Volga region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 14(S4-1), 21–26. doi: 10.12737/2073-0462-2020-21-26