

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН, БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ

НУБІП України

«ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ»

завідувач кафедри
ентомології, інтегрованого захисту та
карантину рослин

НУБІП України

док. с.-г. наук, професор

М.М. Доля

2023 р.

НУБІП України

УДК 635.21:631.467

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Моніторинг та заходи фітосанітарного контролю золотистої
картопляної нематоди на картоплі»

НУБІП України

Спеціальність 202 «Захист і карантин рослин»

Виконав Керівник роботи, доктор біологічних наук	Д.І. Твердохліб А.Г. Бабич
Рецензент	

НУБІП України

НУБІП України

Київ – 2023

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Твердохлібу Дмитру Ігоровичу

1. Тема магістерської роботи «Моніторинг та заходи фітосанітарного контролю золотистої картопляної нематоди на картоплі»

керівник магістерської роботи Бабиш Анатолій Григорович, д.б.н.

затверджена наказом від

2. Термін подання студентом магістерської роботи 03.11.2023 р.

3. Вихідні дані до магістерської роботи: картопля, золотиста картопляна нематода (ЗКН), поширення, агротехнічні та хімічні заходи контролю

4. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Джерела та шляхи розселення золотистої картопляної нематоди (ЗКН)

2. Фенологія ЗКН на картоплі

3. Особливості моніторингу ЗКН у фермерських господарствах і особистих селянських господарствах

5. Біологічне очищення ґрунту від ЗКН стійкими сортами картоплі

6. Протинематодна ефективність поліфункціональних біопрепаратів

5. Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Фенологія золотистої картопляної нематоди на ранньому та середньоранньому сортах картоплі

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	д.б.н. Бабиш А.Г.		

7. Дата видачі завдання – 12.03.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської роботи	Строк виконання етапів магістерської роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою досліджень	03-04.2023р.	
2	Основні методики нематологічних досліджень	04.2023р.	
3	Експериментальна частина А. Основні шляхи поширення ЗКН Б. Фенологія ЗКН на картоплі	04-09.2023р.	
	В. Вплив на продуктивність та потенціал розмноження ЗКН на картоплі		
	Г. Протинематодна ефективність стійких до ЗКН сортів картоплі		
	Д. Технічна ефективність композиційних біопрепаратів		

Студент _____

(підпис)

Д.І. Твердохліб

Керівник магістерської роботи _____

А.Г. Бабич

РЕФЕРАТ

НУБІП України

УДК: 635.21:631.467– Твердохліб Дмитро Ігорович – Кваліфікаційна робота «Моніторинг та заходи фітосанітарного контролю золотистої картопляної нематоди на картоплі». Кафедра ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин. Київ, Національний університет біоресурсів та природокористування України, 2023 р.

70 стор. тексту, 5 розд., 7 рис., 5 табл., 55 - літературних джерел.
Рік виконання магістерської роботи: 2023.
Предмет досліджень – вдосконалення заходів контролю золотистої картопляної нематоди.

Об'єкт дослідження – шляхи і джерела розселення золотистої картопляної нематоди.
Мета і завдання досліджень – уточнити особливості поширення ЗКН та вдосконалити її моніторинг і фітосанітарний контроль.

Основні результати досліджень кваліфікаційної роботи: Досліджено основні джерела поширення ЗКН та уточнено потенційні рослини-господарі, вивчено фенологію на сортах картоплі різних груп стиглості та здійснено оцінку на нематодостійкість ряду районованих сортів, визначено технічну та економічну ефективність поліфункціональних біопрепаратів.

Практичне значення отриманих результатів – дотримання рекомендованих заходів фітосанітарного контролю в поєднанні з передпосадковою обробкою бульб біопрепаратами запобігає подальшому розселенню ЗКН та забезпечує отримання на 0,8-1,1 т/га вищого урожаю картоплі.

Методи дослідження. Польові (дослідження біологічних особливостей, джерел розселення, трофічних зв'язків, нематодостійкості районованих сортів картоплі, технічної ефективності препаратів) лабораторні

(нематологічний аналіз рослинних і ґрунтових зразків, виготовлення мікропрепаратів, визначення видового складу нематод); статистичні (визначення економічної ефективності протруйників садивного матеріалу).

Структура та обсяг магістерської роботи. Кваліфікаційна робота загальним обсягом 70 сторінок комп'ютерного тексту, включає 5 таблиць, 7

рисуноків. Основний зміст: вступ, огляд першоджерел за темою досліджень, методики проведення нематологічних досліджень, експериментальна частина, висновки та рекомендації виробництву. Список наукових праць містить 55 найменувань.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Технологія вирощування картоплі	8
1.2. Нематоди картоплі	31
2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА ОСНОВНІ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	44
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	48
3.1 Шляхи та джерела розселення золотистої картопляної нематоди	48
3.2 Особливості розвитку золотистої картопляної нематоди на різних сортах картоплі	53
3.3 Вплив золотистої картопляної нематоди на продуктивність сприйнятливих і стійких сортів картоплі	57
3.4 Технічна та економічна ефективність передпосадкової обробки бульб картоплі композиційними біопрепаратами	60
ВИСНОВКИ	64
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРА	67

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Технологія вирощування картоплі на дачах та присадибних ділянках суттєво відрізняється від методів, які використовуються фермерськими господарствами на великих площах.

Далеко не всі рекомендації агрономів-професіоналів актуальні для дачників, оскільки рівень механізації в цих двох випадках не можна порівняти.

Огородники-любители беруть не числом, а вмінням. При правильному підході на невеликій ділянці можна досягти врожайності не лише, а часто й вище, ніж у фермерських господарствах. Так, якщо середній урожай картоплі в Україні становить 150—200 ц/га, то грамотні дачники одержують 300—450 ц/га, а в окремі роки – і до 650 ц/га, не використовуючи великих доз добрив та інших хімічних речовин, завдяки чому смакові якості та безпека картоплі не викликають сумнівів. [1]

Насамперед високий результат можна досягти за рахунок застосування методик, які складно піддаються автоматизації та механізації, а також внесення в ґрунт правильної кількості органічних добрив та уважного догляду за кожним кущем. [2]

НУБІП УКРАЇНИ

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Технологія вирощування картоплі

Для отримання гарних врожаїв картоплі, необхідно неухильно дотримуватися технології вирощування культури. Підтримання ґрунту на ділянці в нормальному фітосанітарному стані – одне з найважливіших завдань картопляра, від успішного виконання якого значною мірою залежить врожайність та якість бульб і зараженість картопляними нематодами.

Підготовка ґрунту під картоплю складається з кількох видів робіт, які потрібно виконати восени чи навесні.

Вибір місця для ділянки.

Картопля добре переносить кислий ґрунт, але оптимальними для розвитку є слабокислі ґрунти (рН 5-5,5), тому на сильно-і середньокислих ділянках застосовують вапнування.

Кращий урожай картопля дає на підготовлених чорноземах, дерново-підзолистих, сірих лісових ґрунтах та окультурених торфовищах. При цьому самі бульби виходять смачнішими і містять більше крохмалю. Це особливо важливо для вирощування ранньої картоплі. Тяжкі глинисті, піщані та підзолисті ґрунти з невеликим орним шаром вимагають попереднього поліпшення. Занадто щільні ґрунти з поганим доступом повітря негативно позначаються на розвитку бульб. Нестача кисню перешкоджає нормальному розвитку кореневої системи, тому бульби деформуються. [3]

Перезволоження вкрай небажане, оскільки уповільнює ріст куща, а також сприяє розвитку бактеріальних та грибкових хвороб, у тому числі фітофторозу. Якщо ґрунтові води залягають надто близько до поверхні (безпечна відстань – 40-60 см), потрібна дренажна система.

Картопля – світлолюбна рослина, при посадці в затіненому місці проявляється недолік фотосинтезу, бадилля витягується, листя швидше жовтіє.

цвітіння слабе або відсутнє зовсім. В результаті бульби виходять дрібними, а врожайність бажає кращого.

Бульби бажано висаджувати з північного заходу на південний схід або з півночі на південь. За такої схеми кущі рівномірно висвітлюються протягом усього дня, а завдяки затіненню в рядах менше нагріваються опівдні.

Оранка

Мета осіннього і весняного (передпосівного) оранки ґрунту під картоплю – створити глибокий, пухкий, добре вентильований шар ґрунту, в якому накопичиться і збережеться достатня кількість вологи. Підживлення, полив та інші агротехнічні прийоми не можуть компенсувати нестачу кисню та надто щільний шар. [4]

Додаткові завдання оранки – знищити якнайбільше насіння рослин-бур'янів та збудників картопляних захворювань, а також перемішати добрива в ґрунті та закласти їх на достатню глибину.

Дуже важливо якісно обробити краї поля, на яких можуть спостергатися ущільнення ґрунту, особливо у дощовий сезон. Без додаткового розпушування протягом усього періоду зростання в таких місцях з'являється багато дрібних і позеленілих бульб, а врожайність нижча на 30—

40%.

При ручному оранці картоплі глибина обробітку землі дорівнює багнету лопати. Бажано видаляти коріння бур'янів, особливо пирко, і личинки шкідників – дротяника та хруща.

Внесення добрив

Дуже важливий агротехнічний прийом при постійному вирощуванні картоплі однією ділянці без сівозміни. За 3-5 років через відсутність інших рослин ґрунт виснажується і не може відновитися сам по собі, тому потрібно внесення поживних речовин. [5]

Будь-який ґрунт можна удобрювати золою, вона містить фосфор, калій, кальцій та інші потрібні картопле мікроелементи. На 100 м² площі потрібно 5-10 кг золи. Огородні та садові добрива, які продаються в пакетах

(суперфосфат, компост і гній), краще вносити під весняне оранку і закладати на глибину 12-14 см. Концентрація добрив вказана на етикетці.

Добрива під картоплю в залежності від типу ґрунту на 1 м² площі:

- важка глиниста або суглиниста - цебро перегною (торфу);

- Піщана або супіщана - цебро глинистого ґрунту;

- Торф'яна - цебро глини, компосту, гною перегною або крупнозернистого піску (річкового).

Після збирання врожаю ґрунт втрачає велику кількість корисних речовин. Щоб відновити її родючість, досвідчені овочі удобрюють виділені

для картоплі ділянки не лише безпосередньо перед посадкою, а й восени. До весни органіка встигає перепріти разом із залишками бур'янів, а мінеральні добрива частково розкладаються, утворюючи легкозасвоювані сполуки. Це особливо зручно, якщо городник планує ранню посадку молодої картоплі.

Однак потрібно враховувати, що осіннє добриво ділянки краще проводити на важких глинистих ґрунтах: із суглинистих ґрунтів поживні речовини легко вимиваються, так що велика частина праці та грошей зникає марно. Легкий ґрунт краще з осені засіяти сидератами або просто внести золу:

вона знезаражує, лужить і збагачує його калієм. Удобрюють такі ґрунти переважно навесні. [6]

Органічні добрива.

Найпопулярніші добрива для картоплі восени – гній та компост. У гною є лише один недолік: розкладаючись, він виділяє тепло, що приваблює капустян, що готуються до зимівлі. Щоб на його запах не сповзлися шкідники із сусідніх ділянок, рекомендується вносити гній пізно восени, після перших заморозків, під оранку чи перекопування. За 2-3 тижні до цього по краях ділянки обладнають пастки для капустян.

Восени дозволяється вносити в ґрунт свіжий коров'як: до травня він встигає перепріти. Кінський гній має ту ж властивість, але його зазвичай беруть для теплиць. Свинячий гній пріє довше, до півтора року, тому у свіжому вигляді його не застосовують. Надзвичайно ефективний кролячий

гній, який перепривас в середньому за 3 місяці. Його обов'язково потрібно змішувати з торфом, компостом або тирсою.

У спеціальній літературі трапляються величезні норми добрива ділянки гноєм: до 300-400 кг на сотку. Такі дози потрібні тільки для ґрунтів, що значною мірою втратили родючість. Передбачається, що ділянку удобрюватимуть один раз на 2—4 роки. Якщо ж цю процедуру проводити щороку, потрібно буде значно менше добрив. Вважається, що краще грохи «недогодувати» картоплю, ніж «перегодувати»: від надлишку поживних сполук у бульбах утворюються тріщини чи внутрішні порожнечі. [7]

Гній корисно змішувати з компостом у пропорції 1:1 чи 1:2. Виняток - кролячий гній, на відро якого знадобиться 5-8 відер компосту або 4 відра торфу.

Норми внесення гною на сотку (залежно від родючості та виснаження ґрунту):

- коров'ячок - 50-100 кг;
- кіньський - 40-80 кг;
- кролячий - 4-8 кг.

Важливо пам'ятати: якщо ґрунт заражений картопляною нематодою, органіку для добрива краще не застосовувати.

Мінеральні добрива.

«Осінь» з мінеральних добрив – хлористий калій. При внесенні в ґрунт у період вегетації хлор здатний уповільнювати розвиток рослин.

Зате восени ця речовина знезаражує ґрунт, а потім частково вимивається, завдяки чому на момент посадки його концентрація не перевищує норми.

Вибираючи осінні добрива під картоплю, слід віддавати перевагу тим, які повільніше розчиняються. Так, нітроамофоска розчиняється повільніше, ніж нітрофоска. Тому нітроамофоску (азофоску) краще вносити восени, а нітрофоску – навесні.

З азотних добрив восени також використовують сечовину (карбамід), вона добре поєднується з калієм. [8]

Добрива, що містять аміак, відразу після внесення закладають у ґрунт на глибину 3-4 см, інакше аміак частково випаровується. Азотні добрива бажано використовувати відразу після збирання врожаю, поки погода відносно тепла, оскільки при низьких температурах азот може утворювати шкідливі сполуки.

Часто восени вносять фосфорні добрива – суперфосфат (простий чи подвійний), фосфоритне борошно. Фосфор довго не вимивається із ґрунту.

Норми внесення мінеральних добрив (на одну сотку):

- Простий суперфосфат - до 2 кг;
- сульфат калію – до 2 кг;
- хлористий калій – 1,5-2 кг;
- Сечовина - 1,5-2 кг;
- Нітроамофоска - 3-4 кг.

Варіанти комбінування мінеральних добрив:

- суперфосфат та сульфат калію;
- суперфосфат та хлористий калій;
- сечовина та сульфат калію;
- сечовина та хлористий калій.

Правила поєднання добрив

Азотні добрива погано поєднуються із золою, вапном, доломітовим борошном. Зола нейтралізує дію азоту, в тому числі і міститься в гною. Не можна одночасно із золою

вносити фосфорні добрива. у разі висока ймовірність утворення нерозчинних фосфорних добрив. Забороняється змішувати сечовину та суперфосфат.

Гній - криниця мікроелементів, але найбільше в ньому азоту. Щоб харчування картоплі було збалансованим, при використанні органічних добрив норми мінеральних азотних потрібно скоротити, а краще застосовувати тільки фосфорні та калійні.

На сотку потрібно 3-7 кг золи. Якщо планують добриво органікою, золу вносять на 1-2 місяці раніше. Якщо застосовують мінеральні азотні добрива, то внесення золи переносять на пізню осінь або весну. Щеля добрива ділянки суперфосфатом лужити ґрунт золою краще навесні. [9]

Заклавши в ґрунт мінеральні добрива, можна висадити сидерати, наприклад: жито чи білу гірчицю. Завдяки цьому на ділянці буде менше бур'янів, а зелена маса стане додатковим органічним добривом.

Посадка сидератів

Проблему відновлення родючості ґрунту можна вирішити двома шляхами: внесенням добрив або вирощуванням спеціальних рослин-сидератів, які ще називають «зеленими добривами».

Сидерати — це технічні однорічні рослини з добре розвинутою мочкуватою кореневою системою, які висаджують на ділянці з метою покращити якість ґрунту, наситити його.

необхідними — основний культури мікроелементами і вологою, захистити від деяких видів бур'янів і шкідників.

Переваги сидератів:

- на бідних ґрунтах підвищують урожайність на 30-50%;
- Замінюють хімічні добрива, не залишаючи шкідливих речовин;
- зберігають вологу, захищаючи ґрунт від пересихання;
- борються з деякими шкідниками коренеплодів та бур'янами;
- знижують кислотність ґрунту;
- Розпушують твердий ґрунт.

Кращими сидератами для картоплі є бобові культури, що містять багато азоту і фосфору: горох, люцерна, буркун, люпин. Дещо гірше підходять пшениця, овес, жито, гірчиця, ріпак, суріпка та фацелія, зате ці культури ефективніші проти шкідників. [10]

Загальні поради:

Всі рослини-сидерати чудово поєднуються з гноєм, цією межеживістю краще не нехтувати, максимально удобрюючи ґрунт.

- Висаджувати на одній сотні 0,8-1,5 кг насіння. Найменша кількість не дасть результату, а більша – зеленої маси буде надто багато, замість перегнивання вона почне киснути.

- Щороку чергувати сидерати. Якщо цього року використовувався горох, наступного краще посадити суріпку, овес чи щось інше.

- Сидерати не можна висаджувати до та після споріднених рослин.

- Бажано поливати молоді пагони.

- Важливо не дати сидератам зацвісти. Якщо з'явилися бутони, рослини негайно скошують і заривають у ґрунт.

Залежно від сезону існує два методи посіву – осінній (переважний) та весняний. При осінньому посіві сидерати висаджують після картоплі за 30-60 днів до настання заморозків (кінець серпня чи початок вересня). Насіння розсипають ділянкою, потім прикривають тонким шаром компосту.

Альтернативний варіант - висадити сидерат у борозенки глибиною 2-4 см. На зиму рослини залишаються на городі, вони не встигнуть зацвісти і під шаром снігу добре перегниють. Їх заривають на глибину орного шару. [11]

Навесні насіння сидератів вносять у ґрунт, як тільки відтанув сніг і ґрунт трохи прогрівся. За 16-20 днів до посадки картоплі рослини зрізають, а зелень закладають у ґрунт на глибину 6-12 см, щоб вона встигла перегнити. Для сильно виснажених ділянок весняний та осінній методи можна комбінувати.

Вибираючи сидерат, потрібно враховувати ряд технологічних моментів:

- Популярний сидерат із родини хрестоцвітих – гірчиця (біла та чорна).

Її висівають після збирання врожаю картоплі, а навесні ділянку перекопують.

Коренева система рослини виділяє речовини, що вбивають патогенні грибки (збудників фітофторозу, різоктоніозу, парші), а нижня зелень швидко перегниває. Відразу після гірчиці інші рослини сімейства хрестоцвітих садити не можна.

- Бобові як сидерати можна сіяти навесні або восени, після збирання врожаю. Якщо немає пасіки та квітки не потрібні, стебла скошують через 6-8 тижнів після посіву.

– Універсальний сидерат – фацелія. Вона швидко росте, рясно цвіте, заглушує бур'яни, а виділення її кореневої системи зменшують кислотність ґрунту. Фацелія – один із найкращих сидератів для картоплі.

– Популярні сидерати зі злакових – жито та овес. Молоді паростки містять багато корисних елементів. Коріння жита виділяють речовини, згубні для патогенних грибків.

Жито і овес сіють під зиму, а навесні скошують або просто перекопують ділянку, закладаючи в ґрунт молоді паростки.

– Щоб перегній був поживнішим, змішують жито, овес і віку приблизно в рівних пропорціях [12]

Картопля у сівозміні

Цілина – найкращий ґрунт для картоплі, але в більшості випадків доводиться чергувати різні культури або навіть вирощувати картоплю на одному місці рік у рік.

Якщо картопля багато років поспіль вирощувати на тому самому місці, в ґрунті накопичаються патогенні мікроорганізми і розмножуються комахи-шкідники. Навіть при заміні сорту бульби швидко дрібнітимуть, втрачатимуть імунітет, врожайність катастрофічно знизиться. Тому необхідно

дотримуватися правил чергування рослин. Але далеко не байдуже, що садити після картоплі: не всі культури однаково добре почуваться на грядках, де він ріс у попередньому році. Складаючи план сівозміни, необхідно враховувати індивідуальні особливості різних культур.

Бобові

Картопля витягує з ґрунту велику кількість азоту, калію та фосфору. Всі рослини з сімейства бобових засвоюють азот із повітря і накопичують у бульбах, тим самим повертаючи ґрунті родючість. Їх коріння розпушує і дренує ґрунт.

Коротка характеристика бобових:

– квасоля – висівають як основну культуру;

– горох – використовують як основну культуру та як сидерат;

НУВІП УКРАЇНИ
- боби – основна культура, сидерат;
- конюшина - медонос, сидерат, також вирощується на корм худобі, відзначається найбільшим вмістом азоту з усіх бобових;

- буркун - медонос, сидерат, застосовується для боротьби з дротяником і нематодою;

НУВІП УКРАЇНИ
- Віка - медонос, сидерат, дуже швидко росте;
- люпин – сидерат. Білий люпин – медонос, синій – багатий на алкалоїди, що знезаражують ґрунт після епідемії парші;

- еспарцет – медонос, сидерат, що росте на кам'янистих ґрунтах;

НУВІП УКРАЇНИ
- люцерна – сидерат, медонос.

На ділянках з дуже виснаженим, зараженим нематодами або патогенними грибками ґрунтом рекомендується висіяти бобові як основну культуру. За поживністю компост із віки, скошеної з однієї сотки, еквівалентний 100 кг гною. [13]

НУВІП УКРАЇНИ
Хрестоцвітні
На наступний рік після картоплі добре ростуть редька, редис, ріпа, бруква та хрін.

Але з урожаєм капусти (особливо білокачанної) можливі проблеми. Для нормального розвитку їй потрібно багато азоту, калію та фосфору, тобто тих же мікроелементів, що й картоплі. Навіть посилені підживлення не завжди рятують становище. Тому капусту після картоплі садять, тільки якщо город дуже малий та іншого місця немає. Щоб максимально убезпечити капусту від ризоктоніозу та інших захворювань картоплі, має сенс восени посіяти конюшину, жито або фацелію.

НУВІП УКРАЇНИ
Гарбузові

Кабачки та патисони – найвитриваліші представники сімейства гарбузових, вони на колишніх картопляних грядках дають багаті врожаї.

НУВІП УКРАЇНИ
Огірки, навіпаки, нощні та сприйнятливі до ризоктоніозу. Їх краще садити після бобових.

Незатишно почуваються після картоплі та гарбуза. Вони потребують великих доз мікроелементів, здатні заразитися різктоніозом. Тут правило те саме, що і для капусти: потрібно садити гарбузи після сидерату (жита чи фацелії). [14]

Інші культури

Після картоплі добре ростуть цибуля та часник (ярова та озима). Дозволяється сіяти кукурудзу, петрушку, буряк, селера та пастернак. Салат, шпинат і руколо можна висівати як навесні, так і в кінці літа, після викопування ранньої картоплі. Молоді листочки зелених овочів йдуть у їжу, а стебла служать добривом. Щоб рослини не розмножилися, їх скошують до утворення насіння. Рослини, які не можна садити після картоплі. У жодному разі не можна садити після картоплі рослини сімейства пасльонових (вони сприйнятливі до всіх її хвороб):

- томати;
- Баклажани;
- Різні види перців;
- Тютюн.

Також агрономи забороняють садити після картоплі:

- полуниця і суніці, оскільки вони вразливі перед доттяником та капустяною;
- Соняшник, щоб він не заразився фітофторозом.

Один із головних принципів органічного землеробства: земля не повинна пустувати.

Правильно чергуючи основні культури та сидерати, можна досягти багатих урожаїв, звівши до мінімуму використання мінеральних добрив та пестицидів.

Беззмінний обробіток картоплі

Якщо город занадто малий, існує можливість висаджувати картоплю на тому самому місці без зниження врожайності. І тут чергуються лише сорти

картоплі, залежно від термінів дозрівання. Також дуже важливо правильно підібрати рослини-сидерати, які будуть включені у сівозміну після картоплі.

Картопляне поле слід розділити на чотири частини. На першій ділянці висаджують бульби середньостиглих або середньопізніх сортів. Після збирання поле перекопують або орють, потім засівають крес-салатом. Ця рослина сходить дуже швидко, через кілька днів після сівби, і до заморозків все поле буде покрите справжнім зеленим килимом. Протягом двох тижнів салат здатний вирости до 7 см. Перед заморозками рослину можна зрізати, до весни із зеленого листя утворюється перегній. [15]

На другому полі з осені висівають овес та жито. Навесні озимі заорюють, а поверх саджають середньоранній сорт картоплі.

На третьому полі садять ранню картоплю, що визріває протягом 70-80 днів. Восени на ділянці висівають жито та віку волохату. Навесні рослини слід заорати, але зробити це потрібно якомога пізніше: наприкінці травня – на початку червня. Якщо ж у господарстві є свійські тварини, то зелену масу доцільно використовувати як корм. У цьому випадку заорюють лише стерню, що залишилася. Крім того, що жито – хороший сидерат для картоплі, її коріння виділяють у ґрунт речовини, що відлякують нематоду.

На четвертому полі також садять ранню картоплю. Весною, відразу після танення снігу, на ділянці сіють ранній горох. На момент посадки картоплі вже можна буде зібрати та законсервувати врожай молодого зеленого горошку. Стебла рослини послужать мульчею та добривом для картоплі. Азот, що міститься в бульбах на корінні гороху, відлякує колорадського жука, а також золотисту та білу картопляну нематоду. Після збору врожаю, у середині серпня, на полі висівають гірчицю білу або олійну редьку. Коли температура повітря опуститься до +5 ° C, сидерат запахнуть, готуючи родючий ґрунт на наступний рік.

Щороку культури на полях змінюють по колу. Суть технології – ґрунт не повинен пустувати: після картоплі одразу висівається сидерат, після сидерату – картопля. [16]

Хороші та погані сусіди картоплі по грядці

У кожної рослини свої особливості розвитку. Виділення листя і коріння здатні або гальмувати розвиток сусідньої культури, або, навпаки, захищати її від шкідників та хвороб, сприяти зростанню, покращувати смакові якості.

Вирішуючи, що садити поряд з картоплею, необхідно враховувати позитивний та негативний вплив рослин одна на одну.

Пасльонові

Садити картоплю поряд з іншими рослинами з сімейства пасльонових не можна: у них одні хвороби та шкідники. Помідори, баклажани та перці, що ростуть по сусідству з картоплею, автоматично наражаються на небезпеку бути з'їденими колорадськими жуками або загинути від фітофторозу. Проблема ще й у тому, що якщо інші пасльонові обприскувати пестицидами в тій же концентрації, що і бадилля картоплі, їх плоди накопичать надто великі дози отруйних речовин. [17]

Якщо ділянку дуже мала і окремого місця для томатів або баклажанів не знайти, рекомендується відокремити їх від картопляної плантації – смужкою календули або чорнобривців (вони відлякують колорадського жука) і «завісою» з 2-3 рядів високих рослин: стручкової квасолі, бобів, кукурудзи.

Бобові

Кращі сусіди картоплі на грядці – рослини сімейства бобових, на кореневій системі яких живуть бактерії, що збагачують ґрунт азотом. Запах коріння бобових відлякує колорадського жука та дротяника. Але у кожної рослини з цієї родини – свої «відносини» з картоплею.

- Кушова квасоля з усіх бобових найкраще поєднується з картоплею. Її можна садити не лише поряд з картопляною плантацією, а й у міжряддях.

- Боби для розвитку вимагають великої кількості корисних речовин і у боротьбі за них виявляються сильнішими за картоплю, що позначається і на розмірі, і на смакових якостях бульб. Тому боби корисно висівати лише по краю картопляної плантації, але не в міжряддях. [18]

– Горох деякі агрономи взагалі не рекомендують сіяти поряд із картопляними грядками. Проблема криється виключно в агротехнологіях. Дозрівання гороху за термінами збігається з обробкою картоплі пестицидами

від колорадського жука. Якщо при вирощуванні коренеплодів застосовують лише органічні методи і зі шкідниками борються без застосування хімічних препаратів, то сусідство двох культур є цілком допустимим. Ряди гороху слід розташовувати з півночі на південь таким чином, щоб вони не затіняли бадилля картоплі. [19]

– Стручкова квасоля – дозволяється сіяти по краю картопляної плантації.

Гарбузові

Спільне лихо картоплі та рослин із сімейства гарбузових – фітофтороз. Особливо схильні до нього огірки. Тому в літературі зустрічаються категоричні заборони на посадку біля картоплі огірків та гарбузів.

На практиці огірки можна садити біля картоплі, але лише у міні-парнику.

На грядці встановлюють дерев'яні чи металеві дуги, зверху натягують плівку. У суху погоду плівку знімають, даючи огіркам доступ до повітря та сонячного світла. Але на ніч рослини обов'язково вкривають, захищаючи листя від роси.

Також не можна допускати, щоб під час обприскування картоплі на огірки потрапили пестициди.

Менш уразливі кабачки та патисони, їм парник не потрібний. Що стосується гарбуза, потрібно постійно поправляти його батоги, заважаючи їм наблизитися впритул до картопляного бадилля.

Коли почнуть наливатися гарбуза, краще виключити їхній контакт із землею, підклавши під них дощечки. [20]

Хрестоцвітні

Картопля добре поєднується з усіма видами капусти. Грядки з цими культурами можна розміщувати поруч, але не рекомендується слідувати порадам висаджувати капусту в картопляних міжряддях: капусті потрібно багато світла, а бадилля картоплі їй затіняє. У загущених посадках капуста і картопля хворіють на чорну ніжку.

Також дозволяється садити картоплю з іншими овочами сімейства хрестоцвітних: редькою, редькою. Для економії місця редис висівають ранньою весною посередині здвоєних картопляних грядок. У травні картоплю висаджують по краях, а редис незабаром викопують. Якщо міжряддя широкі (1 м і більше), допускається посів у них редьки.

Гірчиця – один із найкращих сидератів, виділення її коренів знезаражують ґрунт. Рослину висівають у міжряддях, але повністю зрізають, коли пагони по висоті зрівняються з картоплею. Коріння гірчиці залишається в землі, розкладається і служить додатковим добривом. [21]

Інші коренеплоди
Морква і картопля один одному рости не заважають, так що можуть бути сусідами (але моркву не можна сіяти в картопляних міжряддях). Нейтральні відносини у картоплі та з буряком.

Відверті вороги картоплі - селера (кореневий і черешковий) і петрушка. Якщо грядки з ними розташувати поблизу картопляних, то не дочекається хорошого врожаю.

Цибуля та часник

Цибуля та часник виділяють фітонциди, що відлякують шкідників.

Рослини садять як по сусідству з картоплею, і у міжряддях.

Зелені овочі

Картопля добре поєднується з кропом, салатом, шпинатом. Їх дозволяється висівати як поблизу, і у міжряддях. [22]

Кукурудза

Кукурудзу корисно сіяти по краю картопляного поля, але так, щоб вона не затіняла бадилля. При посадці кукурудзи в міжряддях необхідно дотримуватись умов:

- Напрямок грядок - суворо з півночі на південь (інакше картопляне бадилля, затінена кукурудзою, почне витягуватися);
- Ширина міжрядь не менше 1 м;
- Відстань між рослинами кукурудзи не менше 1 м.

Соняшник

Соняшник, що росте по межі картопляного поля, – звичайний сільський краєвид. Однак багато городників вважають ці культури несумісними. Справа в тому, що соняшнику потрібно багато корисних речовин. Щоб картопляні бульби не вирости розміром з горошину, ґрунт повинен бути добре добрив органікою. Соняшник не можна висівати у міжряддях. Грядку з соняшниками розміщують із півночі на південь, так щоб вони не затіняли картопляне бадилля (відстань між соняшниками не менше 1 м).

Дерева та чагарники

Якщо під яблунею росте картопля, урожай яблук буде меншим, а смак – гіршим. Розбиваючи грядки під картоплю, краще обминати вишню, чорноплідну горобину, малину, обліпиху і виноград.

Класифікація сортів картоплі

На цей час селекціонери вивели близько 4 тис. сортів картоплі, і ця робота триває. Опис більш ніж 300 найпопулярніших в Україні сортів можна знайти в каталозі сортів картоплі на сайті. [23]

Насамперед враховують три характеристики: призначення (мета вирощування), колір шкірки та м'якоти, термін дозрівання.

Також усі сорти картоплі умовно поділяються на дві великі групи:

– вітчизняні (зазвичай включають не лише російські, а й білоруські та українські);

– імпорتنі (найчастіше голландські, рідше – німецькі сорти).

Більшість території України перебуває у зоні ризикованого землеробства. Тому може статися так, що розрекламований голландський сорт дасть урожай гірший за вітчизняний, але призначений для конкретного регіону. Із сортів іноземної селекції доцільно обирати лише ті, що внесені до Державного реєстру сортів, допущених до використання у конкретному регіоні.

За призначенням

Залежно від цілей вирощування сорту картоплі бувають:

– їдальні – трохи більше 18% крохмалю (іноді до 20%). Картоплю цих сортів використовують у їжу. Бульби дуже смачні, містять багато вітаміну С, бета-каротину та інших корисних речовин;

– технічні – призначені для виробництва крохмалю та спирту. У такій картоплі понад 16% крохмалю та мало білків;

– кормові – з великим вмістом крохмалю та білка, тобто речовин, що сприяють якнайшвидшому зростанню свійських тварин, але смак їх помітно гірший;

- Універсальні - бульби приємні на смак, містять від 16 до 18% крохмалю, багато вітамінів і мікроелементів.

Існує чотири категорії столових сортів (кулінарного типу):

– А – картопля для салатів та окрошок. Бульби не розварюються, м'якоть щільна та водяниста, борошністість відсутня.

– В – картопля, призначена для варіння (ідеальна для супів) та підсмажування.

Бульби з помірно щільною та водянистою, трохи борошністою м'якоттю, розварюються дуже слабо.

– С – картопля, що добре розварюється, яку зазвичай подають до столу цілим, у вигляді пюре або підсмаженим. Консистенція бульб м'яка, м'якуш помірно борошністий і злегка водянистий.

– D – картопля, що дуже сильно розварюється. Використовується для запікання та приготування пюре, для смаження не підходить. Консистенція бульб м'яка, м'якоть борошніста і водяниста. [24]

За кольором шкірки та м'якоті

Залежно від сорту м'якоть картоплі може бути білою або жовтою, шкірка – білою, жовтою, червоною або фіолетовою. Жовтий колір м'якоті свідчить про високий вміст у бульбах бета-каротину. Червоний колір шкірки

надають антоціани – речовини-біофлавоноїди, які мають антиоксидантну дію та зміцнюють стінки судин. Чим темніша шкірка бульби, тим більше в ньому

антоціанів. Саме тому з лікувальною метою рекомендують використовувати сік рожевої картоплі.

Останнім часом селекціонери працюють над виведенням сортів картоплі з червоною та фіолетовою м'якоттю. Високий вміст антоціанів робить таку картоплю незамінним дієтичним продуктом, особливо для людей із захворюваннями серцево-судинної системи. [25]

За термінами дозрівання

Терміном дозрівання картоплі називається проміжок часу від появи перших сходів доти, коли можна збирати врожай.

За термінами дозрівання сорту картоплі класифікують так:

- Надранні, термін дозрівання - 35-50 днів;

- Ранні - 50-65 днів;

- Середньоранні - 65-80 днів;

- середньостиглі - 80-95 днів;

- Середньопізні - 95-110 днів;

- Пізні - 110-120 і більше днів.

На одній ділянці бажано садити картоплю кількох сортів із різними термінами дозрівання. Завдяки тому, що фази вегетації рослин різних сортів не збігаються, кущі менш схильні до фітофторозу та інших захворювань.

Вибір та купівля посадкового матеріалу

Кожні 4-6 років сорт картоплі на ділянці необхідно оновлювати, інакше культура виродиться і зусилля, витрачені на її вирощування, перестануть окупатися через серйозне зменшення врожайності. У спеціалізованих магазинах зараз продаються не тільки призначені для посадки бульби, а й біологічне насіння, а також меристемні рослини, отримані в лабораторних умовах з особливої тканини материнської рослини. Однак вирощування картоплі з біологічного насіння та меристемної розсади потребує багато часу та терпіння. Більшості городників простіше та зручніше купити бульби.

Зазвичай для посадки відбирають бульби завбільшки з куряче яйце, вагою 50-90 г. [26]

Але перша дрібниця, куплена на ринку, на насіння не годиться: невідомо, в яких умовах вона вирощена і чи не вражена хворобою.

Як вибрати картопля для посадки

Насінневу картоплю купують за місяць до посадки. Необхідно звернути увагу на такі фактори:

- Районування сорту. Якщо картопля дає чудові врожаї в південних регіонах, це не означає, що вона так само добре плодоноситиме в північних. Універсальні сорти трапляються рідко.

- Терміни дозрівання. Для Полісся не підходять пізні сорти, проте вони визрівають у Лісостепі. Якщо городник планує все літо харчуватися власною картоплею, а потім заpastись нею на зиму, є сенс придбати кілька сортів з різними термінами дозрівання. [27]

- Типи ґрунтів, кращі для даного сорту. Наприклад, сорт Адретта погано росте на глинистих ґрунтах.

- Якість бульби. Вони повинні бути твердими, приблизно однаковими за формою та вагою, без ушкоджень, гнилі та ознак ураження захворюваннями або шкідниками.

Потрібно придивитися, чи немає на шкірці цяток різоктоніозу. Не можна купувати мляві, зморщені картоплини.

• Кількість вічок. Чим їх більше, тим краще.

• Відсутність паростків. Не рекомендується купувати пророслу картоплю, тому що при транспортуванні пагони зламуються. Не можна купувати бульби із заздалегідь обламаними паростками: урожайність через це значно знизиться.

– Урожайність. За інших рівних умов одні сорти врожайніші за інші.

– Стійкість до погодних умов, в основному до посухи та високих температур у період вегетації.

- Стійкість до хвороб та шкідників. Найчастіше у сортів вітчизняної селекції вища опірність до захворювань, а в імпортерних – до ураження картопляною нематодою. [28]

– Відсутність карантинних захворювань у місцевості, де вирощена картопля.

– Смакові якості, кількість крохмалю, каротину (його більше у сортах із жовтою м'якоттю), розваристість.

– Здатність зберігатися до весни (лежкість).

– Найявність сертифіката відповідності чи свідчення.

Обробка бульб перед посадкою

Обробка картоплі до посадки – один із способів підвищення врожайності, що застосовується не лише фермерськими господарствами, а й

дачниками-аматорами. Цей метод має як переваги, так і недоліки, що стосуються перенасичення картоплі хімічними речовинами [29]

Передпосадкова обробка бульб вирішує такі завдання:

1. Знезараження. Захищає картоплю від грибкових та бактеріальних захворювань, знижує активність шкідників. Процедуру виконують перед пророщуванням або за кілька днів до посадки. У ньому випадку спеціальні препарати, наприклад «Фітоспорин», можна замінити на народні засоби, які легко приготувати в домашніх умовах.

Обробка картоплі марганцівкою: пророщені бульби залити розчином (1 г марганцівки на 1 л води) і витримати 20-30 хвилин. Додатково мокрі бульби можна обваляти у деревній золі. Після висихання насіннєвий матеріал готовий до посадки.

Знезараження мідним купоросом:

- Вода - 10 л;

– мідний купорос – 1 сірникова коробка;

– марганцівка – 1 р.

Застосування: зробити розчин у неметалевому посуді (у скляному, дерев'яному або емальованому), замочити бульби на 1-2 хвилини перед посадкою (переважний метод) або обприскати в поліетиленовій плівці. Перед висаджуванням просушити. Через 2-3 дні після обробки можна додатково використовувати стимулятори зростання. [30]

Обробка картоплі золою. Крім знезараження, насичує бульбу калієм.

Склад:

- Деревна зола - 1 кг;

- Вода - 10 л.

Застосування: картопля занурити у розчин золи у сітці чи кошику. Перед посадкою просушити. Альтернативний метод – обробити ґрунт, всипаючи в одну ямку по 2 ст. л. золи.

Обробка сумішшю добрив проводиться перед пророщуванням.

Склад:

- сечовина - 40 г;

- суперфосфат - 60 г;

- борна кислота - 10 г;

- Мідний купорос - 5 г;

- Марганцівка - 1 г;

- Гаряча вода (70-80 °С) - 10 л.

Змішати всі компоненти в емальованій ємності, після остигання до кімнатної температури опустити бульби, витримати 20-30 хвилин, вийняти.

Картопля готова до пророщування. [31]

2. Стимуляція зростання. Проникнувши в тьмяну клітину, вчені виявили, що рослинами можна буквально "керувати зсередини". Виявилось, що в картоплі є гормони, які відповідають за ріст і поділ клітин, інтенсивність цвітіння та бульбоутворення. Посуха, похолодання або хвороба змушують рослину зазнати справжнього стресу, через що сповільнюється його розвиток.

Проте спеціальні препарати – стимулятори росту картоплі допомагають кущу подолати наслідки складної ситуації, а разом і підвищити його стійкість до комах-паразитів та патогенних мікроорганізмів.

"Епін" - класичний адаптоген, що мобілізує імунну систему картоплі.

Оброблена цим препаратом рослина здатна успішно пережити заморозки до -5 °С і дати хороший врожай. Засіб безпечний для бджіл та риб (у разі потрапляння з дощовою водою у водоймища). «Епін» не просто прискорює

зростання картоплі – кущі стають пишнішими і густими, а коренева система більш потужною. Через те, що збільшується сумарна площа поверхні листя, бульби отримують набагато більше продуктів фотосинтезу та ростуть швидше. [32]

Засіб сприяє виведенню з бульб важких металів, пестицидів, радіонуклідів, нітратів та інших токсинів. Урожайність картоплі підвищується на 50%, бульби дозрівають на два тижні раніше за термін, а зберігаються взимку набагато краще.

Одну ампулу (0,25 мл) препарату розчиняють у 400 мл води та обприскують насіннєвий матеріал картоплі за добу до посадки. Ампула "Епіна" розрахована на обприскування 200 бульб. Для обприскування 2-2,5 соток дорослих рослин вміст ампули препарату розчиняють у 5 л води.

Основна перевага засобу – у його універсальності. Якщо виділена під картопля ділянка менше двох соток, можна обробити залишками розчину грядки баклажанів або томатів. Після посадки рекомендується раз на місяць обприскувати "Епіном" кущі картоплі.

Усі нарікання на препарат пов'язані з його неналежним зберіганням та використанням. Епін псується на світлі, тому зберігати його потрібно в прохолодному темному місці. Препарат втрачає свої властивості у лужному середовищі, через що розбавляти його можна лише вип'яченою водою кімнатної температури. [33]

"Потейтін" - один з найвідоміших і перевірених стимуляторів зростання для картоплі перед посадкою. Препарат не тільки підвищує стійкість бульб до змін погоди, а й чинить фунгіцидну дію. Завдяки цьому засобу скоди з'являються на 5-6 днів раніше, стебла картоплі стають потужнішими, легше переносять ушкодження, завдані колорадським жуком. Оброблені препаратом рослини менше хворіють на фітофтороз. Засіб підвищує врожайність картоплі загалом на 16–24%.

В упаковці – три ампули «Потейтіна» по 1 мл. Вміст однієї ампули розводять у 750 мл води. Цього розчину достатньо, щоб обприскати 60 кг

бульб. Обприскування можна провести перед закладкою бульб на зберігання, перед яровизацією або посадкою.

Перед цвітінням рослини ще раз обприскують "Потейтином" (можна у поєднанні з фунгіцидом або засобом проти колорадського жука). Для обприскування однієї сотки картопляного поля необхідно 1 мл препарату розвести в 10 л води.

"Біоглобін" - препарат нового покоління. Його синтезували із клітин плаценти ссавців. Препарат насичений білками, що викликають короткочасне подвоєння швидкості поділу клітин. Його дія триває лише добу, але за цей час

клітини картоплі встигають поділитися не один раз, а два. В результаті коренева система куща збільшується вчетверо. Якщо застосовувати препарат згідно з інструкцією, урожай картоплі збільшиться вдвічі. [34]

Препарат є суспензією, розфасованою у флакони по 50 мл.

За 30 днів до посадки рекомендується 5-10 г препарату (1-2 ч. л.)

Розвести в 10 л води і на 30 хвилин замочити в цьому розчині бульби картоплі, відібрані на насіння. Після цього картопля яровизується. «Біоглобін» є сумісний із марганцівкою та іншими препаратами для протруювання бульб.

В результаті обробки «Біоглобіном» у бульби прокидається набагато більше сходи, а посаджена картопля дає сходи не через 21 день, а через тиждень. Коли паростки витягнуть у висоту на 2-3 см, їх слід обприскати розчином «Біоглобіну», а через добу після цього – засипати землею. Ця операція призведе до збільшення числа столонів – відростків, у яких утворюються бульби.

Кущі необхідно обприскати ще раз через три тижні після нових сходів («Біоглобін» можна поєднувати з фунгіцидами та препаратами для позакореневого підживлення). Через три тижні, наприкінці цвітіння, проводиться наступне обприскування, поєднане із позакореним підживленням. [35]

Єдиний недолік препарату – необхідність кількох обприскувань, проте компенсується подвоєнням врожаю.

3. Захист від шкідників. Обробка картоплі перед посадкою від колорадського жука, дотяника, капустянки, совки, хруща та інших шкідників проводиться спеціальними інсектофунгіцидними препаратами, наприклад: «Престиж», «Актора», «Максим», «Шедевр», «Матадор» та ін.

Для обробки бульби викладають на розстелену по землі плівку, потім розводять відповідно до інструкції вибраний засіб і розбризкують його картоплею розпилювачем.

Усі бульби мають змочитися. Далі картопля струшують у плівці, щоб він обробився з усіх боків. Принцип дії – при проростанні засіб вбирається у бачилля та листя з бульби, захищаючи кущ від шкідників. Через деякий час активні речовини розкладаються без залишку і не потрапляють у молоді бульби (теоретично).

Саме до інсектофунгіцидних препаратів найбільше питань щодо екологічної безпеки. Наприклад, отрута найпопулярнішого засобу «Престиж» розпадається у ґрунті лише через 40–60 днів після появи сходів. Обробка «Престижем» підходить для середньопізніх та пізніх сортів. [36]

1.2. Нематоди картоплі

Картопля належить до найважливіших продовольчих культур. Вони є основним джерелом вуглеводів і забезпечують більше калорій, білків і мінералів, ніж будь-яка інша основна культура. Збільшення глобального споживання картоплі, стимульоване зростанням населення та посиленням урбанізації, спричинило сплеск виробництва картоплі (Birch та ін., 2012). Проте виробництво все ще зазнає негативного впливу шкідників і патогенів, включаючи картопляні цистоподібні нематоди (ЗКН або англ. PCN) *Globodera rostochiensis* і *G. pallida*. Хоча ці види можуть інфікувати численні види *Solanum*, з економічної точки зору вони в основному є паразитами картоплі (Whitehead, 1985). [37]

Картопляні цистоутворюючі нематоди походять з Південної Америки, де вони еволюціонували разом зі своїми рослинами-господарями пасльонових. Незважаючи на те, що картопля вперше була завезена до Європи в 16-му і 17-му століттях, цілком імовірно, що ЗКН були завезені з Південної Америки в середині 1800-х років на матеріалі для стійкості до *Phytophthora infestans* після картопляного голоду в Ірландії (Evans et al., 1975). Генетичні дослідження популяцій ЗКН з усього світу свідчать про відносно обмежену кількість інтродукцій ЗКН до Європи (Blok et al., 1997; Hockland et al., 2012), із значно більшим генетичним різноманіттям у популяціях Південної Америки, ніж у тих, в Європі (Grenier et al., 2001). Аналіз мітохондріальних послідовностей *cytB* популяцій з Європи та Південної Америки виявив регіон на півдні Перу, звідки, ймовірно, походять три різні інтродукції *G. pallida* в Європі (Plantard et al., 2008). Згодом Європа стала вторинним центром розповсюдження ЗКН, швидше за все, через розповсюдження зараженого насіннєвого матеріалу картоплі (Hockland et al., 2012). Відповідно до цього, генотипування популяцій, що зустрічаються за межами Європи, показує «типові» типи європейських популяцій, а не екзотичні типи з центру походження (наприклад, Пилипенко та ін., 2008).



Рис. 1.1. ЗКН [37]

Шкода, яку завдає ЗКН, і величезні труднощі з викоріненням ЗКН після того, як вона з'явилася в полі, призвели до впровадження суворих карантинних правил у багатьох частинах світу, спрямованих на стримування та запобігання подальшому поширенню ЗКН (Рис. 1.1). Наприклад, у межах ЄС Директива Ради 2000/29/ЄС дозволяє державам-членам вживати карантинні заходи, які запобігають поширенню ЗКН, тоді як Директива Ради ЄС 2007/33/ЄС описує заходи щодо контролю та управління ЗКН. Нещодавно це законодавство було оновлено постановою про імплементацію 2016/2031 щодо здоров'я рослин.

Подібним чином у Північній Америці CIFA (Канада) та USDA-APHIS (США) розробили рекомендації щодо застосування санітарних та фітосанітарних заходів відповідно до Міжнародної конвенції із захисту рослин та Угоди Світової організації торгівлі. [38, 39]

Зразки ґрунту регулярно збираються, і після виявлення ЗКН переміщення ґрунту та культур (сучасних і історичних) із заражених і прилеглих полів контролюється та регулюється до тих пір, поки життєздатні ЗКН більше не будуть виявлені. Заражені землі не можна використовувати для

виробництва сільськогосподарських культур, якщо немає планів управління

ЗКН. Тим часом в Австралії після виявлення ЗКН у 1986 році в Західній Австралії та у 1991 році у Вікторії були створені зони біозахисту ЗКН. У Новому Південному Уельсі були створені зони біозахисту для захисту площ

насіenneвої картоплі. Моніторинг цієї зони обмежує імпорту матеріалу для

розмноження картоплі, упаковки, ґрунту та обладнання з-за меж зони (Наказ

про біозахист 2017). Подібним чином *G. rostochiensis* був ідентифікований у штаті Нью-Йорк у США в 1940-х роках, але агресивна програма дослідження, карантин і розгортання стійких сортів, що містять ген H1, запобігли

подальшому поширенню цієї нематоди (Evans & Brodie, 1980). Суворі місцеві

та національні імпортуні заходи призвели до локалізованої ліквідації ЗКН, хоча

програми спостереження продовжують моніторинг ЗКН. Однак, незважаючи

на такі суворі заходи, регулярно ресетруються нові спалахи ЗКН, у тому числі

в регіонах, які сильно залежать від виробництва картоплі. Наприклад, *G.*

pallida було зареєстровано в штаті Айдахо в США, який є одним з

найважливіших регіонів вирощування картоплі в США (Hafez et al., 2007), що

потребувало значних зусиль для стримування та ліквідації цього спалаху

(наприклад, Contina et al. in., 2020). Проте потенційно ще більшого значення

має відкриття ЗКН у ряді країн Африки на південь від Сахари (Cortada та ін.,

2020; Mwangi та ін., 2015; Niragire та ін., 2019). [40, 41, 42]

Картопля є культурою ключового значення в Україні та другою за значенням культурою після кукурудзи в багатьох країнах регіону (CIP, 2019).

Його вирощують і як товарну культуру, і для продовольчої безпеки. Проте в останні роки врожайність стрімко впала приблизно до 9–10 т/га (Kirtos et al., 2016), що значно нижче потенціалу врожайності цієї культури. Такі втрати врожаю, ймовірно, принаймні частково пояснюються тиском хвороб (Рис. 1.2).



Рис.1.2. Куш картоплі, уражений ЗКЦН [39]

Контроль та значення картопляних пелатод

Основні стратегії боротьби з ЗКН можна розділити на три категорії: хімічна, культуральна (S.A.S.A., 2010) і природна стійкість господаря. Крім того, методи біологічного контролю, такі як використання антагоністичних мікробних агентів, були оцінені та застосовані, але вони не широкі використовуються проти ЗКН (переглянуто Davies et al., 2018). Було виявлено

небагато природних ворогів ЗКН, і масове виробництво їх є технічно складним (Kerry & Homnick, 2002; Viaene et al., 2006). Не можна покладатися на єдину стратегію, оскільки поки що жодна з них не є повністю ефективною проти

обох видів. Багато з хімічних нематоцидів, які раніше використовували проти ЗКН, також були вилучені з ринку через їх потенційну несприятливу дію на навколишнє середовище та здоров'я людини (Turner & Rowe, 2006).

Залишається лише кілька нематоцидів, таких як Vydate (оксаміл) і Nemathorin (fosthiazate), хоча на ринку з'являються нові хімікати, які можуть виявитися

ефективними з меншими нецільовими наслідками. Застосування синтетичного нематоциду захищає врожайність, але призводить до значних додаткових витрат для виробників.

Крім того, необхідно ретельно розраховувати час застосування, щоб вони були ефективними. Культурні стратегії намагаються обмежити вплив ЗКН за

допомогою вдосконалення сільськогосподарської практики. Вони можуть включати розширені сівозміни між культурами картоплі для використання природного зменшення популяції ЗКН за відсутності господаря, а також

використання культур-пасток, методів біофумігації або раннє знищення чутливих посівів картоплі до завершення життєвого циклу ЗКН. Однак цей

останній прийом має надзвичайно згубний вплив на врожайність. [43,44]

Методи культурного контролю потребують дуже ретельного моніторингу, оскільки вони рідко бувають ефективними на 100% і можуть

бути дорогими для впровадження. Хороша гігієна ферми, включаючи очищення обладнання та механізмів, допоможе мінімізувати розповсюдження

між полями, тоді як регулярне тестування на наявність ЗКН допомагає контролювати наявність шкідників, але для насінницького виробництва важливо продемонструвати, що земля вільна від ЗКН. [45]

Найбільш рентабельною та ефективною стратегією є використання

природної стійкості хазяїна (див. нижче), яка в поєднанні з іншими методами, такими як хімічні та культуральні методи, особливо рекомендована як комплексна система боротьби зі шкідниками. Однак ефективне розгортання

резистентності вимагає точного визначення виду, а в ідеалі – патотипу. Хоча молекулярні фактори, які визначають вірулентність ЗКН, ще не відомі, був розроблений високопродуктивний інструмент для ідентифікації та генотипування популяцій *G. pallida* на основі секвенування MiSeq об'єднаних мітохондріальних послідовностей *cytB* (Eves-van den Akker, Lilley, Рейд та ін., 2015). Це уможливило масштабне генотипування популяцій. Незважаючи на значні зусилля щодо контролю ЗКН, він продовжує спричиняти значні втрати врожаю. [46]

Розрахунок витрат ЗКН для виробників є надзвичайно складним, враховуючи нерівномірний розподіл ЗКН та різний вплив на врожайність для кожного різного сорту та типу ґрунту. У літературі з'явилися різні цифри, часто з невеликим докладним описом того, як вони були визначені.

Розрахунок, заснований на ряді даних (файл S1), показує, що лише у Великій Британії витрати через ЗКН можуть становити в середньому 31 мільйон фунтів стерлінгів на рік щодо втрат урожаю та витрат на управління. Ця цифра не включає збитки, понесені в результаті вирощування альтернативних, менш прибуткових культур або через неможливість використовувати заражену землю для виробництва насінневої картоплі, тому, ймовірно, є недооцінкою економічного впливу ЗКН. [47]

Життєвий цикл

Ювенільні ЗКН розвиваються всередині хітинової яєчної шкаралупи.

Після ембріогенезу в яйці відбувається перша линька, що призводить до появи інфекційної молоді другої стадії (J2), яка потім вилуплюється з яєчної шкаралупи. Вилуплення залежить від багатьох факторів навколишнього середовища, таких як температура та вологість ґрунту, але найсуттєвіше воно залежить від хімічних факторів у ексудатах коренів господаря. Спеціальна реакція на ексудати хазяїна дозволяє цьому специфічному патогену господаря координувати свій життєвий цикл із присутністю хазяїна. Детальний хімічний склад ексудатів коренів хазяїна є складним і його ще потрібно належним чином охарактеризувати (Рис. 1.3).

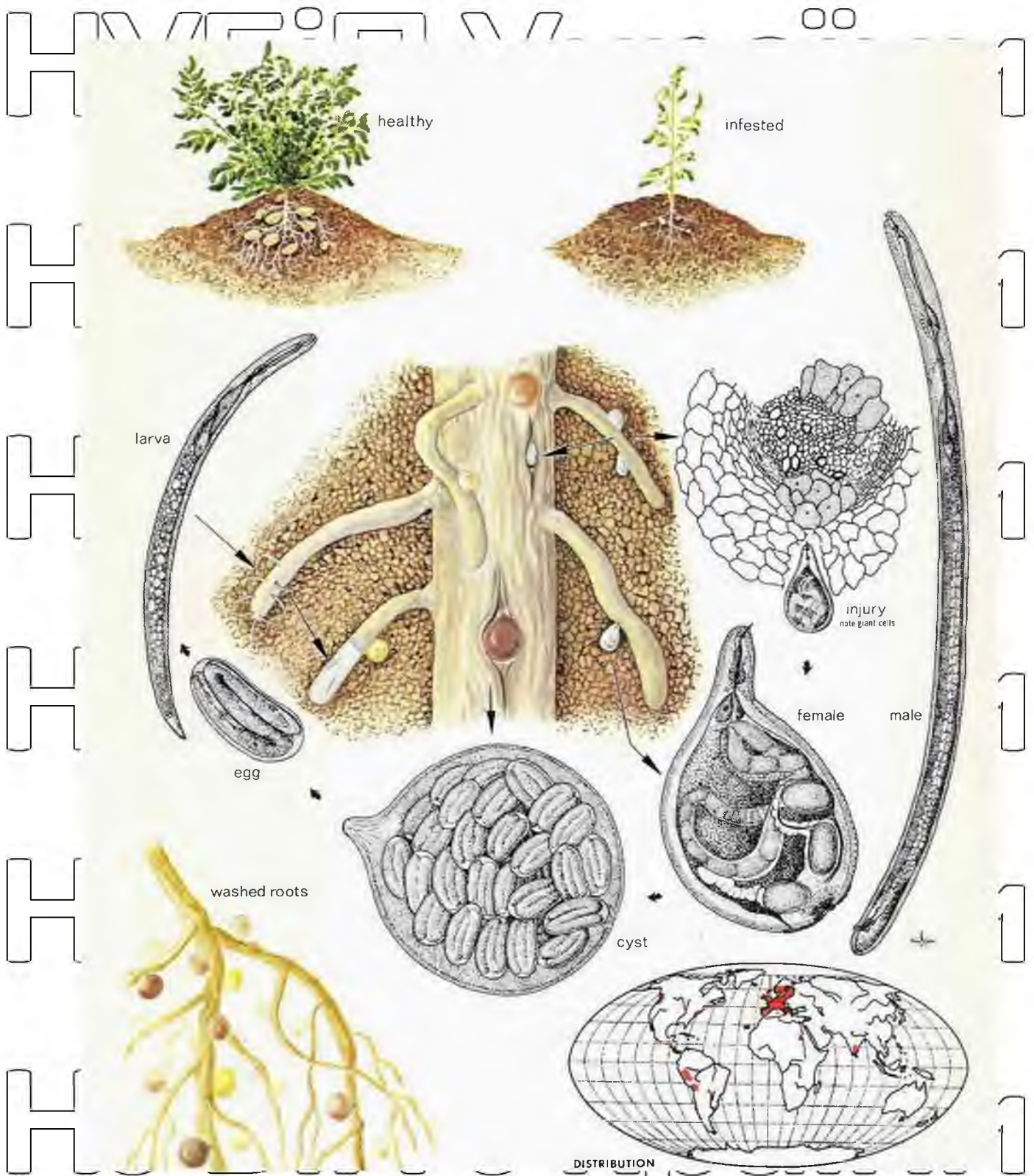


Рис.1.3. Житєвий цикл ЗКЦН [48]

Суміш хімічних речовин включає низку вторинних метаболітів, структуру яких часго важко визначити. ЗКЦН реагує на численні сполуки, присутні в корневих ексудатах (наприклад, Вупе et al., 1998), а не на один

хімічний компонент, щоб викликати вилуплення. На сьогоднішній день було виявлено три ключові стимулятори виведення з ексудатів коренів картоплі: соланоеклепін А (Tanino та ін., 2011), α -чаконін та α -соланін (Devine та ін., 1996), тоді як стероїдні алкалоїди (аглікони) соланідин і соласодін, які містяться в ексудатах коренів картоплі, також стимулюють вилуплення, але з меншим ефектом (Ochoła et al., 2020).

Після вилуплення інфекційний J2 повинен швидко знайти коріння хазяїна, щоб харчуватися до того, як їхні запаси вичерпаються.

Вони направляються до коріння господаря за допомогою хімічних сигналів (Devine & Jones, 2003). Після вторгнення в корінь шляхом внутрішньоклітинного проникнення нематода мігрує через клітини господаря до перициклу, де вона ідентифікує клітину, придатну для трансформації в місце живлення (початкову синцитіальну клітину), зазвичай у внутрішній корі (Sobczak & Golinowski, 2011). Синцитій утворюється шляхом розчинення клітинної стінки та злиття протопластів (Jones & Northcote, 1972). J2 харчується вмістом синцитію за допомогою живильної трубки, яка виробляється під час кожного циклу годування. Було припущено, що це діє як фільтр, щоб запобігти руйнуванню місця живлення, яке нематода повинна підтримувати живим протягом усього життєвого циклу (Eves van den Akker, Lilley, Jones та ін., 2015). Після встановлення місця живлення та початку живлення нематода розвивається ще через три линьки до дорослої стадії. [48]

Хоча ЗКН розмножуються статевим шляхом, стать нематоди не визначається генетично, а є реакцією на зовнішні подразники (Trudgill, 1967); в інших цистоподібних нематод доступність поживних речовин є критичним фактором у визначенні статі (Grundler et al., 1991). Молоді особини, які успішно починають продуктивне місце живлення, яке стикається з судинними тканинами рослини, мають тенденцію розвиватися в самок, тоді як ті, чие споживання поживних речовин обмежено, швидше за все, переростуть у самців. Ці нематоди можуть мати індуковані місця живлення в субоптимальних частинах кореня або які не можуть з'єднатися з судинними

тканинами (Sobczak et al., 1997). За високої щільності популяції конкуренція за поживні речовини може призвести до того, що самців у 10 разів більше, ніж самок (Trudgill, 1967). Деякі природні гени стійкості до ЗКН, включаючи

резистентність, отриману від *Solanum sparsipilum* (Caromel et al., 2005), діють

таким чином, обмежуючи розвиток синцитію і, таким чином, призводячи до

сильного перекосу співвідношення статей у бік чоловіків. І самці, і самки стають дорослими після четвертої линьки. На цьому етапі самка роздулася настільки, що її тіло розриває кору кореня. Самці виходять з кореня і

приваблюються дорослою самкою завдяки феромонам, які вона виділяє

(Green, 1980; Green & Plumb, 1970). Коли опухла вагітна самка починає

старіти, її внутрішні органи починають погіршуватися, а кутикула засмагає, твердіє та утворює тверду стінку кісти. Цисти залишаються в ґрунті, де 12

розвиваються всередині яєць, очікуючи наступного відповідного господаря

для стимулювання вилуплення. Яйця ЗКН можуть виживати в стані спокою

всередині цисти протягом багатьох років (Feggy, 2002), що означає, що знищення щілдника після зараження ґрунту є надзвичайно складним завданням. [49]

Геном та транскриптомні ресурси

За останнє десятиліття відбулися величезні зміни в нашому розумінні того, як рослинно-паразитичні нематоди, включаючи ЗКН, взаємодіють зі

своїми господарями. Послідовності геномів для *G. rostochiensis* і *G. pallida*

тепер доступні, і обидва ці проекти секвенування включали обширний

транскриптомний аналіз, який дозволив ідентифікувати гени, які відіграють ключову роль у взаємодії ЗКН з їхніми господарями (Cotton et al., 2014); Eves-

van den Akker та ін., 2016). Що стосується взаємодії з рослинами, багато чого

було вивчено про процеси, що лежать в основі розвитку синцитіальної

живильної структури, індукованої цистовими нематодами, хоча багато з цього

підтверджено дослідженнями з використанням спорідненої цистенодобої нематоди, *Heterodera schachtii*, яка може інфікувати *Arabidopsis*. [50]

Як і багато інших фітопаразитичних нематод, ЗКН є складним завданням для роботи з експериментальними організмами, оскільки вони є облигатними біотрофами з відносно довгими життєвими циклами, а великомасштабна система культивування *in vitro* недоступна. Життєві стадії, які взаємодіють із хазяїном, вбудовані в коріння та є мікроскопічно малими. Проблеми роботи з ЗКН означають, що наше розуміння основи, за якою вони взаємодіють з рослинами, загалом відстає від інших важливих груп рослинних патогенів. Застосування геноміки та транскриптоміки до цих нематод забезпечило план для більш детального аналізу їхньої біології.

Послідовності геному *G. pallida* (Cotton et al., 2014) і *G. rostochiensis* (Eves-van den Akker et al., 2016) вже зібрані. Обидва були секвензовані за допомогою (в основному) технології короткого зчитування Illumina на популяціях Великобританії. Складання послідовності для *G. rostochiensis* має значно кращу якість з точки зору фрагментації, кількості невідомих основ і повноти, як оцінено за допомогою аналізу BUSCO/CEGMA, ніж для *G. pallida*. Однак значно вдосконалена збірка *G. pallida*, створена за допомогою комбінації зчитувань послідовності PacBio та Illumina, наближається до завершення (неопубліковані дані авторів). Загалом, загальні характеристики геному для обох видів (розмір генома та частка повторюваних елементів) загалом подібні, і цілком імовірно, що відмінності в початковій якості збірки відображають той факт, що популяції *G. pallida* походять від набагато більшої та більшої кількості генетично різноманітне оригінальне інтродукція, ніж та, яка відбулася для *G. rostochiensis* (Eves-van den Akker et al., 2016).

Геноми *G. pallida* та *G. rostochiensis* мають приблизно 120 та 100 Mb відповідно, подібні до геномів інших цистоподібних нематод, таких як *Heterodera glycines* (Masonbrink та ін., 2019) та *Globodera ellingtonae* (Phillips та ін., 2017). . Наразі не було знайдено жодних доказів типів подій гібридизації та поліплоїдії, яка мала місце в галлових нематодах (Blanc-Mathieu et al., 2017; Eves-van den Akker & Jones, 2018) у цистових нематодах. Що стосується інших

паразитичних нематод рослин і тварин, у геномах ЗКН передбачено менше генів порівняно з вільноживучими нематодами (Kikuchi et al., 2017).

Однією з незвичайних особливостей геному ЗКН є наявність генів, отриманих шляхом горизонтального переносу генів від бактерій і в одному випадку від грибів (Kikuchi et al., 2004). Для ЗКН це включає широкий спектр ферментів, що руйнують клітинну стінку (Danchin та ін., 2010) та білків, що модифікують клітинну стінку (Qin та ін., 2004), які виділяються під час міграції та допомагають пом'якшити клітинну стінку рослин. Інші горизонтально придбані гени також присутні в ЗКН, включаючи мутазу

eporismate, яка може пригнічувати захист організму, перешкоджаючи синтезу саліцилової кислоти (Jones та ін., 2003), і інвертазу GH32, яка бере участь у перетравленні сахарози (Danchin та ін., 2016). Ці горизонтально отримані гени гомогенізуються після включення в геноми нематод; вони містять кілька сплайсосомних інтронів і не відрізняються від інших генів нематод з точки зору вмісту GC або використання кодону (переглянуто в Kikuchi et al., 2017).

зору вмісту GC або використання кодону (переглянуто в Kikuchi et al., 2017).

Сплайсосомні інтрони гомогенізуються після включення в геноми нематод; вони містять кілька сплайсосомних інтронів і не відрізняються від інших генів нематод з точки зору вмісту GC або використання кодону (переглянуто в Kikuchi et al., 2017).

Сплайсосомні інтрони гомогенізуються після включення в геноми нематод; вони містять кілька сплайсосомних інтронів і не відрізняються від інших генів нематод з точки зору вмісту GC або використання кодону (переглянуто в Kikuchi et al., 2017).

Стійкість проти ЗКН

Використання природної резистентності хазяїна наразі забезпечило найефективніший інструмент боротьби з ЗКН, зокрема *G. rostochiensis*.

Обмежена генетична гетерогенність *G. rostochiensis*, присутня в Європі, означає, що стійка стійкість була забезпечена проти цього виду в Європі завдяки сортам, що містять ген H1. *G. pallida*, наявна в Європі, є більш генетично різноманітною, тому ідентифікація єдиного головного гена стійкості (R) для контролю цього виду була більш складною (Caromei та ін., 2005; van der Voort та ін., 1997; van der Vossen та ін., 2000). Було досягнуто прогресу в переробці сортів, таких як Innovator, який містить ген Gra5 з *Solanum vernei*. Однак Innovator нетерпимий і, отже, погано працює там, де присутня висока щільність популяції ЗКН, і вже спостерігалось зниження цієї стійкості (Mwangi et al., 2019). Багато зусиль докладається для вирішення проблеми відсутності сортів, стійких до *G. pallida*, з відповідними

стійкості (R) для контролю цього виду була більш складною (Caromei та ін., 2005; van der Voort та ін., 1997; van der Vossen та ін., 2000). Було досягнуто прогресу в переробці сортів, таких як Innovator, який містить ген Gra5 з *Solanum vernei*. Однак Innovator нетерпимий і, отже, погано працює там, де присутня висока щільність популяції ЗКН, і вже спостерігалось зниження цієї стійкості (Mwangi et al., 2019). Багато зусиль докладається для вирішення проблеми відсутності сортів, стійких до *G. pallida*, з відповідними

стійкості (R) для контролю цього виду була більш складною (Caromei та ін., 2005; van der Voort та ін., 1997; van der Vossen та ін., 2000). Було досягнуто прогресу в переробці сортів, таких як Innovator, який містить ген Gra5 з *Solanum vernei*. Однак Innovator нетерпимий і, отже, погано працює там, де присутня висока щільність популяції ЗКН, і вже спостерігалось зниження цієї стійкості (Mwangi et al., 2019). Багато зусиль докладається для вирішення проблеми відсутності сортів, стійких до *G. pallida*, з відповідними

стійкості (R) для контролю цього виду була більш складною (Caromei та ін., 2005; van der Voort та ін., 1997; van der Vossen та ін., 2000). Було досягнуто прогресу в переробці сортів, таких як Innovator, який містить ген Gra5 з *Solanum vernei*. Однак Innovator нетерпимий і, отже, погано працює там, де присутня висока щільність популяції ЗКН, і вже спостерігалось зниження цієї стійкості (Mwangi et al., 2019). Багато зусиль докладається для вирішення проблеми відсутності сортів, стійких до *G. pallida*, з відповідними

агрономічними характеристиками. Підком імовірно, що вони вимагатимуть більш зваженого управління, щоб зберегти їх довговічність. Джерела резистентності *S. vernei* (Gra5) і *S. tuberosum subsp andigena* (H3) широко

використовуються в комерційних програмах розведення *G. pallida*. Джерело *S. vernei* Gra5 контролюється двома локусами кількісних ознак (QTL),

розташованими на хромосомах V і IX (Bryan et al., 2002), тоді як джерело H3 контролюється QTL на хромосомах IV і XI (Bryan et al., 2002), 2004).

Незважаючи на те, що це найбільш комерційно важливі гени R, які використовуються для контролю *G. pallida*, основний QTL для жодного з них

на сьогоднішній день не клоновано, хоча вони були картографовані та доступні молекулярні маркери для допомоги в селекції (Moloney et al., 2010).

Було клоновано три гени PCN R: Gra2 (van der Vossen et al., 2000), Gro1-4 (Paal et al., 2004) і Hero (Ernst et al., 2002). Gra2 долається майже всіма

європейськими популяціями *G. pallida*, крім однієї популяції (D383) з

Нідерландів. Gro1-4 забезпечує стійкість лише проти патотипу Ro1 *G. rostochiensis*. Навпаки, Hero забезпечує резистентність широкого спектру дії

проти всіх протестованих патотипів *G. rostochiensis* і часткову стійкість проти широкого діапазону популяцій *G. pallida* (Sobczak et al., 2005).

Стійка реакція рослин на ЗКН використовує залежність нематоди від синцитію, щоб забезпечити їжу, необхідну для її розвитку. Кожна нематода може індукувати лише один синцитій, і руйнування синцитію, отже, неминуче

призводить до загибелі нематоди. Однак для ЗКН рідко буває, щоб реакція гіперчутливості була спрямована на сам синцитій, але частіше реакція

спостерігалася в клітинах, що оточують синцитій. Наприклад, хоча резистентна відповідь, спричинена H3, може призвести до синцитіальної

деградації, найраніші фази відповіді запобігають розширенню цієї структури до судинних тканин (Varypatakis et al., 2020). Подібним чином, синцитії

індукуються в картоплі, що містить H1, після інфікування авірулентним *G. rostochiensis*, але розвиток цих синцитів обмежений через некроз клітин, що оточують синцитії, що розвиваються (Rice et al., 1985).

Майже всі гени стійкості ЗКН, клоновані на сьогоднішній день, належать до типового типу гена стійкості, що зв'язує нуклеотиди, багатого лейцину (NB-LRR). Gro1-4 кодує білок NB-LRR, з доменом рецептора Toll-

interleukin (TIR) на N-кінці, тоді як Hero та Gra2 кодують білки CC-NB-LRR, які мають домен спіралі (CC) на N -кінець. Однак нещодавно було виявлено,

що ген Cf-2, спочатку ідентифікований на основі його здатності надавати стійкість проти грибового патогену *Cladosporium fulvum*, забезпечує резистентність проти *G. rostochiensis*. Cf-2 кодує позаклітинний рецептор-

подібний білок з доменом LRR (Lozano-Torres et al., 2012) і відчуває спроби

патогенів перешкоджати апопластичній цистеїновій протеїназі Rcr3, опосередкованій у *C. fulvum* ефектором Avr2 (Rooney et al., 2005) і в *G. rostochiensis* ефектором VAP-1. Націлювання протеїнази Rcr3 патогенами як

грибками, так і нематодами показує, що патогени незалежно націлюються на

ті самі потенційні білки хазяїна і що, охороняючи такі мішені, рослини можуть розширити спектр патогенів, які розпізнаються їх імунними рецепторами.

[51,52]

2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА ОСНОВНІ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою магістерської роботи проведено в ФГ «Тетяна»

Згурівського р-ну Київської обл., 2023 р. Адміністративний район відноситься до помірно-континентального клімату. Річна кількість опадів знаходиться в межах 530-560 мм. При цьому близько двох третин сумарних опадів випадає впродовж вегетаційного періоду.

Грунтовий покрив Згурівського р-ну Київської обл. характеризується незначною різноманітністю ґрунтоутворюючих порід. Домінують чорноземи та лучно-чорноземні ґрунти, що становлять близько 85,4 % від загальної площі. На чорноземи малогумусні припадає 29482,0 га (57,3%) орних земель Згурівського району, а на чорноземи середньогумусні - 11436,0 га (22,2%). У структурі сільськогосподарських угідь рілля становить 87,4%, багаторічні насадження - 2,3%, пасовища 2,5%, луки - 7,8%. В цілому, ґрунтово-кліматичні умови є сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур.

При проведенні нематологічних досліджень використовували загальноприйняті методики, рекомендовані для захисту рослин. Зокрема при випробуванні біокомпозицій схема дослідів включала контроль (без застосування препаратів) та варіанти, з різними препаративними формами. Площа дослідних ділянок становила 100 м², в чотирикратній повторності.

Спостереження за розвитком рослин здійснювали відповідно до рекомендацій по застосуванню засобів захисту рослин, зокрема оцінювали вплив передпосадкової обробки бульб на схожість рослин, прояви фітогтоксичності. Технічну ефективність препаратів оцінювали через 5, 10, 15 діб [53]

Зразки ґрунту відбирали відповідно до рекомендацій щодо обстеження на карантинні види нематод, зокрема золотисту картопляну. Один середній зразок масою близько 300 грамів відбирали ґрунтовим буром човниковим методом з площі 0,25 га.



Рис. 2.1. Виділення нематод (ориг)

При обстеженні більших масивів на 1 га відповідно відбирали по 4 збірні проби. Нематологічні зразки висушували, а потім для аналізу брали по 100 см³ ґрунту. Цисти нематод виділяли флотажним методом (Рис. 2.1). В кожному зразку визначали наявність цист, кількість життєздатних яєць і личинок, а також загальну заселеність кожного зразку із розрахунку на 100 см³ ґрунту. [54]

Мікропрепарати виготовляли згідно загальноприйнятих методик в нематології (Рис. 2.2). Види нематод визначали за допомогою нематологічних довідників, а також біотестуванням ґрунту з використанням типових для зони рослин-живителів [55].

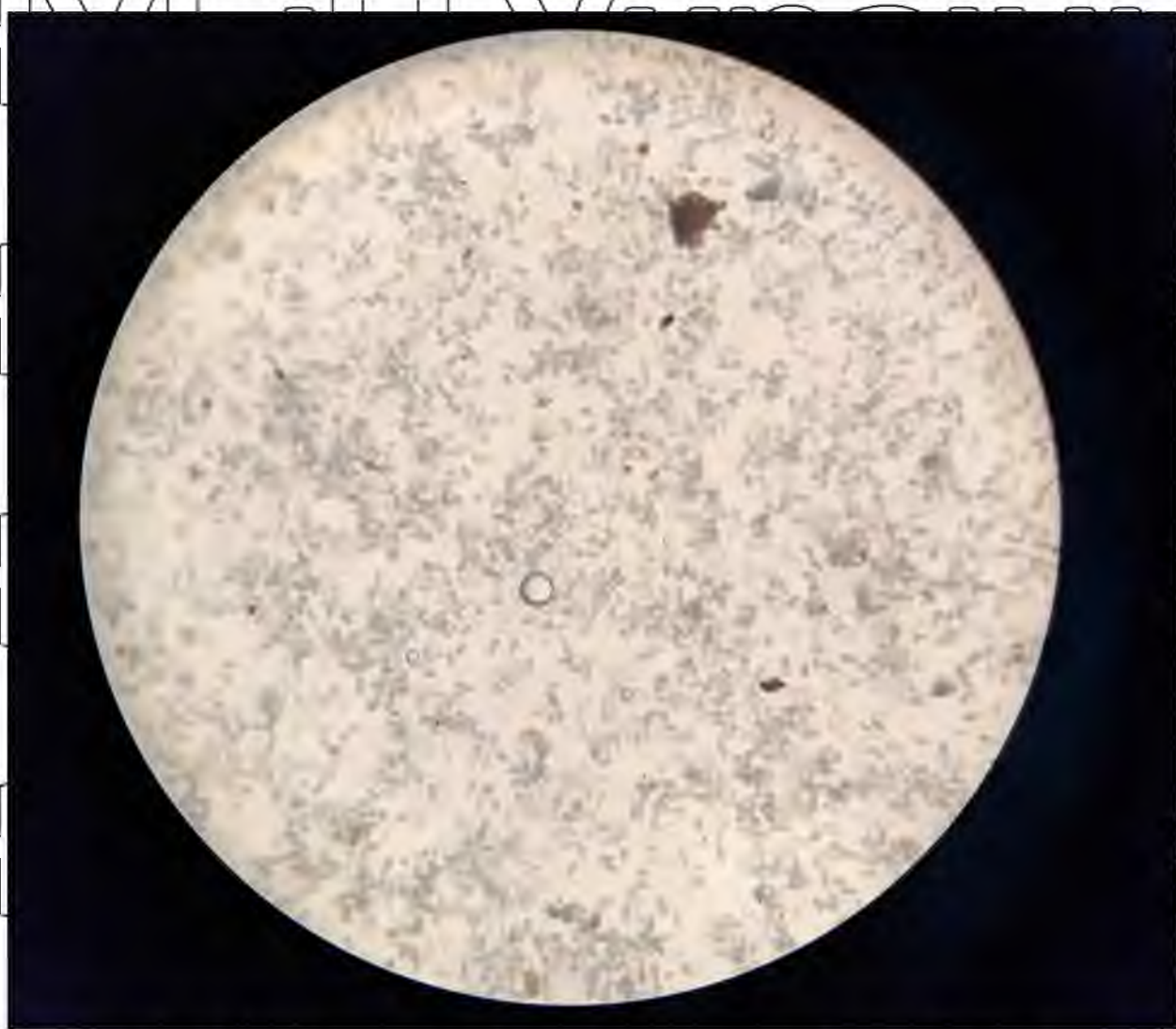


Рис. 2.2. Мікроскопічні нематологічні дослідження (бріг)

Урожай збирали в рекомендовані терміни та зважували зі всієї площі дослідних ділянок. Статистичну обробку отриманих експериментальних досліджень здійснювали за допомогою комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2007, Statistica 6.0.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Шляхи та джерела розселення золотистої картопляної нематоди

Золотиста картопляна нематода є спеціалізованим фітопаразитом, рослиною живителем якої є переважно картопля. Головною проблемою нинішнього господарювання є те, що понад 95% пасльонових культур вирощують в присадибному секторі. За таких умов відбувається швидке накопичення і як наслідок значні втрати урожаю. Разом з тим проведення ефективного захисту стримується обмеженим переліком доступних заходів інтегрованого захисту, які не в повному обсязі можливо застосувати через малі розміри ділянок, а часто і відсутність знань щодо потенційної загрози від золотистої картопляної нематоди та складності проведення захисних заходів особливо в межах індивідуальних сільських господарств.

Варто також відзначити, що виживаємість фітопаразита є надзвичайно високою, завдяки наявності в життєвому циклі стадії цисти, яка є досить стійкою до негативного впливу абіотичних чинників як низьких мінусових температур так і тривалих посух чи відсутності трофічних джерел живлення.

Зважаючи на викладене, саме заходи щодо локалізації вогнищ золотистої картопляної нематоди та запобігання її подальшого поширення мають бути першочерговими в інтегрованій системі. Тому даному питанню нами було приділено найбільшу увагу в наших дослідженнях.

В зв'язку з мікроскопічними розмірами личинки нематод просто не в змозі мігрувати на значну відстань. Отже, основне розселення відбувається здебільшого пасивно. Тому, нами було відібрано зразки ґрунту як із різних знарядь ручної праці, так механізованого обробітку ґрунту, зокрема плуїв, культиваторів, сівалок, транспортних засобів тощо.

Встановлено, що в разі виконання сільськогосподарських робіт, особливо пов'язаних з обробітком ґрунту, в частках відібраного ґрунту з таких знарядь, нами було виявлено цисти золотистої картопляної нематоди. Отже, механізовані знаряддя праці є основними поширювачами золотистої

картопляної нематоди. Слід також відзначити, що ймовірність розселення цист особливо зростає, якщо роботи з механізованого обробітку ґрунту здійснювалися після надмірного випадіння опадів. За таких кліматичних умов робочі органи сільськогосподарської техніки забруднювалися найбільше, а відповідно, що і сприяло її подальшому розселенню особливо, як на площах, де виконувалися сільськогосподарські роботи, а в разі переміщення транспортних засобів на інші угіддя також і на відстань декількох кілометрів. Отже, основними джерелами поширення є саме знаряддя з механічного обробітку, забруднені ґрунтом, що містили цисти нематод.

Таблиця 3.1

**Шляхи та джерела розселення золотистої картопляної нематоди (ЗКН)
(ФГ «Тетяна» Згурівського р-ну Київської обл., 2023 р.)**

<i>Знаряддя обробітку ґрунту</i>	Виявлення цист*
Плуги	+++
Культиватори	++
Булбопідкопувачі	+++
Заступи	++
Сапи	+
Плоскоріз Фокіна	+
Граблі	+
<i>Садивний матеріал</i>	
Будьби картоплі	++

*Примітка: (+) – імовірність виявлення заселеності ґрунту ЗКН < 10%;

(++) – 10-50%; (+++) – > 50%.

Проведений нами відбір нематологічних зразків дав змогу встановити, що в населених пунктах, проведення оранки присадібних ділянок, особливо переволоженого ґрунту, призводить до переміщення цист плугом на відстань декількох кілометрів (залежно від загальної площі селища).

Ще більше розселення цист, особливо у межах кожної присадібної ділянки відбувається в літньо-осінній період під час механізованого збирання урожаю картоплі. Підкопувачі зміщують горизонти ґрунту, переважно в одному напрямку, здебільшого у видовжену сторону ділянки. Це обумовлено

тим, що присадібні ділянки переважно мають прямокутну форму. Тому, проведення всіх механізованих операцій з обробітку ґрунту відбувається також в одному напрямі. В результаті, утворені вогнища нематод мають здебільшого видовжену прямокутну форму без чітких контурів. При цьому

дана закономірність формування поширення вогнищ золотистої картопляної нематоди простежувалася практично на всіх, нами обстежених особистих ділянок домогосподарств.

Вважаємо, що одним із пасивних шляхів поширення цист є також обмін садивним матеріалом, особливо нових сортів, між окремими власниками.

Також на великі відстані золотиста картопляна нематода може поширюватися із товарною продукцією. Зокрема, в селищі була організована дрібнооптова заготівля бульб картоплі з наступним її транспортуванням в південні регіони.

За таких обставин, імовірним є також використання частини партії картоплі не тільки на споживання, але і в якості садивного матеріалу. Відібрані нами змітки ґрунту, де тимчасово складувалися бульби картоплі в заготівельних сітках підтвердили наявність поодиноких цист золотистої картопляної нематоди.

Результати нематологічного аналізу забруднених бульб, відібраних з ділянок, де візуально в період вегетації діагностували осередки ураження рослин глободерозом, також засвідчили наявність цист нематод в кількості 3-7 екземплярів на 100 см³ ґрунту.

Отже, результати наших досліджень дають змогу стверджувати, що розселення золотистої картопляної нематоди в основному відбувається пасивно. При цьому, на значні відстані, основним джерелом поширення є використання садивного матеріалу, а в межах населених пунктів – ґрунтообробна техніка, якою по чергово здійснювали оранку присадибних ділянок різних власників. Інше джерело розселення це – механізовані бульбокопачі при збиранні урожаю картоплі у вересні-серпні. Згідно наших спостережень їх використання відбувалося в результаті постійних переїздів від одного власника до іншого, навіть впродовж одного дня. Забрудненість, а відповідно і зараженість бульбокопальної техніки цистами золотистої картопляної нематоди була ще вищою порівняно з використанням полищевих знарядь обробки ґрунту.

Для запобігання розселенню нематод ефективним було очищення таких робочих органів. Проте повне очищення від залишків ґрунту, а відповідно і цист нематод досягалося лише при ретельному змиві ґрунту з технічних засобів водою під тиском.

Серед використання різних знарядь ручної праці, поширення золотистої картопляної нематоди в межах дрібних за площею ділянок відбувається при ручному їх перекопуванні. Зокрема, ймовірність виявлення цист нематоди, в разі обробки осередків золотистої картопляної нематоди, складала від 10 до 50%. Дещо трохи менше сприяло розселенню використання таких ручних знарядь як граблі при розпушуванні ґрунту та сапи під час проведення прополювання насаджень картоплі. В разі використання цих знарядь під час обробки вологого ґрунту, ймовірність розширення осередків зростала, що було зумовлено їх сильнішим забрудненням.

Для об'єктивного визначення ступеня заселеності угідь необхідно також було встановити глибину розподілу цист за вертикальним профілем ґрунту. Такі результати необхідні для обґрунтування відбору ґрунтових зразків на різних за механічним складом ґрунту. З цією метою в осередках поширення золотистої картопляної нематоди нами були викопані ями

розмірами 50 X 50 см і глибиною 1 м. Після ретельного зачищення бокових стінок через кожні 10 см по вертикальному профілю за допомогою металевого бокса пошарово відбирали зразки ґрунту на глибину 1 м. В якому після доведення його до повітряно-сухого стану визначали наявність цист золотистої картопляної нематоди.

Згідно наших досліджень найбільш заселеними були поверхневі горизонти 0-10 см і 11-20 см. В горизонті 21-30 см були виявлені лише поодинокі цисти фітопаразита. Це свідчить про те, що для виробництва при обстеженні угідь на заселеність золотистою картопляною нематодою достатньо відбирати проби ґрунту лише на глибину до 20 см.

Зважаючи на осередковане локальне поширення золотистої картопляної нематоди по площі, одним із наших завдань також було вдосконалити схему відбору нематологічних зразків при проведенні детального обстеження ділянок. Згідно методичних вказівок рекомендовано з площі 0,25 га відбирати один нематологічний зразок. Тому дана схема відбору вважаємо є доцільною при обстеженні присадибних ділянок. Проте, в разі обстеження значних за площею угідь – 50-100 га це зумовлює відбір величезної кількості проб, які в свою чергу також потребують підготовки до наступного етапу – виділення цист, аналізу кожної проби, підрахунку чисельності яєць і личинок тощо.

Тому, ми вважаємо, що за необхідності проведення обстеження значних за площею масивів, їх доцільно попередньо розділити на ділянки менші за площею до 5 га, а в разі виявлення навіть поодиноких цист, тільки такі ділянки необхідно буде повторно обстежувати, дотримуючись рекомендованої схеми.

Це дозволить виокремити та виділити на картосхемах осередки поширення золотистої картопляної нематоди з метою запобігання її подальшого розселення.

3.2 Особливості розвитку золотистої картопляної нематоди на різних сортах картоплі

Дослідження біологічних особливостей золотистої картопляної нематоди є необхідним з практичної точки зору, оскільки дає змогу уточнити терміни відродження личинок із цист їх масового виходу у ґрунт, початок інвазування коренів, строки масового заселення кореневої системи, терміни завершення однієї генерації, тривалість її розвитку та потенційну кількість поколінь. Такі знання дають змогу обґрунтовувати і практично застосовувати попереджувальні заходи захисту з метою зниження рівня заселеності коренів личинками, а відповідно це буде також сприяти і зниженню шкідливості золотистої картопляної нематоди (Рис. 3.1).



Рис. 3.2. Цисти ЗКЦН (ориг)

Встановлено, що в 2023 році з досить теплим початком квітня поодинокий вихід личинок із цист відмічено в кінці другої декади (рис.3.2). Варто зазначити, що на ділянках, де було висаджено ранній сорт Удача відродження личинок відбувалося на початку травня. Вважаємо, що першочергово кореневі виділення раннього сорту сприяли більш інтенсивному виплодженню личинок. В кінці першої декади зареєстровано розвиток перших ендopазитичних личинок третього віку, а в кінці другої декади травня – четвертого віку. Проте масове заселення та розвиток личинкових фаз зміщалося за календарними термінами в середньому на декаду. Перші самиці на ранньому сорті нами виявлено в першій декаді червня, тоді як на середньоранньому Адретта в середині другої декади червня. Їх масовий вихід на поверхню коренів та живлення зумовило прояв візуальних ознак ураження, які на ранньому сорті проявилися в кінці червня, а середньоранньому - почату липня. Тому, дані відмінності доцільно використовувати при проведенні обстежень сортів різних груп стиглості. Уражені рослини особливо прив'ядали в жарку пору за високих денних температур понад 25⁰С. Тоді, як ввечері та ранком візуальні ознаки майже не проявлялися.

Тому, вважаємо, що найкраще обстежувати насадження з метою виявлення осередків глободерозу з 11-12 години до 17-18 години. В інші пори дня візуальні ознаки малопомітні, особливо на слабо уражених ділянках.

НУБІП України

НУБІП України

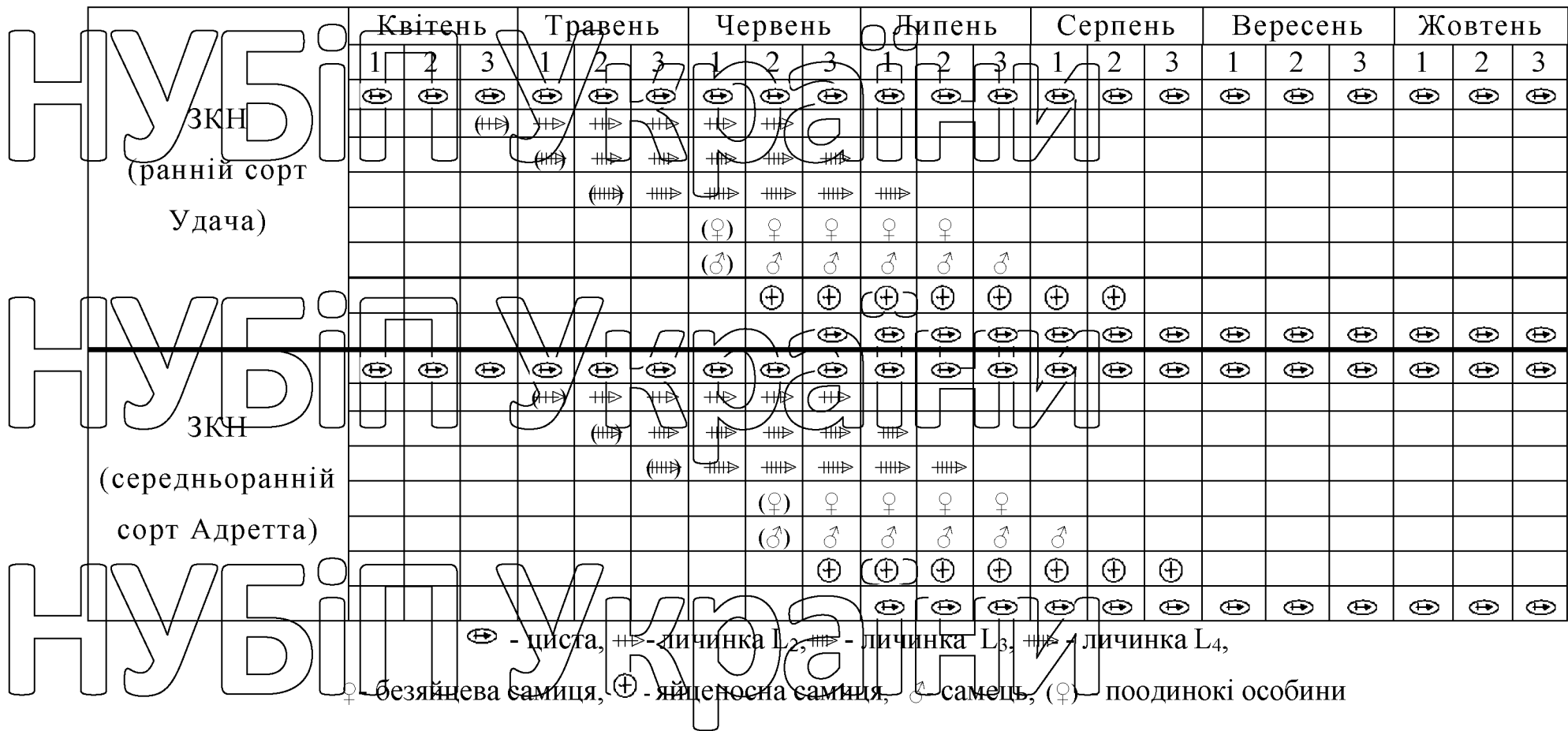


Рис. 3.2. Фенологія золотистої картопляної нематоди на картоплі різних строків стиглості (ФГ «Тетяна» Згурівського р-ну Київської обл., 2023 р.)

Завершення генерації в умовах 2023 року нами зафіксовано на ранньому сорті в кінці червня, а середньоранньому сорті в першій декаді липня. Проте, масове утворення цист відмічалось в наступні дві-три декади липня. При цьому, на обох сортах золотиста нематода завершувала лише одне покоління. Проте, деякі відмінності початку інвазування коренів, особливо проявів візуально-помітного ураження посадок слід використовувати в моніторингових програмах при проведенні масових обстежень пасльонових культур.

3.3 Вплив золотистої картопляної нематоди на продуктивність сприйнятливих і стійких сортів картоплі

Для обґрунтування практичного використання різних заходів захисту доцільно було визначити потенційні втрати урожаю бульб за різного ступеня зараженості ґрунту. З цією метою в осередках з низькою, середньою та високою заселеністю золотистою картопляною нематодою нами було висаджено стійкий сорт Обрій і сприйнятливий Адретта. Варто зазначити, що обидва сорти відносяться до однієї групи стиглості – середньоранні. Встановлено, що початкове зниження урожайності бульб сприйнятливого сорту проявлялося при заселеності близько 500 яєць і личинок в 100 см³ ґрунту. Потенційні втрати понад 5% відмічено на ділянках, де заселеність була в межах 750±82, а зниження урожаю понад 12% було при перевищенні допосадкової заселеності 1000±114 особин.

Слід також відмітити, що на стійкому сорті Обрій незначне зниження урожайності бульб (в межах помилки досліду) відбувалося лише при перевищенні рівня заселення понад 1000 личинок. Разом з тим, відзначаємо, що навіть стійкі сорти за дуже високої допосадкової чисельності дещо знижують свою продуктивність, оскільки личинки їх також інвазують, а відповідно порушують процеси росту та розвитку рослин. Тому, надійний захист першочергово початкових фаз росту рослини має бути однією із складових інтегрованої системи захисту картоплі.

Використання стійких сортів є екологічно безпечним заходом контролю ЗКН, особливо в присадибному секторі, де використання хімічних засобів захисту має бути обмеженим. Нами встановлено, що стійкий сорт Обрій при розміщенні на заселених ЗКН ділянках забезпечував біологічне очищення ґрунту за один період вегетації в межах від 54,4 до 63,6% (табл.3.3).

НУБІП УКРАЇНИ

Зниження урожаю бульб різних за стійкістю середньоранніх сортів картоплі залежно від рівня заселеності ґрунту золотистою картопляною нематодою

(ФГ «Тетяна» Згурівського р-ну Київської обл., 2023 р.)

Допосадкова чисельність, яєць і личинок/100 см ³ ґрунту	Сприйнятливий сорт «Адретта»		Стійкий сорт «Обрій»	
	Урожайність, т/га	%	Урожайність, т/га	%
0	17,7	0	18,4	0
250±47	17,4	1,7	18,4	0
500±63	16,9	4,5	18,2	1,1
750±82	16,5	6,8	18,1	1,6
1000±114	15,6	11,8	17,8	3,3
НІР ₀₅	0,94		0,61	

Тоді, як за вирощування в осередках ЗКН сприйнятливого сорту Адретта, щільність популяції нематоди, залежно від рівня допосадкової заселеності, зростала в 3,1-8,3 разів. Тому, для зниження ураженості рослин, особливо на ранніх етапах їх органогенезу, доцільно використовувати передпосадкову обробку бульб сприйнятливих до ЗКН сортів картоплі.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП України

Вплив різних за стійкістю середньоранніх сортів картоплі на зміну рівня заселеності ґрунту золотистою картопляною нематодою

(ФГ «Тетяна» Згурівського р-ну Київської обл., 2023 р.)

Допосадкова чисельність, яєць і личинок/100 см ³ ґрунту	Сприйнятливий сорт «Адретта»		Стійкий сорт «Обрій»	
	Післязбиральна чисельність, я+л/100 см ³ ґрунту	Збільшення чисельності р	Післязбиральна чисельність, я+л/100 см ³ ґрунту	Зниження чисельності, %
125±18	1037	8,3	57	54,4
250±47	1475	5,9	96	61,7
500±63	2360	4,7	212	57,6
750±82	2850	3,8	308	58,9
1000±114	3100	3,1	364	63,6

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3.4 Технічна та економічна ефективність передпосадкової обробки бульб картоплі композиційними біопрепаратами

Передпосадкова обробка бульб композиційними мікробіологічними препаратами забезпечувала зниження сходів картоплі інвазійними личинками на термін до 15 діб (табл.3.4). В наступний період заселеність коренів картоплі поступово збільшувалась. Разом з тим вона не досягала рівнів інвазування рослин в контролі (без обробки). Тому, передпосадкову обробку бульб препаратами, що проявляють нематицидні властивості, вважаємо перспективним в загальній системі карантинних, агротехнічних та хімічних заходів.

Картопля в сучасній структурі сільськогосподарських культур фермерського господарства не є однією з рентабельних культур. Проте дає змогу отримати обігові кошти уже в кінці літа і не залежить також від експортних поставок, оскільки вся продукція реалізовується в Україні. Незважаючи на відносно невисоку оптову закупівельну ціну – 5 грн.40 коп. за 1 кг бульб картоплі, передпосадкова обробка бульб композиційними біопрепаратами дала змогу додатково отримати у варіанті дослідів *S. avermitilis* ІМВ Ас-3015 + солі гумінових кислот - 0,82 т/га, а при застосуванні *S. avermitilis* ІМВ Ас-5015+ солі гумінових кислот (1:24) + *B. thuringiensis* Mbt-6 ІМВ В-7804 -1,14 т/га. Дещо вищий додатково збережений урожай останнього варіанту обумовлений наявністю у складі композиції *B. thuringiensis* Mbt-6 ІМВ В-7804 (табл.3.5).

НУБІП УКРАЇНИ

Технічна ефективність передпосадкової обробки бульб картоплі сорту «Адретта» композиційними біопрепаратами проти золотистої картопляної нематоди

картопляної нематоди

(ФГ «Тетяна» Згурівського р-ну Київської обл., 2023 р.)

Варіант дослуду	Норма витрати, л/га	Середня чисельність інвазійних личинок/рослину, екз.			Зниження чисельності з поправкою на контроль, %			
		До обробки, я+л/100 см ³ ґрунту	Після появи сходів, днів			По дням обліку		
Контроль	-	1089	194	243	326	-	-	-
<i>S. avermitilis</i> IMB Ас-5015 + солі гумінових кислот	0,2	1123	86	128	191	55,6	47,3	41,4
<i>S. avermitilis</i> IMB Ас-5015 + солі гумінових кислот (1:24) + <i>B. thuringiensis</i> Mbt-6 IMB B-7804	0,2	1047	69	112	176	64,3	53,9	46,1

Таблиця 3.5

Економічна ефективність передпосадкової обробки бульб картоплі сприйнятливого сорту Адретта композиційними біопрепаратами проти золотистої картопляної нематоди
(ФФ «Тетяна» Згурівського р-ну Київської обл., 2023 р.)

Варіант	Урожайність, т/га	Збережений врожай т/га	Вартість збереженого урожаю, грн	Додаткові витрати грн/га			Чистий дохід, грн	Окупність витрат, грн
				На передпос. обробку	На збирання додат. урожаю	Всього витрат		
Контроль	17,34	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. avermitilis</i> ІМВ Ас-5015 + солі гумінових кислот	18,16	0,82	4428	467	549	1016	3412	3,36
<i>S. avermitilis</i> ІМВ Ас-5015 + солі гумінових кислот (1:24) + <i>B. thuringiensis</i> Mb t-6 ІМВ В-7804	18,48	1,14	6156	528	763	1291	4865	4,77
НІР 0,5	0,61							

Загальна вартість збереженого урожаю першого варіанту склала 4428 грн, а другого - 6156 грн. відповідно. Затрати на передпосадкову обробку бульб були відносно невисокими і становили з врахуванням вартості

придбання композиційних препаратів, а також витрат на заробітну плату працюючих у варіанті з *S. avermitilis* IMB Ac-5015 + солі гумінових кислот-467

грн., а у варіанті *S. avermitilis* IMB Ac-5015+ солі гумінових кислот (1:24) + *B. thuringiensis* Mbt-6 IMB B-7804 - 528 грн. Затрати на збирання додатково збереженого урожаю відповідно склали 549 грн. і 763 грн. Таким чином,

сумарні витрати (передпосадкову обробку бульб + збирання додатково-

збереженого врожаю бульб) у першому варіанті становили -1016 грн., а другому – 1291 грн. Відповідно чистий дохід (вартість збереженого урожаю – (мінус) всі затрати), склав 3412 грн і 4865 грн. Окупність витрат на захист

рослин (передпосадкова обробка бульб композиційними біопрепаратами, які проявляють нематичидні властивості) при використанні *S. avermitilis* IMB Ac-

5015 + солі гумінових кислот склала 3,36 грн на 1-витрачену гривню, а при застосуванні *S. avermitilis* IMB Ac-5015+ солі гумінових кислот (1:24) + *B. thuringiensis* Mbt-6 IMB B-7804 - 4,77 грн.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1 Основними джерелами розселення золотистої картопляної нематоди (ЗКН)

є знаряддя механічного (плуги, культиватори, бульбопідкопувачі) та ручного обробітку ґрунту – заступы, сапы, граблі. Поширення ЗКН також відбувається в результаті обміну садивним матеріалом картоплі між окремими власниками.

2. За вертикальним профілем найбільш заселеними ЗКН були горизонти ґрунту 0-10 см і 11-20 см. В горизонті 21-30 см були виявлені лише поодинокі чисти фітонарази. Отже, при проведенні нематологічних обстежень угідь на заселеність золотистою картопляною нематодою достатньо відбирати зразки ґрунту на глибину до 20 см.

3. За період вегетації картоплі ЗКН завершує одну генерацію. Проте на ранніх сортах порівняно з середньоранніми заселеність коренів личинками, а відповідно і завершення повного циклу розвитку відбувається в середньому на 7-10 днів раніше, що слід враховувати при проведенні нематологічних обстежень картоплі за візуальними ознаками ураження рослин.

4. Обстежувати посадки картоплі, з метою виявлення осередків глободерозу, доцільно з 11-12 години до 17-18 години. В інші періоди доби, симптоми ураження рослин слабо помітні, особливо на ділянках з низьким рівнем заселеності ґрунту ЗКН.

5. Передпосадкова обробка бульб композиційними мікробіологічними препаратами забезпечувала зниження заселеності сходів інвазійними личинками ЗКН, особливо впродовж перших 15 діб. Разом з тим, захист початкових фаз росту та розвитку рослин давав змогу отримати додатково 0,82-1,14 т/га бульб картоплі.

6. Окупність витрат на захист рослин (передпосадкова обробка бульб композиційними біопрепаратами, які проявляють нематодцидні властивості) при використанні *S. avermitilis* IMB Ac-5015 + солі гумінових кислот склала -3,36 грн, а при застосуванні *S. avermitilis* IMB Ac-5015+ солі гумінових кислот (1:24) +*B. thuringiensis* Mbt-6 IMB B-7804 - 4,77 грн.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

НУБІП України

При використанні технічних засобів з механічного обробітку ґрунту, особливо на присадибних ділянках, необхідно ретельно очищати їх від залишків ґрунту, потенційного джерела розселення цист золотистої картопляної нематоди. Для запобігання масового розмноження золотистої картопляної нематоди доцільно віддавати перевагу вирощуванню середньо-раннього стійкого сорту картоплі Обрій.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРА

1. <https://ikar.in.ua/potato-interesting-technology/>
2. <https://superagronom.com/articles/349-drugiy-hlib-tehnologiya-viroshchuvannya-kartopli-vid-a-do-va>
3. <https://zaxid.net/viroshchuvannya-kartopli-9-nezvichnih-viroshchivnykh-sposobiv-n1241846>
4. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomija-schodni/item/21189-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-kartopli.html>
5. <https://aggeek.net/ru-blog/kartoplyanij-biznes-dohodi-vitrati-nyuansi->
6. <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-vyroshchuvannya-nasimnyevypry-kartopli/>
7. <https://ipmpotato.com.ua/materials-ukr/366-umovi-dlya-viroshchuvannya-kartopli.html>
8. <https://www.agronom.com.ua/vyroshchuvannya-kartopli-na-shho-zvernuty-uvagu/>
9. <https://www.apteka-sadivnyka.ua/blog/ogorod/kartoplia-vyroshchuvannia-kartopli-iak-otrymaty-velykyi-rannii-urozhai/>
10. <https://agrolife.ua/ua/blog/kartofel-osobennosti-viraschivaniya/>
11. <https://zelenasadyba.com.ua/na-ervadci/7-sposobiv-viroshchuvannya-kartopli-yak-zbilshat-yash-urozhai.html>
12. <https://www.adelaida.ua/uk/materialy/sekrety-vrozhainosti/viroshchuvannya-kartopli>
13. <https://agro-market.net/ua/news/ogorod/vyrashchivanie-kartofelya-po-gollandskoy-tehnologii/>
14. <https://www.syngenta.ua/vyroshchuvannya-kartopli-tse-yak-hra-v-shakhy-pryroda-zavzhdy-khodvt-bilymv>
15. <http://www.isg.rv.ua/index.php/31-proponuem-do-realizatsii-visokoproduktivne-nasinnya-varikh>

16. <https://s-sad.com.ua/poleznve-sovet/sekretv-vyrashhivaniya-kartofelva-iz-senyan/>

17. <https://floristics.info.ua/statti/gorod/2591-kartoplya-posadka-i-doglyad-i-vidkritomu-grunti-zbirannva-i-zberigannva.html>

18. <https://kurkul.com/spetsproekty/1427-fioletovu-kartoplyu-vivezli-na-zvalische--mikola-gordiychuk-pro-nishevi-papryamki>

19. <https://good-harvest.ua/tps/0020/>

20. <https://yason-agro.com/articles/73-teh-potatoes>

21. <https://cib.net.ua/ua/articles/sovremennaja-tehnologija-vyrashhivaniya-kartofelja/>

22. [https://soncesad.com/statti/ovochi/kartoplya/vak-virostini-rainyu-u-kartoplyu-osoblivosti-posadki,-doglyad-i-pidzhivlennva-\(zhurnal-soncesad-2/2022\).html](https://soncesad.com/statti/ovochi/kartoplya/vak-virostini-rainyu-u-kartoplyu-osoblivosti-posadki,-doglyad-i-pidzhivlennva-(zhurnal-soncesad-2/2022).html)

23. <https://naurok.com.ua/prezentaciya-intensivna-tehnologiya-viroschuvannya-kartopli-124542.html>

24. <https://agrico.com.ua/210-viroschuvannya-kartopli-na-shod-ukravini.html>

25. <https://landlord.ua/news/v-ukraini-skorotiat-promyslove-vyroshchuvannia-kartopli-prohnoz/>

26. <https://deivska.ua/vrojai-kartopli.html>

27. <https://sad-ogorod.in.ua/ua/stati/monka-tenichnava-mulchiruv-schaya-stroitel'naya-ua-vyraschivanie-ranego-kartofelja-pod-agrovoloknom-i-plenkej/>

28. <https://agrotimes.ua/interview/sekretv-vyroshhuvannya-prodovolchovi-kartopli/>

29. <https://gradinamax.com.ua/ua/articles/kak-vyrascivat-kartofel-pogollandskov-tehnologii-na-svoev-dache>

30. https://bankchart.com.ua/biznes/rozvitok_biznesu/statti/viroschuvannya_kartopli_v_ukraini_ekonomist_dohodi

31. <https://east-fruit.com/uk/novyny/plosheci-promyslovoho-vyroshchuvannya-kartopli-v-ukraini-skorotvatsva-prohnoz>

32. <https://propozitsiya.com/ua/shcho-treba-znati-pro-sadinnya-kartopli>

33. <https://kas32.com/ua/post/view/335>

34. <https://superagronom.com/shkidniki-tilenhid-tulenchida-zlotista-kartoplyana-nematoda-id16711>

35. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B0_%D0%E7%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0

36. <http://www.karantin.te.ua/info/shkidlyvi-organizmy/quarantine-organisms-ternopil/zolotysta-kartoplyana-nematoda/>

37. <https://www.fito-lab.volyn.ua/fitosanitarnyi-stan-volynskoi-oblasti/zolotysta-kartopliana-nematoda>

38. <https://www.cherk-consumer.gov.ua/novyny/3311-nebezpechni-parazyt-paslonovykh-zolotysta-kartopliana-nematoda>

39. <https://www.karant.in.ua/node/16>

40. <https://lab.gov.ua/pro-nas/news/zolotista-kartoplyana-nematoda-globodera-rostochiensis-woll-behr>

41. <https://dpss-ks.gov.ua/zolotista-kartoplyana-cistoutvoryuyucha-nematoda>

42. <https://mostvska-gromada.gov.ua/news/1692005770/>

43. <https://consumerhm.gov.ua/2761-zolotista-kartoplyana-nematoda-nebezpechnij-karantinij-organizm>

44. <https://consumerhm.gov.ua/1432-zolotista-kartoplyana-nematoda-osnovnij-parazit-kartopli>

45. <https://zhuravynska-gromada.gov.ua/news/1660031219/>

46. <https://brovary-rda.gov.ua/news/1687788099/>

47. <https://dpssko.gov.ua/blog/2019/09/27/%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D0%BD%D0%B0->

[48. http://fitolab.gov.ua/index.php/inform/propagandznan/1-2016-09-14-09-51-54/15-nematoda](http://fitolab.gov.ua/index.php/inform/propagandznan/1-2016-09-14-09-51-54/15-nematoda)

49. <https://www.elitkartofel.com/zolotista-kartoplyvana-nematoda/>

[50. http://molvet.gov.ua/uk/news/chym-nebezpechna-zolotysta-kartoplyvana-nematoda](http://molvet.gov.ua/uk/news/chym-nebezpechna-zolotysta-kartoplyvana-nematoda)

51. <https://fitolab.zhitomir.org/zolotysta-kartoplyvana-nematoda/>

52. <https://fitolab.zhitomir.org/2017/02/08/zolotysta-kartoplyvana-nematoda/>

[53. https://nar-rda.gov.ua/nyvini/zolotista-kartoplyvana-nematoda](https://nar-rda.gov.ua/nyvini/zolotista-kartoplyvana-nematoda)

54. <https://a7d.com.ua/agropoltika/agri-work-5612-zolotista-kartoplyvana-cistoutvoryvnycha-nematoda-zagroza-dlva-kartopl.html>

55. <http://voldpss.gov.ua/viewNews/karantynni-orhanizmy-volynskoi-oblasti-zolotysta/>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України