

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

06.01 – МКР. 2176 «С». 2023.11.27. 044 ПЗ

**КРУКОВСЬКИЙ РУСЛАН ДМИТРОВИЧ**

2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

**УДК 632.4:635.63:631.527.5**

**ПОГОДЖЕНО**  
Декан факультету  
захисту рослин, біотехнологій та  
екології  
\_\_\_\_\_ Коломієць Ю.В.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувач кафедри  
фітопатології ім. академіка  
В.Ф. Пересипкіна  
\_\_\_\_\_ Гентош Д.Т.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему «ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ГІБРИДІВ ОГІРКА ДО ФУЗАРІОЗНОГО В'ЯНЕННЯ»**

Спеціальність 202 Захист і карантин рослин

Освітня програма Захист рослин

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_ д.с.-г.н., професор Доля М.М.

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ д.с.-г.н., професор Піковський М.Й.

Виконав

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Круковський Р.Д.  
(ПБ студента)

**КИЇВ-2024**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
**фітопатології**  
**ім. академіка В.Ф. Пересипкіна**  
 \_\_\_\_\_ **Гентош Д.Т.**  
 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2024 р.**

## ЗАВДАННЯ на виконання кваліфікаційної роботи студенту

Круковському Руслану Дмитровичу  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Оцінка стійкості гібридів огірка до фузаріозного в'янення»  
керівник роботи Піковський Мирослав Йосипович, д.с-г.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
2. Строк подання студентом роботи 15 листопада 2024 року \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані до роботи: рослини огірка, динаміка фузаріозу, культура гриба *Fusarium oxysporum*, поживні середовища, вплив екологічних факторів, фітотоксичність, оцінка стійкості гібридів і сортів.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
  - 4.1. Симптоми проявлення фузаріозу огірка.
  - 4.2. Динаміка розвитку хвороби.
  - 4.3. Вилучення *in vitro* штамів *Fusarium oxysporum*.
  - 4.4. Вивчення екологічних властивостей *Fusarium oxysporum*.
  - 4.5. Дослідження впливу фітотоксинів *Fusarium oxysporum*.
  - 4.6. Оцінка стійкості сортів/гібридів огірка до фузаріозу.

### 5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

1	Піковський М.Й., д. с.-г. н., проф.		
2	Піковський М.Й., д. с.-г. н., проф.		
3	Піковський М.Й., д. с.-г. н., проф.		
4	Піковський М.Й., д. с.-г. н., проф.		

6. Дата видачі завдання 1 вересня 2023 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів випускної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наукової літератури	Вересень- жовтень	
2	Підбір методик для проведення досліджень	Листопад- грудень	
3	Проведення вегетаційних і лабораторних досліджень	Лютий- березень	
4	Написання кваліфікаційної роботи	Квітень- травень	
5	Представлення роботи до захисту	Квітень- травень	

**Завдання прийняв до виконання**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Робота виконана на 72 сторінках, містить 4 розділи, 18 рисунків, 66 використаних джерел.

Мета роботи: вивчення симптомів прояву фузаріозного в'янення огірка, динаміки розвитку хвороби, екологічних особливостей та штамових відмінностей гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen для створення ефективного штучного інфекційного фону, оцінка стійкості гібридів огірка.

У роботі було досліджено динаміку розвитку фузаріозу. Дослідження проводились на гібридах огірка Регіна F<sub>1</sub> Соната F<sub>1</sub>, Чайковський F<sub>1</sub> і Кібрія F<sub>1</sub>. Найбільше поширення хвороби було виявлено в кінці другої декади серпня 2022 року, що становило 7 %. Також за результатами проведених досліджень встановлено, що оптимальна температура для розвитку гриба *Fusarium oxysporum* становила +30 °С. При цьому діаметр колоній на 6-ту добу спостережень становив 90 мм. За температури 25 °С гриб *F. oxysporum* продукував 9,66 млн шт./см<sup>2</sup> конідій. Встановлено штамові відмінності гриба *F. oxysporum* щодо температурного фактора, зокрема штам № 1 характеризувався найшвидшим діаметральним ростом колонії (84 мм на 9-ту добу культивування). Водночас штам № 4 відзначався найбільш інтенсивним спороутворенням – 6,28 млн шт./см<sup>2</sup>. Серед досліджуваних поживних середовищ, найбільш оптимальним для росту та спороутворення гриба був картопляно-глюкозний агар. Інтенсивність спороутворення на картопляно-глюкозному агарі становила – 8,3 млн шт./см<sup>2</sup>. Найменший діаметр мала колонія гриба, що культивувалась на голодному агарі (65 мм). Також на даному поживному середовищі було відмічено найменший показник інтенсивності спороутворення – 1,32 млн шт./см<sup>2</sup>. У роботі вивчалась фітотоксична активність ізолятів *F. oxysporum*. Ізолят гриба Fo9 вирізнявся високою токсичністю й інгібував енергію проростання насіння тест-культури, його схожість, а також уповільнював ріст кореневої системи та проростків. Найбільший розвиток хвороби у захищеному ґрунті, спостерігався на гібриді Соната F<sub>1</sub> – 12,4 %. Дещо менше уражувалися

фузаріозом гібриди Чайковський F<sub>1</sub>, Регіна F<sub>1</sub> та Кібрія F<sub>1</sub>, відповідно – 10,4, 8,4 та 7,5 %. Також була проведена оцінка в лабораторних умовах впливу фільтрату культуральної рідини гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* на проростання насіння огірка різних сортів і гібридів. Замочування насіння у фільтраті культуральної рідини гриба *F. oxysporum* впливало на біометричні показники сходів рослин. У всіх варіантах відмічено зменшення довжини кореневої системи. У лабораторних дослідженнях із впливу культуральної рідини збудника фузаріозного в'янення огірка, не відмічено зниження енергії проростання та лабораторної схожості насіння наступних сортів/гібридів: Паризький корнішон, Крак F<sub>1</sub> та Зозуля F<sub>1</sub>.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	9
1.1. Народногосподарське значення огірка.....	9
1.2. Інтенсивна технологія вирощування огірка .....	12
1.3. Сучасний стан вивчення фузаріозного в'янення огірка.....	19
1.3.1. Історія вивчення збудника та хвороби .....	19
1.3.2. Поширення і шкідливість хвороби.....	20
1.3.3. Симптоми фузаріозного в'янення огірка .....	21
1.4. Біоекологічні особливості збудника фузаріозного в'янення огірка - <i>Fusarium oxysporum</i> .....	24
1.4.1. Систематичне становище гриба <i>Fusarium oxysporum</i> і його спеціалізація .....	24
1.4.2. Стадії спороношення .....	26
1.4.3. Шляхи поширення інфекції фузаріозу та умови, які сприяють розвитку хвороби .....	27
1.5. Система захисних заходів на огірках проти фузаріозного в'янення .....	28
1.5.1. Організаційно-господарські заходи .....	28
1.5.2. Селекційно-насінневі заходи .....	28
1.5.3. Агротехнічні заходи .....	31
1.5.4. Використання хімічних пестицидів .....	33
1.5.5. Біологічний контроль хвороби .....	35
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	39
2.1. Місце та умови проведення досліджень .....	39
2.2. Методика проведення досліджень .....	39
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА .....	45
3.1. Діагностичні ознаки фузаріозного в'янення огірка.....	45

3.2. Динаміка розвитку фузаріозного в'янення огірка .....	47
3.3. Ріст гриба <i>Fusarium oxysporum</i> за різних температур .....	48
3.4. Штамові відмінності <i>F. oxysporum</i> щодо температурного фактора .....	50
3.5. Ріст та розвиток гриба <i>F. oxysporum</i> на різних поживних середовищах..	52
3.7. Фітотоксичні властивості ізолятів гриба <i>F. oxysporum</i> .....	54
3.8. Оцінка стійкості сортів (гібридів) огірка до фузаріозного в'янення .....	56
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	59
ВИСНОВКИ .....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	64

## ВСТУП

Огірок – одна з найпоширеніших і найцінніших овочевих культур в Україні та світі. Щороку на полях України вирощують і збирають значний урожай огірків. Так, за даними Державної служби статистики України, за останні десять років валовий збір даної овочевої культури в Україні значно зріс внаслідок підвищення врожайності. Станом на 2023 рік, валовий збір огірка в Україні склав 1068,8 тис. ц [3].

Річна потреба в овочах на одну особу становить 161 кг, з них плодів огірків – 15,5 кг, у тому числі тепличних – 5,8 кг. Основна проблема при вирощуванні огірків – це збереження врожаю.

Огірок – стратегічна овочева культура для України. Незважаючи на те, що його частка у валовому зборі основних овочевих культур в країні не перевищує 11-12 %, його дефіцит негативно позначається на роботі всієї харчової промисловості України [29].

Однією з основних причин, що знижує врожайність огірка, є погіршення фітосанітарного стану [18, 34] та ураження його збудником фузаріозного в'янення огірка – *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen. Дане захворювання може завдати значної шкоди. Збудник вражає судинну систему огірка і, з часом, викликає затримку росту, пожовтіння і некроз листків, а згодом і загибель рослини. Втрати можуть сягати, залежно від розвитку хвороби, до 60 % врожаю [51].

**Актуальність теми** полягає в тому, що щорічні втрати врожаю огірка від ураження збудником фузаріозу можуть становити 60 %. Необхідність вивчення біології та екологічних властивостей гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* та контроль за його поширенням є, насамперед, одним із головних пріоритетів збереження врожайності культури.

**Метою роботи** є вивчення симптоматики фузаріозу огірка, екологічних особливостей гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen., його

фітотоксичних властивостей та рівня ураженості різних сортів/гібридів огірка даною хворобою.

**Основне завдання** – встановити діагностичні ознаки фузаріозу, дослідити динаміку розвитку хвороби, ізолювати гриб *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen, вивчити екологічні властивості його штамів та оцінити стійкість сортів (гібридів) огірка до цієї патології.

**Об'єктом дослідження** є рослини огірка та штами *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*.

**Предметом дослідження** є діагностичні ознаки, вплив температури та поживного середовища на ріст і розвиток *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, фітотоксичність патогену, стійкість сортів та гібридів огірка до фузаріозу.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Народногосподарське значення огірка

Огірок (*Cucumis sativus* L.) – однорічна, роздільностатева, трав'яниста рослина, вид одомашнених овочів з родини Гарбузових (Cucurbitaceae). Огірок є об'єктом світового тепличного сільського господарства. Огірок з'явився в культурі більше 6 тисяч років тому. Осередком походження цього виду є тропічні та субтропічні райони Південно-Східної Азії, де він і зараз росте в природних умовах [44].

Огірок – це повзуча ліана, яка пускає коріння в землю і росте вгору на шпалерах або інших опорних каркасах, обвиваючи опори тонкими спіралеподібними вусиками. Рослина також може вкоренитися в безґрунтовому середовищі, завдяки чому вона розповзатиметься по землі замість опорної конструкції. Огірки належать до ентомофільних, перехреснозапильних, переважно дводомних рослин. На одній рослині розвиваються чоловічі і жіночі квітки.

Стебло – шорстке, закінчується вусиками, якими він може зачепитися за опору, витягнувшись при цьому на 1-2 м. Рослина також може розстилатись по землі, якщо у неї немає опор. Коренева система рослин огірка відрізняється слабкою засвоюваною здатністю. Вона може поглинати поживні речовини лише в легкодоступній формі та за достатньо високої температури (приблизно 20 °C). Листя огірка серцеподібне, п'ятилопатеве. Плід – багатонасінний, соковитий, смарагдово-зелений, щільний, пухирчастий, в природному середовищі також з дрібними колючками (штучно виведені плоди з гладким екзокарпієм). Будова плоду характерна для родини Гарбузових і в ботанічній літературі визначається як гарбузина (рис. 1.1). Вона може мати різну форму і розмір (залежно від сорту). У кулінарії огірки традиційно відносяться до популярних овочів. Вживається в їжу за технічної стиглості.



Рис. 1.1. Огіркові плоди, листя та цвіт [32]

Плід типових сортів огірків приблизно циліндричний, але витягнутий із звуженими кінцями, і може досягати 62 сантиметри в довжину і 10 сантиметрів в діаметрі. Плоди огірка на 95 % складаються з води.

В Україні основними районами вирощування огірка є Харківська, Черкаська, Полтавська, Чернігівська та Закарпатська області. Виходячи з медично обґрунтованої норми споживання овочів людиною, їхнє виробництво в Україні має становити близько 7,5 млн т на рік [29].

Внутрішній ринок овочів насичений продукцією. За рахунок товарної пропозиції господарств населення та агропідприємств, імпорту в міжсезоння, на споживчому ринку відсутній дефіцит у цій продукції.

Основне виробництво овочів зосереджено в господарствах населення. Минулого року в Україні було вироблено 9,6 млн т овочів, з яких господарствами населення – 7,9 млн. Таким чином, частка дрібнотоварного виробництва у загальних обсягах вирощеної продукції становить 86 %. За даними офіційної статистики, до 15 % вирощених овочів псується та не використовується для споживання і годівлі тварин. Це відбувається через те, що у більшості дрібнотоварних виробників відсутні можливості для тривалого зберігання або переробки овочевої продукції.

Огірок – найбільш дієтичний з усіх харчових продуктів. Плоди його на 95–98 % складаються з води, отже, містять мінімальну кількість калорій. Але і відсотки, що залишилися, не даремні – огірок є джерелом цінних мінеральних солей, які здатні уповільнювати процеси старіння й утворення каменів в нирках і печінці. Саме за цю властивість огірок називають «санітаром організму».

Плоди мають високі смакові якості. Встановлено, що свіжі плоди огірка містять: води – 90-95 %, азотистих речовин – 0,35-1,1 %, цукру – 1,1-1,3 %, безазотистих екстрактивних речовин – 0,4-1,8 %, клітковини і золи – по 0,4-0,7 % [29]. Склад різних елементів і речовин, що містяться в плодах огірка, наводиться в роботах багатьох авторів. Важливу роль відіграють вітаміни, що містяться у плодах (мг/кг сирової маси): аскорбінова кислота (вітамін С) – 8-20 мг, тіамін (В<sub>1</sub>) – 1-1,2 мг, рибофлавін (В<sub>2</sub>) – 0,5-0,6, нікотинова кислота (РР) – 4,1-4,5, фолієва кислота (В<sub>9</sub>) – 0,75, лікопін (І) – 30-35, біотин (Н) – 0,04. Для задоволення добової потреби людини у вітаміні С (50-70 мг) необхідно 250 г, а у вітаміні А – 1,5 мг [29].

Дієтична цінність свіжих плодів огірка визначається наявністю органічних кислот [29]. Найбільший вміст вуглеводів, вітамінів й органічних кислот спостерігається в період від корнішонів до зеленців. У пікулях або жовтяках вміст цих речовин знижується.

Мікро- та макроелементи, що містяться у плодах, мають велике значення, оскільки вони позитивно впливають на організм людини. Так, вітамін РР підвищує засвоюваність аскорбінової кислоти і сприяє її закріпленню в організмі, розширює кровоносні судини; вітамін В<sub>3</sub> (пантотенова кислота) є стимулятором росту; Р (цитрин, рутозид, гесперидин) запобігає руйнуванню стінок судин; К необхідний для нормального згортання крові [1]. Плоди огірка включають в себе велику кількість мінеральних речовин, особливо солей калію. Він також містить натрій, кальцій, фосфор, залізо і магній. Цим пояснюються його метаболічні властивості.

Огірки містять антитоксини отруйних речовин, які підвищують стійкість організму до несприятливих умов зовнішнього середовища, психічних та фізичних перевантажень [1].

Приємний смак огірків пов'язаний з вмістом в плодах органічних кислот, а огірковий запах – з наявністю ефірної олії. Наявність цих речовин позитивно впливає на фізіологію травлення. Плоди огірка містять каротин, вітаміни групи В, РР і С. До складу овочу також входять такі хімічні елементи, як магній, залізо, сірка, натрій, силіцій, карбон та інша велика кількість мікроелементів. Свіжий плодовий сік має сильні антибактеріальні властивості.

Огірки, всупереч поширеній думці, збуджують апетит і підвищують кислотність шлункового соку, тому людям, які страждають гастритом з підвищеною кислотністю, а також виразковою хворобою, не варто їх вживати. Огірок складається з більше ніж 95 % води, що робить його дуже важливим джерелом гідратації для організму. Огірки також містять вітаміни С, К та А. Вітамін С забезпечує захист від вільних радикалів, що можуть пошкодити клітини організму, вітамін К допомагає зберігати міцність кісток, а вітамін А важливий для підтримки здоров'я очей та шкіри. Містить мінерали, такі як калій, магній та манган, які необхідні для правильної роботи серця, м'язів та нервової системи. Огірок містить антиоксиданти – каротиноїди та флавоноїди, які допомагають захищати клітини організму від пошкодження [32].

## **1.2. Інтенсивна технологія вирощування огірка**

*Вибір ділянки.* Вибираючи ділянку для вирощування огірків, необхідно враховувати біологічні особливості рослин. Найкраще розміщувати їх на культурних ділянках з південним схилом, які добре прогріваються та захищені від пануючих вітрів. Крім того, для кращого прогрівання ґрунту, особливо в місцях надмірного зволоження, огірки вирощують на грядках, а також використовують куртини.

Найбільш підходящими є теплі, структурні, багаті органічними речовинами з реакцією від нейтральної до слабкокислої (рН 6,5). Огірки негативно реагують на кислі ґрунти, їх необхідно вапнувати (4-5 т/га по попереднику).

Урожайність огірків залежить від попередника та розміщення в сівозміні. Огірок у сівозміні має повернутися на попереднє місце через 3-4 роки. Не рекомендується сіяти культури після гарбузів, кавунів, динь, буряків, соняшників.

Насіннєві посіви огірків заборонено розміщувати в низинних районах, при цьому зсуваються терміни посіву, цвітіння відбувається при високих температурах, що призводить до зниження внесення добрив.

Огірок є перехреснозапильною рослиною, тому для запобігання біологічного та механічного засмічення необхідно дотримуватись просторової ізоляції посівів, на відкритій ділянці – 800 м, на закритій – 400 м. Насіннєві посіви розміщують на зрошуваних землях. Найвищий урожай насіння забезпечується при підтримці вологості ґрунту на рівні 80 % відносної вологості. Норма поливу 150-200, на півдні – 350-500 м<sup>3</sup>/га [32].

*Вибір попередника.* Попередниками огірків можуть бути конюшина, люцерна, томати, перець, баклажани, горох зерновий і овочевий, морква, цибуля, картопля, капуста, озима пшениця, кукурудза на силос і зелений корм, злаково-бобові суміші. Під час вибору попередника необхідно пам'ятати, що коренева система огірків дуже чутлива до залишкової кількості деяких пестицидів. Не рекомендується розміщувати їх після гороху і моркви, якщо посіви оброблені прометрином, а також після гарбуза кормового і цукрових буряків. Щоб уникнути накопичення збудників хвороб у ґрунті, повертати огірки на попереднє місце слід не раніше ніж через 3-4 роки. Огірки є оптимальним попередником для більшості овочевих культур, за винятком гарбуза.

*Внесення добрив.* Добрива вносять у ґрунт перед оранкою. На високу концентрацію поживних речовин у ґрунті рослини огірка реагують зниженням товарного врожаю, формуючи переважно вегетативну масу. Найбільше огірку потрібні калій, фосфор і вапно. Надлишок азоту викликає посилений ріст листя і

зниження плодоношення, додаткове утворення пустот в плодах, що негативно позначається на їхній подальшій переробці. Надмірне збільшення доз внесення азотних добрив також призводить до ослаблення стійкості рослин до хвороб і надмірного накопичення нітратів у плодах. Кращими видами азотних добрив є сульфат амонію та кальцієва селітра. Не рекомендується вносити аміачну селітру, оскільки вона знижує стійкість рослин до хвороб і сприяє накопиченню нітратів у плодах.

На важких ґрунтах допустимо внесення свіжого гною, в інших випадках краще комплексні добрива, холодним літом благотворно впливає внесення вапна. Не рекомендується підживлювати рослини на початкових фазах росту і розвитку, краще це робити в період плодоношення. У цей час під впливом підживлення відновлюється ріст огірка і збільшується плодоношення.

На співвідношення квітів можна впливати, змінюючи умови поживних речовин і кислотність ґрунту. Посилене підживлення з обмеженням фосфору, калію, броду та азоту збільшує утворення жіночих квіток. Більшість з них зустрічається в нейтральному ґрунті (рН 5,9-6,1). При гнитті свіжого гною виділяється вуглекислий газ, який також сприяє збільшенню кількості жіночих квіток.

Для звичайних сортів з повторним збиранням і густотою 70 тис. рослин на 1 га застосовують добрива з розрахунку  $N_{50}P_{60}K_{60}$  + гній – 40 т на 1 га при раціональному режимі зрошення в Лісостепу. Крім того, на добре окультурених чорноземних ґрунтах під огірок, який розміщують після удобреного попередника або після багаторічних бобових трав, рекомендується вносити тільки мінеральні добрива в дозі  $N_{50}P_{120}K_{90}$ .

*Обробіток ґрунту.* Обробіток ґрунту проводять з урахуванням його типу та родючості, ступеня засміченості та попередника. Після ранозібраних попередників поле луциться дисковими луцильниками на 6-8 см. На засмічених кореневищними бур'янами площах, проводять пошаровий (8-10, 12-14, 14-16 см) обробіток луцильниками. Після пізніх попередників обробляють ґрунт важкими

дисковими боронами БДТ-7 на 10-12 см для подрібнення післяжнивних і корневих решток.

Оранку проводять на глибину 25-27 см, потім поле планують планувальниками П-4 або вирівнюють тракторними боронами й чизелюють на глибину 14-16 см. У теплий період осені поле обробляють за напівпарним типом.

При обробітку ґрунту після багаторічних трав необхідно звернути увагу на якість загортання дернини. При неякісному обробітку відводка розростаються багаторічні бур'яни, що ускладнює подальший обробіток ґрунту та догляд за рослинами.

Навесні ділянку боронують. Перед посівом проводять дві культивації – першу на глибину 10-12 см, другу – на глибину загортання насіння. В умовах посушливої весни між ними рекомендується передпосівний полив з розрахунку 250-300 м<sup>3</sup>/га.

Для продовження терміну постачання свіжих огірків населенню і консервним заводам протягом усього сезону насіння висівають у кілька строків. У спеціалізованих господарствах огірки висівають в 10-14 строків – з кінця квітня до середини червня.

*Сівба.* Посів починають, коли ґрунт прогрівається до глибини загортання насіння 4-5 см – до 14-15 °С. Найкращим способом сівби середньорядних сортів є дворядний стрічковий посів за схемами: (90+50)'7 см, (120+60)'5 см та широкорядний однорядний – 90'5-6 см (колія 1,8 м), а для короткорядних сортів кущового типу – трирядний – (90+25+25)'10 см, що забезпечує 200-250 тис. рослин/га. Одночасно з посівом ґрунт, коткують легкими котками. Норма висіву змінюється залежно від способу сівби, стану ґрунту, сорту (гібриду) [29].

*Догляд.* При затримці появи сходів на 5-6 днів після сівби боронування слід проводити впоперек рядків з мінімальною швидкістю руху агрегату. При появі 2-3 справжніх листків необхідно перше обгортання, через три тижні обгортання повторюють. У період до змикання міжрядь, міжряддя обробляють 3-5 разів, глибина розпушування коливається від 6 до 12 см. У широких міжряддях

нарізають щілини глибиною 18-20 см. Проріджування рослин проводять у фазі двох справжніх листків, а культивуацію в рядках – по мірі необхідності [29].

*Збирання.* Своєчасне збирання огірків – один з найважливіших прийомів, який підвищує урожай і його якість. Чим довше плоди залишаються на рослині, тим швидше погіршується їх зовнішній вигляд і харчова цінність. Дотримання регулярних збирань є засобом боротьби за якість і кількість врожаю, тривалість плодоношення рослини. Огірки збирають вручну за допомогою збиральних платформ. За смугових схем сівби перед початком збирання в широкі рядки, звільняють проходи від стебел і пагонів для роботи збиральної техніки. Збирати урожай необхідно своєчасно: на початку і в кінці плодоношення – через 3-4 дні, а в період масового плодоношення – через день. Збирають усі фракції плодів: пікулі (3-5 см), корнішони (5-9 см) і зеленці (9-14 см) [29].

Зібрані плоди сортують на товарну (придатну для споживання, реалізації або переробки) і нетоварну (непридатну для споживання) продукцію, товарну продукцію поділяють на стандартну (відповідає вимогам стандартів) і нестандартну (не відповідає стандартам, але придатна для споживання або переробки). Для збереження якості продукції її сортують і пакують під навісом, так як під дією сонячного випромінювання плоди швидко в'януть і втрачають товарний вигляд. Вологі плоди перед фасуванням провітрюють. Огірки упаковують в спеціальні ящики та контейнери [29].

*Технологія зберігання.* Огірки надходять до споживача відразу після збору або через одну-дві доби (зберігаються відносно недовго). Деякі сорти з міцною грубою шкіркою при зберіганні втрачають менше вологи, довше не жовтіють і зберігають смак. Після сортування і фасування огірки відразу поміщають в охолоджуване сховище або холодильник. Без охолодження і при низькій вологості повітря вони втрачають смак і товарний вигляд через 1-3 доби. Регулюючи і поєднуючи температуру і вологість під час зберігання, можна збільшити термін зберігання огірків.

Ріст і розвиток огірка тісно пов'язані з його біологією. Огірки вирощують як у відкритому, так і закритому ґрунті.

*Особливості вирощування огірка у відкритому ґрунті.* Вегетаційний період у відкритому ґрунті складає в середньому 100-130 днів. Найкращими попередниками для вирощування огірка є багаторічні трави, пасльонові, картопля, капуста, бобові, озимі зернові і чорний пар. Органічні добрива вносять під оранку. Ранньою весною перед посівом проводять 2-3 культивації кропу з боронуванням і коткуванням з метою очищення верхнього шару ґунту від насіння бур'янів. Насіння огіроків висівають у 2-3 строки, коли ґрунт прогріється до 10-12 °С і мине загроза весняних заморозків. Насіння ранньостиглих сортів і гібридів висівають з шириною міжряддя 70-90 см, середньо- і пізньостиглих – 90-140 см. У виробництві також практикується стрічковий спосіб вирощування за схемою 90+50 або 120+60 см. Глибина посіву 3-5 см. Норма 5-7 кг/га висіву насіння, а сівалками точного висіву 2-3 кг/га. При появі сходів, міжряддя розпушують. У фазі 3-4 листків, рослини проріджують на відстань 10-18 см. Одночасно видаляють пошкоджені та хворі рослини. Оптимальна густота рослин після проріджування має становити 80-85 тис. шт./га у низькорослих сортів і гібридів і 65-70 тис. шт./га у довгостовбурних.

Розсаду горщиків огіроків висаджують у віці 20-25 днів, коли минає загроза настання весняних заморозків. Висаджувати під плівкове укриття рекомендується на 10-15 днів раніше. У рядку рослини розміщують на відстані 18-22 см одне від одного.

Подальший догляд за рослинами полягає в розпушуванні міжрядь 2-4 рази, до початку утворення шкірки. Кожне розпушування слід проводити через 7-9 днів після попереднього, бажано після дощу або поливу. У рядках бур'яни видаляють у міру їх появи. За необхідності рослини огірка підживлюють аміачною селітрою (0,5-1,0 т/га), гноєм (3-4 т/га) чи пташиним послідом (0,7-1,0 т/га), розведеними водою у співвідношенні 1:7-10 відповідно [32].

У період вегетації рослини огіроків систематично поливають і контролюють шкідників і хвороби. Залежно від погодних умов у лісостепу рослини поливають 3-7 разів, у степу 8-10 разів. Проти шкідників рослини обробляють інсектицидами, а проти хвороб – фунгіцидами. Під час обробки рослин

пестицидами, вулики з бджолиними сім'ями ввечері на день обробки закривають. Вихід працівників на оброблену ділянку дозволяється не раніше ніж через 5-10 днів залежно від препарату та погодних умов.

Плоди збирають вибірково. Перші 3-4 збори проводять через 2-3 дні, наступні – через добу після попереднього в залежності від інтенсивності росту плодів. Під час збирання товарні та нетоварні плоди (пошкоджені, хворі, перерослі) зривають в ряд, щоб не сповільнилося цвітіння і не припинилося утворення нових. Товарні плоди сортують на три групи: до першої групи відносять солоні огірки (довжиною 3-5 см, діаметром до 2,5 см), до другої групи – корнішони: довжиною 5,1-7,0 см (перша фракція) і 7,1-9,0 см (другої фракції), до третьої – зеленці – не довше 12 см, діаметром до 5 см [29].

*Особливості вирощування огірка в закритому ґрунті.* Вирощують огірки в застелених і плівкових теплицях, а також у парниках. Для цього використовують бджолозапильні та партенокарпічні гібриди. Розсада (горщикова) вирощена в розсаднику. Розмір горщиків становить 10×10 см. Для зимових теплиць розсаду вирощують з використанням додаткового освітлення. Вік розсади 25-30 днів. У зимових теплицях розсаду висаджують з 20 грудня, у плівкових з ґрунтовим і повітряним обігрівом – з 20-25 лютого, з повітряним обігрівом і в парниках – з 15 березня, а в сонячних – з 15-20 квітня. Догляд за рослинами полягає в підв'язуванні їх до шпалери, формуванні куща, утриманні ділянки від бур'янів, забезпеченні оптимальної температури повітря і ґрунту, вологості, газового середовища, контролі шкідників і хвороб. За два дні до цвітіння бджолозапильних гібридів, у теплицях або біля них встановлюють вулики з бджолиними сім'ями з розрахунку – одна бджолина сім'я на 800-1000 м<sup>2</sup>.

До початку плодоношення бджолозапильних гібридів підтримують відносну вологість повітря в межах 80-90 %, вологість ґрунту – 70-80 %, температуру повітря в сонячні дні на рівні 24-26 °С, в похмурі дні – 22-24 °С, вночі – 17-18 °С, ґрунту – 22-24 °С. У період плодоношення відносна вологість повітря повинна бути 80-90 %, температура повітря в сонячні дні – 26-28 °С, в похмурі дні – 24-26 °С, вночі – 18-20 °С, температура ґрунту – 22-24 °С.

Для партенокарпічних гібридів відносна вологість повітря перед плодоношенням повинна бути 75-80 %, ґрунту – 75-80 %, температура повітря в сонячну погоду – 22-24 °С, в похмуру – 20-22 °С, вночі – 17-18 °С, ґрунту – 22-24 °С, у період плодоношення відносна вологість повітря підтримувати на рівні 75-85 %, ґрунту – 85-90 %, температура повітря в сонячні дні – 24-26 °С, в похмурі дні – 22-24 °С, вночі – 18-20 °С, ґрунту – 22-24 °С [29].

При догляді за рослинами, необхідно постійно стежити за процесами живлення рослин. Позитивно на ріст і плодоношення рослин впливає позакореневе підживлення, яке рекомендується проводити кожні 15-20 днів. Протягом вегетаційного періоду з рослин систематично видаляють листя, що відмирають, і безплідні пагони. Рослини поливають водою, нагрітою до 20-22°С невеликими порціями. При підвищенні температури повітря в будівлях вмикають вентиляцію, а в сонячні дні також білять скло вапном. Коли коренева система оголиться на ґрунтовому субстраті, рослини присипають ґрунтовою сумішшю шаром 1-2 см. Плоди збирають через 2-3 дні. У закслених теплицях залежно від технології вона становить 30-35 кг/м<sup>2</sup>, у плівкових – 20-25 кг/м<sup>2</sup> залежно від терміну вирощування та догляду за рослинами [1].

### **1.3. Сучасний стан вивчення фузаріозного в'янення огірка**

#### **1.3.1. Історія вивчення збудника та хвороби**

*Fusarium* Link, 1809 – це великий рід міцеліальних грибів, які входять до групи, яку часто називають гіфоміцетами, широко поширені в ґрунті та пов'язані з рослинами. Більшість видів є непатогенними сапробіонтами і є відносно численними членами спільноти ґрунтових мікробів. Деякі види виробляють мікотоксини в зернових культурах, які можуть вплинути на здоров'я людей і тварин, якщо вони потраплять у ланцюг живлення. Основними видами токсинів, які виробляють дані види з роду *Fusarium*, є фумонізени та трихотецени. Незважаючи на те, що більшість видів, очевидно, є нешкідливими (деякі існують

на шкірі як коменсальні члени шкірної флори людини), деякі види *Fusarium* і підвидові групи є одними з найпоширеніших грибних патогенів рослин і тварин.

Рід *Fusarium* був описаний німецьким натуралістом і ботаніком Йоганном Генріхом Фрідріхом Лінком. Більшість грибів, які він вперше описав, досі визнані під оригінальною назвою, що доводить високу якість його роботи (такі як *Cordyceps*, *Creopus*, *Leocarpus*, *Mухомycetes*, *Phragmidium*).

Вид *Fusarium oxysporum* був описаний Дідеріхом Францем Леонардом фон Шлехтендалем. Натомість, спеціальна форма (лат. *forma specialis*), яка є збудником фузаріозного в'янення огірка – *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, вперше була описана професором кафедри фітопатології Джоном Оуеном у 1956 році (Університет Флориди, США) [55].

### 1.3.2. Поширення і шкідливість хвороби

Фузаріозне в'янення огірків – захворювання рослин, при відсутності заходів контролю, швидко поширюється і призводить до масової загибелі рослин. Великі осередки часто зустрічаються в плівкових теплицях, де без знезараження субстрату займають значні площі і роблять вирощування огірків нерентабельним [1].

Фузаріоз поширений у всіх кліматичних зонах. Ці різноманітні та легко пристосовані гриби були виявлені в ґрунтах багатьох пустель, тропічних і помірних лісів, лугов та ґрунтів тундри. Штами *F. oxysporum* є усюдисущими мешканцями ґрунту, які мають здатність існувати як сапрофіти.

Поширення фузаріозу (збудник – гриб *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen): є однією з найпоширеніших причин значного зниження врожаю огірків не лише в Україні, а й у Північній Америці (США, Канада), в країнах Європи та Близького Сходу. В Україні огірок уражений фузаріозом, що викликається *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, поширений на всій території країни.

Захворювання може завдати значної шкоди. Хвороба вражає судинну систему огірка і з часом викликає затримку росту, пожовтіння і некроз листя, а згодом і повну загибель рослини. Втрати можуть сягати, в залежності від розвитку хвороби, до 60 % урожаю [51].

### **1.3.3. Симптоми фузаріозного в'янення огірка**

Основною ознакою фузаріозу огірка є в'янення, викликане ураженням провідної системи рослини. У даному випадку – це системний характер розвитку інфекції. Захворювання часто розвивається плямами.

Симптоми проявляються на всіх фазах розвитку рослини. Сходи гинуть, не досягнувши поверхні ґрунту. На сходях спостерігається поява корневих гнилей, зниження росту, розм'якшення і вилягання сходів, пожовтіння та поникання сім'ядольних листочків.

На дорослих рослинах, при пересадці на постійне місце, симптоми в'янення можуть спочатку зникнути. Найбільш характерні ознаки захворювання проявляються у фазі цвітіння та плодоношення. Вдень молоді пагони і листя в'януть, а вночі відновлюються. По мірі розвитку хвороби, рослини повністю в'януть і не відновлюють тургор ні вночі, ні після поливу. При гострій формі хвороби, рослини раптово в'януть і швидко засихають. Судини рослин набувають жовтого або бурого забарвлення. Особливо добре це видно на поперечному зрізі стебла. Коренева система може виглядати здоровою, але в більшості випадків на кореневій шийці утворюються виразки, що призводять до її поздовжнього розтріскування. В основі стебла утворюється сріблясто-білий міцелій.



Рис. 1.2. Зміна кольору судин рослин огірка внаслідок ураження фузаріозним в'яненням [41]

Плоди стають гіркими на смак. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* виділяє токсини (дезоксиневаленол, ніваленол і зеараленон). Через їх накопичення, плоди стають токсичними для людини і непридатними для вживання. Під час зберігання плоди набувають хлоротичного забарвлення, загнивають і покриваються білим нальотом. При мікроскопічному дослідженні нальоту виявляється міцелій та конідіальне спороношення фітопатогена. Ураження швидко поширюється плодами, що зберігаються [28, 58].



Рис. 1.3. Рослини огірка, уражені фузаріозним в'яненням [51]

Патологічне в'янення рослин зазвичай пов'язують із закупорюванням судин і системною токсичністю. Фузаріоз виникає внаслідок блокування судин ксилеми через утворення калози, тилози або гелів, коли рослина-господар намагається запобігти поширенню збудника шляхом одночасним обмеженням транспортування води ксилемою. Крім того, токсини, які виробляє *F. oxysporum*, є основною причиною в'янення рослин через пошкодження мембрани та втрати води клітинами. Як відомо, вирішальну роль у фузаріозному в'яненні відіграє поширення фузаринової (5-бутилпіридин-2-карбонової) кислоти, що продукується видами із роду *Fusarium*. Коли рослини страждають від нестачі води або патогенної інфекції, виникає властивий водний дисбаланс, що призводить до скручування або в'янення листя. Хоча найбільш помітним симптомом цієї хвороби є в'янення листя, яке відбувається за нестачі води, залишається невідомим, чи страждають інфіковані рослини огірка від водного стресу [61].

## 1.4. Біоекологічні особливості збудника фузаріозного в'янення огірка - *Fusarium oxysporum*

### 1.4.1. Систематичне становище гриба *Fusarium oxysporum* і його спеціалізація

Знання екологічних і біологічних особливостей збудників хвороб рослин має важливе значення для розробки заходів обмеження розвитку патологій [7, 18]. У той час як вид, як визначено Дідерихом Францем Леонардом фон Шлехтендалем (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, що визначений Дж. Оуеном), був загальноновизнаним протягом більше 50 років, останні дослідження вказують на те, що цей таксон насправді є генетично гетерогенним політиповим морфовидом, штами якого представляють деякі з найпоширеніших мікроорганізмів глобальної мікрофлори ґрунту. Рід *Fusarium* містить щонайменше 300 філогенетично відмінних видів та видових комплексів [38]. Крім того, гриби роду *Fusarium* можуть виробляти низку токсичних вторинних метаболітів, таких як трихотецени, зеараленон і фумонізени, створюючи серйозну загрозу для безпеки харчових продуктів і здоров'я людини [48]. Отже, між мікологами, фітопатологами та фахівцями з харчових технологій існує постійний інтерес до розробки підходів і методів боротьби зі збудниками фузаріозу. Розуміння розповсюдження та моделей поширення грибів із роду *Fusarium* є критичним кроком у розробці таких стратегій. Однак, на даний момент розуміння епіфітотій фузаріозу є обмеженим.

У провінції Вавилон (Ірак) було ідентифіковано їх на основі морфологічних ознак і філогенетичного аналізу [44]. Це дослідження показало наявність *Fusarium incarnatum*, *F. solani* та *F. oxysporum* на кореневій системі огірка. Види *Fusarium* були філогенетично проаналізовані на основі внутрішніх транскрибованих спейсерів (ВТС). Усі ізоляти фузаріозу були патогенними для сортів огірків, але суттєво відрізнялися за своїм ростом і патогенністю щодо насіння огірків під час експерименту.

Діапазон рослин-господарів *F. oxysporum* включає багато непатогенних штамів на додачу до специфічних патогенних штамів господаря («*formae speciales*»). У дослідженні Гаріба [43], ізолят № 3 був обраний через його високу патогенність. Дані в таблиці 1.1 демонструють, що жодних симптомів не спостерігалось у представників з родин хрестоцвітих (білоголова капуста, цвітна капуста), пасльонових (томат і перець) і гарбузових (кабачок і кавун). Проте на сорті огірка виявлено лише типовий симптом фузаріозного в'янення. Індивідуальна спеціальна форма зазвичай має дуже обмежене коло господарів.

Таблиця 1.1

**Перелік рослин-господарів ізоляту *F. oxysporum* № 3 під час експериментів у горщиках [43]**

Рослина	Сорт	Реакція на патогена
Томат	Super Strain B	–
Перець	California wonder	–
Кабачок	Eskandrane	–
Огірок	Beta Alfa	+
Кавун	Sugarbaby	–
Капуста цвітна	White Magic	–
Капуста білоголова	Balady	–

Враховуючи широке поширення непатогенних штамів *F. oxysporum*, можна зробити висновок, що певні патогенні форми походять від початково непатогенних предків. Враховуючи асоціацію цих грибів із корінням рослин, форма, яка здатна рости за межами кори та проникати в ксилему, може використовувати цю здатність й отримати перевагу над грибами, які обмежені існуванням всередині кори.

Вид *Fusarium oxysporum* має наступне таксономічне положення: рід – Фузарій (*Fusarium*), родина – Нектрієві (*Nectriaceae*), порядок – Гіпокрейні (*Hypocreales*), клас – Сордаріоміцети (*Sordariomycetes*), відділ – Аскомікотові

гриби (Ascomycota), підцарство – Вищі гриби (Dikarya), царство – Гриби (Fungi) [13].

#### 1.4.2. Стадії спорошення

Міцелій – пухкий, плівчасто-павутинний, невисокий, забарвлений у сріблясто-білий колір. З розвитком міцелій може змінювати колір на рожевий і червоний.

Конідії (макроконідії) – утворюються в міцелії, іноді в спородохіях та піонотах. Форма – веретеноподібна або серпоподібна, еліптично вигнута або майже пряма. Здебільшого діаметр однаковий, оболонка тонка. Верхня клітина не подовжена, поступово та рівномірно звужується. До основи конідії (макроконідії) звужені, мають яскраво виражену ніжку або сосок. Перегородок від 3 до 5. Розміри:  $25-50 \times 3,7-5$  мкм [13, 28].

Конідії (мікроконідії) – формуються в міцелії. Довгі, одноклітинні, безбарвні, завжди щільні.

Хламідоспори – щільні, проміжні, верхівкові, гладкі або шорсткі, одноклітинні або двоклітинні, незабарвлені, товстостінні [40].



Рис. 1.4. Культурально-морфологічні особливості гриба *Fusarium oxysporum*: а – колонія гриба, б – мікроскопічний вигляд макроконідій, прикріплених до міцелію [40]

### **1.4.3. Шляхи поширення інфекції фузаріозу та умови, які сприяють розвитку хвороби**

Хвороба в польових умовах розвивається за монокультурного вирощування огірків і накопиченні інфекції в ґрунті. Для початку зараження кореневої системи огірка необхідна вологість ґрунту з показником 40–70 % повної вологоємності та помірна температура [52]. Симптоми проявляються при низьких температурах і високій вологості ґрунту. Як і збудник вертицильозу огірка, фітопатоген *Fusarium oxysporum* віддає перевагу кислим ґрунтам.

У господарствах з високою культурою землеробства, чисельність фітопатогенів значно менша й епіфітотій не спостерігається. Заражений субстрат закритого ґрунту для вирощування рослин непридатний та потребує додаткової дезінфекції, застосування засобів захисту.

Поширенню хвороби при зберіганні сприяє крапельна волога у вигляді конденсату, що утворюється на поверхні плодів при зміні температури і вологості в приміщенні.

Збудник захворювання зберігається в ґрунті у вигляді хламідоспор, здатних рости і розвиватись протягом 15-16 років. У присутності рослини-господаря, хламідоспори проростають й проникають у провідну систему коренів і прилеглих паренхімних клітин через кореневий чохлик, кореневі волоски і різні пошкодження, отримані як механічним шляхом, так і внаслідок пошкодження комахами. Розвиваючись всередині рослини, збудник викликає механічне закупорювання провідних судин [51].

Як відомо, даний гриб є надзвичайно стійким до умов навколишнього середовища і здатен утворювати власну захисну плівку, що складається з міцних гіф гриба та позаклітинних полісахаридних комплексних сполук [33].

Джерела інфекції – насіння, рослинні залишки, ґрунт. У теплицях основне джерело зараження – насіння. Наявність у ґрунті поодиноких життєздатних

конідій призводить до утворення великих колоній. Від місця первинного зараження інфекція швидко поширюється на сусідні рослини [28].

## **1.5. Система захисних заходів на огірках проти фузаріозного в'янення**

### **1.5.1. Організаційно-господарські заходи**

До організаційно-господарських заходів належать:

- обов'язковий щотижневий огляд рослин на виявлення ознак пошкодження шкідниками та хвороб, починаючи з моменту вирощування розсади;
- ізоляція розсадників від виробничих теплиць;
- закріплення інвентарю, спецодягу та взуття за кожною окремою теплицею;
- дезінфекція автотранспорту при в'їзді на територію теплиці;
- в овочевих теплицях забороняється вирощувати та впроваджувати квітково-декоративні рослини;
- повна утилізація та ретельне видалення бур'янів і сміття з території теплиці та навколо неї;
- використання дрібнокомірної сітки для закриття вентиляційних, дверних, віконних прорізів для запобігання проникненню комах [59].

### **1.5.2. Селекційно-насіньні заходи**

Більшість сортів огірків, що висіваються, потребують запилення. З цією метою тисячі медоносних стільників щорічно виносять біля посівів огірка перед самим цвітінням. Огірки також можуть запилюватися джмелями та деякими іншими видами бджіл. Більшість огірків, які потребують запилення, самі по собі несумісні, тому для формування насіння та плодів потрібен пилок іншої рослини.

Деякі сорти огірка є партенокарпічними, на суцвіттях яких утворюються безнасінні плоди без запилення, що погіршує харчові якості цих сортів. У Сполучених Штатах їх зазвичай вирощують у теплицях, де бджоли виключені. У

Європі, в деяких регіонах, їх вирощують на відкритому повітрі, де бджоли також виключені.

Традиційні сорти дають спочатку чоловічі квіти, потім жіночі приблизно в еквівалентній кількості. Нові гінодомні гібридні сорти дають майже повністю жіночі квіти. Вони можуть мати сорти-запилювачі між собою, і кількість вуликів на одиницю площі збільшена, але зміни температури викликають чоловічі квіти навіть на цих рослинах, яких може бути достатньо для того, щоб відбулося запилення [29].

Ефективним і екологічно безпечним заходом захисту огірків від хвороб є розробка і вирощування у виробництві стійких сортів і гібридів. Останні характеризуються високою стійкістю до більшості захворювань: Амур F<sub>1</sub>, Аякс F<sub>1</sub>, Гармонія F<sub>1</sub>, Дездемона F<sub>1</sub>, Джерело, Еліза F<sub>1</sub>, Еколь F<sub>1</sub>, Зузана F<sub>1</sub>, Караоке F<sub>1</sub>, Кураж F<sub>1</sub> та інші [14].

У дослідженні Шалабі Т.А. та ін. [54] вивчали вплив 5-ти підщеп гарбуза на рослини огірка, заражених *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, з використанням теплового стресового фактора та без нього. Підщепа VSS-61 F<sub>1</sub> показала найнижчий рівень ураження фузаріозом (15,3 і 12 %) і високу ефективність щеплення (85 і 88 %). Також щеплення покращило показники енергії росту рослин і врожайності огірка в умовах високої температури середовища (40-43 °C).

Щеплення огірків є перспективним прийомом для культурних рослин в умовах, що знаходяться у біотичному та/або абіотичному стресах. Щодо запропонованого механізму, то він може відрізнитися залежно від типу стресу, типу патогену та виду культивованої рослини (рис. 1.5). Цей механізм може містити формування вищих рівнів активності антиоксидантних ферментів й загального фенольного вмісту порівняно з нещепленими рослинами, зменшення горизонтального та вертикального переміщення патогенів у ксилемі, уповільнення їх розмноження в інфікованих тканинах, суберинізацію та лігніфікацію клітинних стінок, а також регуляцію АБК-залежний H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-керований механізм.

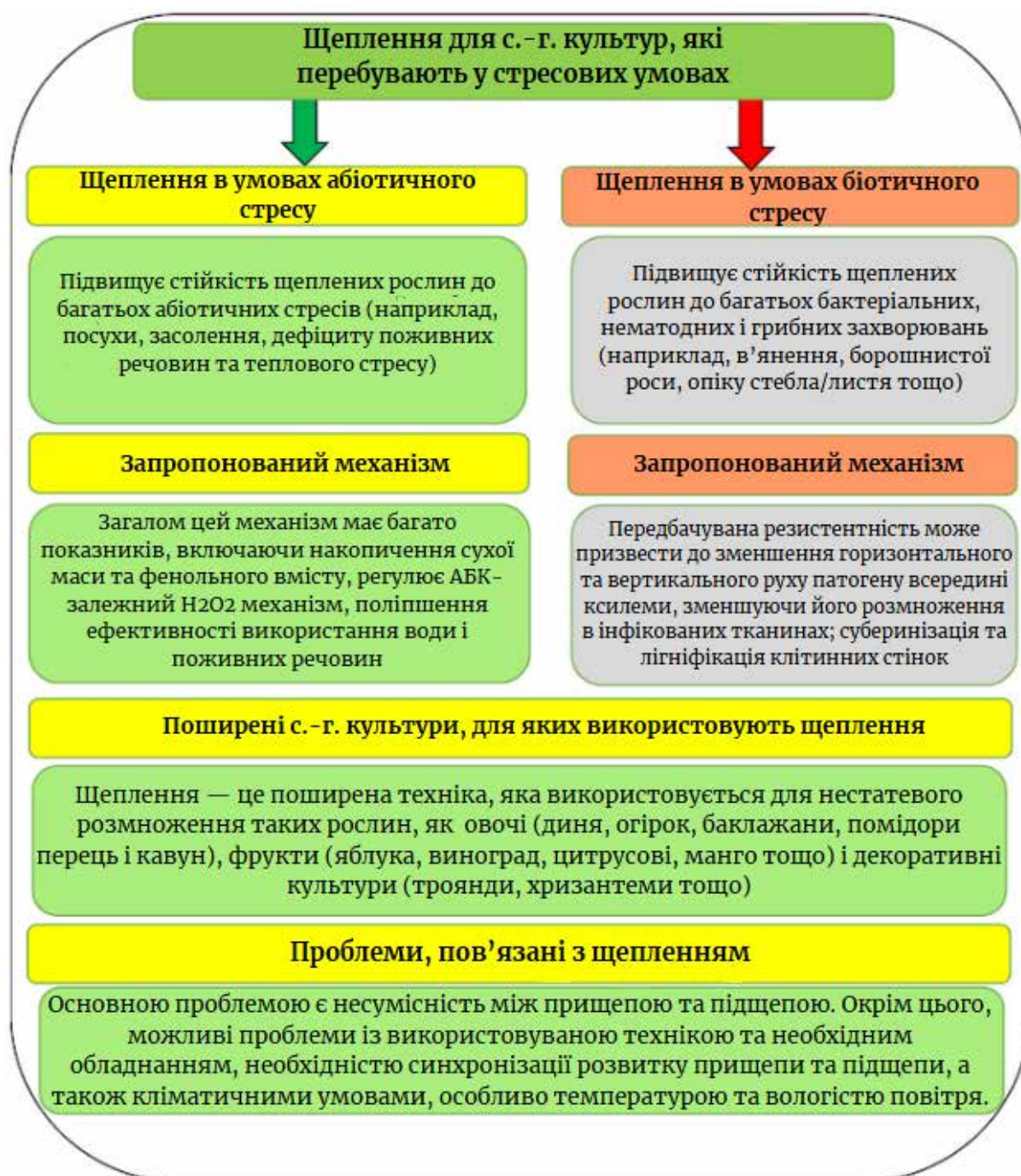


Рис. 1.5. Загальний опис процесу щеплення, зокрема механізм біотичного та абіотичного стресу, різні види рослин, які використовують щеплення, і проблеми, з якими стикається дана техніка [54]

Відсутність доступних природних ресурсів стійкості до фузаріозного в'янення обмежує розведення стійких сортів за допомогою звичайних підходів. Гени сприйнятливості (S) у чутливих рослинах-господарях сприяють зараженню патогеном і підвищують сприйнятливість. Експериментальним шляхом Ху J. зі

співавторами [60] провели скринінг генів S за допомогою порівняльного протеомного аналізу між сортами огірків Rijiecheng і Superina, які продемонстрували стійкість і високу сприйнятливість до хвороби відповідно.

### 1.5.3. Агротехнічні заходи

В агротехніці вирощування огірків можна виділити такі основні прийоми, як розпушування міжрядь, контроль бур'янів, підживлення, поливи, контроль фітофагів. Як тільки з'явилися сходи, необхідно відразу обробити простір між рядами. Пухкий ґрунт дає більше вологи та поживних речовин рослинам. Завдяки розпушуванню ведеться боротьба з бур'янами, які перешкоджають росту культурних рослин. З появою першого листка слід зробити прорив, залишивши при цьому міцні рослини. Другий раз проривають розсаду на другому листку, і знову вибирають тільки здорові і міцні рослини. У лунку можна сіяти від 8 до 10 насінин, в результаті має бути 4-5 насінин огірка ранніх сортів, 6 – пізніх.

Перше підживлення проводять після появи першого листочка. Найпоширенішим способом є використання в якості підживлення розчину коров'ячого (кінського) гною або пташиного посліду. Одне відро такого розчину розраховане приблизно на 20 рослин. У теплиці його краще вносити в канавки, вириті на глибину 3-4 см і на відстані 8-10 см з обох сторін канавки. Хоча ті ж роботи можна проводити і у відкритому ґрунті.

Після появи сходів, що проросли з насіння, або висадки розсади у відкритий ґрунт, починається новий важливий етап вирощування культури – догляд за молодими тендітними рослинами. Вони потребують захисту від спеки, поливу, мульчування, прополки, виривання та проріджування.

*Мульчування.* Після появи сходів, що проросли з насіння, або висадки розсади у відкритий ґрунт, починається новий важливий етап вирощування культури – догляд за молодими тендітними рослинами.

Щоб уникнути небезпеки утворення ґрунтової кірки і пересихання ґрунту, після посіву насіння огірків її поверхню мульчують торфом, перегноем і тирсою (шаром до 3 см). У цьому випадку глибина загортання насіння повинна бути менше – 1-2 см. Тоді сходи легко проростуть на поверхню і мульчу не потрібно буде переміщати між рядами. Укладають тільки на пухкий і вологий ґрунт. Мульчування проводять відразу після висадки розсади або коли на розсаді розвинуться 2-3 справжніх листка. Посадка на мульчу з непрозорої плівки прискорює розвиток рослин, зберігає вологу і полегшує догляд. Цей прийом добре поєднується з крапельним зрошенням, хоча використовується також для дощування і шлангового поливу, а також для вирощування без поливу.

*Проріджування.* Огірок проріджують, як тільки на сходах розвинеться перший справжній листок, не більше другого. У цій фазі вже можна визначити, яка з розсади дасть міцну та здорову рослину. Особливо негативно позначається пізнє проріджування посівів на скоростиглих сортах. Можна пересаджувати рослини із загущених місць у місця прорідження розсади, намагаючись не пошкодити коріння. Краще приживаються наймолодші саджанці. Щоб пересаджені рослини швидше прижилися, їх накривають ковпаком з пластикової пляшки або чимось подібним.

*Полив.* При відсутності регулярного природного поливу перший вегетаційний полив проводять з появою третього справжнього листка. Як правило, перед цвітінням достатньо всього 1-2 поливів. Але полив огірка на початку цвітіння може відстрочити початок плодоношення. Тому на цьому етапі доцільно припинити полив. Відновлюється із зав'язуванням перших плодів. Під час плодоношення огірку потрібен частий і легкий полив. Ґрунт повинен бути насичений вологою не менше ніж на 10-15 см. У посушливе літо полив повторюють через 2-4 дні, на легких ґрунтах – частіше, на важких – рідше. У посушливе і спекотне літо вони проводяться щодня. Поливати огірок можна тільки в теплу суху погоду, в холодну погоду – полив огірку шкідливий, як і полив холодною водою в теплу погоду.

На початку росту рослина огірка не може конкурувати з бур'янами за життєвий простір. Поки огірок має прямостояче стебло, він особливо потребує прополки. Одночасно розпушуйте землю в міжряддях і рядах. Щоб запобігти утворенню згубної для огірків ґрунтової кірки, слід після кожного поливу або дощу розпушувати ґрунт під ними, поки рослини не вкриють поверхню ґрунту листям. Під пологом листя огірків не утворюється ґрунтова кірка. Після розвитку третього справжнього листка огірки злегка підгортають, поєднуючи цю операцію з прополкою та розпушуванням. При цьому потрібно бути обережним, щоб не пошкодити поверхнево розташовану частину кореневої системи. Легке підгортання допомагає уникнути затримки дощової та поливної води біля основи стебла, що небезпечно при нестачі тепла. Крім того, від перевернутого стебла відрастають додаткові корені, збільшуючи загальний об'єм кореневої системи [32].

Під час збирання плоди слід обережати від механічних пошкоджень, щоб запобігти їх ураженню антракнозом, білою та сірою гниллю під час транспортування та зберігання. Ретельний збір, знищення післяжнивних решток і глибока оранка сприяють їх швидкій мінералізації, знижують зараження ґрунту багатьма патогенами.

#### **1.5.4. Використання хімічних пестицидів**

Дотримання фітосанітарних правил догляду за рослинами в теплицях значно обмежує поширення інфекції. З теплиць і оранжерей необхідно своєчасно видаляти рослини, уражені в'яненням, кореневими гнилями, антракнозом, бактеріозом, мозаїкою, систематично знищувати бур'яни і шкідників – переносників бактеріальних і вірусних інфекцій.

При прогнозованому розвитку несправжньої борошнистої роси, антракнозу, аскохітозу та багатьох інших хвороб рослини профілактично обприскують одним із дозволених фунгіцидів на основі таких діючих речовин: алюміній фосфіт + ортофосфатна кислота, р.к. (Фітал 2,0–2,5 л/га); азоксистробін, к.с.

(Квадріс 250 SC, 0,6 л/га); азоксистробін + металаксил-М, с.е. (Уніформ 446, 0,4–0,9 л/га); диметоморф + аметотрадин, к.с. (Орвего, 0,8–1,0 л/га); диметоморф + манкоцеб, в. (Акробат МЦ, 2,0 кг/га); металаксил + манкоцеб, в.г. (Ридоміл Голд МЦ 68 WG, 2,5 кг/га та аналоги); пенконазол + дифеноконазол, к.е. (Джек Пот, 0,15–0,2 л/га – у відкритому ґрунті та 0,25 л/га – у захищеному); піраклостробін + диметоморф, к.д. (Кабріо Дуо, 2,5 л/га); пропамокарб гідрохлорид + фосетил алюмінію, р.к. (Превікур Енерджі 840 SL, 2,5–3,0 л/га); тебуконазол + флуопірам, к.с. (Луна Експірієнс 400 SC, 0,35–0,75 л/га); метилтіофанат, к.с. (Дефендер, 1,2–1,5 л/га); фосетил алюмінію, з.п. (Аллетт, 2,0 кг/га); флуопіколід + пропамокарб гідрохлорид, к.с. (Інфініто 61 SC, 687,5, 1,2–1,6 л/га); цимоксаніла + хлорокису міді, з.п.п. (Ордан, 2,5–3,0 кг/га); оксихлорид міді + цимоксаніл, з.п. (Курзат Р 44, 3,0 кг/га); ціазофомід, к.с. (Ранман 400, 0,2 л/га та аналоги); купруму хлорид, к.с. (Медіан Екстра 350 SC, 2,0–2,5 л/га та його аналоги).

Щоб запобігти виникненню резистентності у збудника борошнистої роси, до появи перших ознак захворювання необхідно проводити профілактичне обприскування системними та системно-контактними фунгіцидами. У період прояву і розвитку захворювання застосовують тільки контактні препарати.

Проти борошнистої роси огірки обприскують препаратами на основі діючих речовин: пенконазолу, к.е. (Топаз 100 ЕС, 0,125–0,25 л/га); сірка, в. (Тіовіт Джет 80 WG, 3,0–5,0 кг/га); тіофанат-метил, з.п. (Топсин М 0,8–1,0 кг/га); трифорин, к.д. (Сапрол, 0,5–1,0 л/га).

У разі виявлення білої гнилі, фузаріозу, вертицильозу і кореневої гнилі огірка можна використовувати біопрепарати: Агат 25-К, па (30 г/га); Триходермін БТ, с. (5–10 л/га); Псевдобактерин-2, в.р. (1,0 л/га).

Для захисту плодів огірка від антракнозу та інших хвороб при тривалому зберіганні рослини обприскують фунгіцидом на основі діючої речовини: ципродиніл + флудіоксоніл, в. г. (Світч 62,5 ВГ, 0,75–1,0 кг/га).

Вибір фунгіцидів залежить від ступеня ураження патогенами та рівня захисної здатності діючих речовин препарату проти хвороб, виявлених під час моніторингу посівів огірків [14, 30].

Різні фунгіцидні хімічні речовини були випробувані та оцінені проти розвитку і поширення фузаріозного в'янення огірків. У науковій праці Фаріда Г. та співавторів [39], було досліджено 5 діючих хімічних речовин, а саме редоміл, скор, оксихлорид міді, кабріотоп, антракол. У лабораторних умовах, максимальне пригнічення росту міцелію гриба *F. oxysporum* було виражено редомілом (1,53 см), за яким йдуть скор (1,66 см), оксихлорид міді (1,75 см), кабріотоп (1,79 см) і антракол (1,90 см) порівняно з контролем (3,49 см). При використанні редомілу і скору захворюваність мінімальною (47,50 і 49,72 % відповідно), порівняно з контролем у польових умовах (55,0 %).

Шарма Д. зі співавторами [53] досліджували ефективність різних фунгіцидів для боротьби з фузаріозним в'яненням огірків. У лабораторних умовах найефективнішим виявився карбендазим, який інгібував ріст міцелію на 100 %, а в польових умовах забезпечив 92,02 % контролю хвороби. Інші фунгіциди, такі як гексаконазол і комбінація трифлорксістробіну з тебуконазолом, також показали високу ефективність (понад 91 %). Карбендазим також сприяв найвищій врожайності (500 ц/га).

### **1.5.5. Біологічний контроль хвороби**

Фузаріоз, викликаний *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen, призводить до значних втрат урожаю рослин огірка та погіршення якості насіння [19]. З метою контролю хвороб і підвищення стійкості рослин до патогенів, використовують препарати з різних механізмом індукування захисних реакцій рослин [8].

Біоорганічне добриво, яке представляє собою комбінацію гнойових компостів з антагоністичними мікроорганізмами, й органічне добриво були ефективні у боротьбі з фузаріозом. Застосування біоорганічного добрива знизило захворюваність на 83 % і зменшило втрати врожаю втричі порівняно із застосуванням звичайного органічного. Аналіз мікробних угруповань у ризосферних ґрунтах за допомогою високопродуктивного піросеквенування

показав, що в біоорганічному добриві присутні більш складні структури угруповань, ніж у оброблених звичайним органічним добривом ґрунтах. Домінуючими таксономічними групами, знайденими в обох зразках, були Proteobacteria, Firmicutes, Actinobacteria та Acidobacteria серед бактерій та Ascomycota серед грибів. Чисельність корисних бактерій або грибів, таких як Trichoderma, Нурохулон, Tritirachium, Paenibacillus, Bacillus, Haliangium і Streptomyces, зросла порівняно з обробкою звичайним органічним добривом, тоді як ґрунтовий збудник із роду Fusarium, помітно зменшився у кількості. Загалом результати цього дослідження демонструють, що застосування біоорганічного добрива було корисним та ефективним підходом для контролю фузаріозного в'янення, а високопродуктивне піросеквенування було придатним методом для характеристики мікробних спільнот ризосферного ґрунту огірка [49].

*Bacillus amyloliquefaciens* B1408, виділений із ризосферного ґрунту рослин огірка, здатний ефективно пригнічувати інвазивність збудника. У цьому дослідженні Ліньчжуань Хана та інші [46] оцінювали вплив застосування штаму B1408 на морфологію міцелію, ріст огірка та ризосферні мікробні угруповання. Мікробні угруповання ризосфери були виділені за допомогою методу секвенування Illumina. Застосування штаму B1408 зменшило захворюваність на фузаріоз на 59,0 % і сприяло росту рослин. Це дослідження свідчить про те, що *B. amyloliquefaciens* B1408 може сприяти росту рослин і полегшувати пошкодження, спричинені фузаріозним в'яненням огірка [47].

Було виявлено, що рослини огірка, які протягом 9-ти років послідовно вирощувалися в монокультурі, страждають від важкої форми фузаріозу, спричиненої ґрунтовим грибом *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen. У цьому дослідженні були проведені експерименти в теплицях, щоб оцінити вплив фумігації аміаком на придушення фузаріозного в'янення, чисельність грибів і склад грибкової спільноти. Результати показали, що фумігація газоподібним аміаком значно знизилася захворюваність з 80 до 27 %, що призвело до чотириразового збільшення врожайності порівняно з контрольним варіантом.

Крім того, фумігація значно збільшила різноманіття симбіотичних мікроорганізмів у ґрунті [56].

Установлено, що гриби з роду *Fusarium* найбільш сприйнятливі до регуляторів росту рослин (РРР) на основі біологічно активних речовин: Епін екстра, саліцилової й янтарної кислот. Їхня інгібувальна активність на останню добу досліджень становила 36,7, 56,7 і 33,3 % відповідно [26].

У дослідженні Шалабі Т.А. та ін. [54] вивчали вплив 5-ти підщеп гарбуза на рослини огірка, заражених *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC), з використанням теплового стресового фактора та без нього. Підщепа VSS-61 F<sub>1</sub> показала найнижчий рівень ураження фузаріозом (15,3 і 12 %) і високу ефективність щеплення (85 і 88 %). Ефективність біологічного контролю *F. oxysporum* за допомогою арбускулярних мікоризних грибів – *Glomus mosseae* та *Glomus versiforme*. Порівняно з немікоризними рослинами, інфікованими патогеном, суха вага пагонів і коренів рослин огірка зросла на 100 і 80 % у рослин, інокульованих *G. versiforme* [62]. Вчені Ye X., Li Z., Luo X. та ін. [64] вивчали поведінку міксобактерій *Corallococcus* sp. (штам EGB) у ґрунті та його вплив на мікробіом ґрунту після інокуляції для боротьби з фузаріозним в'яненням огірків, викликаним *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. Однорічний в умовах захищеного ґрунту (в теплиці) і 2-річний польовий експерименти показали, що штам EGB значно зменшив поширеність фузаріозу огірка на 79,6 (теплиця), 66,0 (2015 р., поле) і 53,9 % (2016 р., поле). Штам EGB добре пристосувався до ґрунтового середовища та ефективно зменшив надлишок інфекції, що переноситься ґрунтом.

Дослідженнями оцінено вплив на біоконтроль і стимуляцію росту *Bacillus velezensis*, високоактивного штаму бактерій проти фузаріозу огірка. Дослідження *in vitro* показали, що *B. velezensis* F9 демонструє антифунгальну дію широкого спектру дії проти восьми патогенних для рослин грибів із коефіцієнтом інгібування від 62,66 до 88,18 %. Крім того, два експерименти в горщиках показали, що штам продемонстрував ефективність біоконтролю проти

огіркового в'янення, причому рівень контролю захворювання коливався від 42,86 до 67,78 % [57].

Загалом, дослідження різних біологічних методів контролю збудника фузаріозного в'янення огірка дозволить покращити ефективність заходів контролю хвороби та зменшення втрат врожаю [45].

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Місце та умови проведення досліджень

Дослідження проводили в умовах проблемної науково-дослідної лабораторії «Мікології і фітопатології» кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна НУБіП України. Зразки рослин огірка, уражені фузаріозом було відібрано в умовах захищеного ґрунту в навчальній лабораторії «Плодоовочевий сад» НУБіП України, яка розташована за адресою: м. Київ, вул. Горіхуватський шлях ба.

Клімат помірно континентальний, із м'якою зимою та теплим літом. Середньомісячні температури у січні  $-3,5$  °С, у липні  $+20,5$  °С. Абсолютний мінімум становить  $-32,2$  °С, абсолютний максимум –  $+39,9$  °С (за іншими даними:  $+39,4$  °С, 30 липня 1936 р.). Середньорічна кількість опадів – 649 мм, максимальна кількість опадів припадає на липень (88 мм), мінімум – на жовтень (35 мм). Взимку в Києві утворюється сніговий покрив, середня висота покриву в лютому 20 см, максимальна – 440 см.

Загальна середньорічна хмарність – 6,4 бала, максимум припадає на грудень (8,2), мінімум – на серпень (4,8). Середня вологість повітря – від 64 % (у травні) до 85 % (у листопаді) [9].

Розташована лабораторія на дерново-підзолистих та сірих лісових ґрунтах. У дерново-підзолистих ґрунтах невеликий вміст гумусу (до 1,5 %) та яскраво виражений так званий підзолистий горизонт, з якого поживні речовини вимиваються вглиб. Родючість 26-43 бали (за 100-бальною шкалою). Такий ґрунт потребує осушення та унесення добрив. Сірі лісові ґрунти мають вміст гумусу є незначним (3-5 %), їхня природна родючість відносно невисока, однак достатня для вирощування багатьох сільськогосподарських культур.

### 2.2. Методика проведення досліджень

Динаміку поширення хвороби досліджували на рослинах огірка гібридів Регіна F<sub>1</sub>, Соната F<sub>1</sub>, Чайковський F<sub>1</sub> і Кібрія F<sub>1</sub> за загальноприйнятою методикою [31].

Вилучення гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen (рис. 2.1), у чисту культуру здійснювали за загальноприйнятими у мікології і фітопатології методами [50].



Рис. 2.1. Культура гриба *Fusarium oxysporum* (фото автора)

Під час дослідження впливу температурних умов на ріст та розвиток *F. oxysporum* культуру гриба висівали на поживне середовище в чашки Петрі та інкубували при різних терморежимах: +15, +20, +25 і +30 °С. Щоденно вимірювали діаметр колоній та відмічали появу морфологічних структур – мікро- та макроконідій, хламідоспор. Інтенсивність спороношення гриба оцінювали за допомогою камери Горяєва та мікроскопа «Olympus CX41» [20]. На ріст гриба значно впливає температурний режим навколишнього середовища. Оптимальними є діапазон температури 25-30 °С [37].

Для визначення лінійного росту вимірюють діаметр колонії (від місця посіву до кінця зони росту міцелію), що ростуть на поживному середовищі, зазвичай у чашках Петрі, з однаковим шаром середовища, через певні проміжки часу. У деяких випадках вимірювання проводять у спеціальних пробірках із застиглим горизонтальним шаром поживного середовища рівномірної товщини.

Гриб, що вивчається, висівають у центр поверхні поживного середовища нечисленним інокулюмом завжди однієї густоти, особливо щодо впливу умов культивування зростання колоній.

Діаметр колонії вимірювали у двох взаємно перпендикулярних напрямках у 4-х повторностях через певні проміжки часу (кожні 24 години). Кількість вимірювань залежить від швидкості росту гриба, вона більше у видів, що швидко ростуть. Результати вимірювань зображують графічно рівномірною або логарифмічної шкалою. Лінійний ріст гриба визначають на сприятливому середовищі щодо впливу різних чинників середовища.

Радіальна швидкість росту колонії вираховується за наступною формулою (2.1):

$$K_r = \frac{r - r_0}{t}, \quad (2.1)$$

де  $K_r$  - радіальна швидкість зростання колонії, мм/год;

$r$  - радіус колонії в даний момент часу, мм;

$r_0$  - радіус колонії у початковий момент часу, мм;

$t$  - час від посіву до того моменту, коли радіус колонії досягне  $r$ , год.

*Визначення інтенсивності плодоношення та спороутворення гриба.*

Інтенсивність плодоношення (спороутворення) грибів характеризує їхню репродуктивну здатність, відіграє важливу роль у поширенні та реалізації їхньої життєвої стратегії. У фітопатогенних грибів інтенсивне спороутворення зумовлює високий інфекційний потенціал збудників хвороб. Інтенсивність спороутворення (тобто збільшення числа спор) під час росту гриба на щільному поживному середовищі визначають за допомогою лічильної камери або в кількох полях зору мікроскопа за кількістю спор у певному об'ємі суспензії [15].

Лічильна камера представляє собою товсте предметне скло, на якому вишліфувана пластинка, поверхня якої зазвичай на 0,1 мм нижче поверхні всього скла. На такій пластинці вигравіювано систему взаємоперпендикулярних ліній, відстань між якими дорівнює 50  $\mu$ . Квадрати, що утворюються перетином таких

ліній, мають бічну сторону, рівну також 50  $\mu$ , або, те саме що, 1/20 мм. Об'єм такої «рідкої призми» дорівнює 1/4000  $\text{мм}^3$  (1/20 $\times$ 0,1 $\times$ 1/20  $\text{мм}^3$ ). Необхідно пам'ятати, що 1  $\text{мм}^3$  в 4000, а 1  $\text{см}^3$  – 4000000 разів більше за об'єм однієї призми. Якщо рідина є суспензією спор, то виходячи з обчислених одиниць об'єму, можна підрахувати, скільки знаходиться спор або конідій в будь-якій одиниці рідини, а потім і у всій рідині, якщо її об'єм встановлений. Іноді з цією метою користуються камерами Горяєва, Тома, Фукс-Розенталя, Нейбауера, сіткою Предтеченського тощо [16].

Практично кількість конідій або окремих клітин обчислюють за формулою (2.2):

$$X = a \times b \times 4000, \quad (2.2)$$

де X – кількість шуканих клітин в 1  $\text{мм}^3$ ;

a – кількість клітин у певному об'ємі камери;

b – кількість порахованих квадратів.

Якщо перерахунок ведеться на 1  $\text{см}^3$ , то множать на 4000000. Підрахунок проводять або в кожному квадраті, або в квадратах, розташованих по діагоналі. Якщо підрахунок ведуть у дуже розбавлених сумішах, то одиницю поверхні беруть не тільки як один квадрат, а всю камеру. Для більшої точності підраховують конідії не в одній, а в кількох краплях суспензії, що досліджуються. Результати опрацьовують статистично. Для того, щоб визначити кількість спор (конідій), які гриб утворює на одиницю площі спороносною поверхні, за допомогою пробкового свердла або скальпеля вирізають певну ділянку тканини рослини і змивають з неї спори 1 мл води. Інтенсивність спороутворення вираховують за формулою (2.3):

$$I = \frac{L \times N}{S \times V}, \quad (2.3)$$

де I – інтенсивність спороутворення, млн шт./ $\text{см}^2$ ;

N – середня кількість спор у малому квадраті лічильної камери, шт.;

S – площа вирізаної спороносною поверхні,  $\text{см}^2$ ;

L – об'єм води, якою змиті спори, мл;

V – об'єм малого квадрата камери, мл.

Для визначення фітотоксичності патогену *F. oxysporum*, його культивували на рідкому поживному середовищі Чапека (рис. 2.2). Культуральну рідину отримували шляхом фільтрування для відокремлення міцелію. В якості тест-культури було взято крес-салат (*Lepidium sativum* L.). Насіння *L. sativum* замочували в культуральній рідині кожного з 12 ізолятів і контролю. Надалі його пророщували за температури +22 °С. Енергію проростання визначають на 3-тю добу, схожість і біометричні показники рослин – на 5-ту добу [42].



Рис. 2.2. Загальний вигляд культури гриба *F. oxysporum* на рідкому поживному середовищі (лабораторія кафедри фітопатології, 2024 р.)

У сучасних умовах, оцінка стійкості сортів (гібридів) огірка до фузаріозного в'янення здійснювалась традиційним способом селекції на стійкість до фузаріозу, а саме добором стійких рослин з гібридів та сортів в фазі першого справжнього листка на штучному інфекційному фоні [27].

Дослідження ураження гібридів огірка фузаріозом проводили в умовах теплиці [6], де вивчали гібриди огірка – Чайковський F<sub>1</sub>, Регіна F<sub>1</sub> Соната F<sub>1</sub> і Кібрія F<sub>1</sub>, а також у лабораторних умовах, де оцінювали вплив на насіння фільтрату культуральної рідини патогену.

Нами вилучені чисті колонії патогену [5], з уражених кореневими гнилями рослин огірка, ідентифіковані найбільш поширеними видами грибів, збудника фузаріозного в'янення (*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*) вирощують окремо у півлітрових колбах на рідкому середовищі Чапека у термостаті за температури 20-22 °С впродовж 14 діб. За даним методом насіння огірка витримують у фільтрувально-культуральній рідині (ФКР) гриба *F. oxysporum* впродовж 30 хвилин. Енергію проростання визначали на 3-тю добу, схожість і біометричні показники рослин – на 7-ту добу.

Вплив дії ФКР на розвиток проростків огірка проявляється в уповільненні швидкості проростання насіння, руйнування кореневої шийки, порушення геліотропізму, відсутності бічних коренів і корневих волосків, пригнічення росту паростків.

## РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1. Діагностичні ознаки фузаріозного в'янення огірка

На території навчальної лабораторії «Плодоовочевий сад» НУБіП України було виявлено рослини огірка, уражені фузаріозним в'яненням. Характерною ознакою хвороби є суцільне в'янення рослин огірка. За ураження на стадії пророщування насіння спостерігається загнивання паростків, зниження схожості рослини. На стадії розсади можуть виявлятися ознаки кореневої гнилі. Однак, в більшості випадків на цьому етапі захворювання не проявляє себе. Дорослі рослини після пересадки в'януть у денний час, вночі відновлюють тургор і до ранку відновлюють нормальний вигляд. В'янути починає, в основному, лише верхня частина рослини. Провідні судини рослин стають жовто-бурими, що добре помітно на зрізі стебла (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Поздовжній розріз стебла огірка, ураженого фузаріозним в'яненням  
(фото автора)

Коренева система може виглядати здоровою, але в більшості випадків на кореневій шийці утворюються виразки, що призводять до її поздовжнього розтріскування. В основі стебел формується білий, інколи біло-рожевий, міцелій. При сильному зараженні огірки раптово жовтіють та засихають (рис. 3.2). Також плодам, які сформувалися на заражених екземплярах, властива сильна гіркота. При зберіганні плоди набувають хлоротичного забарвлення, загнивають і покриваються білим нальотом. За мікроскопічного аналізу нальоту видно міцелій фітопатогену та його конідіальне спороношення. Інфекція швидко поширюється на плодах, які зберігаються.



Рис. 3.2. Загальний вигляд рослини огірка із ознаками фузаріозного в'янення  
(фото автора)

### 3.2. Динаміка розвитку фузаріозного в'янення огірка

За результатами проведених нами досліджень у 2022 році встановлено, що фузаріозне в'янення є однією з найпоширеніших хвороб огірка. Визначення динаміки поширення фузаріозу проводили на гібриді огірка Регіна F<sub>1</sub> (рис. 3.3).

Станом на 20 липня 2022 року, ознаки ураження рослин огірка фузаріозом не були виявлені. Перші симптоми хвороби на досліджуваному нами гібриді з'явилися на нижній частині стебла. Згодом симптоми в'янення поширювались вгору по рослині. 30 липня 2022 року показник поширення хвороби становив 2 %. 10 серпня 2022 року показник поширення хвороби становив 5 %. Найбільше поширення хвороби було визначено 20 серпня 2022 року – 7 %.

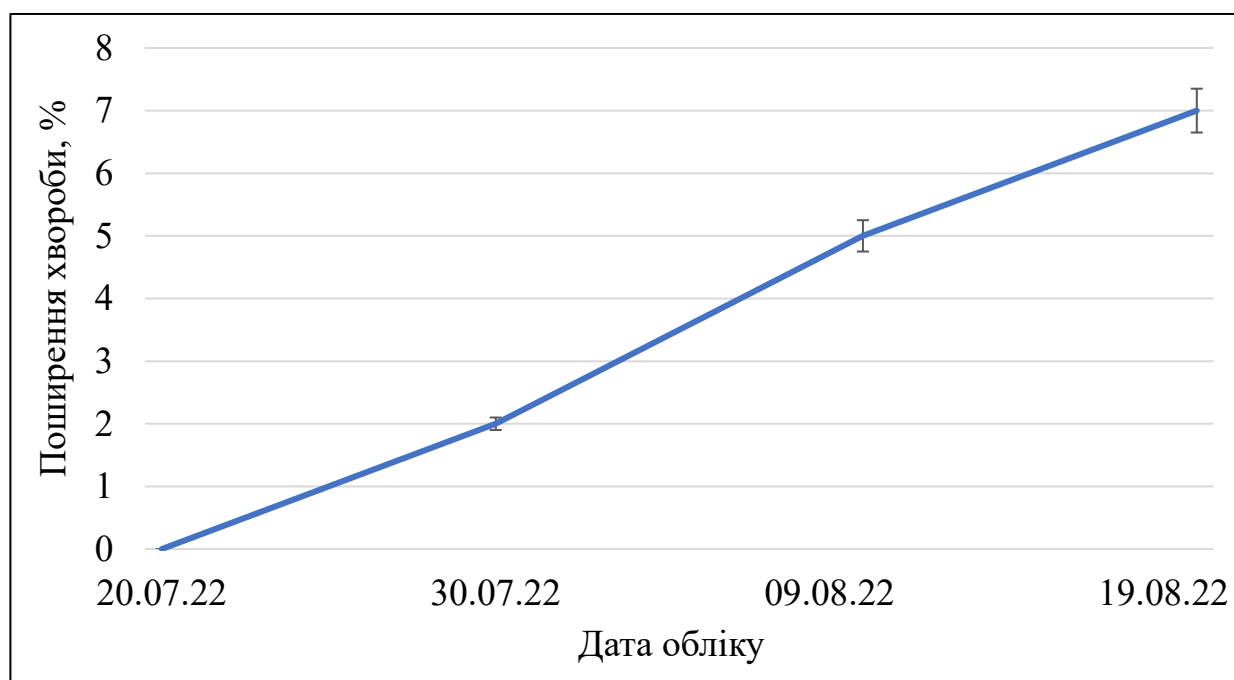


Рис. 3.3. Динаміка розвитку фузаріозного в'янення огірка (гібрид Регіна F<sub>1</sub>)

У 2024 році нами також досліджувалась динаміка розвитку фузаріозу огірків (рис. 3.4). Визначення даного показника проводили на наступних гібридах огірка: Соната F<sub>1</sub> (ранній гібрид бджолозапилюваного огірка-корнішону з переважно жіночим типом цвітіння), Чайковський F<sub>1</sub> (партекарпічний (самозапильний) гібрид корнішонного типу) та Кібрія F<sub>1</sub> (самозапильний гібрид). Станом на 04 липня 2024 року, уражених рослин гібриду Соната F<sub>1</sub> було 4 шт.,

гібриду Чайковський F<sub>1</sub> – 6 шт., гібриду Кібрія F<sub>1</sub> – 2 рослини. Під час проведення обліку 10 липня 2024 р., виявлено інфікованих рослин: гібриду Соната F<sub>1</sub> – 5 шт., гібриду Чайковський F<sub>1</sub> – 9 шт., гібриду Кібрія F<sub>1</sub> – 5 рослин. Найбільше уражених рослин огірка було обліковано під час обстежень 18 липня. Кількість таких рослин складала: гібрид Соната F<sub>1</sub> – 7 шт., гібрид Чайковський F<sub>1</sub> – 10 шт., гібриду Кібрія F<sub>1</sub> – 6 штук.

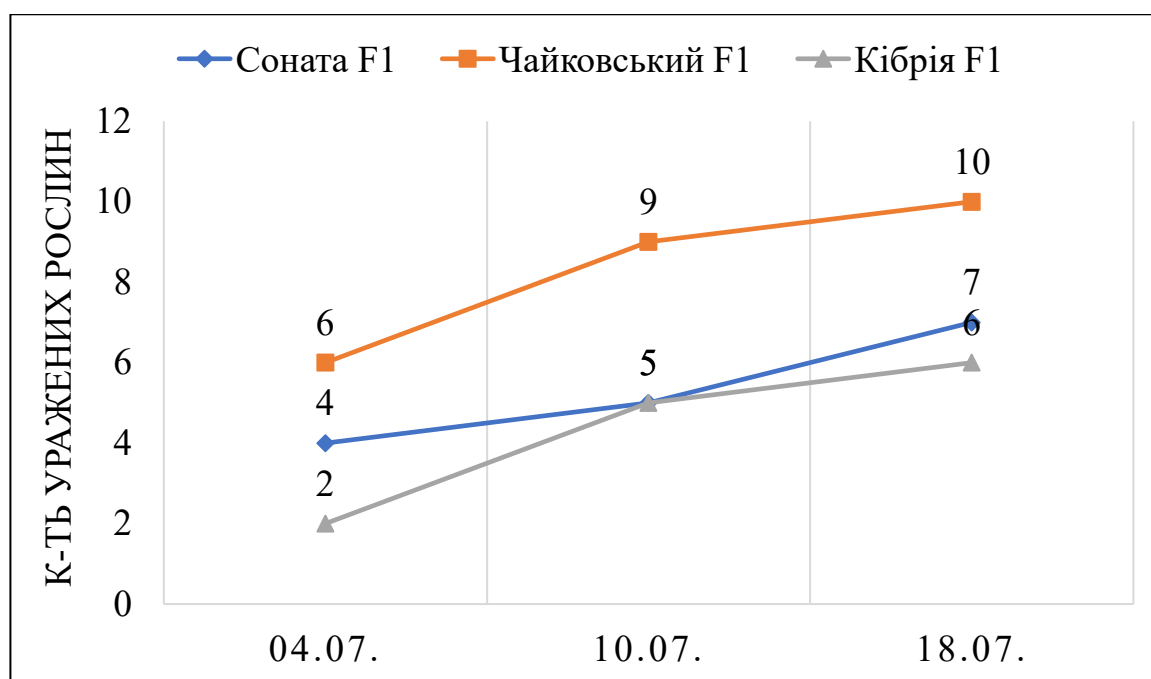


Рис. 3.4. Динаміка розвитку фузаріозного в'янення огірка (гібриди Соната F<sub>1</sub>, Чайковський F<sub>1</sub>, Кібрія F<sub>1</sub>)

### 3.3. Ріст гриба *Fusarium oxysporum* за різних температур

У науковій літературі недостатньо розкрито вплив різних екологічних чинників на культурально-морфологічні характеристики мікроміцета *F. oxysporum*. Вплив екологічних факторів є важливим для виділення збудників хвороб рослин грибної етіології та їх подальшого вивчення.

Вегетативний ріст *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* відбувався за різних терморежимів: +15, +20, +25, +30 °C (рис. 3.5). Згідно з нашими дослідженнями, гриб *F. oxysporum*, що культивувався на картопляно-глюкозному агарі, на 1-шу

добу спостережень мав такий діаметр колоній: за температури +15 °С – 0 мм, за температури +20 °С – 3 мм, +25 °С – 5 мм, за температури +30 °С – 5 мм. На 3 добу спостережень колонії діаметр становив: за температури +15 °С – 4,5 мм, за температури +20 °С – 19 мм, +25 °С – 30,5 мм, за температури +30 °С – 46 мм. На 5-ту добу спостережень колонії діаметр становив: за температури +15 °С – 9,5 мм, за температури +20 °С – 32,5 мм, +25 °С – 54,5 мм, за температури +30 °С – 74,5 мм. Варто відмітити, що на 6-ту добу спостережень діаметр колонії гриба, яка культивувалась за терморезиму +30 °С, вже складала максимальні 90 мм. На 7-му добу спостережень колонії діаметр становив: за температури +15 °С – 14 мм, за температури +20 °С – 49,5 мм, за температури +25 °С – 82,5 мм. На 9-ту добу спостережень колонії діаметр становив: за температури +15 °С – 21,5 мм, за температури +20 °С – 66 мм, за температури +25 °С – 84 мм. Термоумови, що забезпечують найбільш інтенсивний ріст колонії гриба складала +30 °С.

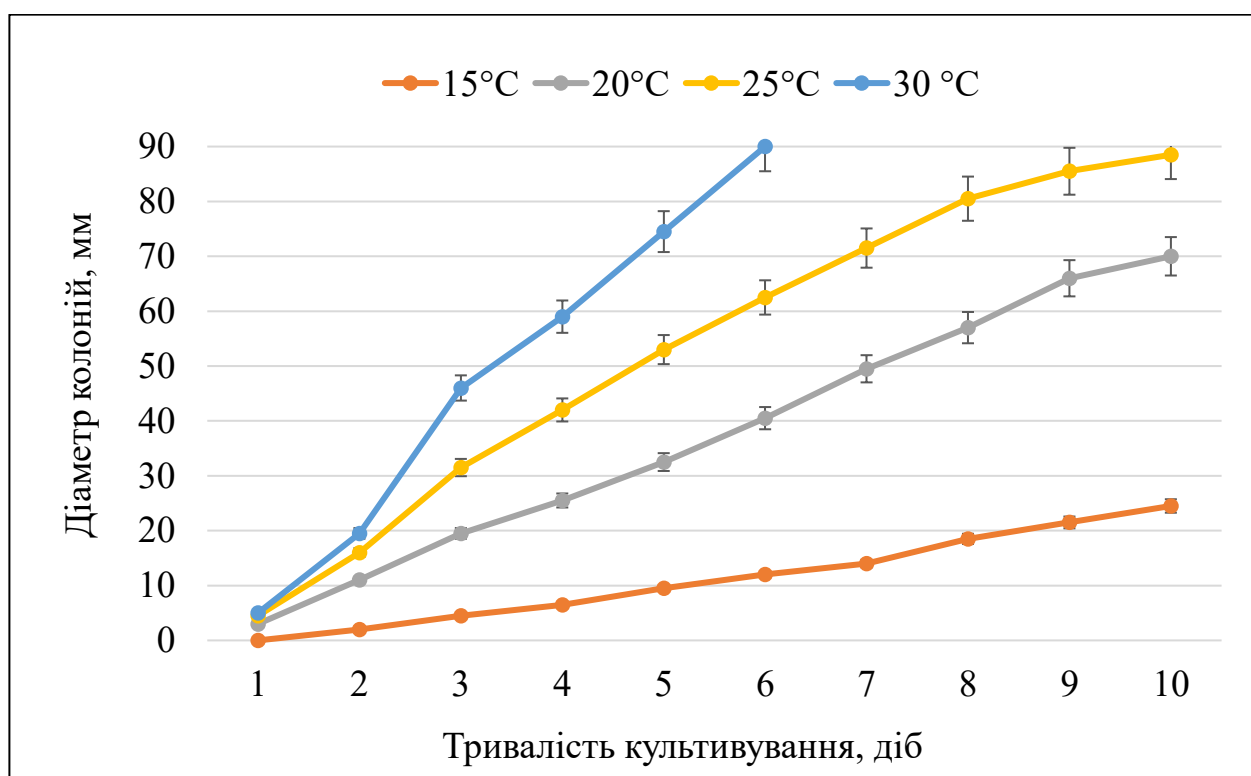


Рис. 3.5. Вплив температури на діаметральний ріст гриба *Fusarium oxysporum*  
( $HP_{05} = 2,89$ )

Температура також впливала на інтенсивність спороутворення патогену (рис. 3.6). За різних терморежимів вона становила: 15 °С – 3,59 млн шт./см<sup>2</sup>, 20 °С – 5,9 млн шт./см<sup>2</sup>, 25 °С – 9,66 млн шт./см<sup>2</sup>, 30 °С – 8,4 млн шт./см<sup>2</sup> конідій. Проводячи оцінку спороутворення на 11-ту добу після висіву колонії гриба, найбільш інтенсивним воно було за температурного режиму +25 °С.

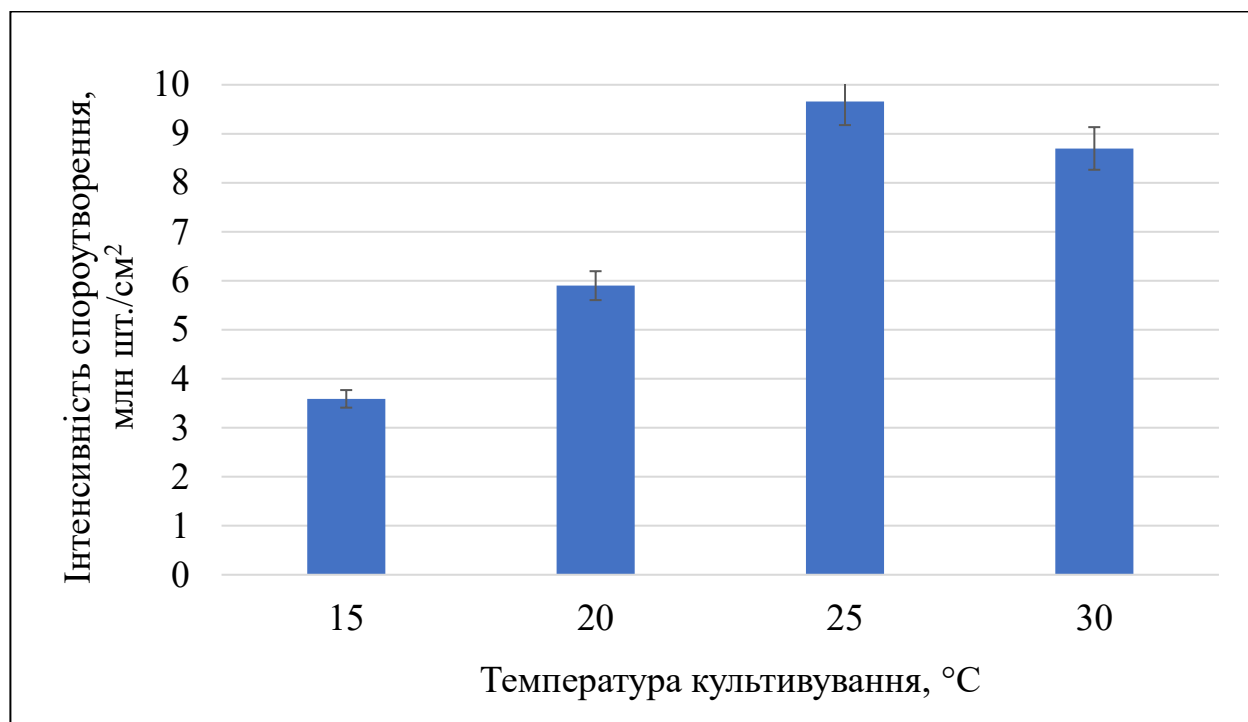


Рис. 3.6. Вплив температури на інтенсивність спороутворення гриба

### 3.4. Штамові відмінності *F. oxysporum* щодо температурного фактора

У проведених дослідженнях температурний фактор впливав на штамові відмінності гриба *F. oxysporum* (рис. 3.7). Станом на 1 добу спостережень, колонія штаму № 1 мала діаметр 1 мм, штаму № 2 – 0,5 мм, штаму № 3 – 2 мм, штаму № 4 – 1 мм. На 3 добу досліджень колонія штаму № 1 мала діаметр 26,5 мм, штаму № 2 – 22,5 мм, штаму № 3 – 22 мм, штаму № 4 – 14 мм. На 5 день спостережень колонія штаму № 1 мала діаметр 47,5 мм, штаму № 2 – 38 мм, штаму № 3 – 28,5 мм, штаму № 4 – 27,5 мм. На 7 день спостережень колонія штаму № 1 мала діаметр 68,5 мм, штаму № 2 – 55 мм, штаму № 3 – 41 мм, штаму

№ 4 – 43,5 мм. На 9-ту добу спостережень колонія штаму № 1 мала діаметр 84 мм, штаму № 2 – 66 мм, штаму № 3 – 57,5 мм, штаму № 4 – 60,5 мм.

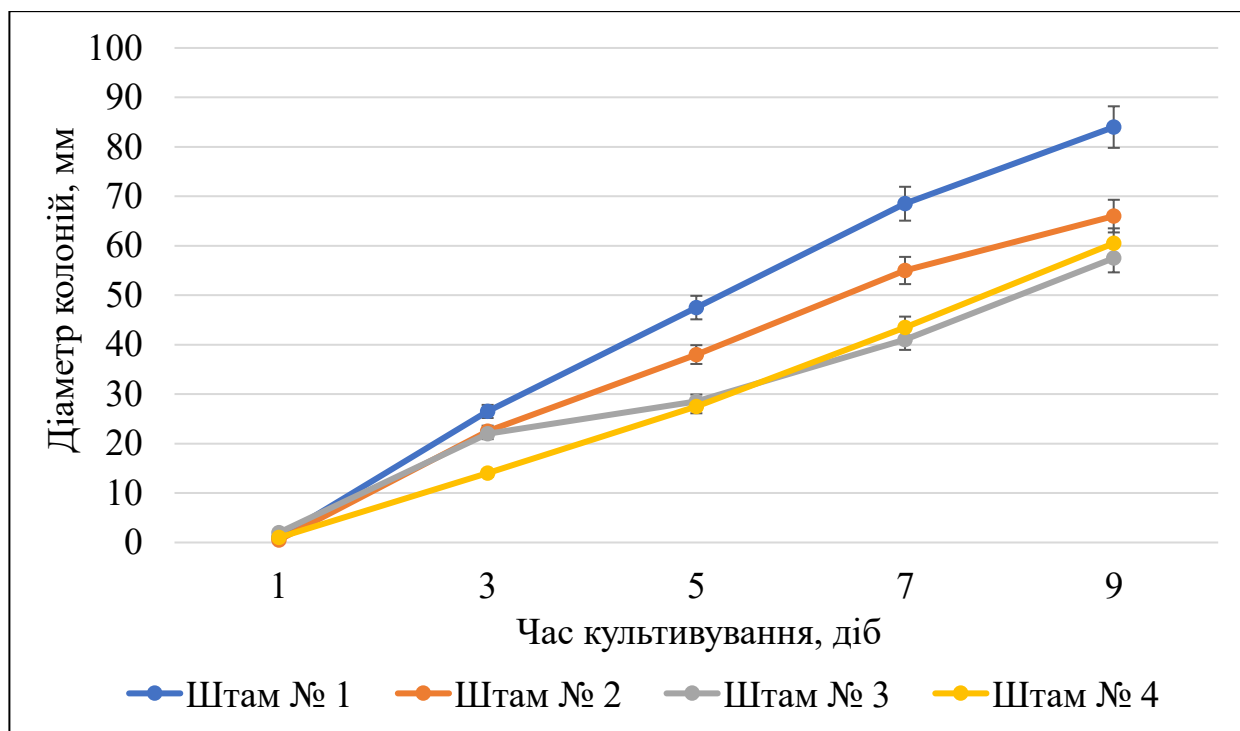


Рис. 3.7. Діаметральний ріст гриба штамів гриба *F. oxysporum*, +20 °С  
( $HP_{05} = 3,53$ )

Штамові відмінності впливали на інтенсивність спороношення патогену (рис. 3.8). Інтенсивність спороутворення на різних штаммах гриба *F. oxysporum* мала наступні показники: штам № 1 – 3,14 млн шт./см<sup>2</sup>, штам № 2 – 4,49 млн шт./см<sup>2</sup>, штам № 3 – 4,82 млн шт./см<sup>2</sup>, штам № 4 – 6,28 млн шт./см<sup>2</sup>. Проводячи оцінку спороутворення на 11-ту добу після висіву колонії гриба, найбільший показник інтенсивності спороутворення було зафіксовано у колонії штама № 4.

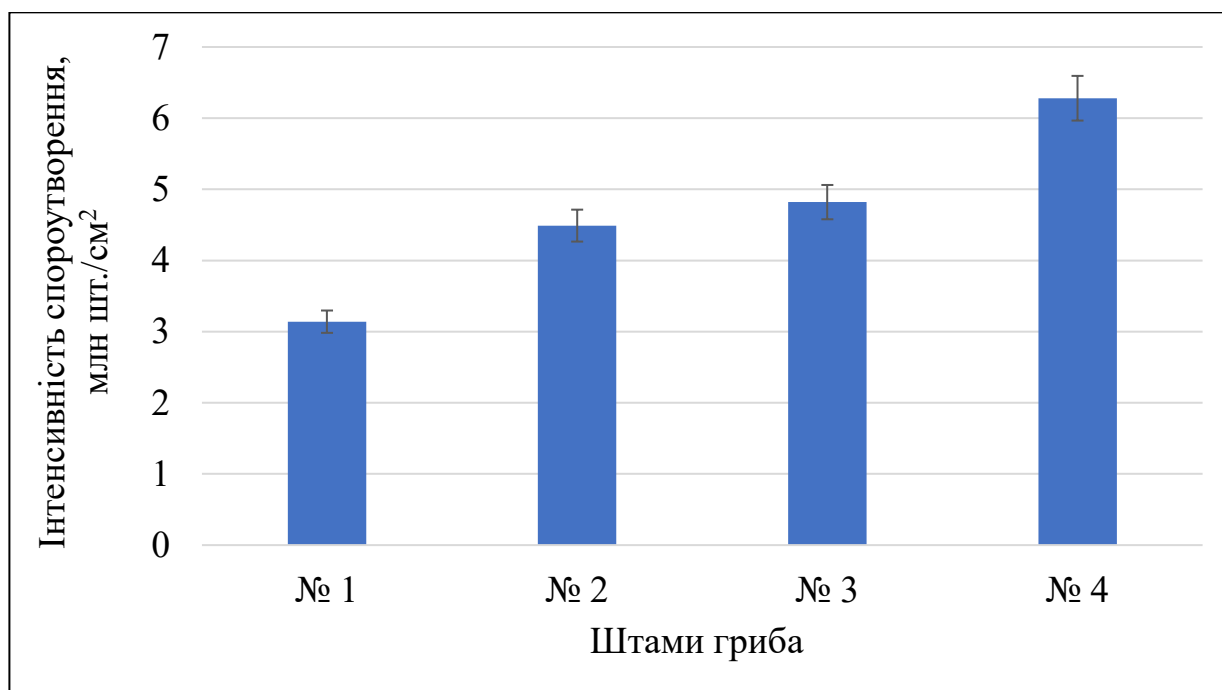


Рис. 3.8. Вплив штамових відмінностей *F. oxysporum* на інтенсивність спороутворення

### 3.5. Ріст та розвиток гриба *F. oxysporum* на різних поживних середовищах

За результатами досліджень було виявлено, що ізольований штам гриба *F. oxysporum* мав інтенсивну лінійну швидкість діаметрального росту на всіх досліджуваних поживних середовищах (рис. 3.9). На 1 добу культивування, діаметр колоній (мм) гриба складав: на картопляно-глюкозному (КГА) – 2 мм, картопляно-морквяному агарі (КМА) – 1 мм, середовищі Чапека – 1 мм, середовищі Докса – 1 мм, голодному агарі (ГА) – 0 мм. На 3 добу культивування, діаметр колоній гриба складав: на картопляно-глюкозному (КГА) – 17 мм, картопляно-морквяному агарі (КМА) – 16,5 мм, середовищі Чапека – 18 мм, середовищі Докса – 15,5 мм, голодному агарі (ГА) – 17 мм. На 5 добу культивування, діаметр колоній гриба складав: на картопляно-глюкозному (КГА) – 31 мм, картопляно-морквяному агарі (КМА) – 32 мм, середовищі Чапека – 29,5 мм, середовищі Докса – 29,5 мм, голодному агарі (ГА) – 33 мм. На 7 добу культивування, діаметр колоній гриба складав: на картопляно-глюкозному

(КГА) – 44 мм, картопляно-морквяному агарі (КМА) – 46,5 мм, середовищі Чапека – 43,5 мм, середовищі Докса – 44,5 мм, голодному агарі (ГА) – 46 мм. На 9 добу культивування, діаметр колоній гриба складав: на картопляно-глюкозному (КГА) – 54 мм, картопляно-морквяному агарі (КМА) – 61 мм, середовищі Чапека – 58,5 мм, середовищі Докса – 58,5 мм, голодному агарі (ГА) – 65 мм. Наприкінці спостережень найбільший діаметр мала колонія гриба, що культивувалась на картопляно-морквяному агарі (КМА) – 73 мм [12].

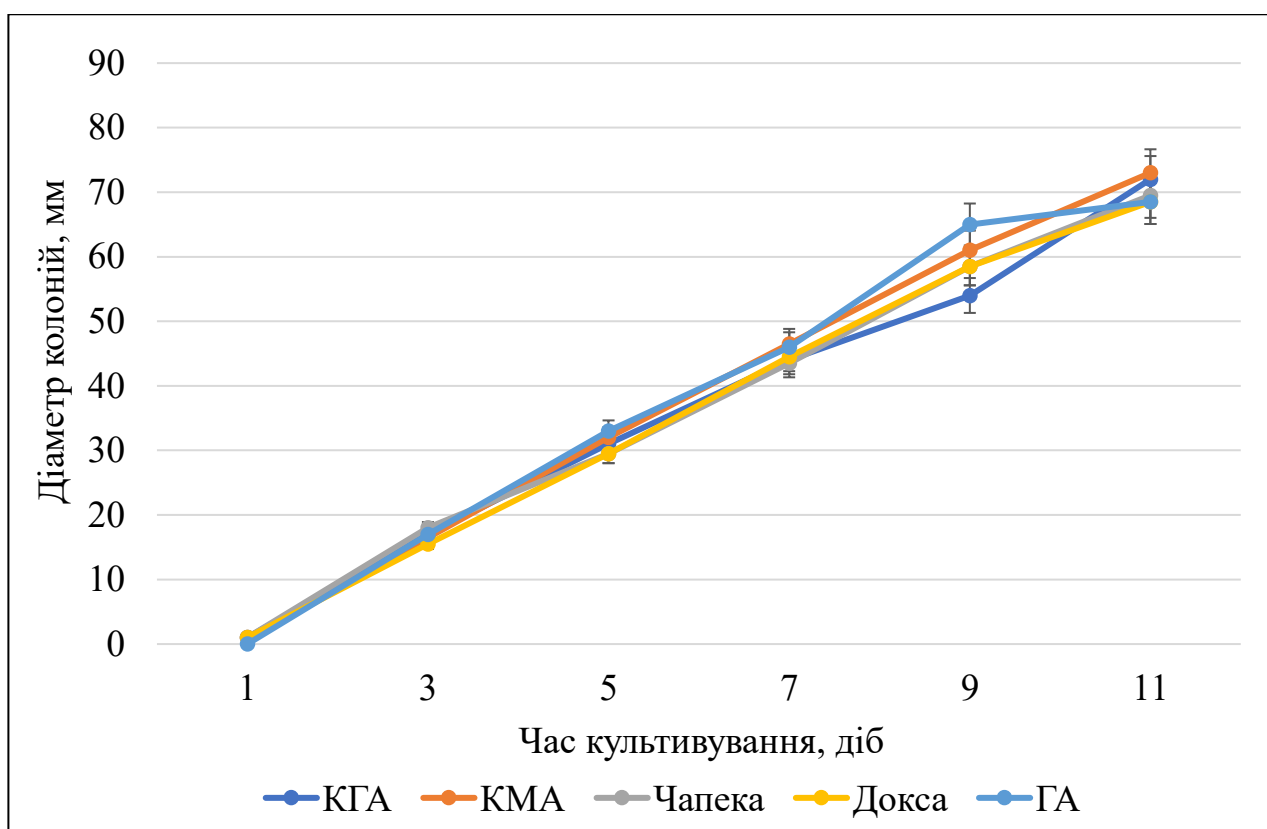


Рис. 3.9. Вплив різних поживних середовищ на діаметральний ріст гриба *F. oxysporum* ( $HP_{05} = 3,9$ )

Поживне середовище також впливало на інтенсивність спороутворення *F. oxysporum*. Інтенсивність спороутворення (млн шт./см<sup>2</sup>) на різних поживних середовищах становила: на картопляно-глюкозному агарі (КГА) – 8,3 млн шт./см<sup>2</sup>, картопляно-морквяному (КМА) – 2,24 млн шт./см<sup>2</sup>, середовищі Чапека – 3,2 млн шт./см<sup>2</sup>, середовищі Докса – 3,51 млн шт./см<sup>2</sup>, голодному агарі (ГА) – 1,32 млн шт./см<sup>2</sup>. Найбільший показник інтенсивності спороутворення гриба було зафіксовано на картопляно-глюкозному агарі (рис. 3.10).

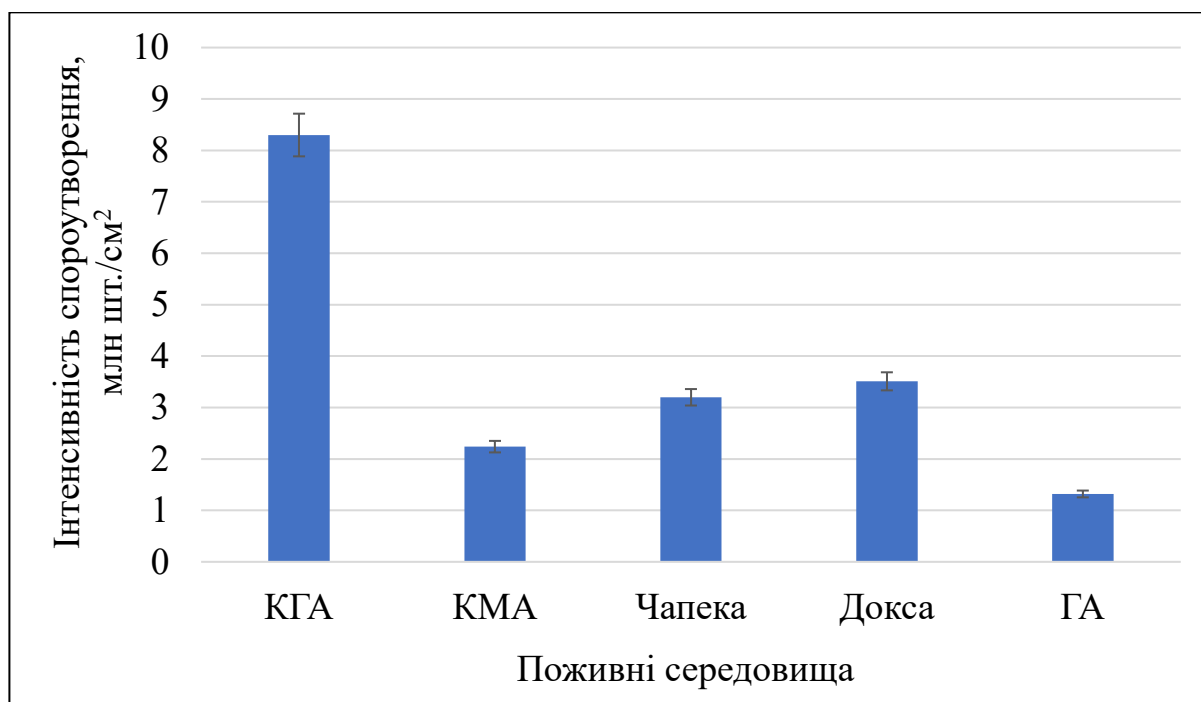


Рис. 3.10. Вплив поживних середовищ на інтенсивність спорування гриба *F. oxysporum*

За результатами проведених досліджень встановлено, що оптимальною температурою для росту гриба *Fusarium oxysporum* є +30 °С. При цьому діаметр колоній на 6 добу спостережень становив 90 мм. Підвищення температури до 30 °С призводило до формування 8,4 млн шт./см<sup>2</sup> конідій, що на 1,26 млн менше, порівняно з умовами росту гриба за температури 25 °С. Встановлено штамові відмінності гриба *Fusarium oxysporum* щодо температурного фактора, зокрема штамп № 1 характеризувався найшвидшим діаметральним ростом колонії (84 мм на 9 добу культивування). Водночас штамп № 4 відзначався найбільш інтенсивним споруванням – 6,28 млн шт./см<sup>2</sup>. Серед досліджуваних поживних середовищ, найбільш оптимальним для росту та спорування гриба був картопляно-глюкозний агар [21].

### 3.7. Фітотоксичні властивості ізолятів гриба *F. oxysporum*

За результатами досліджень, було встановлено рівень фітотоксичності гриба *F. oxysporum* (табл. 3.1). Під час оцінки впливу культуральних фільтратів на енергію проростання насіння, 50 % ізолятів проявляли стимулюючий ефект, 33 % пригнічували, не проявляли впливу на даний процес 17 %. Лабораторну схожість насіння стимулювали 67 % ізолятів, пригнічували 25 % та не впливали – 8 %. Подальший аналіз засвідчив, що 50 % ізолятів уповільнювали ріст кореневої системи, така ж кількість інгібувала. Найбільш негативний вплив культуральних фільтратів проявлявся на проростках тест-культури. Так, 83 % ізолятів патогену пригнічували їх ріст, тоді як стимулювали – 6 % ізолятів. Ізолят *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Fo9 характеризувався високою фітотоксичністю [11].

Таблиця 3.1

**Фітотоксичний вплив ізолятів *F. oxysporum* на крес-салат (*Lepidium sativum* L.)**

Ізоляти	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Довжина кореневої системи, см	Довжина стебла, см
Контроль (вода)	86,6	86,6	6,8	2,9
Контроль (культуральна рідина)	66,6	66,6	4,5	3,8
1	93,3	100	5,6	3,5
2	66,6	73,3	5,5	3,3
3	60	73,3	3,9	3,4
4	80	80	4,4	3,1
5	86,6	86,6	3,23	3,09
6	73,3	73,3	5,2	3,1
7	53,3	60	4,8	3
8	73,3	73,3	5,7	4
9	46,6	60	4,2	2,2
10	66,6	66,6	3,4	2,9
11	73,3	73,3	5,2	3,1
12	60	60	3,4	3,9
НІР <sub>05</sub>		2,82		4,3

### 3.8. Оцінка стійкості сортів (гібридів) огірка до фузаріозного в'янення

Дослідження, виконані і умовах захищеного ґрунту засвідчили, що усі гібриди огірка – Чайковський F<sub>1</sub>, Регіна F<sub>1</sub> Соната F<sub>1</sub> і Кібрія F<sub>1</sub> уражувалися фузаріозом (рис. 3.11). Однак відмічена різниця за цим показником. Зокрема найбільший розвиток хвороби спостерігався на гібриді Соната F<sub>1</sub> – 12,4 %. Дещо менш уражувалися фузаріозом гібриди Чайковський F<sub>1</sub>, Регіна F<sub>1</sub> і Кібрія F<sub>1</sub>, відповідно – 10,4, 8,4 та 7,5 %.

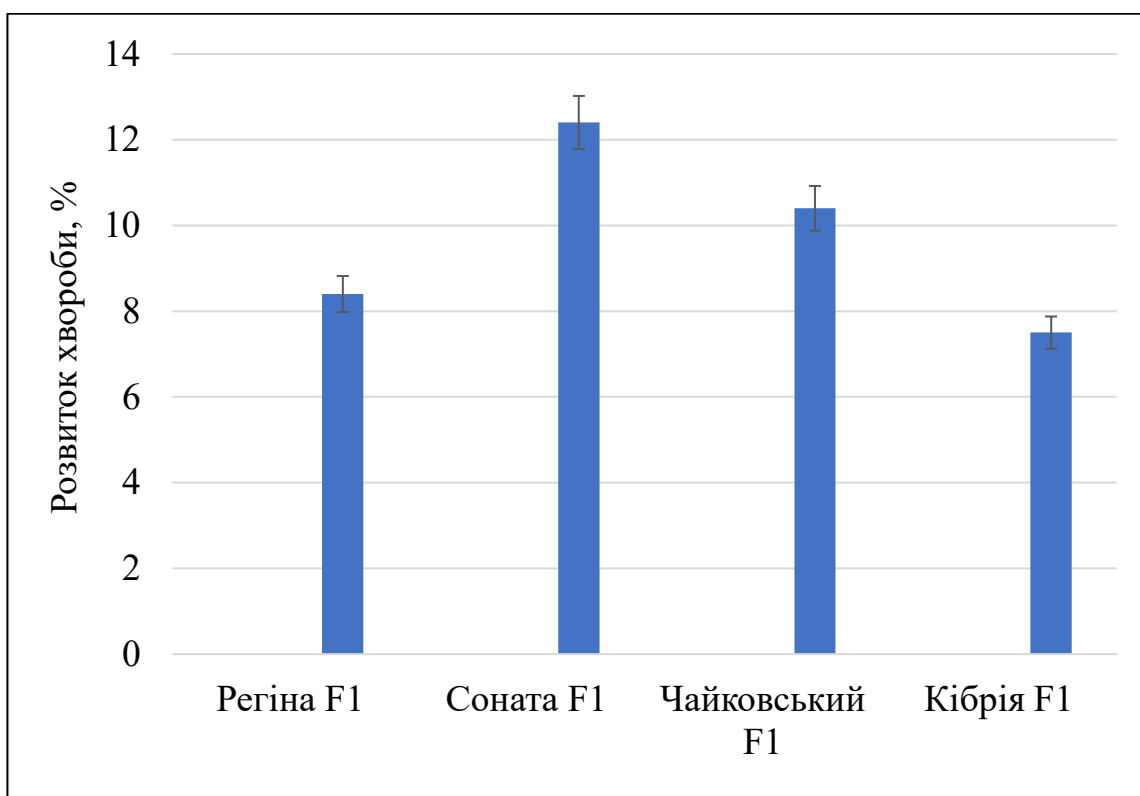


Рис. 3.11. Уражуваність гібридів огірка фузаріозом (захищений ґрунт, 2023-2024 рр.)

У роботі також досліджували проростання насіння наступних сортів і гібридів огірка: ранньостиглий сорт – Кущовий; середньоранні сорти – Джерело, Паризький корнішон, Фенікс плюс, Конкурент, Китайське диво; ранньостиглі гібриди – Цезар F<sub>1</sub>, Зозуля F<sub>1</sub>, Китайський метелик F<sub>1</sub>, Крак F<sub>1</sub>; середньоранні гібриди – Руфус F<sub>1</sub>, Роднічок F<sub>1</sub>.

Фільтрат культуральної рідини *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* впливав на енергію проростання, зокрема відмічено стимулювання даного показника у таких сортів/гібридів: Паризький корнішон, Зозуля F<sub>1</sub>, Крак F<sub>1</sub>, тоді як уповільнення проростання насіння було характерним для сортів/гібридів Джерело, Фенікс плюс, Цезар F<sub>1</sub>, Роднічок F<sub>1</sub>, Кущовий, Китайський метелик F<sub>1</sub> та Китайське диво. Фільтрат культуральної рідини також стимулював лабораторну схожість насіння у сортів/гібридів Джерело, Паризький корнішон, Цезар F<sub>1</sub>, Крак F<sub>1</sub>, однак також відмічено зниження даного показника для сортів/гібридів Конкурент, Фенікс плюс, Руфус F<sub>1</sub>, Роднічок F<sub>1</sub>, Китайський метелик F<sub>1</sub> та Китайське диво.

Замочування насіння у фільтраті культуральної рідини гриба *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* впливало на біометричні показники сходів рослин. У всіх варіантах помітно зменшення довжини кореневої системи. У лабораторних дослідженнях із впливу культуральної рідини збудника фузаріозного в'янення огірка, не відмічено зниження енергії проростання та лабораторної схожості насіння наступних сортів/гібридів: Паризький корнішон, Крак F<sub>1</sub> та Зозуля F<sub>1</sub> (табл. 3.2) [10].

Таблиця 3.2

**Вплив фільтрату культури *F. oxysporum* на проростання насіння огірка та біометричні показники проростків**

Сорт (гібрид)	Енергія проростання, %			Лабораторна схожість, %			Довжина кореневої системи, см			Довжина стебла, см		
	1*	2*	3*	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Джерело	50	66,6	83,3	83,3	66,6	83,3	4,86	5,78	7,7	2,7 2	2,8	4,2 5
Паризький корнішон	100	80	75	100	100	75	4,53	2,26	6,83	3,4 3	2,7	4,1 3
Конкурент	4,8	14,3	25	47,6	33,3	65	2,64	2,74	3,89	0,3 8	1,4 4	1,5 5
Фенікс плюс	33,3	50	100	83,3	100	100	4,1	5,43	9,25	2,7 7	2,3 5	3,2 8

Продовження таблиці 3.2

Сорт (гібрид)	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Руфус F <sub>1</sub>	85,7	85,7	100	85,7	85,7	100	4,8	6,55	6,23	3,9	4,2 2	2,7 7
Цезар F <sub>1</sub>	60	75	100	100	75	100	6,88	4,53	7,38	3,1	2,2	4,1
Роднічок F <sub>1</sub>	37,5	50	71,4	37,5	75	57,1	4,17	2,63	3,9	3,1	2,2 3	2,2
Кущовий	61,5	69,2	69,2	76,9	76,9	76,9	6,82	3,75	7,75	3,5 4	5,1 4	3,3 5
Зозуля F <sub>1</sub>	100	96,1	100	100	96,1	100	7,55	8,25	10,0 9	2,6	2,5 4	3,1 1
Китайський метелик F <sub>1</sub>	56	59,3	59,7	88	92,6	92,3	5,16	5,04	7,76	1,8 4	1,8 9	2,1 2
Крак F <sub>1</sub>	100	80	80	100	80	80	5,34	6,33	5,6	3,6 4	4,3	3,8 3
Китайське диво	60	80	100	80	100	100	6,18	5,88	8,7	3,2 5	3,8 8	4,8 8
НІР <sub>05</sub>	3,28			3,29			2,9			1,06		

\*Примітка: 1 - культуральна рідина, 2 - поживне середовище (рідке), 3 - контроль (вода)

Таким чином, дослідженнями встановлено, що субстратний і температурний фактори впливали на вегетативний ріст та спороутворення *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. Також у популяції мікроміцету є ізоляти з різним впливом на тест-культуру, які характеризувалися фітотоксичними та ріст стимулюючими властивостями. Культуральний фільтрат гриба значно впливав на проростання насіння огірка різних сортів та гібридів. Загалом, дослідження впливу різних факторів на збудника фузаріозного в'янення огірка дозволить зрозуміти екологію патогену.

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці у сфері захисту рослин – це комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпеки працівників, що працюють з пестицидами, агрохімікатами та іншими засобами захисту рослин. Ці заходи регулюються відповідними державними стандартами, нормативними актами та санітарними нормами.

Особи, що мають виробничий контакт з пестицидами, повинні проходити попередні (при вступі на роботу) та періодичні медичні огляди. Люди, які не пройшли медогляд і мають протипоказання взаємодії з отрутохімікатами, до роботи з ними не допускаються. Забороняється залучати до роботи з пестицидами осіб молодше вісімнадцяти років [2].

Працівники, які перебувають в контакті з пестицидами, обов'язково забезпечуються спеціальним харчуванням (зазвичай молоком), а також захисними кремами типу «Захисний» і «Силіконовий» для профілактики захворювань шкірного покриву [23].

При залученні до роботи з пестицидами, всі, хто працює, проходять інструктаж з техніки безпеки з реєстрацією в спеціальному журналі. За організацію проведення навчання персоналу відповідає керівництво господарства (підприємства). Тривалість робочого дня під час роботи з пестицидами визначається відповідно до законодавства про працю.

Усі роботи з пестицидами здійснюються з використанням відповідних засобів індивідуального захисту. Під час проведення робіт забороняється вживати їжу, пити, курити, знімати засоби індивідуального захисту.

Для відпочинку та прийому їди, організуються спеціальні майданчики не ближче 200 м від межі оброблюваної площі. Місця відпочинку та прийому їжі обладнуються: бачком питної води, умивальником з милом, аптечкою першою домедичної допомоги (перев'язувальний матеріал, кровоспинний джгут, ножиці, бактерицидний пластир, розчин аміаку в ампулах, спиртовий розчин йоду,

перманганат калію, активоване вугілля, спазмолітики, унітіол, атропін, борна кислота) та індивідуальними рушниками.

Застосовують пестициди лише відповідно до «Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» (далі – Реєстрі) [22]. При цьому не можна допускати перевищення норм витрати та збільшення кратності обробок, порушення терміну очікування.

Застосування пестицидів здійснюють лише у терміни, зазначені у Реєстрі. У всіх випадках пестициди застосовують з урахуванням біології культури та шкідливих організмів, обираючи при цьому оптимальні з рекомендованих терміни обробок та норми витрати.

При роботі з пестицидами в умовах захищеного ґрунту, приготування робочих розчинів для фумігації потрібно проводити на розчинному вузлі, розташованому у спеціально виділеному приміщенні, що має витяжну вентиляцію, каналізацію та ізольований вихід [24].

При обробці теплиць бригадою з кількох осіб, робітники повинні розташовуватися на відстані не менше 10 м одне від одного та обробляти ділянку в одному напрямку. Фумігації (газації) повинен піддаватися весь блок теплиць одночасно. Забороняється фумігація під час збирання врожаю. Після закінчення обробки теплиця має закриватися на замок. Біля входу до неї встановлюється знак з надписом «Обережно – оброблено пестицидами». Тривалість газової дезінфекції залежить від ступеня зараження теплиць, температури повітря та герметичності приміщення, і зазвичай становить 25-30 годин.

Початок роботи в закритому ґрунті, після виконання фумігаційних робіт (з урахуванням встановлених термінів виходу), повинен проводитися після ретельного наскрізного провітрювання, при повністю відкритих вентиляційних вікнах. Спецодяг має бути доповнений нарукавниками та фартухами з плівковим покриттям, гумовими рукавичками з текстильною підкладкою та чоботями.

Не можна здійснювати внесення нематодцидів у ґрунт без використання відповідної апаратури.

Вода, що використовується при прибиранні та знезараженні приміщень, транспортних засобів, тари, апаратури та спецодягу, збирається в бетонований резервуар, обробляється хлорним вапном (500 г на 10 л стоків).

Вибір засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) має проводитися з урахуванням фізико-хімічних властивостей та класу небезпеки пестицидів й агрохімікатів, характеру умов праці, а також відповідно до індивідуальних розмірів одягу працівника. На весь період роботи за працівником закріплюють комплект ЗІЗ: спецодяг, спецвзуття, протигаз, респіратор, захисні окуляри, рукавички та (або) рукавиці. Засоби зберігають у спеціально виділеному чистому, сухому приміщенні в окремих шафах. Їх заборонено зберігати в одному приміщенні із пестицидами [2].

## ВИСНОВКИ

1. Хвороби рослин є однією із основних причин зниження врожаю огірка. Збудники викликають зменшення показників врожайності через зниження якості та кількості отриманого врожаю. Одним із найбільш поширених захворювань огірків є фузаріозне в'янення. Це захворювання викликає гриб *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen. Даний ґрунтовий патоген призводить до втрат врожаю у відкритому та захищеному ґрунті (до 60 % врожаю).

2. Ураження фузаріозним в'яненням проявляється на сходах і дорослих рослинах. У сходів в'януть сім'ядолі, загнивають корені або основи стебел, внаслідок чого спостерігається масове випадання рослин. Уражені дорослі рослини спочатку частково сповільнюють ріст, а потім повністю в'януть. На зрізі стебла й кореня добре видно побуріння судин.

3. Було досліджено динаміку розвитку фузаріозу. Дослідження проводили на гібриді огірка Регіна F<sub>1</sub>. Найбільше поширення хвороби було визначено в кінці другої декади серпня 2022 року, яке становило 7 %. У 2024 році проводили на гібриді огірка Соната F<sub>1</sub>, Чайковський F<sub>1</sub> та Кібрія F<sub>1</sub>. Найбільша кількість уражених рослин спостерігалась на гібриді Чайковський F<sub>1</sub> (10 рослин).

4. За результатами проведених досліджень встановлено, що оптимальною температурою для розвитку гриба становила 30 °С. При цьому діаметр колоній на 6 добу спостережень становив 90 мм. За температури 25 °С гриб *Fusarium oxysporum* продукував 9,66 млн шт./см<sup>2</sup> конідій, що є найбільшим показником серед досліджуваних терморежимів.

5. Встановлено штамові відмінності гриба *Fusarium oxysporum* щодо температурного фактора, зокрема штамп № 1 характеризувався найшвидшим радіальним ростом колонії (84 мм на 9 добу культивування). Водночас штамп № 4 відзначався найбільш інтенсивним спороутворенням – 6,28 млн шт./см<sup>2</sup>.

6. Серед досліджуваних поживних середовищ, найбільш оптимальним для росту та спороутворення гриба був картопляно-глюкозний агар. Інтенсивність спороутворення на картопляно-глюкозному агарі становила – 8,3 млн шт./см<sup>2</sup>.

Найменший діаметр мала колонія гриба, що культивувалась на голодному агарі (65 мм). Також на даному поживному середовищі було відмічено найменший показник інтенсивності спороутворення, що становив 1,32 млн шт./см<sup>2</sup>.

7. У популяції патогену є ізоляти з різним впливом на тест-культуру, які характеризувалися фітотоксичними та ріст стимулюючими властивостями. 83 % ізолятів патогену пригнічували ріст тест-культури, тоді як стимулювали – 6 % ізолятів. Ізолят *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Fo9 характеризувався високою фітотоксичністю.

8. У захищеному ґрунті усі досліджувані гібриди огірка уражувалися фузаріозом. Менший розвиток хвороби відмічено на рослинах гібридів Кібрія F<sub>1</sub>, Чайковський F<sub>1</sub> та Регіна F<sub>1</sub> і, відповідно – 7,5, 8,4 та 10,4 %.

9. У лабораторних дослідженнях із впливу культуральної рідини збудника фузаріозу огірка, не відмічено зниження енергії проростання та лабораторної схожості насіння наступних сортів/гібридів: Паризький корнішон, Крак F<sub>1</sub> та Зозуля F<sub>1</sub>.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Барабаш О. Ю. Овочівництво. К.: Вища школа, 1994. 374 с.
2. Державні санітарні правила "Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві" ДСанПіН 8.8.1.2.001-98 : Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 03.08.2024 р. № 1.
3. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.10.2024).
4. Кирик М.М., Піковський М.Й., Азаїкі С. Хвороби овочевих культур і картоплі: монографія. Київ: «ЦП Компринт», 2016. 434 с.
5. Кирик М.М., Піковський М.Й. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни «Діагностика хвороб рослин та ідентифікація патогенів» для студентів із спеціальності 8.09010501-Захист рослин. Київ: ЦП Компринт, 2016. 159 с.
6. Кирик М.М., Піковський М.Й. Фітопатологічний моніторинг. Методичний посібник із загальної та сільськогосподарської фітопатології для студентів факультету захисту рослин. К.: ЦП Компринт, 2011. 248 с.
7. Кирик М.М., Піковський М.Й. Формування склероціїв *Botrytis cinerea* Pers. (Nurphomycetales) за різних температур. *Український ботанічний журнал*. 2002. Т. 59, вип. 3. С. 299-304.
8. Ковбасенко Р.В., Теслюк В.В., Шотик М.В., Ковбасенко В.М., Коломієць Ю.В., Піковський М.Й. Особливості регулювання патогенезу хвороб рослин: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2023. 320 с.
9. Кравчук П.А. Книга рекордів природи. Луцьк: ПрАТ «Волинська обласна друкарня», 2011. 336 с.
10. Круковський Р.Д., Маньків К.І., Піковський М.Й. Вплив фільтрату культуральної рідини гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen на проростання насіння огірка. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції магістрантів і молодих дослідників «Наукові пошуки молоді у XXI

столітті»: Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, лісовому та садово-парковому господарстві, м. Біла Церква, 30 жовт. 2024 р. С. 30-31.

11. Круковський Р.Д., Маньків К.І., Піковський М.Й. Фітотоксичні властивості гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen – збудника фузаріозного в'янення огірка. «Екологія – філософія існування людства»: Збірник матеріалів доп. X Міжнар. науково-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених, м. Київ, 24-25 квіт. 2024 р. С. 137-139.

12. Круковський Р.Д., Піковський М.Й. Ріст та розвиток гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen на різних поживних середовищах. Досягнення і перспективи в захисті та карантині рослин : Матеріали II Всеукр. науково-практ. конф. здобувачів вищ. освіти, присвяч. 125-річчю НУБіП України, м. Київ, 20 квіт. 2023 р. С. 92-94.

13. Леонт'єв Д.В., Акулов О.Ю. Загальна мікологія: підручник. Харків : Вид. група «Основа», 2007. 228 с.

14. Марков І. Захищати огірки треба системно. *Агробізнес*. 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrrani-kultury/item/18040-zakhyshchaty-ohirky-treba-systemno.html>.

15. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни «Діагностика хвороб рослин та ідентифікація патогенів» для студентів із спеціальності 8.09010501 «Захист рослин». Піковський М.Й., М.М. Кирик. Київ : Компринт, 2016. 161 с.

16. Парфенюк А.І., Безноско І.В. Інтенсивність спороутворення фітопатогенних грибів на сортах та гібридах перцю солодкого. *Вісник Харківського Національного Аграрного Університету Серія Біологія*. 2012. № 3 (27). С. 104-108.

17. Піковський М. Й., Кирик М. М. Біла гниль огірка. *Карантин і захист рослин*. 2005. № 10. С. 28-29.

18. Піковський М.Й., Кирик М.М. Біоекологічні особливості фітопатогенних грибів *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary і *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В. 2021. 278 с.

19. Піковський М.Й., Кирик М.М., Конуп Л.О. Патологія насіння сільськогосподарських культур: підручник. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2023. 343 с.
20. Піковський М.Й., Кирик М.М. Сіра гниль рослин. Київ: ТОВ "Аграр Медіа Груп", 2010. 200 с.
21. Піковський М.Й., Марковська О.Є., Дудченко В.В., Мельник В.І., Соломійчук М.П., Круковський Р.Д. Вплив поживних середовищ і температури на ріст та розвиток гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen – збудника фузаріозного в'янення огірка. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. 106. 6.
22. Про затвердження Порядку ведення Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні : Постанова Кабінету Міністрів України від 21.07.2023 р. № 758.
23. Про захист рослин : Закон України від 14.10.1998 р. № 180-XIV : станом на 27 лип. 2023 р.
24. Про пестициди і агрохімікати : Закон України від 02.03.1995 р. № 86/95-ВР : станом на 1 січ. 2024 р.
25. Руднєва Т., Шевченко Т., Шевченко О. Вірус зеленої крапчастої мозаїки огірка в агроценозах України. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія, Біологія*. 2018. № 2 (76). С. 71-78.
26. Онищенко О.І., Чаюк О.О., Моргун О.В. Регулятори росту рослин як можливий чинник захисту огірка від грибних інфекцій. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 8. С. 28-33.
27. Охорона прав на сорти рослин. Методика проведення експертизи сортів на відмітність, однорідність і стабільність (ВОС). К.: Алефа, 2004. 242 с.
28. Сільськогосподарська фітопатологія : підручник / Марков І.Л. та ін. ; ред. Марков І.Л. Київ : Інтерсервіс, 2017. 574 с.
29. Технології вирощування огірка для переробки: монографія / Бобось І.М., Завадська О.В.. К.: «ЦП «Компринт», 2017. 208 с.
30. Трибель С. О. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів. За ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.

31. Фітопатологічний моніторинг : методичний посібник із загальної та сільськогосподарської фітопатології; уклад.: М.М. Кирик, М.Й. Піковський. Київ : ЦП "Компринт", 2011. 248 с.
32. Яровий Г., Лебединський І., Сергієнко О. Технології вирощування огірка: монографія. Харків: ХНАУ, 2018. 190 с.
33. Biofilm formation by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* and susceptibility to environmental stress / L. Peiqian et al. *FEMS Microbiology Letters*. 2013. Vol. 350, № 2. P. 138–145.
34. Bondarenko S.V., Stankevych S.V. Prevalence and harmfulness of the main cucumber diseases and crop immunity. *Taurian Scientific Herald*. 2021. № 118. P. 21-37.
35. Bondarenko S., Stankevych S., Batova O., Pikovskyi M., Kabanets V. Resistance of breeding material of gherkins to downy mildew. Modern trends in agricultural science: problems and solutions: Monograph. Tallinn: Teadmus OU, 2023. P. 6-25.
36. Cong Y., Fan H., Ma Q. et al. Mixed culture fermentation between *Rhizopus nigricans* and *Trichoderma pseudokoningii* to control cucumber Fusarium wilt. *Crop Protection*. 2019. Vol. 124, № 2.
37. Cruz D.R., Leandro L.F.S., Munkvold G.P. Effects of Temperature and pH on *Fusarium oxysporum* and Soybean Seedling Disease. *Plant Disease*. 2019. Vol. 103, № 12. P. 3234-3243.
38. DNA sequence-based identification of Fusarium: Current status and future directions / K. O'Donnell et al. *Phytoparasitica*. 2015. Vol. 43, № 5. P. 583-595
39. Fareed G., Atiq M., Abbas M., Usman M., Abbas G., Hayat K. In Vitro and in Vivo Management of Fusarium Wilt of Cucumber (FWC) Through Various Chemicals. *Advances in Zoology and Botany*. 2015. Vol. 3, № 4. P. 169-174.
40. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* causal agent of vascular wilt disease of tomato: Biology to diversity – A review / Srinivas C. et al. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2019. Vol. 26, № 7. P. 1315–1324.
41. Fusarium Wilt of Cucurbit Crops Fusarium Wilt of Cucurbit Crops. Scouting

Guides for Problems of Vegetables. URL: <https://veggiescout.ca.uky.edu/fusarium-wilt-cucurbit-crops> (дата звернення: 04.11.2024).

42. Furtat I., Danshyna A., Mankovska O. Phytopathogenic and toxigenic characteristics of *Fusarium* isolates, received from *Triticum aestivum* L. grains. NaUKMA Research Papers. *Biology and Ecology*. 2020. Vol. 3. P. 26–34.

43. Gharib A.H.A.M. et al. Breeding for fusarium wilt resistance and some economic characters in cucumber. *Journal of Applied Horticulture*. 2020. Vol. 22, № 3. P. 255-264.

44. Hussein, A.N. et al.. Identification and characterizations of a few species of *Fusarium* infecting cucumber in greenhouse conditions. *Journal of Applied and Natural Science*. 2024. Vol. 16, № 1. P. 209-220.

45. Krukovskyi R.D., Pikovskyi M.Y. Analysis of the use of microbial antagonists against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen. Міжнародна наук.-прак. онлайн конференція, присвячена 60-річчю спеціальності Захист і карантин рослин: «Інноваційні технології в захисті рослин за умов глобалізації»: збірник тез, Київ, 1 грудня 2022. С. 41-42.

44. Kyryk M.M., Pikovskyi M.Y., Azaiki S. Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato. Kyiv: Phenix, 2012. 175 p.

46. Lingjuan Han, Zeyu Wang, Na Li, Yonghong Wang, Juntao Feng, Xing Zhang. *Bacillus amyloliquefaciens* B1408 suppresses *Fusarium* wilt in cucumber by regulating the rhizosphere microbial community. *Applied Soil Ecology*. 2019. Vol. 136. P. 55-66.

47. Ma T., Yang C., Cai F. et al. Optimizing fermentation of *Bacillus amyloliquefaciens* 3-5 and determining disease suppression and growth in cucumber (*Cucumis sativus*). *Biological Control*. 2022. 176.

48. Marasas W.F.O., Nelson P.E., Toussoun T.A. Toxigenic *Fusarium* species. Identity and mycotoxicology. Pennsylvania, PA : *Pennsylvania State University*, 1984. 328 p.

49. Meihua Qiu, Ruifu Zhang, Chao Xue, Shusheng Zhang, Shuqing Li, Nan Zhang & Qirong Shen. Application of bio-organic fertilizer can control *Fusarium* wilt

of cucumber plants by regulating microbial community of rhizosphere soil. *Biology and Fertility of Soils*. 2012. Vol. 48. P. 807-816.

50. Methods for General and Molecular Microbiology / ed. by C. A. Reddy et al. Washington, DC, USA: ASM Press, 2007. P. 1069.

51. Mohd Din H., Rashed O., Ahmad K. Prevalence of Fusarium Wilt Disease of Cucumber (*Cucumis sativus* Linn) in Peninsular Malaysia Caused by *Fusarium oxysporum* and *F. solani*. *Tropical Life Sciences Research*. 2020. Vol. 31, № 3. P. 29-45.

52. Sharma D., Shukla A. Fusarium Wilt of Cucumber - A Review. *International Journal of Economic Plants*. 2021. Vol. 8, № 4. P. 193-200.

53. Sharma D. et al. Efficacy of fungicides in management of Fusarium wilt of cucumber. *Plant disease research*. 2020. Vol. 35, № 2. P. 132-136.

54. Shalaby T.A., Taha N.A., Rakha M.T., El-Beltagi H.S., Shehata W.F., Ramadan K.M.A., El-Ramady H., Bayoumi Y.A. Can Grafting Manage Fusarium Wilt Disease of Cucumber and Increase Productivity under Heat Stress? *Plants*. 2022, Vol. 11, 1147.

55. Summerell B. A. et al. Fusarium species associated with plants in Australia. *Fungal Diversity*. 2010. Vol. 46, № 1. P. 1-27.

56. Suppression of Fusarium wilt of cucumber by ammonia gas fumigation via reduction of Fusarium population in the field / J. Zhao et al. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7, № 1.

57. Ta Y. et al. Evaluation of *Bacillus velezensis* F9 for Cucumber Growth Promotion and Suppression of Fusarium wilt Disease. *Microorganisms*. 2024, Vol. 12, № 1882.

58. Thomas A. Zitter. Fusarium Diseases of Cucurbits. Cornell University Press. 1998.

59. Verheles P. Assessment of the cucumber protection system in the conditions of the closed soil. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 2. P. 206–219.

60. Xu J. et al. Identification of Susceptibility Genes for *Fusarium oxysporum* in Cucumber via Comparative Proteomic Analysis. *Genes*. 2021. Vol. 12, № 11. P. 1781.

61. Wang M. et al. Water balance altered in cucumber plants infected with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Scientific Reports*. 2015. Vol. 5, № 1.
62. Wang C., Li X., Song F. Protecting Cucumber from Fusarium Wilt with Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2012. Vol. 43, № 22. P. 2851-2864.
63. Wilted cucumber plants infected by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* do not suffer from water shortage / Y. Sun et al. *Annals of Botany*. 2017. Vol. 120, № 3. P. 427-436.
64. Ye X., Li Z., Luo X. et al. A predatory myxobacterium controls cucumber Fusarium wilt by regulating the soil microbial community. *Microbiome*. 2020. Vol. 8, № 1.
65. Yuming Sun, Min Wang, Yingrui Li, Zechen Gu, Ning Ling, Qirong Shen, Shiwei Guo. *Annals of Botany*. 2017. Volume 120, Issue 3. P. 427-436.
66. Zhai Y., Zhu J.X., Tan T.M. et al. Isolation and characterization of antagonistic *Paenibacillus polymyxa* HX-140 and its biocontrol potential against Fusarium wilt of cucumber seedlings. *BMC Microbiol*. 2021. 21. P. 75.