

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.01 – МКР. 2176 «С». 2023.11.27. 033 ПЗ

КОМИШНА АНАСТАСІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 632.4:632.93:635.64

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

**захисту рослин, біотехнологій та
екології**

_____ **Коломієць Ю.В.**

«___» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

фітопатології імені академіка

В.Ф. Пересипкіна

_____ **Гентош Д.Т.**

«___» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «**Фітофтороз томатів та заходи щодо обмеження його розвитку**»

Спеціальність 202 Захист і карантин рослин

Освітня програма Захист рослин

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми _____ д.с.-г.н., професор **Доля М.М.**

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **Глим'язний В.А.**

Виконавця _____ (підпис) **Комишна А.В.**

КИЇВ-2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Кафедра фітопатології імені академіка Пересипкіна В.Ф.
Освітній ступінь «Магістр»
Спеціальність 202 Захист і карантин рослин
Освітня програма Захист рослин**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
фітопатології імені академіка
В.Ф. Пересипкіна

_____ **Гентош Д.Т.**
« _____ » _____ **2024 р.**

ЗАВДАННЯ
на виконання кваліфікаційної роботи студенту

Комишній Анастасії Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Фітофтороз томатів та заходи щодо обмеження його розвитку»
керівник роботи доцент, к.с.-г.н. Глим'язний Володимир Анатолійович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
2. Строк подання студентом роботи 15 листопада 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: посівні площі, посіви томатів, біологічні та хімічні фунгіциди
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - 4.1. Огляд зараженості томатів
 - 4.2. Проведення обприскування фунгіцидами
 - 4.3. Огляд та прорахунок розвитку хвороби
 - 4.4. Вимірювання урожайності томатів

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Глим'язний В.А.		
2	Глим'язний В.А.		
3	Глим'язний В.А.		

6. Дата видачі завдання 1 вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів випускної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір теми та вивчення літератури по темі досліджень	Вересень-жовтень	
2	Посів та висаджування розсади	Березень-квітень	
3	Огляд зараженості томатів	Квітень-травень	
4	Проведення обприскування фунгіцидами	Квітень-травень	
5	Огляд та прорахунок розвитку хвороби	Квітень-травень	
6	Збір урожаю та обробка донних	Серпень-вересень	

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 49 сторінках, містить 3 розділи, 6 рисунків, 8 таблиць, 44 використаних джерел.

Метою роботи було вивчення фітофторозу томатів, вивчення шкідливості гриба *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, та умов його розвитку в фермерському господарстві Бойка Дмитра Олексійовича.

Для цього було проведено дослідження на території господарства з вирощування томатів та розвитку на них *Ph. infestans*. Підчас якого було пороведено оприскування біологічним та хімічним фунгіцидами.

Було вивчено стійкість вирощуваних сортів до фітофторозу; прояви хвороби в умовах фермерського господарства; вплив фунгіцидів на розвиток хвороби. Також було досліджено як впливає ступінь ураження на отриманий урожай з однієї рослини.

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1. Огляд літератури	9
1.1. Народногосподарське значення помідорів	9
1.2. Історія вивчення фітофторозу.....	9
1.3. Поширення і шкідливість фітофторозу.....	10
1.4. Зовнішні симптоми проявлення.....	12
1.5. Біологічні особливості збудника фітофторозу.....	14
1.5.1. Стадії спороношення.....	14
1.5.2. Джерела інфекції.....	17
1.5.3. Прогнозування хвороби.....	21
1.6. Система заходів захисту помідор від фітофторозу.....	23
1.6.1. Селекційно-насінницькі заходи.....	23
1.6.2. Агротехнічні заходи.....	24
1.6.3. Сівозміна.....	24
1.6.4. Система обробітку ґрунту.....	24
1.6.5. Садіння та збирання.....	25
1.6.6. Внесення добрив.....	25
1.6.7. Фітосанітарні заходи.....	25
1.6.8. Організаційно-господарські заходи.....	26
1.6.9. Хімічні заходи.....	26
1.6.10. Біологічні заходи.....	26
1.6.11. Фізико-механічні заходи.....	26
Розділ 2. Умови та методика проведення експериментальних досліджень.....	33
2.1. Кліматично-ґрунтові умови проведення дослідження.....	33
2.2. Методика проведення досліджень.....	35
Розділ 3. Експериментальна частина.....	38
3.1. Особливості проявлення фітофторозу на томатах в умовах.....	38

3.2. Шкідливість фітофторозу помідорів.....	40
3.3. Імунологічна оцінка культивованих сорів томатів до фітофторозу в умовах фермерського господарства.....	41
3.4. Технічна ефективність фунгіцидів в обмеженні розвитку фітофторозу на томатах.....	42
3.5. Економічна ефективність застосування хімічних засобів захисту томатів від фітофторозу.....	43
Розділ 4.	46
4.1. Охорона праці	46
Висновки	49
Список використаних джерел	50

ВСТУП

Помідор (томат) - рослина родини Пасльонових – овочева культура з високим врожаєм, її плоди містять багато вітамінів, мінеральних солей і органічних кислот. Томат використовуються у свіжому, засоленому, маринованому вигляді і в кулінарії. Близько половини врожаю помідорів переробляють на соки, пюре, заливки до консервів. Помідори дуже важлива культура в овочівництві. Помідори є однією з головних овочевих культур в Україні, що дає третину валового збору овочів. Нові гібриди та сорти томатів можуть мати врожайність до 100 т/га.

Фітофтороз, або бура гниль є однією з найпоширеніших і небезпечних хвороб томата (*Lycopersicon esculentum*) та картоплі (*Solanum tuberosum*) [196]. Її збудник – *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (гетероталічний гриб класу ооміцетів) – уражує вегетативні та генеративні органи рослин на всіх етапах їх онтогенезу. Щорічні втрати врожаю від цього захворювання становлять 10–50 %, а в роки епіфітотій – 100 % [134].

Протягом ХХ століття розроблено чимало заходів захисту від фітофторозу, до яких передусім належать застосування хімічних засобів та впровадження стійких сортів. Однак створення останніх значною мірою ускладнюється появою нових фізіологічних рас патогену, а ефективність хімічних засобів захисту знижується внаслідок виникнення толерантних до них форм гриба.

Причиною високої варіабельності *Ph. infestans* є суттєві зміни, що відбуваються у складі та властивостях його популяцій внаслідок міграції нових генотипів і появи статевого процесу в циклі розвитку гриба [197]. Тому знання біології та екології збудника фітофторозу на рівні місцевих популяцій дозволить виявити його реальні властивості й на основі цього створити ефективні екологічно безпечні та економічно доцільні системи захисту.

В останні роки популяційні дослідження *Ph. infestans* є пріоритетними. Створюються міжнародні фонди і програми, які підтримують цей напрямок, розширюються комп'ютерні бази даних, що містять характеристики популяцій *Ph. infestans* різних регіонів світу [190]. Це дає можливість з'ясувати мікроеволюційні зміни патогену, їх причини та механізми.

Аналіз літературних джерел свідчить, що дослідження фітофторозу в Україні в більшості присвячені висвітленню питань його поширеності та шкодочинності, вивченню стійкості сортів і розробці заходів щодо обмеження розвитку хвороби. Дослідження ж біолого-екологічних особливостей збудника фітофторозу та структури його популяцій є дуже обмеженими.

Мета і задачі досліджень. Метою роботи було вивчення фітофторозу помідор, вивчення шкідливості, умови розвитку в умовах Фермерського Господарства Бойка Дмитра Олексійовича. Для досягнення поставленої мети вирішували такі задачі:

- визначити особливості розвитку фітофторозу томата в умовах Фермерського Господарства Бойка Дмитра Олексійовича;

- визначити шкідливість фітофторозу томатів;

- дослідити імунологічну оцінку сортів які вирощують в умовах Фермерського Господарства Бойка Дмитра Олексійовича.;

- визначити технічну ефективність фунгіцидів в обмеженні розвитку *Ph. infestans* на помідорах.;

Об'єкт дослідження. Розвиток та шкідливість фітофторозу томаті залежно від особливостей сорту, обробка фунгіцидами, погодні умови.

Предмет дослідження. Збудник фітофторозу томатів (*Phytophthora infestans*), хімічні та біологічні засоби захисту.

Методи дослідження. Були використані такі методи: польовий – його використовують для обліку ураженості рослин фітофторозом, вивчення агрокліматичних факторів.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Народногосподарське значення помідорів

Помідори є високоврожайною овочевою культурою, її ягоди багаті вітамінами, органічними солями і мінеральними солями. Має високі смакові якості, використовується в свіжому вигляді та для переробки. Близько половини томатів переробляють на соки та пюре.

1.2. Історія вивчення фітофторозу

Фітофтороз, збудником якого є гетероталічний ооміцет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, на томаті вперше був зареєстрований у Франції в 1847 р. [28], через два роки після виявлення його на картоплі [46]. Довгий час картопля вважалась основним господарем паразита і навіть при виявленні на томаті його називали “картопляним грибком”.

За більш розповсюдженою думкою [13] фітофтороз був завезений в Бельгію із США разом із насінневою картоплею в 1844 р. Хвороба не принесла серйозних втрат, але згодом швидко розповсюдилась по всьому континенту. І хоча з кожним роком шкодочинність фітофторозу дедалі зростала, в державних масштабах це не мало великого значення, аж доки не спричинилась катастрофічна панфітотія 1846-1847 рр., яка окрім Бельгії охопила більшість країн Європи [31].

За кілька наступних десятиліть фітофтороз широко розповсюдився в Європі, Америці, Азії, Африці, Австралії та Новій Зеландії [14; 28; 30; 31; 32] і на сьогоднішній день він уражує культуру томата майже у всіх країнах світу [13; 19; 24].

На території СРСР фітофтороз томата вперше був виявлений у 1897 р. в середньоєвропейській частині країни та на кавказі. Потім його знаходили в різних регіонах СРСР, у тому числі в 1912–1916 рр. і на Україні [10], хоча, як захворювання картоплі, фітофтороз в Україні відомий з 1853 року [126].

Перша епіфітотія фітофторозу томата зареєстрована в 1946 р. в США. Вона охопила Атлантичне узбережжя від Флориди до Нової Англії, розповсюдилась на північ до штату Мінесота та на південь до штату Техас. Втрати, спричинені хворобою, склали близько 40 млн. доларів. Пізніше про виникнення епіфітотій фітофторозу на томаті та значні втрати врожаю повідомлялось з Аргентини (1959), Югославії (1970), Німеччини (1970), Польщі (1969), Єгипту (1960) [29].

В 1972 р. Балашова Н.Н. повідомляє про тенденцію до більш частого виникнення епіфітотій хвороби і в СРСР, головним чином в південних регіонах України, Краснодарського краю та Молдавії. На території колишнього СРСР (в Молдавії, Литві, Білорусії, Латвії, Західному Сибіру, Закавказзі, Україні та ін.) втрати врожаю томата від фітофторозу щорічно складали 10–50 %, а в епіфітотійні роки – 80–100 % [29].

В літературі [46; 13] наводяться дані про три важливих етапи, пов'язаних з різкою зміною економічного значення фітофторозу майже одночасно в багатьох країнах світу. Першим етапом слід вважати найсильнішу епіфітотію фітофторозу картоплі, що спалахнула у 1846 році в більшості країн центральної та західної Європи. Особливо постраждало населення Ірландії, яке в результаті епіфітотії зменшилось наполовину (з 8 до 4 млн.). Два мільйони ірландців, для яких картопля була основним продуктом харчування, загинули в результаті голодної смерті та епідемії інфекційних захворювань, і ще стільки ж вимушені були емігрувати за кордон [24; 13].

Другий етап ознаменувався тим, що фітофтороз став економічно важливим захворюванням томату. Не дивлячись на те, що можливість розвитку хвороби на цій культурі прогнозувалась дуже давно, шкідливі спалахи її вперше були відмічені лише в 40-х рр. [22], а на території колишнього СРСР – в 60-х роках ХХ століття [5].

Третій етап (початок 80-х років) пов'язують з набуттям патогеном здатності викликати на картоплі та томаті більш ранні спалахи хвороби, що супроводжувались значним ураженням стебел [19; 20; 23].

1.3. Поширення і шкідливість фітофторозу

Справжнім бичем насаджень томата фітофтороз став з другої половини ХХ сторіччя в зв'язку із збільшенням площ під основними культурними рослинами

родини пасльонових, поширенням площ захищеного ґрунту, а також широким використанням меліорації ґрунтів та інших форм інтенсифікації сільськогосподарського виробництва [29]. Досить довгий час фітофтороз томата був поширений у Західних областях України, де кліматичні умови є більш сприятливими для розвитку збудника захворювання, але на сьогоднішній день фітофтороз є значною проблемою для всіх регіонів України [11], що пов'язано з високою пластичністю та пристосованістю патогену до зовнішніх умов [21].

Phytophthora infestans паразитує на рослинах родини Solanaceae [13], представниках родів *Anthocercis*, *Datura*, *Hyoscyamus*, *Lycium*, *Lycopersicon*, *Petunia*, *Physalis*, *Salpiglossis*, *Schizanthus*, *Solanum* [82]. В Україні, крім томата та картоплі, він спостерігався також на баклажані [13].



Рис. 1.1. Уражене фітофторозом листя томата із спороношенням *Ph. Infestans* (за Fry, 1999)

Фітофторозом уражуються листя, стебла та плоди томата. Шкодочинність його виявляється в зменшенні асиміляційної поверхні листя, внаслідок чого порушуються утворення і накопичення поживних речовин у рослині, а уражені плоди швидко загнивають. При сильному ураженні останніх врожай знижується на 70–80 %, а в роки епіфітотій втрачається цілком. Крім того, навіть у частково уражених фітофторозом плодах знижуються посівні якості насіння [13], кількість сухої речовини, вміст цукрів, органічних кислот та вітаміну С [11].

За сприятливих умов через 3–4 дні після зараження на листках утворюються бурі або кольору м'ятої зелені плями, розташовані переважно по краю пластинки. У вологу погоду нижня поверхня плям, по контуру чи цілком, вкривається тонким білим або світло-сірим нальотом грибниці (рис. 1.1). Спороношення *Ph. infestans* являє собою спорангієносці з спорангіями, що пучками виходять переважно з продихів листка. Плями швидко зливаються, уражені листки чорніють і загнивають [5]. Деякі дослідники [29] відмічали спороношення патогену на листках томата без утворення некротичних плям.

На стеблах спостерігаються великі, витягнуті вздовж темно-бурі смужки або плями. Спороношення на стеблах відсутнє [26], але деякі дослідники відмічали його за тривалої 100 %-вої вологості повітря [16]. На суцвіттях фітофтороз проявляється почорнінням та засиханням квітконосу, квітконіжок

та чашолистків [81]. Уражені плоди вкриваються темно-бурими плямами з нерівною поверхнею, твердими на дотик, часто заглибленими в плід. При ранньому ураженні останні набувають спотвореної форми. За умов високої вологості повітря та помірних температур хворі плоди вкриваються пухнастим білим нальотом грибниці (рис. 1.2). Дорожкін Н.А. [29] відмічає велику різноманітність симптомів фітофторозу на плодах: залежно від прояву він виявив концентричну, кільцеподібну, маслянисту, зморшкувату, облямовану та інші форми, а також ураження типу “оленяче око”.



Рис. 1.2. Уражені фітофторозом стебла та плоди томата (за Frv. 1999)

Здатність *Ph. infestans* до ураження усіх органів рослин, короткий інкубаційний період та висока пластичність щодо умов зовнішнього середовища призводять до того, що поодинокі зараження дуже швидко дає кілька десятків тисяч спорангіїв, які, в свою чергу, проростають ще 4–16 зооспорами, знову готовими до зараження. Все це зумовлює вибуховий, лавиноподібний характер розвитку захворювання, яке, після змикання рослин в рядках, за сприятливих умов може за кілька днів перерости в епіфітотію або навіть в панфітотію [36; 19].

Отже, поширення, шкодочинність, а також особливості прояву та розвитку фітофторозу залежать від погодно-кліматичних умов, які в певній мірі зумовлюються зоною вирощування культури [26; 23]. Інформація щодо цього чинника для України є дуже обмеженою, а в зоні Північного Степу України подібні дослідження раніше взагалі не проводились.

1.4. Зовнішні симптоми проявлення

Перші ознаки фітофторозу звичайно виявляли на нижньому листі томата у вигляді невеликих розпливчастих плям бурого кольору, облямованих світло-зеленою зоною. Плями були розташовані переважно по краю листків і за підвищеної вологості та помірно теплої температури швидко розповсюджувались по всій листковій пластинці. Такий характер ураження листя є звичайним і описаний в численних роботах [5; 13; 117; 251; 328]. При інтенсивному розвитку захворювання, ураження з листової пластинки у вигляді

безперервних поздовжніх коричневих смуг розповсюджувалось на головну жилку та черешок листка.

На нижній стороні листків спостерігали легкий павутинний наліт міцелію, по наявності якого можна безпомилково визначити хворобу – серед численних захворювань пасльонових, що проявляються у вигляді плям, тільки фітофтороз викликає появу міцеліального нальоту [Попкова, 1972]. При розвитку захворювання в умовах чергування нічних рясних рос з сухою жаркою погодою протягом дня, виявити наліт міцелію вдень не вдавалось. Точний діагноз хвороби в цьому випадку встановлювали після витримування уражених листків у вологій камері, де через добу з'являвся наліт гриба (рис. 3.2). В рідких випадках спороношення патогену виявляли на зовнішньо здорових листках. Можливо це пояснюється зниженою чутливістю рослини до ураження [24; 29].

Відмічено, що ураження стебел починалось від листкових пазух або верхівок пагонів. В цих місцях спочатку з'являлись невеликі темні мокнучі плями, які за умов високій вологості швидко збільшувались і охоплювали стебло в межах до 29 см вигляді коричневих смуг (рис. 3.3). Уражувались головним чином молоді стебла, при цьому спороношення *Ph. infestans* на стеблах в природних умовах не спостерігали. Більшість дослідників також вказують на відсутність спороношення патогену на уражених стеблах [26; 29; 335], але деякі автори відмічали його при тривалій 100 % вологості повітря [227].

Картина розвитку фітофторозу в полі змінювалась в залежності від метеорологічних умов. При тривалій теплій та вологій погоді спостерігали інтенсивний розвиток хвороби, коли всього за 2–3 дні уражене листя томата перетворювалось на темну гниючу масу. На уражених фітофторозом стеблах томата спороношення не виявлялось навіть після витримування їх у вологій камері. При настанні сухої погоди розповсюдження плям проходило значно повільніше і тільки за наявності рясних рос. Якщо ж останні були відсутні, то хвороба поступово затухала. Коричневі плями на листках зморщувались, підсихали, робились тендітними і часто викришувались. Уражені черешки та стебла надламувались, внаслідок чого уражене листя на них підсихало.

Одночасно спостерігали інтенсивне наростання нового листя і поступове набуття насадженнями томата зеленого кольору.

На уражених плодах спостерігали плями неправильної форми від світло-до темно-коричневого кольору, часом вдавлені у плід.

При появі хвороби на листі та стеблах ураження плодів починалось, головним чином, з базальної сторони (близько 80 %). В тому випадку, коли захворювання починалось з плодів, вони уражувались переважно з бокової сторони (близько 70 %) та верхівки (25 %).

За результатами наших спостережень, у 80 % плодів ураження відбувалось в місці прикріплення плодоніжки і швидко розповсюджувалось по поверхні плоду (рис. 3.4 – а). На межі ураженої і здорової тканин плями мали більш світлий колір і часом крапчасте розташування. Спочатку уражені тканини плодів були твердими, а потім, після розвитку в них вторинної бактеріальної інфекції, розм'якшувались і загнивали (див. рис. 3.3). У вологу погоду або після витримання плодів у вологій камері, плями вкривались нещільним нальотом міцелію збудника захворювання (див. рис. 3.4 – б).

Таким чином, в умовах України фітофторозом уражуються листки, стебла та плоди томата. Ураження починається з нижнього ярусу листків і розповсюджується на стебла плоди та верхні листки. Спороутворення відмічено тільки на уражених листках і плодах. Останні уражуються переважно з базальної сторони.

1.5. Біологічні особливості збудника фітофторозу

Незважаючи на те, що фітофтороз з'явився в Європі ще наприкінці 40-х років XIX ст. [280], а за деякими даними в 30-х роках XIX ст. [24; 29], причину цього захворювання довго не вдавалось з'ясувати. Тільки в 1861 р. німецький вчений А. De Bary встановив інфекційну природу фітофторозу, а в подальшому визначив систематичне положення збудника захворювання, вивчив особливості його біології та життєвий цикл [142–145]. У 1876 р. він же першим застосував вираз *Phytophthora* (“рослинний руйнівник”), коли описав збудника пізньої гнилі (late blight) картоплі – *Phytophthora infestans*, як біологічний вид нового роду *Phytophthora* [345].

З того часу вивченням *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary займались численні дослідники багатьох країн світу, однак дослідження А. де Барі не втратили свого значення і складають основу наших знань про збудника цього сумнозвісного захворювання.

Систематичне положення. Перші спроби щодо з'ясування природи і систематичного положення *Phytophthora infestans* були зроблені у 1842 р. Мартіусом М. (127). На основі своїх спостережень автор вперше зробив висновок про те, що “картопляна хвороба” зумовлена паразитуванням якогось грибка, всупереч домінуючої на той час думки, що причиною хвороби є певні кліматичні умови європейського континенту. Вперше “картопляний грибок” був описаний у 1845 р. французьким дослідником Montagne С. [272] як вид *Botrytis infestans* Mont. і віднесений до роду *Botrytis*. В період з 1845 до 1876 р. збудник фітофторозу був описаний рядом дослідників під різними видовими назвами (*Botrytis vastatrix* Lib. (1845), *Botrytis solani* Harting (1846), *Botrytis fallax* Desm. (1846), *Peronospora infestans* (Mont.) Casp. (1854), *Peronospora devastatrix* (Lib.) Casp. (1855)) [82].

Пізніше систематичне положення *Botrytis infestans* Mont. було переглянуто. А. de Bary довів, що біологічні особливості та життєвий цикл збудника фітофторозу картоплі потребують виділення його в окремий рід, який було названо *Phytophthora*. Патоген отримав видову назву *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, а рід *Phytophthora* він відніс до порядку *Peronosporales* класу *Phycomycetes* [144]. Правильність виділення роду *Phytophthora* пізніше було підтверджено відкриттям 43-х інших видів, що поєднували в собі спільні риси цього незвичайного роду [345]. Унікальні морфологічні, генетичні і фізіологічні властивості в поєднанні з широким переліком захворювань і надзвичайно широким кругом рослин, що ними уражуються, роблять рід *Phytophthora* одним з найцікавіших об'єктів досліджень фітопатологів.

Сьогодні порядок *Peronosporales* розглядається у складі класу *Oomycetes* відділу *Oomycota* царства *Mycota* [137] або того ж класу *Oomycetes*, який входить до підвідділу *Mastigomycotina* відділу *Eumycota* [33; 131]. Деякі систематики [130] клас *Oomycetes* виділяють у порядок *Oomycota* і відносять до підцарства *Heteroconta* царства *Chromista*, а хлоропласти вважають повторно втраченими. Мюллер Е. та Лефлер В. [70], за причини присутності в циклі розвитку ооміцетів джгутикової стадії, порядок *Oomycota* відносять не до грибів, а до грибоподібних протистів.

Стосовно належності *Phytophthora infestans* до певної родини, то за більш розповсюдженими системами їх відносять до родини *Pythiaceae* [26; 46; 93; 131; 133]. Проте існує і інша думка систематиків [33; 82; 129], які дають збуднику такого систематичного положення: царство – *Fungi*, відділ – *Eumycota*, підвідділ – *Mastigomycotina*, група – *Biflagellatae*, клас – *Oomycetes*, порядок – *Peronosporales*, родина – *Phytophthoraceae*, рід – *Phytophthora*.

Деякі систематики [82; 254; 341] виділяють *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary як морфовид, що за схожими морфологічними ознаками об'єднує в собі три різновиди: *Phytophthora infestans* (Mont.) dBy var. *infestans*; *Phytophthora infestans* (Mont.) dBy var. *phaseoli* (Thaxt.) Leonian; *Phytophthora infestans* (Mont.) dBy f.sp. *thalictri* (G.W.Wils. et J.J.Davis). Вищезазначені різновиди суттєво різняться між собою спеціалізацією щодо живлячих рослин, ареалом розповсюдження, а також середніми розмірами ооспор і зооспорангіїв.

Перераховані відмінності між трьома різновидами морфовиду *Phytophthora infestans* свідчать про те, що кожний з них є самостійним біологічним видом з відмінними еволюційними тенденціями.

Морфологія. Міцелій *Ph. infestans* несептований, ценотичний, багатоядерний, 3–7 мкм в діаметрі, розгалужений, іноді з невеликими здуттями та хламідоспороподібними тілами. Всередині гіф можуть утворюватись перегородки. Це відбувається в процесі формування на міцелії органів розмноження з метою відділення їх від вегетативних гіф, а також для ізолювання ділянок молодих гіфів від старих [82; 17]. Характерною особливістю міцелію є пальцеподібні гаусторії (численні бокові вирости), що проникають в клітину рослини-господаря.

Спорангієносці довгі, до 1 мм, моно- [26] або симподіально [93] розгалужені. Бічні гілки відходять під гострим кутом, іноді галузяться двічі. На верхівках гілок утворюються поодинокі спорангії. Спорангії легко відриваються, а спорангієносці з характерними чоткоподібно-розташованими субконідиальними конічними здуттями, що залишаються в місцях відчленування спорангіїв, знову здатні до поновлення росту [5; 26; 29; 83; 92].

Спорангії безбарвні, лимоноподібні, одноклітинні, розміром 29x19 (до 59x31) мкм, з виступаючим невеликим випуклим сосочком 3–3,5 мкм і клітиною-ніжкою до 3 мкм [82]. За даними інших авторів розміри спорангіїв варіюють від 18 до 51 в довжину та від 12 до 40 мкм в товщину [5; 29; 76; 92; 127; 227].

З еволюційної точки зору *Ph. infestans* являє собою тип гриба, який пристосувався до наземного існування, але не втратив здатності до життя у воді. Ця здатність проявляється в проростанні спорангіїв. Спорангії *Ph. infestans* характеризуються двома типами проростання: прямим – одним або кількома ростками, та непрямим – зооспорами. В залежності від типу проростання, спорангії прийнято називати конідіями та зооспорангіями відповідно [187].

Зооспори *Ph. infestans* являють собою голі шматочки протоплазми і тривалість їх життя обчислюється годинами. Тим не менш, вони відіграють основну роль в ураженні рослин і розвитку захворювання. Ще А. de Bary [14] та Ячевський А.А. [12] відмічали бобоподібну форму зооспор і наявність у них двох джгутиків (рис. 1.3). Тропова А.Т. (1967) спостерігала, що один із



Рис. 1.3. Зооспора

Ph. infestans (за Fry, 1991)

джгутиків має волоски і притуплену форму (перистий), другий гладкий, загострений на кінці (хльостальний) [29]. Новотельнова Н.С. [82] відмічає, що джгутики на кінцях булавоподібно розширені, причому один з них в 1,5 рази більше за інший. Kublička Н. [24] встановила наявність на кінцях джгутиків дископодібних утворень. Дорожкін Н.А. [29] при вивченні формування, морфології та руху зооспор встановив, що час формування зооспор коливався від 1–2 годин на молодому міцелії, до 4 годин – на старому; вихід дводжгутикових зооспор з зооспорангії відбувався одночасно; джгутики двох типів (хльостальні та дискові) мали біполярне, часом трохи здвигнуте вбік розташування. Він вважає, що швидкість руху зооспор залежить від варіацій поєднання різних типів джгутиків: найбільш рухливими є зооспори з двома хльостальними джгутиками, найменш рухливими – зооспори з двома дисковими джгутиками; швидкість руху зооспор з дисковим та хльостальним джгутиками займає проміжне положення між першими двома типами. Дорожкін Н.А. також припускає, що зооспори з високою швидкістю руху швидше розповсюджуються і захоплюють більшу площу тканин хазяїна.

За даними різних авторів при проростанні зооспорангії утворюють від 3 до 16 овальних зооспор з двома джгутиками [82; 92; 131]; розмір зооспор становить 10x7 мкм [92], або 7,5–12x4,4–6 мкм [82]. Як правило, зооспори одноядерні [221], однак існують і інші результати досліджень з питання ядерності зооспор. Так, Castronovo А. [157] відмічає наявність двоядерних зооспор, які нормально проростали, при цьому обидва ядра переходили в росткову трубку. Про багатоядерність зооспор (від 2 до 7) повідомляють також Дьяков Ю.Т. [40]. Та Gallegly М. [204].

Як типовий представник класу оомицетів, *Ph. infestans* в своєму циклі розвитку має статеву стадію з утворенням ооспор. Оогонії округлої форми, від світло-жовтого до темно-коричневого кольору, 38–50 мкм в діаметрі, утворюються на більш тонких жіночих гіфах. Антеридії амфігінної конфігурації і являють собою неправильно розгалужені чоловічі гіфи розміром 17–22x16 мкм [82]. Амфігінній антеридій, після проходження через нього

оогонія, навколо його ніжки утворює комірець (рис. 1.4). Потім через запліднюючу трубку (полінодій) проходить запліднення оогонія антеридієм з утворенням зиготи [179]. Структура та стан ооспори (зневоднення цитоплазми, велика кількість запасних поживних речовин, міцна оболонка) зумовлюють її здатність до тривалого переживання несприятливих умов.

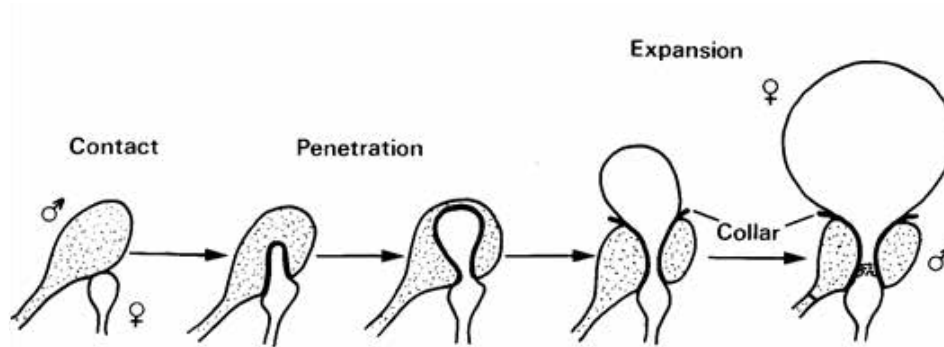


Рис. 1.4. Діаграма амфігінності *Ph. infestans* (за Hemmes та Bartnicki-Garcia, 1975)

Хоча ооспори у *Ph. infestans* описані Clinton G.P. ще у 1911 р. [163], статевий процес не був відомий до 1958 р., коли були виявлені два типи спарювання [205]. Три ізоляти з Мексики склали один тип, який позначили A2, в той час як один мексиканський і 105 ізолятів з США, Канади, Західної Європи та Західної Індії – віднесли до іншого типу, який позначили A1 [313].

Відкриття типів спарювання у *Ph. infestans* спонукало вчених до з'ясування природи статевого циклу патогена. Galindo J.A. та Gallegly M.E. [202] встановили, що міцелій ізолятів *Ph. infestans* є бісексуальним, але самостерильним при звичайних умовах культивування. Це означало, що статевий процес контролюється на фізіологічному, а не на статевому рівні, і так звані “типи спарювання” було б більш коректно називати “типами сумісності”. Відповідно цьому, статеве розмноження контролюється факторами статевої сумісності, сполучення яких призводить до успішного схрещування, відсутність їх сполучення – до стерильності [242; 243].

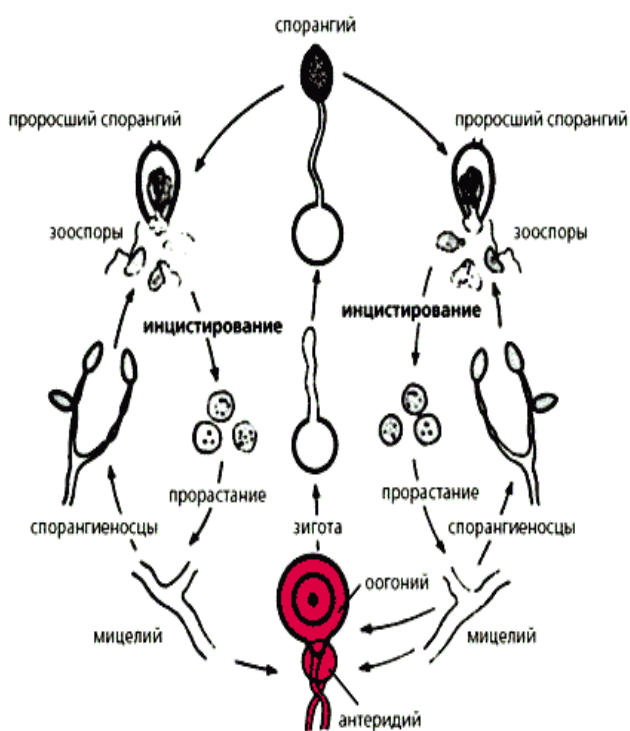
Схрещування ізолятів *Ph. infestans* з утворенням ооспор відбувається тільки між оогоніями та антеридіями різних типів сумісності. При мікроскопуванні генеративних гіфів було встановлено, що антеридіальна та оогоніальна потенції у *Ph. infestans* є відносними і визначаються комбінацією партнерів по схрещуванню, енергією росту, а також їх фізіологічним станом [202; 243]. Однак інші дослідники відмічають, що більшість штамів переважно утворюють або чоловічі, або жіночі гаметангії [77].

Цикл розвитку патогену та умови інфекційного процесу. До 80-х років ХХ століття життєвий цикл *Ph. infestans* у всіх регіонах світу, окрім Центральної Мексики, виглядав інваріантно: бульби картоплі → листя картоплі → листя та плоди томата. *Ph. infestans* був представлений тільки одним типом сумісності А1, внаслідок чого розмноження вважали агамним, а популяції мали клональну структуру. Зрідка виявлені в ураженому листі ооспори були визнані як партеногенетичні і їх не розглядали як обов'язковий чи вагомий етап в життєвому циклі *Ph. infestans*.

Ситуація змінилась з моменту виявлення в багатьох країнах світу, в тому числі і в Україні, типу сумісності А2 та гібридних ооспор в природних популяціях *Ph. infestans* [197].

Вже перші спостереження А. de Vary [142] показали залежність розвитку фітофторозу від умов зовнішнього середовища. З того часу численними дослідженнями встановлено, що розвиток *Ph. infestans* на всіх етапах онтогенезу зумовлюється екологічними факторами, основними з яких є температура, вологість повітря, опади, тумани, роси, світло та ін. [11; 78; 82; 131; 164; 184].

Отже, на сучасному етапі цикл розвитку *Ph. infestans* поділяється на безстатеву та статеву стадії (рис. 1.5). Його класичне описання, з урахуванням рослин-господарів, наведено в численних роботах [36; 139; 183].



Безстатеву стадію. Вегетативне тіло гриба – безбарвний центричний розгалужений міцелій, занурений в субстрат (звичайно – тканини рослини-господаря), де гриб переживає між вегетаційний період. Більшість вчених світу вважає, що у вигляді міцелію *Ph. infestans* перезимовує переважно в бульбах картоплі, а первинна інфекція фітофторозу у вигляді спороношення патогену утворюється на хворих ростках, або на купах відбракованої картоплі [11; 29; 30; 99; 78; 144; 230].

Оптимальними умовами для утворення спороношення є відносна

Рис. 1.5. Життєвий цикл розвитку *Ph. infestans*: безстатеву (по боках) та статеву (всередині) стадії (за Дьяковим, 2002)

вологість повітря не менше 95 % [168], наявність на листі або плодах томата крапельно-рідинної вологи, що зберігається не менше 4,5–5 годин [5; 78] та температура повітря 18–22 °C [131]. В природі такі умови створюються звичайно після дощу або тривалої роси. Тривалість життєздатності спорангіїв *Ph. infestans* залежить насамперед від відносної вологості та температури повітря. За часів ранніх робіт Crosier W. [168], загальноприйнятою була думка, що в сухому повітрі спорангії можуть зберігатись тільки нетривалий час. Цей погляд був змінений de Weille [29], який не виявив значних відмінностей в проценті проростання спорангіїв після їх 10-годинного витримання при відносній вологості 31 %. Він пояснював ці неузгодження з попередніми дослідженнями тим, що в них були використані відчленовані спорангії, тоді як Crosier W. працював із спорангіями, прикріпленими до спорангієносців. Проте пізніше результати, отримані Crosier W., були підтверджені іншими дослідниками [209; 340], які виявили, що спорангії втрачали життєздатність через кілька хвилин після відділення навіть при вологості повітря 95 %. На сьогодні встановлено, що спорангії *Ph. infestans* здатні розповсюджуватися в повітрі за допомогою вітру на кількості кілометрів, зберігаючи при цьому життєздатність від 1,5 до 14 год. в залежності від температури та вологості повітря. При цьому підвищена вологість повітря мала значення тільки при температурі 30 °C та вище [130; 139; 269].

Потрапляючи на поверхню листків, стебел та плодів, спорангії, в залежності від наявності або відсутності крапельно-рідинної вологи, проростають рухливими дводжгутиковими зооспорами чи ростковою трубкою відповідно. Наумова Н.А. [78] вказує, що проростання конідій та зооспор є можливим тільки за наявності на рослині крапельно-рідинної вологи протягом 2,5–3 год. при температурі 10 °C, 2 год. – при 15 °C та 1,5 год. при 20–25 °C.

Новотельнова Н.С. [81] встановила, що проростання конідій з утворенням зооспор проходить при температурі 6–20 °C, тоді як гіфогенне проростання має більш широкі температурні межі – 4–30 °C. Оптимальна температура для утворення ростків складає 25 °C, а для утворення зооспор – від 10 до 15 °C. Зооспори зберігають свою рухливість протягом 15 хвил. при 24 °C і до 24 год. при 1–2 °C. Agrios G. [131] оптимальною для проростання зооспорангіїв вважає температуру 12–15 °C, а для конідій – 15 °C.

Після виходу із зооспорангіїв, зооспори через короткий час втрачають джгутики, інцистуються і утворюють апресорій, з якого виростають одна або дві проникаючі гіфи [64]. Проникаючі гіфи зооспор та росткові трубки конідій через породи або безпосередньо в клітини епідермісу впроваджуються в

тканини рослин і викликають зараження останніх. При оптимальних умовах (наявність крапельної вологи та температура 15 °C) зараження закінчується вже через 2 години після інокуляції зооспорами. Міцелій розвивається інтрацелюлярно, за допомогою гаусторіїв отримує поживні речовини з клітин хазяїна і рясно розростається в мезофілі.

Після зараження рослин *Ph. infestans* настає безсимптомний період його інкубації всередині тканин, коли хвороба розвивається латентно. Тривалість інкубаційного періоду може варіювати від 2 до 16 днів і залежить від умов температури та вологості, шляху надходження гриба до тканин, а також від ступеня польової стійкості сорту [29; 78]. Якщо при утворенні та проростанні зооспорангіїв головну роль грає вологість, то в період інкубації – температура повітря [130]. Crosier W. [169] встановив, що найбільш сприятливою для інкубації є температура 20–23 °C. За цих умов інкубаційний період тривав 66–82 год., при 10 °C він подовжувався до 120 год., а при 30 °C дорівнював 78 год. Наумова Н.А. [78] виявила, що найменша тривалість інкубаційного періоду *Ph. infestans* (3 дні) була в тому випадку, коли температура вночі дорівнювала 17 °C, а вдень – 28 °C. На підставі математичної обробки своїх досліджень автор встановила кореляцію між метеорологічними умовами та строками появи гриба в природі і склала номограму для короткострокового прогнозу розвитку фітофторозу в польових умовах.

1.5.3. Прогнозування хвороби

Аналізуючи фітосанітарну інформацію за достатньо тривалий час (16 років) було визначено строки прояву, подекадна динаміка поширення та розвитку хвороб, діапазон відхилення цих показників та середні їх значення [38].

Середній багаторічний стан розвитку хвороб для умов Лісостепової зони показаний науковцями за допомогою формул – математичних моделей, розрахованих за формулою Ньютона в 1977 р. Представлені математичні моделі динаміки та поширення і розвитку хвороб можуть бути основою прогнозування із завчасністю від 10 до 40 днів. Основним показником є розвиток хвороби [38].

Оскільки патологічний процес має дискретний характер, додатковою характеристикою може бути його швидкість. Щоб отримати середні багаторічні показники, в формули замість X слід ставити відповідний порядковий номер обліку (від 1 до 4)(табл. 1.1.) [38].

Таблиця 1.1.

Назва хвороби	Поширення, %	Розвиток, %
Динаміка хвороби		
Фітофтороз	$y=0,12x^3+3,6x^2-6,28x+11,5$	$Y=0,98x^3-4,75x^2+8,47x-1,5$
Швидкість хвороби		
Фітофтороз	$Y_1=-0,36x^2+7,2x-6,28$	$Y=2,94x^2-9,5x+8,47$

Через аналіз характеру погодного режиму червні-липні подекадно необхідно враховувати відхилення від норми впливових на хворобу факторів погоди. Прогноз хвороби передбачає можливу зміну показників патологічного процесу у більший чи менший бік (%) відповідно із змінами факторів впливу (%) у конкретному році [3].

За сприятливих умов (теплій і вологій погоді вдень та прохолодній і вологій вночі) з продихів переважно на нижньому боці листка чи на поверхні плодів виходять поодинокі або розташовані групами спорангієносці з спорангіями. Спорношення *Ph. infestans* може розвиватись також і на стеблах томата, але тільки за умови підвищеної вологості повітря. Краплями дощу чи роси спорангії змиваються і потрапляють в ґрунт, де уражують бульби картоплі або переносяться вітром на здорові тканини, викликаючи вторинну інфекцію. За один вегетаційний сезон *Ph. infestans* може мати кілька безстатевих генерацій, які забезпечують епідемічний потенціал захворювання.

Утворення ооспор, за одними даними [183], відбувається в діапазоні температур 5–25 °С, оптимальною визначена температура 10 °С; за результатами інших дослідників [115] ці значення становлять 8–35,5 та 22 °С відповідно. Cohen Y. [164] встановив, що оптимальна температура для статевої споруляції варіює від 8 до 15 °С, але ооспори утворюються також і при 23 °С. Багатьма авторами досліджено, що ооспори здатні переживати міжвегетаційний

період на рослинних рештках та в ґрунті в природних умовах із збереженням патогенних якостей [185; 205; 281].

Рослинні рештки з ооспорами залишаються в полі і згнивають, а ооспори потрапляють в ґрунт. За сприятливих умов вони проростають і інфікують бульби та столони знову посадженої картоплі, а також стебла та листя, що знаходяться в контакті з ґрунтом. При проростанні ооспора витрачає запас поживних речовин з жирових тілець оопласту, клітинна стінка розчиняється і формується одна або кілька росткових трубок. Останні можуть дати початок міцелію, або утворюють спорангій, який, в свою чергу, може прорости безпосередньо гіфою чи дати початок вторинному спорангію, або сформувати зооспори [183].

1.6. Система заходів захисту томатів від фітофторозу

Для успішної боротьби з фітофторозом необхідно застосовувати систему заходів, до якої входять впровадження стійких сортів, агротехнічний, фітосанітарний, організаційно-господарський, біологічний, хімічний, фізико-механічний методи боротьби [32].

1.6.1. Селекційно-насіницькі заходи

Одним із важливих шляхів боротьби з фітофторозом є використання стійких сортів. Певним рівнем стійкості до фітофторозу листків характеризуються сорти: Абелус, Айвенго, Інкас, Бобкат, Біг Біф, Де Барао, Полфаст, деякі інші. При цьому Айвенго - чи не єдиний ранньостиглий сорт, який крім високої продуктивності й товарності відзначається і підвищеною стійкістю до фітофторозу. Серед сортів, стійких до фітофторозу томатів, можна вказати такі: Президент, Полбіг, Ламантин, Дональд, Латона, Моцарт, Ред Скарлет, Родео, Сіфра, Сильвана та інші [39].

За дослідженнями В. М. Положинця, Н. М. Плотницької, Л. В. Немерицької підвищеною стійкістю характеризуються сорти Дубравка, Віриня та Луговська. Сорти Воля та Західна, що належать до групи середньостиглих, мають підвищену стійкість до збудника фітофторозу за вегетативною масою та

перидермою помідор. Лише підвищену польову стійкість до фітофторозу мали Горлиця та Явір [25].

1.6.2. Агротехнічні заходи

Основним джерелом інфекції є уражені бульби картоплі, а також рослинні рештки в місцях перебирання картоплі. Заражені та залишені на полі рештки томатів. Тому висока якість насінневого матеріалу і відповідна підготовка ґрунту є найважливішими агротехнічними заходами у боротьбі з хворобою [10].

1.6.3. Сівозміна

Помідор потребує родючих, розпушених, чистих від бур'янів, добре забезпечених вологою ґрунтів. Ці фактори визначають вибір попередників під томат і місце її в сівозміні [6].

Чергування культур, просторова ізоляція, повернення томату на те саме поле не раніше 5 років — одні з найбільш ефективних і простих заходів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами [6].

У Лісостепу, де переважають глибокі та опідзолені чорноземи, сірі і світло-сірі лісові ґрунти, томати, як правило, розміщують після озимої пшениці [6].

Чергування культур у десятипільних польових сівозмінах з помідорами у лісостеповій зоні може бути таким: 1 поле — зайнятий пар (однорічні трави, кукурудза на зелений корм і силос); 2 — озима пшениця; 3 — цукрові буряки; 4 — ярі зернові + багаторічні трави; 5 — багаторічні трави; 6 — озима пшениця; 7 — цукрові буряки; 8 — горох; 9 — озима пшениця; 10 — томат, кукурудза та інші просапні культури [6].

Спеціалізація збудника фітофторозу томата. У *Ph. infestans* слід розрізнати два основні типи спеціалізації: широку — здатність викликати захворювання у рослин, що належать до різних родин пасльонових (див. підрозд. 1.1.), та більш вузьку фізіологічну спеціалізацію — здатність паразиту розвиватись тільки на певних сортах томату та картоплі [344].

Багато дослідників вказують на різний ступінь ураження листя та плодів, неоднакову інтенсивність ураження зелених та стиглих плодів, а також неповну кореляцію між стійкістю сіянців та дорослих рослин одного й того ж сорту [5].

Питання про існування спеціалізованих форм у *Ph. infestans* на сьогоднішній день залишається спірним. Дьяков Ю.Т. із співавт. [37] виділяють у *Ph. infestans* дві спеціалізовані форми – “картопляну” та “томатну”. До першої вони відносять тільки “томатну” расу Т1. Ізоляти гриба, які здатні уражувати тільки сорти, що не мають гену *Ph-1* і віднесені іншими фітопатологами до “томатної” раси Т0, ці автори відносять до спеціалізованої “картопляної” форми. Однак, на думку Серова Г.І. [98], це припущення є дуже умовним, тому що виділені форми здатні до перехресного зараження і не є незалежними, а це суперечить самому визначенню спеціалізованої форми, прийнятому фітопатологами. Серов Г.І., спираючись на дані досліджень ряду авторів, доводить, що немає ніяких підстав для виділення у *Ph. infestans* спеціалізованих “картопляної” і “томатної” форм. Тому єдиними реальними структурними одиницями гриба *Ph. infestans*, який уражує картоплю та томати, є фізіологічні раси [98].

1.6.7. Фітосанарні заходи

До фітосанітарних відносять заходи, спрямовані на знищення чи пригнічення первинної інфекції [10].

Значення фітосанітарії в системі захисту томатів від фітофторозу надзвичайно велике, оскільки збудник хвороби зимує в уражених бульбах. Ці бульби є джерелом інфекції, потрапляючи в посадковий матеріал. Ще більш небезпечним джерелом інфекції є звалища відбракованого після весняної переробки картоплі, де раніше і в великій кількості з'являються спори *Ph. Infestans* порівнянні з полями картоплі. У зв'язку з цим проведенню фітосанітарних заходів має приділятися особлива увага (Н. А. Дорожкін, С. І. Бельская, 1970). Закордонний досвід показує, що знищення 99 % уражених звалищ картоплі затримує початок загальної епіфітотії фітофторозу на 10 днів, що надає значну перевагу (VanderPlank, 1963)[10].

Враховуючи вищезазначене, необхідно разом з агротехнічними та хімічними заходами приділяти особливу увагу проведенню наступних фітосанітарних заходів:

1. Знищення місць звалищ ураженої картоплі і томатів поблизу сховищ, на буртових і сортувальних площадках, а також шляхом заривання її на глибину 1,5 – 2 м чи знищення 1,5 % - вим розчином хлориду магнію або 4 – 5 % - вим розчином мідного купоросу. Проводиться дезинфекція сховищ, буртових площадок і тари.

2. Відбір для посадки тільки здорового посівного матеріалу. Яровизація посадкового матеріалу полегшує відбір здорових посівних бульб.

3. Ретельний відбір томатів з видаленням уражених плодів проводиться під час збирання, а також через місяць після збирання, якщо помідор знаходиться в приміщенні для тимчасового зберігання; в момент коли проявляється інфекція при зберіганні; весною перед висадкою капомідориртоплі, коли перебір збір нп ТГ особливо важливий.

4. Не допускається посадка пізньостиглих сортів по сусідству з ранніми і середньоранніми, які швидше уражуються і можуть передати інфекцію пізнім сортам. Розміщення сортів різних строків дозрівання на віддалених один від одного полях або в різних бригадах [10].

1.6.8. Організаційно-господарські заходи

Головним завданням цього методу є дотримання чергування культур у просторі і часі, тобто дотримання правильної сівозміни. Також, ще одним позитивним фактором є дотримання правильної технології висаджування цієї культури [6].

1.6.9. Хімічні заходи

В фазі бутонізації на початку цвітіння можливе ураження посівів фітофторозом. Найбільш ефективними для боротьби з фітофторозом є препарати системно-контактної дії: Авіксіл 70% з. п. — 2,1-2,6 кг/га, Акробат МЦ 69% з. п. — 2,0 кг/га, Ридоміл Голд МЦ 58% з. п. — 2,5 кг/га, Танос в. ч. — 0,6 кг/га, ТАТТУ 55% н.с. — 3 л/га. Першу обробку фунгіцидами системно-контактної дії доцільно проводити у фазі бутонізації-цвітіння, а потім через 10-14 днів. Кількість обробок такими препаратами — не більше трьох [13,41].

Наступні обприскування, якщо в цьому є потреба, слід проводити препаратами контактної дії: Антракол в. ч. — 1,5 кг/га, Купроксат 34,5% к. е. — 3,0-5,0 л/га, Хлорокис міді 90% з. п. — 1,5-3,0 кг/га, Фольнан 50% з. н. — 3,0 кг/га. При застосуванні контактних препаратів повторні обробки проводять через кожні 7-8 днів. Закінчувати обробки слід за 20 днів до збирання урожаю. Норми витрат робочої рідини 300-400 л/га. У випадках, коли строки обробки проти колорадського жука і фітофторозу збігаються, можна проводити комбіновані обприскування. Для цього в робочу рідину інсектициду в потрібній кількості додають фунгіцид [13,41].

1.6.10. Біологічні заходи

Екологічно безпечним способом захисту рослин, який дозволяє одержувати високоякісні врожаї з екологічно-допустимим шкідливим впливом на людину та навколишнє середовище є біологічний метод. Ефективними біологічними препаратами проти фітофторозу є: мікосан 2-3 л/га, планриз 2-3 л/га, фітодоктор 2-3 кг/га, фітоцид 0,5-1 л/га, триходермін (триховіт) 4-6 л/га, гаупсин 4-6 л/га [39].

1.6.11. Фізико-механічні заходи

Фізико-механічні заходи мало розповсюджені. Для цього обривають різні органи рослин з першими симптомами поширення даної хвороби. Під час збирання врожаю і закладання на зберігання плодів проводять механічне сортування врожаю з видаленням уражених екземплярів. Добрі результати на оздоровлення насіння дає його прогрівання на сонці [1].

Таким чином, з аналізу літературних джерел можна зробити висновок про світову біолого-екологічну різноманітність збудника фітофторозу, яка зумовлена високою пластичністю *Ph. infestans* і залежить від ряду факторів: кліматичних умов певного регіону, генетичної структури популяцій, стійкості вирощуваних сортів томата та ін. Це свідчить про необхідність детального вивчення особливостей біології та екології місцевих популяцій патогену для

створення сучасних екологічно безпечних високоефективних систем захисту. В умовах Північного Степу України такі дослідження раніше не проводились.

Питання про фізіологічну спеціалізацію *Ph. infestans* на томаті залишалось відкритим до 50-х років, коли була встановлена генетична природа взаємовідносин гриба і рослини-господаря. Після того як були описані фізіологічні раси усередині вихідної “картопляної раси”, Gallegly M. [203] встановив, що фізіологічні раси цього гриба з’являються також усередині вихідної “томатної раси”. Він описав три раси *Ph. infestans* на томаті, позначивши їх порядковими номерами. Наступні роботи [344] показали, що раси 1 та 2 слід розглядати як два ізоляти однієї й тієї ж раси, що відрізняються за ступенем агресивності. У 1955 р. Gallegly M. та Marvel M. [206] запропонували систему позначення томатних рас *Ph. infestans*. В основі її, як і системи позначення картопляних рас, лежить принцип “ген проти гену”. Але в томата, на відміну від картоплі, знайдено тільки один великий ген стійкості до фітофтори.

В силу вегетативної гібридизації *Ph. infestans*, а також того, що в виробництві майже не використовуються сорти томата з геном стійкості проти фітофторозу, навряд чи варто використовувати раси для порівняння географічно віддалених популяцій гриба. Але розподіл рас в популяції може бути незамінним свідомством різних внутрішньопопуляційних процесів – в цьому полягає цінність рас як генетичних маркерів [39; 219; 305].

Теорію міграцій критикують через наявність унікальних генотипів в окремих країнах (наприклад Польщі), посилаючись на недооцінювання зовнішніх екологічних факторів, що впливають на популяції *Ph. infestans*. Ці зауваження накладають обмеження на теорію міграцій. Так, аналіз ДНК вказує на рекомбінацію генетичного матеріалу передбачуваних мігрантів. Модифіковані ендемічні генотипи відбираються в позамексиканських популяціях. Значить, не тільки міграції, але й внутрішньопопуляційні процеси впливають на розподіл генотипів в популяціях.

Для популяцій *Ph. infestans* 1980–1990-х років можна виявити два типи розподілу стійкості до металаксилу [263]. Перший тип являє різкий зліт зустрічальності стійких штамів, що за 1–3 роки призвело до їх переваги в популяціях *Ph. infestans* (від 50 до 100 %). Ця ситуація є характерною для окремих районів США (Північна Кароліна), Іспанії, Нідерландів, Швейцарії, Греції, Росії, Фінляндії, Ізраїлю та Єгипту. Другий тип розподілу стійкості до феніламідів характеризується поступовим зростанням зустрічальності стійких

штамів, після чого їх частота стабілізується і не перевищує 50 %. Такий розподіл є характерним для Великобританії та Індії.

В активізації розповсюдження нових генотипів в середині 80-х років, без сумніву, зіграла свою роль і перебудова, що почалась в цей час в соціалістичному таборі. Вона сприяла активізації зв'язків СРСР, Китаю, країн Східної Європи та деяких країн Африки з Центральною та Північною Америкою [36].

Основні елементи біоекології *Ph. infestans*, які достатньо широко вивчені і висвітлені в літературі, в конкретних природних умовах мають специфічні особливості. Це свідчить про те, що для з'ясування закономірності виникнення епіфітотій, прогнозу їх появи і розвитку, необхідно вивчати екологію патогену в умовах конкретної місцевості [29].

Досить довгий час для зони Степу України фітофтороз не мав епідеміологічного значення, але, починаючи з другої половини 80-х років минулого століття, в окремі роки почали відмічати наростання розвитку захворювання, яке часом переростало в епіфітотію. Це може бути пов'язане як із значними змінами клімату, так і з тривалим пристосуванням збудника до несприятливих погодних умов, внаслідок чого збільшується діапазон показників “критичних періодів” [8;13].

Одним з таких сприятливих для розвитку та розповсюдження фітофторозу в Дніпропетровській області був, наприклад, 1997 р., коли тільки в червні випало 140 мм опадів, а потім, в першу декаду липня – ще 100 мм. При цьому відносна вологість повітря становила не менше 75 % при помірних температурах на протязі всього періоду вегетації томата. Перші ознаки фітофторозу на листках були відмічені в першій декаді липня в Криворізькому р-ні, в другій та третій декадах – в Солонянському, Новомосковському та Дніпропетровському р-нах. В подальшому розвиток захворювання носив епіфітотійний характер: всього за кілька днів ступень ураження листя на томаті збільшився від 1–5 до 25–50 % при 80–100 %-вому ураженні плодів. За даними Дніпропетровського облагропрому врожай томата в Дніпропетровській області в 1997 р. був знижений більш ніж на 80 % в порівнянні з попереднім роком: якщо в 1996 р. в середньому по області він дорівнював 14,83 т/га, то в 1997 р. – тільки 2,74 т/га [58].

Аналіз розвитку фітофторозу в роки досліджень (1999–2001) та з'ясування впливу на цей процес погодно-кліматичних умов проводили в умовах КСП

“Южний” Криворізького району, розташованого на північному заході Дніпропетровської області (див. рис. 2.1).

Погодні умови сезону 1999 р. (див. рис. 2.2) – високі температури та незначна кількість опадів – були несприятливими для розвитку фітофторозу. Перші ознаки захворювання були зафіксовані тільки в I декаді липня, після того як в III декаді червня випало 34,9 мм опадів, а температура знизилась до 17,3 оС. Уражені були 3–5 % рослин томата в слабкому ступені (рис. 3.1), в основному листя нижнього ярусу. У II декаді липня спостерігався слабкий розвиток захворювання (до 9 %) на листі, в основному завдяки коливанням денних та нічних температур і ранковим туманам. У подальшому несприятливі для розвитку фітофторозу погодні умови стримували його інтенсивне наростання до кінця сезону.

У 2000 р. перші ознаки ураження фітофторозом відмічено в III декаді червня на картоплі (див. рис. 3.1). Значна кількість опадів (30,6 та 61,4 мм) в II–III декадах червня та висока вологість повітря (див. рис. 2.3) сприяли утворенню конідиальної стадії та перезараженню інших рослин. На початку липня відмічено початок ураження нижнього листя на рослинах ранніх томатів (уражено 2 % рослин в слабкому ступені). В липні вологість повітря підтримувалась на досить високому рівні (64–75 %) завдяки туманам та рясним росам навіть при відсутності опадів. Ураження рослин томата, переважно листя нижнього ярусу, становило 8 %. Незвичайна кількість опадів наприкінці липня (97,8 мм) сприяла розвитку фітофторозу – за короткий час ураженість рослин зростає до 35 %, а на пізньостиглих сортах – до 100 % в слабкому та середньому ступені. Суха та жарка погода другої декади серпня не сприяла розвитку фітофторозу – розвиток захворювання не перевищував 38 %. Погодні умови останньої декади серпня та I–II декад вересня (дощі, тумани, рясні роси, зниження температури та її перепади вдень та вночі) сприяли масовому ураженню рослин томата та епіфітотійному розвитку фітофторозу. Навіть на оброблених фунгіцидами площах в середині–кінці вересня було уражено 100 % рослин в сильному ступені. Домінувала стеблова форма хвороби, ураженість плодів сягала 85 %.

Погодні умови сезону 2001 р. були несприятливими для розвитку фітофторозу. Рясні дощі наприкінці травня – початку червня при понижених температурах та відносна вологість повітря більше 75 %, яка утримувалась протягом червня з незначними зниженнями всередині місяця (див. рис. 2.4), сприяли початку розвитку захворювання на ранніх сортах томата. Ураженість листя нижнього ярусу рослин була в межах 2–5 % (див. рис. 3.1), але

підвищення температури повітря та значне зниження або відсутність опадів, в подальшому зупинили розповсюдження та наростання хвороби. Тільки рясні дощі наприкінці I декади вересня та значне зниження температури на 2,5–6,8 оС сприяли розвитку фітофторозу на пізніх сортах томата з ураженням до 45 % рослин.

Таким чином, аналіз кліматичних даних та динаміки розвитку захворювання дозволив встановити, що у Північному Степу України сприятливі умови температури і вологості для розвитку фітофторозу на томаті складаються наприкінці червня – початку липня. Подальший розвиток захворювання залежить від поєднання кліматичних показників (температури, вологості та опадів), внаслідок чого розвиток хвороби стримується, як у 1999 р. або приймає характер епіфітотії, як у 2000 р. Також очевидним є й те, що навіть в засушливі роки (2001 р.) восени, в період масового дозрівання плодів, можуть скластися досить сприятливі умови для масового розвитку фітофторозу.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Кліматично – ґрунтові умови проведення досліджень

Полеві дослідження проводились в умовах «Фермерського Господарства Бойка Дмитра Олексійовича» за адресою садиба Счтепова, буд. 42, с. Кіндратівка, Новоархангельський район, Кіровоградська обл. Відстань до міста Кропивницький 130 км, до Києва 260 км.

Територія фермерського господарства розташована на заході Кіровоградської області в Лісостеповій зоні, де є дуже розвинутий мікрорельєф у вигляді западин і дрібних підвищень між ними в умовах високих ерозійних водорозділів. Тут багато видовжених западин, блюдцець, понижень [36].

Рельєф господарства хвилястий і горбистий. Територія дренована балками та канавами, які течуть у північному напрямку [36].

Ґрунтовий покрив представлений переважно темно-сірими і сірими ґрунтами та опідзоленими чорноземами [36].

Клімат Новоархангельського району в якому розташоване фермерське господарство визначається впливом атлантичного океану і характеризується помірною континентальністю. Зима більш м'яка, літо менш жарке. Опадів за рік випадає в півтора-два рази більше. Через те, що лісостепова частина розташована на підвищеному кіровоградське плато, географічна широта не впливає на зростання температур з півночі на південь. Взимку і влітку здебільшого вітри західних та південно-західних напрямків, які значно

пом'якшують температурний режим і створюють умови достатнього зволоження (табл. 2.1., 2.2., 2.3.)[36].

Таблиця 2.1.

Температура повітря по місяцях (°C) [21]

Температура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За Рік
Середня	-2	1.8	2	8.5	14.8	20.4	21.1	21.8	13.3	10.1	0.9	0	9.4
Максимальна	0	1	6.5	13.5	20	24	25	25	18	13	6	2	12.8
Мінімальна	-4	-4	-1	5	10	13	15	14	10	5	0	-4	4.9

У загальних рисах клімат району характеризується такими багаторічними даними:

- сума активних температур за період з середньою добовою температурою понад 10°C дорівнює 2400-2500°C;
- безморозний період досить тривалий і становить 153-165 днів, а тривалість періоду з середньою добовою температурою 5°C - 205-210 днів, понад 10°C -100-105 днів;
- середня температура повітря за рік +7°C, найхолоднішого січня - 5°C, а найтеплішого липня +18°C. Найнижча температура (абсолютний мінімум) -35-39°C буває в січні-лютому. Найвища (абсолютний максимум) досягає +36-39°C і припадає на липень-серпень.

Вегетаційний період починається з квітня і закінчується в вересні.

Сама пізня дата останніх заморозків (весною) 27 травня і перших заморозків 9 вересня[36,40].

Таблиця 2.2.

Середня кількість опадів, (мм)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
24	8	13,3	52,4	24	36,5	28	44	101	16	56	28

Сума річних опадів становить 540-640 мм, а за період з середньою добовою температурою повітря понад 10°C- 330-380 мм.

Частота випадання опадів характеризується числом днів з різною їх кількістю. Днем з опадами прийнято вважати той, при якому їх випало 0,1 мм та більше[36].

Кожний міліметр опадів відповідає 1 літру води на квадратний метр площі, або 10 тон на гектар[36].

Для характеристики опадів, приміром можна вважати: коли в кожній літній місяць випадає опадів 30мм і менше, то літо сухе, при 40-50 мм нормальне, тобто середньо зволожено при опадах 60-70 мм дощове, добре зволожено[36].

Запаси продуктивності вологи в ґрунті з точки зору потреби сільськогосподарських культур в метровому шарі ґрунту:

менше 60 мм - дуже погані,

60-90 мм - погані,

90-130 мм - задовільні,

більше-160 мм - дуже добрі[36].

Таблиця 2.3.

Відносна вологість повітря, (%)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
85	83	82	70	64	70	73	72	75	80	88	89	78

Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 78%, найменша вона у травні (64%). найбільша – у грудні (89%)[40].

Паспорт господарства: Всього сільськогосподарських угідь 45 га, у тому числі: рілля 45 га. Виробнича діяльність господарства зазначена в таб. 2.3.

Таблиця 2.3.

Показники виробничої діяльності за 2024 р.

Показники	Площа, га	Урожайність, ц/га
Оз. пшениця	21	48
Ячмінь	7	44
Овес	2	23
Ріпак озимий	5	18
Соя	2	14
Картопля	8	230

2.2. методика проведення дослідження

Обліки фітофторозу томатів проводили в період масового розвитку хвороби. Визначення розповсюдженості здійснювали шляхом ретельного огляду бадилля рослин по двох діагоналях поля. Для оцінки розповсюдженості хвороби підраховували кількість уражених рослин і виражали у відсотках до загальної кількості обстежених рослин. Оглянуті рослини оцінювали за 10-бальною шкалою, за якої 0 балів відповідав здоровим рослинам, а 9 балів – уражено понад 80% поверхні листків; повне відмирання бадилля в результаті ураження всієї поверхні листків. Визначення показників розвитку хвороби (розповсюдженості, відсотка розвитку хвороби та середнього ступеня ураження) проводили за загальноприйнятими формулами[16].

У 2022 році розповсюдженість фітофторозу томатів під час масового його розвитку становила 88% (обстежені ділянки загальною площею 8 га). При

цьому середньозважені показники відсотку розвитку хвороби та середнього ступеня ураження становили 80,7% і 7 бали, відповідно.

Вплив інтенсивності розвитку фітофторозу на втрати врожаю томатів та визначення шкідливості фітофторозу на урожай томатів проводили на промислових посівах раннього сорту Ред Леді і середнього строку досягання – Колінда в дослідному господарстві[16].

За результатами проведених обліків і статистичної обробки отриманих даних (табл. 3.1) виявлена залежність між ступенем ураження стебел томатів фітофторозом і показниками врожайності цієї культури [16].

Враховуючи це ми виявили різницю в урожаї ягід з одного куща з балами ураження 0 та 7, 8 і 9 балів, між кущами з 5 та 7, 8 і 9 балами, між кущами з 6 та 7, 8 і 9 балами, між кущами з 7, 9 балами, а акож між кущами з 8 і 9 балами. Також виявлена достовірна різниця між масою одного плоду та кількістю плодів у кущах з різними балами ураження надземної частини рослини [16].

Для обліку ураження помідор під час вегетації в полі на площі 2 га оглядають сто кущів (10 x10), якщо площа понад 10 га – обліковують 200 кущів (20 x10). У кожній пробі оглядають 10 рослин підряд по довжині рядка[16].

При оцінці розвитку на томатах фітофторозу застосовують наступну шкалу:

0 – відсутність ураження;

1 – уражено до 10% поверхні листків;

2 – уражено від 11 до 25% поверхні листків;

3 – уражено від 26 до 50% поверхні листків;

4 – уражено понад 50% поверхні листків;

5 – відмирання бадилля в результаті ураження всієї поверхні листків.

Розрахунок поширення та розвитку хвороби здійснюється за загальноприйнятою формулою :

$$P=(n \times 100)/N$$

де, P – поширеність хвороби, %

N – загальне число рослин у пробах;

n – кількість хворих рослин у пробах.

Після закінчення обліків підраховували кількість рослин, віднесених до кожного бала окремо.

Розвиток хвороби (ступінь ураження) визначали за наступною формулою:

$$R = \sum (a \times b) \times 100 / N \times K$$

де, R – розвиток хвороби, %;

$\sum(a \times b)$ – сума добутку числа рослин на відповідний бал або бал ураження;

N – загальна кількість облікованих рослин (здорових та уражених);

K – вищий бал шкали обліку.

Аналіз ягід томатів на виявлення фітофторозу проводять 3 рази: перший - перший – під час формування плодів; другий – через 3-4 тижні, третій під час збирання. Від кожної партії масою 10 т беруть зразок – 200 плодів у 10 місцях[16].

Зразок при аналізі невеликих партій (до 1 т) становить 100 плодів. Ягоди промивають у воді та оглядають. Кількість хворих плодів виражають у відсотках до загальної кількості плодів у зразку [16].

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Особливості проявлення фітофторозу на рослинах томатів в умовах фермерського господарства.

Погодні умови першої декади червня (середньодобова температура повітря 18,2°C, сума ефективних температур вище +10°C – 299° норма 220°C, рясні опади 44,0 мм норма 23 мм, відносна вологість повітря 78%) сприяли появі фітофторозу в понижених місцях рельєфу на помідорах у фазі цвітіння ранніх



Рис. 6 Білий павутинистий наліт спорангієносців
Комишна А.В. 2022р.

сортів. Захворювання проявлялось на 2 максимально 5% рослин з ураженням 6 – 12% листків, розвиток хвороби 0,1%.

На листках появились невеликі бурі розпливчасті плями, які облямовані по периферії світло зеленою смугою, і які швидко збільшуються у розмірах. З нижнього боку листової пластинки на межі між здоровою і ураженою тканиною

утворюється, особливо зранку при росі чи вологій погоді, білий павутинистий наліт спорангієносців (рис. 6).

Суха тепла погода в другій декаді червня не сприяла поширенню фітофторозу і лише в кінці червня, липні інтенсивність зросла. Поряд з листовою формою на 3 – 8% рослин проявилась стеблова форма фітофторозу.

Помірна температура повітря, опади і висока відносна вологість 82% в другій половині липня сприяли поширенню фітофторозу. У фазі дозрівання томатів в залежності від сорту культури, проведених захисних обробок

фунгіцидами ураженість рослин становила 56 - 66%, а на контролі де обробітки не проводились ураженість сягала 88%.

Фітофтороз чи бура гниль плодів уражує листки, стебла, плоди, паростки, інколи бутони, квітки і самі ягоди. На листках і на окремих частинах стебла з'являються невеликі темно-бурі плями які швидко збільшуються. Листки в'януть, звисають чорніють, засихають, а у вологу погоду загнивають. З нижньої сторони листкової пластинки навколо плям на межі з зеленою здоровою тканиною в сиру погоду чи при ранній росі утворюється білуватий павутинний наліт. На надземних частинах рослин при низькій відносній вологості повітря наліт не утворюється. Іноді в уражених рослин відмирають черешки і листки в'януть. Таке ураження можна переплутати із в'яненням помідор. На ягодах починають з'являтися різні виділені сіруваті, а пізнішк буруваті вдавнені тверді плями різної величини. На розрізі бульб у місцях ураження видно іржаво-коричневі ділянки м'якоті, що розтаються всерцевину у вигляді язичків.

Основним джерелом інфекції фітофторозу томатів є насіння в яких зберігається грибниця, уражні рослинні листя та стебла.

Шкодочинність хвороби полягає в неабиякому зменшенні асиміляційної поверхні листків, що позначається на нагромадженні поживних речовин у рослині, особливо в період бульбоутворення і в процесі відтворення. Дещо недорозвинені плоди утворюються у хворих рослині їх кількість менша.

Ступінь стійкості сортів дуже різноманітний від майже повної стійкості до майже повної сприйнятливості.

Є дикорослі види родини *Solanum*, які не уражують *Ph. Infestans* і застосовуються для міжвидових схрещень для створення нових, стійких сортів. Крім картоплі, фітофтороз уражує помідори, рідше перці, баклажани.

3.2. Шкідливість фітофторозу томатів

Згідно досліджень проведених багатьма науковцями у різних ґрунтово – кліматичних зонах України шкідливість фітофторозу залежить від наступних чинників: технології вирощування, метеорологічних умов, стійкості сорту та інші [35].

Зокрема, втрати можуть коливатися в досить широкому діапазоні та інколи може досягати 50 – 60% [35].

Неагативний вплив фітофторозу перш за все припадає на асиміляційну поверхню рослин супроводжується відмиранням всієї надземної маси. В свою чергу впливає на формування врожаю бульб. Згідно досліджень проведені нами у 2022 році в умовах фермерського господарства Бойка Дмитра Олексійовича за адресою, Кіровоградська обл втрати врожаю залежать від балу ураження надземної маси рослини. Негативна дія фітофторозу впливає на такі біометричні показники, як кількість ягід сформованих на 1 кущі, масу томатів з 1 куща тощо.(табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Вплив ураження надземної маси рослин томатів фітофторозом на уражайність томатів (сорт Колібрі, 2022 р.).

Бал ураження	Кількість ягід отриманих з одного куща	Вага ягід з одного куща, кг.	Вага однієї ягоди, г.
0	11	1,15	105,0
5	11	1,05	95,0
6	10	0,90	90,0
7	8	0,68	85,0
8	5	0,42	83,0
9	4	0,32	81,0

Як видно з таблиці 3.1 бал ураження 7, 8, 9 веде до зменшення кількості плодів, що формується в лдному кущі порівняно з контролем відповідно на 3,6 та 7 бульб. Також встановлена закономірність зменшення маси плодів томатів. Так бал 5 веде до втрати 100 г з 1 куща, бал ураження 6 веде до зниження урожаю томатів на 250 г. Бали ураження 7, 8 та 9 ведуть до зниження врожаю з 1 кущавідповідно на 470 г, 730 г та 830г.

3.3 Імунологічна оцінка культивованих сортів томатів до фітофторозу в умовах умовах фермерського господарства Бойка Дмитра Олексійовича

Одним з найбільш економічних вигідних та екологічних способів обмеження хвороб рослин є вирощування стійких сортів. Даний захист дозволяє економити мтеріально-технічні ресурси та зменшуватити пестицидне навантаження, яке для захисту від фітофторозу є досить таки суттєвим.

У виробництві існує брак сортів, що мають підвищену стійкість до фітофторозу. Це зумовлює щорічні втрати врожаю, які вимірюються (3 млрд. доларів у світовому масштабі). Тому вивчення стійкості сортів від фітофторозу є актуальним. Згідно наших досліджень проведених у дослідному господарстві умовах фермерського господарства Бойка Дмитра Олексійовича стійкість до фітофторозу характеризується таким чином: бал ураження 1 мали такі сорти: Ред Леді і Ред Скарлет; бал ураження 2- відсутні; бал ураження 3- Пікассо; бал ураження 4- відсутні; бал ураження 5- Колінда; бали ураження 6-9 відсутні (табл. 3.2).

Паралельно з вивченням стійкості сортів до фітофторозу проводились дослідження їх продуктивності (табл. 3.2).

Згідно досліджень, сорта Колібрі і Беніто, які мали бал ураження 1, а їх врожайність 351 та 600 ц/га, сорт Волове серце з 3 балом ураження з формував врожайність 500 ц/га, а сорт Айсан з балом ураження 5 – 370 ц/га.

Таблиця 3.2.

Стійкість сортів томатів до фітофторозу та їх продуктивність в умовах дослідного господарства умовах фермерського господарства Бойка Дмитра Олексійовича (2022 – 2024 рр.)

Сорти	Бал ураження.	Урожайність, ц/га
Колібрі	1	351
Волове серце	3	500
Беніто	1	600
Айсан	5	370

3.4 Технічна ефективність фунгіцидів в обмеженні розвитку фітофторозу томатів

Як видно з літературних даних та наших попередніх досліджень імунних та високостійких сортів помідор нами не виявлено. Агротехнічні та інші методи захисту не дозволяють на високому рівні контролювати розвиток хвороби. Тому виникає необхідність застосовувати хімічні або біологічні засоби захисту для обмеження розвитку фітофторозу на томатах.

В умовах дослідного фермерського господарства «Бойка Дмитра Олексійовича» з метою обмеження розвитку фітофторозу томатів застосовувалися наступні фунгіциди: Ридоміл Голд МЦ, Фітоспорин. (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Технічна ефективність фунгіцидів в обмеженні розвитку фітофторозу на сорті Колібрі (2022 – 2024 рр.)

Фунгіциди	Норма викорис - Тання	Фаза формування плодів		Урожайні сть ц/га
		Поширення хвороби , %	Розвиток хвороби, %	
Контроль		72	44,0	300
Ридоміл голд	2,5 кг/га	48	14,0	351
Фітоспорин	0,5 кг/га	57	22,0	320

Як видно з таблиці 3.3 застосування всіх фунгіцидів сприяло зниженню розвитку фітофторозу томатів в умовах дослідного господарства Фермерського господарства «Бойка Дмитра Олексійовича». найбільшу технічну ефективність ми спостерігали на варіанті де застосовувався Ридоміл Голд з нормою використання 2,5 л/га. Розвиток хвороби на цих ділянках був на 2 – 4% меншим в порівнянні з ділянками де використовувалися інші фунгіциди, та на 32 % меншим в порівнянні з контролем. Обмеження розвитку хвороби сприяло підвищенню продуктивності рослин на 20 – 51 ц/га.

3.5. Економічна ефективність застосування хімічних засобів захисту томатів від фітофторозу

Проведення хімічних заходів захисту потребує економічного обґрунтування. Для визначення економічної ефективності обприскування

рослин томатів ми використовували нормативи і розцінки дослідного господарства ФГ Бойка Дмитра Тарасовича.

Оцінка засобів захисту рослин і захисних заходів передбачає визначення їх ефекту у вигляді збереженого урожаю, поліпшення його якісних характеристик, скорочення затрат на використання технологічних операцій в процесі догляду за посівами збирання і зберігання урожаю[45].

Застосування фунгіцидів запобігає ураженню рослин збудниками хвороб, що сприяє підвищенню урожаю і поліпшенню його якості на оброблених ділянках [46].

Аналізуючи результати визначення економічної ефективності застосування фунгіцидів та біологічних засобі при захисті від фітофторозу томатів (табл.3.4), можна рекомендувати у виробництво такі препарати:

1. Фітоспорин з нормою витрати (0,5 кг/га)
2. Ридоміл Голд з нормою витрати (2,5 кг/га)

Застосування цих препаратів дало прибавку урожаю відносно контролю відповідно 20 ц/га, 51 ц/га.

Затрати на хімічний захист і збирання додаткового врожаю не перевищували вартість прибавки.

Рівень рентабельності застосування цих препаратів становив: Ридоміл Голд (2,5 кг/т) – 2016,1%, Фітоспорин (0,5 кг/га) – 1297,8%, а окупність затрат відповідно 23,1; 14 гривень, тобто на кожну вкладену гривню було отримано прибутку в 23,1; 14 рази більше.

Таблиця 3.4.

Економічна ефективність застосування фунгіцидів при захисті картоплі від фітофторозу.

Варіант досліджу	Урожайність, ц/га	Приріст урожаю, ц/га	Вартість приросту, грн./га	Додаткові витрати, грн./га			Чистий дохід, грн./га	Рівень рентабельності %	Окупність, грн.
				На використання препарату	На збір дод. Врожаю	Всього затрат			
Контроль	300	-	-	-	-	-	-	-	-
Ридоміл Голд (2,5кг/т)	351	51	14840	637,5	63,8	701,3	14138,7	2016,1	21,2
Фітоспорин 0,5 кг/га	320	20	5320	346	34,6	380,6	4939,4	1297,8	14

РОЗДІЛ 4.

4.1. Охорона праці.

Стаття 43 Конституції України говорить про право кожного громадянина нашої держави на «належні, безпечні і здорові умови праці». Закріплюються ці права і законом України «Про охорону праці».

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, технічних, організаційних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці[44].

В сучасне сільськогосподарське виробництво широко впроваджуються інтенсивні технології, високоефективні машини і механізми, зростає рівень електрифікації та хімізації, що супроводжується появою додаткових небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які негативно впливають на здоров'я й безпеку аграріїв. Поява таких факторів формує додаткові труднощі в створенні здорових та безпечних умов праці. Успішно вирішувати питання охорони праці шляхом впровадження окремих профілактичних заходів в сучасних умовах не вдається. Тільки системний підхід спроможний дати позитивний результат, а це можливо тільки за допомогою системи управління охороною праці (СУОП). СУОП встановлює єдиний порядок організації та проведення роботи з охорони праці, обов'язковий для виконання усіма керівниками, спеціалістами, службовцями та працівниками кожного підприємства [42].

Під управлінням охороною праці розуміють підготовку, прийняття та реалізацію заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці[44].

Розглянемо стан охорони праці на фермерському господарстві «Бойка Дмитра Олексійовича». Відповідальність за стан охорони праці в господарстві покладений на керівника господарства.

Працівники господарства при прийнятті на роботу і кожних кілька років в процесі роботи проходять навчання і перевірку знань згідно з вимогами типового положення (НПАОП 0.00.- 4.12.- 05). Без навчання і перевірок знань з охорони праці працівники до роботи не допускаються[42].

Як і необхідно, на всіх робочих місцях ведеться документація з охорони праці, де реєструються інструктажі (вступні, періодичні, непланові, поточні, спеціальні), заходи по запобіганню нещасних випадків на виробництві, проти захворювань на виробництві, заходи по загальному покращенню умов праці в господарстві, реєструються порушення з охорони праці. З метою своєчасного проведення захисних заходів в господарстві складений план по захисту рослин[42].

У зв'язку з тим, що господарство має невеликі розміри і в силу продуктивних особливостей в господарстві відсутня бригада і ланка по захисту рослин. Їх обов'язки виконує агроном[44].

Роботи по захисту рослин проводяться механізовано з дотриманням строків очікування після проведення тієї чи іншої хімічної обробки. Спеціаліст, який проводить роботи з хімічними препаратами щорічно проходить спеціальну підготовку і має допуск до роботи з пестицидами[44].

Перед початком сезону робіт кожного року працівники, які зайняті на цих роботах, проводять інструктажі про заходи безпеки при роботі з пестицидами, також проходять обов'язковий медичний огляд. Зберігання пестицидів і мінеральних добрив проходить у складі, що розташований біля тракторної бригади (100м) і 1 км від жилих будинків. Відділення, де зберігаються хімічні засоби захисту рослин ізольоване від мінеральних добрив перегородкою. Всі хімічні засоби захисту рослин зберігаються в паперових мішках і пластмасових

каністрах, які пронумеровані і підписані. Вентиляція складського приміщення природна – через вікна, які знаходяться на висоті 3м[42].

Журнали по техніці безпеки та надходження і витрати пестицидів на складі ведуться регулярно. Складське приміщення має пожежний щит з необхідними інструментами. Господарчі будівлі мають громовідводи[42].

На Фермерському господарстві «Бойка Дмитра Олексійовича» с. Кіндратівка, Новоархангельський району, Кіровоградська області. роботи по захисту рослин проводяться пестицидами, у відповідності з “Переліком пестицидів, дозволених на Україні”.

Перед початком робіт з хімічними препаратами населення попереджається про місце і строки обробки за допомогою оголошень та попереджувальних знаків, що встановлюються на оброблених полях. Робітники, які безпосередньо мають справу з препаратами (роботи в складі, обприскування посівів і т.п.) працюють по скороченому графіку – чотиригодинний робочий день [44].

Для виконання цих робіт працівники забезпечуються індивідуальними засобами захисту органів дихання, спецодягу, спецвзуття, засобами захисту рук. Для захисту органів дихання застосовують аерозольні фільтруючі респіратори одноразового і багаторазового використання ШБ-1, “Пелюстка-200”, “Пелюстка-40”, У2-К. Коли концентрація в повітрі шкідливих речовин перевищує межу допустимої концентрації в 5-10р застосовують респіратори РУ-60 з відповідними патронами (А, В, Г, КД). Для захисту очей використовують захисні окуляри закритого і відкритого типів [44].

До роботи з хімічними препаратами допускають осіб, які досягли 18 років, фізично здорових і які не мають алергічних реакцій [44].

Висновки

1. В умовах вегетаційного періоду 2024 року перші ознаки фітофторозу проявилися на початку другої декади червня. В цей період випали надмірні опади, вологість повітря в першій декаді становила 75-95% - такі умови були сприятливими для поширення фітофторозу на помідорах. в другій половині другої декади та в третій декаді опаді було менше та помірна температура, тому зараженість становила 40-55%
2. Згідно досліджень проведених в умовах фермерського господарства «Бойка Дмитра Олексійовича» втрати урожаю залежали від балу ураження плодів та листя. Чим більший бал ураження, тим менше вага та кількість плодів помідору. Так бал – 5 веде до втрати 150 г з куща, бал ураження 6 – до зниження урожаю на 250 г. При балі ураження 9 втрати урожаю з однієї рослини можуть сягати до 800 г.
3. Використання всіх фунгіцидів сприяло зниженню розвитку фітофторозу помідору. Найбільшу технічну ефективність можна було спостерігати при застосуванні Радоміл Голд з номою витрати 2,5 л/га. Розвиток хвороби на цих ділянках був на 8% меншим в порівнянні з ділянкою де застосовувався Фітоспорин з номою витрати 0,5 кг/га, та на 30% меншим в порівнянні з контролем. Обмеження розвитку хвороби сприяло підвищенню врожайності на 20 – 51 ц/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Богданов О.І. Сініцина Н.І. Використання погодних факторів для прогнозування розвитку фітофторозу // Респ. міжвід. мемат. наук. зб. “Захист рослин”. – 1980. – № 8. – С. 40.
2. Ваганов С.А. Біологічні особливості збудника фітофтороза томата в левобережному Лісостепу УРСР і удосконалення заходів боротьби з ним: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Харьковск. с.-х. інст. ім. В.В. Докучаєва. – Харків., 1987. – 24 с.
3. Ващишин О.А. Фітофтороз помідорів (Динаміка розвитку в західних областях України) // Захист рослин. – 1999. – №10. – С. 13–14.
4. Дудка І.А., Бурдюкова Л.І. Флора грибів України. Фітофторові та альбугові гриби // К.: Наукова думка, 1996. - 234 с.
5. Ковбасенко В.М. Застосування арахідонової кислоти на томаті // Вісник аграрної науки. – 1995. – №4. – С. 14–15.
6. Маслікова К.П. Реакція сортів томату на інокуляцію ізолятами *Phytophthora infestans*, різними за біологічними характеристиками // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2001. – №1. – С. 65–67.
7. Маслікова К.П. Визначення расового складу популяції *Phytophthora infestans* на томаті в Дніпропетровській області // Мат. міжн. конф. молодих вчених, присвяченої 185-річчю ХДАУ ім. В.В. Докучаєва “Рослина і середовище”. – Харків: ХДАУ, 2001. – С. 143–144
8. Томати: хвороби та захист: Посібник / К.П. Маслікова, М.М. Харитонов, О.М. Лазарева та ін. / Дніпропетровський державний агроуніверситет: Центр екологічних знань “Зелене Світло”. – Дніпропетровськ, 2000. – 20 с.
9. Чабан В.С., Сергієнко В.Г. Фітофтороз томатів. – К.: Світ, 2002. – 24 с.
10. Abel K., De Schmertzing H., Peterson J.I. Classification of microorganisms by analysis of chemical composition. Feasibility of utilising gas chromatography // J. Bacteriol.–1963.–Vol.85.– P.1039–1044.

11. Ainsworth C.C., Sparrow F.K., Sussman A.S. The fungi, an advanced treatise. – Vol. IVB. – New York, 1973. – P. 160–190.
12. Ainsworth J., Bisby H. Dictionary of fungus. 8-th edition. – New York-London, 1995. – 472 p.
13. Agrios G.N. Plant pathology. – USA: Academic press, 1997. – 635 p.
14. Al-Kherb S. M., Fininsa C., Shattock R. C., Shaw D. S. The inheritance of virulence of *Phytophthora infestans* to potato // Plant Pathology.–1995.–Vol.44.– P.552–562.
15. Alexopoulos C. J., Mims C. W., Blackwell M. Introductory Mycology. – New York: John Wiley and Sons, Inc., 1996. – P. 717–723.
16. Andrivon D. The origin of *Phytophthora infestans* populations present in Europe in the 1840s: a critical review of historical and scientific evidence // Plant Pathology.–1996.–Vol.45.– P.1027–1035.
17. Arie T., Namba S., Yamashita S. Biological control of Fusarium wilt of bottle gourd by mix-cropping with welsh onion or Chinesechive inoculated with *Pseudomonas gladioli* // Ann. Phytopathol. Soc. Japan, 1987.–T. 53.– # 4.– P.531–539.
18. Arsenijevic M. O bakterijama *Burkholderia solanacearum* i *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* parazitima krompira i postupcima njihovog brzog i praktičnog dokazivanja // Biljni Lekar.–1997.–Vol.25.– #5.– P.537–541.
19. Arx J.A. The genera of fungi sporulating in pure culture. – Lehre, 1970. – 288 p.
20. Azegami K. Bacterial seedling blight of rice in nursery boxes and its causal agents // Plant Protect.–1985.–Vol.39, № 9.– P.24–27.
21. Aylor D.E. Agriculture Forestry Meteorology. – 1986. – Vol. 38. – P. 263–288.
22. Baker R. Diversity in biological control // Crop Prot.–1991.–Vol.10.– P.85–94.
23. Balandreau J. A moratorium about *Burkholderia* use in the environment? / <http://ppathw3.cals.cornell.edu/Fry/index.htm>
24. Bary A. de. Sur la formation de zoospores chez quelques champignons // Ann. Sci. Nat. IY ser. Bot.–1860.–Vol.13.– P.236–251.

25. Bary A. de. Recherches sur le developpement de quelques champignons parasites // Ann. Sci. Nat. IY ser. Bot.–1863.–Vol.20.– P.5–148.
26. Bary A. de. Reearches into the nature of the potato fungus *Phytophthora infestans* // Journ. Agric. Soc.–1876.–Ser.II.–Vol.12.– P.239–272.
27. Bary A. de. Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozen und Bacterien. – Leipzig, 1884. – 558 p.
28. Berg A. Tomato late blight and its relation to late blight of potato // West Virginia Agricultural Experiment Station. – Bulletin 205. – 1926.
29. Bevivino A.; Dalmastri C.; Tabacchioni S.; Chiarini L. Efficacy of *Burkholderia cepacia* MCI 7 in disease suppression and growth promotion of maize // Biol. Fertil. Soils.–2000.–Vol.31, № 3.– P.225–231.
30. Brasier C.M. Stimulation of sex organ formation in *Phytophthora* antagonistic species of *Trichoderma*. I. The effect in vitro. // New Phytol.–1975.– Vol.74.– P.183–194.
31. Brasier C. M. Evolutionary biology of *Phytophthora*. Part I: Genetic system, sexuality and the generation of variation // Annu. Rev. Phytopathol. 1992.– Vol.30.– P.153–171.
32. Broadbent P., Baker K. F. Behaviour of *Phytophthora cinnamoni* in soils suppressive and conducive to root rot // Aust. J. Agric. Res.–1974a.–Vol.25.– P.121–137.
33. Broadbent P., Baker K. F., Waterworth Y. Bacteria and actinomycetes antagonistic to fungal root pathogens in Australian soil // Aust. J. Biol. Sci.–1971.– Vol.24.– P.925–944.
34. Bruck R.I., Fry W.E., Apple A.E. Effect of metalaxyl, an acylalanine fungicide, on developmental stages of *Phytophthora infestans* // Phytopathology.– 1980.–Vol.70.–P.597–601.
35. Bruin G.C., Edgington L.V. Induction of fungal resistance to metalaxyl by ultraviolet irradiation // Phytopathology.–1982.–Vol.72.– P.476–480.
36. Bryan I.B., Rathmell W.G. The role of lipid and nonlipid components of *Phytophthora infestans* in the elicitation of the hypersensitive response in potato tuber tissue // Physiol. Plant Pathol.–1985.–Vol.26.– P.331–355.

37. Carlisle D.J., Brown A.E., Cooke L.R. Diversity of *Phytophthora infestans* in Northern Ireland Abstr. // *Phytophthora infestans* – 150. Eur. Assoc. foe potato res., Pathology section conference. – Dublin (Ireland), 1995. – P. 359–360.
38. Carter G.A., Smith R.M., Brent K.J. Sensitivity to metalaxyl of *Phytophthora infestans* populations in potato crops in south-west England in 1980 and 1981 // *Ann. Appl. Biol.*–1982.–Vol.100.– P.433–441.
39. Castronovo A. Production de zoospores binucleados por *Phytophthora infestans* // *Rev. Agr. Agron.*–1955.–Vol.22.– P.177–183.
40. Caten C.E., Link J.L. Spontaneous variability of single isolates of *Phytophthora infestans*. I. Cultivar variation // *Can. J. Bot.*–1968.–Vol.46.– P.329–348.
41. Chang T.T., Ko W.N. Effect of metalaxyl on mating type of *Phytophthora infestans* // *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.*–1990.–Vol.56.– P.194–198.
42. Chen T.W.; Wu W.S. Biological control of carrot black rot // *.Phytopathology.*–1999. –Vol.147, # 2.– P.99–104.
43. Chiou A.L., Wu Isolation W.S. Identification and Evaluation of Bacterial Antagonists against *Botrytis elliptica* on Lily // *J. Phytopathology.*–2001.–Vol.149, # 6.– P.319.
44. Chycoski C I, Punja Z K. Characteristics of populations of *Phytophthora infestans* from potato in British Columbia and other regions of Canada during 1993 to 1995 // *Plant Dis.*–1996.–Vol.80.– P.579–589.
45. Архів ґрунтово-кліматичних показників України. Geosys [Електронний ресурс]. - URL: <https://identity.geosys-na.com/>
46. В.В. Лихочвор. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / За ред. В.В. Лихочвора, В.Ф. Перриченка. – 3-є вид., виправ., доп.-Львів: НВФ “Українські технології”, 2010. – 1088с
47. Голячук Ю. С., Лісовий М. П. Збудник фітофторозу картоплі. – Карантин і захист рослин. – К.: Колообіг, 2011 вип. 4.
48. Жеребко В. М. – Фунгіциди та препарати для протруювання насіння, дозволені до використання в Україні. Відпов за випуск докторс.-г. наук, професор В. М. Жеребко – К.: Видав. центр НУБіП України, 2012. – 68 с.

49. Колинська С. М., Шевчук О. Я., Дмитришак М. Я., Козер О. М., Демидась Г. І. Рослинництво: Підручник за редакцією О. Я. Шевчука. – К.: НАУУ, 2009, - 502с.

50. Рослинництво: Підручник. Заред.: Шевчука О.Я. -К.: НАУ, 2005, 232-248.