

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК: 582.28:632.938:635

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри  
фізіології, біохімії рослин та  
біоенергетики

\_\_\_\_\_ Світлана ПРИЛУЦЬКА

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему «Дослідження впливу біологічно активних речовин гриба *Armillaria mellea* на овочеві культури»

Спеціальність: 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

**Гарант освітньої програми** Кандидат  
біологічних наук, доцент кафедри  
екобіотехнології  
та біорізноманіття

\_\_\_\_\_

(підпис)

Олена КВАСКО

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної  
роботи**

Доктор біологічних наук, доцент  
кафедри фізіології,  
біохімії рослин та біоенергетики

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ольга БОЙКО

**Виконала**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Катерина СУШИЦЬКА

КИЇВ-2025

# Національний університет біоресурсів і природокористування України

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології  
Кафедра фізіології, біохімії рослин та біоенергетики  
Освітній ступінь «Бакалавр»  
Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри фізіології, біохімії рослин та  
біоенергетики

\_\_\_\_\_ Світлана ПРИЛУЦЬКА

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025р.

## ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи студенту

\_\_\_\_\_ Сушицькій Катерині Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження впливу біологічно активних речовин гриба *Armillaria mellea* на овочеві культури»

керівник роботи д.б.н., доцент Бойко Ольга Анатоліївна,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання студентом роботи 20 травня 2025 року \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи: екстракт гриба *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.; морфофізіологічні та спектрофотометричні показники овочевих культур.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1. Виділити БАР з гриба *Armillaria mellea*.

4.2. Визначити оптимальні концентрації БАР для обробки овочевих культур.

4.3. Оцінити вплив БАР на ріст, розвиток та врожайність томатів, огірків та баклажанів.

4.4. Проаналізувати зміни у біохімічному складі овочевих культур під впливом БАР.

## 5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Бойко О.А.		
2	Бойко О.А.		
3	Бойко О.А.		

6. Дата видачі завдання 1 вересня 2024 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літературних та інших джерел.	Вересень-жовтень	
2	Виділити БАР з гриба <i>Armillaria mellea</i> .	Листопад-грудень	
3	Визначити оптимальні концентрації БАР для обробки овочевих культур.	Лютий-березень	
4	Оцінити вплив БАР на ріст, розвиток та врожайність томатів, огірків та баклажанів.	Квітень-травень	

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_

( підпис )

\_\_\_\_\_

( прізвище та ініціали )

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

\_\_\_\_\_

( прізвище та ініціали )

## Реферат

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Дослідження впливу біологічно активних речовин гриба *Armillaria mellea* на овочеві культури» 55 с., 6 табл., 14 рис., 6 гістограм, 1 графік, 32 літературних джерела.

**Об'єкт дослідження:** вплив біологічно активних речовин гриба *Armillaria mellea* на динаміку розвитку овочевих культур.

**Предмет дослідження:** ріст та розвиток овочевих культур.

**Мета:** комплексне вивчення впливу біологічно активних речовин (БАР), виділених з грибів виду *Armillaria mellea*, на ріст, розвиток, біохімічний склад та стійкість до стресових чинників овочевих культур — томатів, огірків та баклажанів.

**Методи дослідження** є біологічні, фізіологічні (визначення морфофізіологічних показників), фізико-хімічні та біохімічні (аналіз вмісту пігментів хлорофілу а та b) та статистичні.

## Зміст

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1. Характеристика дереворуйнівних грибів .....	7
1.2. Хімічний склад дереворуйнівних грибів .....	10
1.3. Характеристика овочевих культур .....	13
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
2.1. Матеріали досліджень.....	20
2.2. Методика світлової мікроскопії.....	23
2.3. Методика екстрагування гриба .....	24
2.4. Методика виготовлення екстракту.....	24
2.5. Методика посіву насіння .....	25
2.6. Методика обчислення схожості насіння .....	27
2.7. Методика проведення морфометрії.....	28
2.8. Методи проведення кількісного визначення хлорофілів.....	29
2.8.1. Приготування розчинів .....	29
2.8.2 Методика вимірювання оптичної щільності.....	31
2.8.3 Методика розрахунку за калібрувальним графіком.....	31
2.8.4. Інтерпритація результатів .....	33
2.8.5. Емпіричне визначення загального вмісту хлорофілу.....	33
2.8.6. Результати розрахунків .....	34
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	36
3.1. Схожість насіння.....	36
3.2. Аналіз результатів морфометрії огірка .....	37
3.2. Калібрувальний графік за розчином Гьотре.....	39
3.3. Вміст хлорофілів огірка.....	39
3.4. Аналіз результатів морфометрії томата .....	40
3.5. Вміст хлорофілів томату.....	41
3.6. Аналіз результатів морфометрії баклажану .....	42
3.7. Вміст хлорофілів баклажану.....	43
ВИСНОВКИ .....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	47

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

БАР – біологічно активні речовини

ФЕК – фотоелектроколориметр

К – контрольний варіант

В1 – варіант, який передбачає замочування більшою концентрацією (0,5 г/л)

В2 – варіант, який передбачає замочування меншою концентрацією (0,1 г/л)

В3 – варіант, який передбачає підкореневий полив меншою концентрацією  
(0,1 г/л)

В4 – варіант, який передбачає підкореневий полив більшою концентрацією  
(0,5 г/л)

## ВСТУП

У сучасному сільському господарстві спостерігається чітка тенденція до зменшення використання хімічних добрив і пошуку більш екологічних рішень. Все більше уваги приділяється сталим методам вирощування, які не лише зберігають родючість ґрунтів, а й дають змогу адаптуватися до нових викликів, пов'язаних зі зміною клімату. Останні роки показали: посухи, раптові зливи, відсутність морозів узимку — вже не виняток, а нова реальність. Ці зміни сприяють поширенню шкідників і хвороб, які раніше стримувались холодами, а зараз переживають зиму й швидко розмножуються.

Попри те, що хімічні добрива й досі забезпечують прогнозовані результати, з часом їхня ефективність знижується, а шкода для екосистем накопичується. Тому пошук дієвих, але безпечних для довкілля стимуляторів росту набуває дедалі більшої актуальності. Одним із перспективних напрямів є використання біологічно активних речовин, отриманих із природних джерел — зокрема, з грибів.

Окремий інтерес викликає *Armillaria mellea* — гриб, який синтезує речовини, здатні впливати на ріст і стійкість рослин. Дослідження показують, що подібні біологічно активні речовини можуть не тільки стимулювати розвиток культури, а й підвищувати її здатність протистояти стресовим умовам, таким як посуха чи ураження хворобами. У цій роботі досліджується, як саме екстракти з *Armillaria mellea* впливають на найпоширеніші овочеві культури — томати, огірки та баклажани. Ці рослини мають велике значення для раціону людини, і підвищення якості та врожайності таких культур є не лише науковим, а й практичним завданням.

**Об'єкт дослідження:** вплив біологічно активних речовин гриба *Armillaria mellea* на динаміку розвитку овочевих культур.

**Предмет дослідження:** ріст та розвиток овочевих культур.

**Мета:** комплексне вивчення впливу біологічно активних речовин (БАР), виділених з грибів виду *Armillaria mellea*, на ріст, розвиток, біохімічний склад

та стійкість до стресових чинників овочевих культур — томатів, огірків та баклажанів.

**Методика проведення дослідження:** Екстрактом з плодових тіл *Armillaria mellea* було оброблено насіння овочевих культур перед висівом в ґрунт, а також здійснювався підкореневий полив груп рослин, які не були оброблені екстрактом, до висіву.

**Завдання дослідження:**

- Виділити БАР з гриба *Armillaria mellea*.
- Визначити оптимальні концентрації БАР для обробки овочевих культур.
- Оцінити вплив БАР на ріст, розвиток та врожайність томатів, огірків та баклажанів.
- Проаналізувати зміни у біохімічному складі овочевих культур під впливом БАР.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Характеристика дереворуйнівних грибів.

Коли дерево гине залишається деревина, яка виконує багато функцій у формуванні і функціонуванні екосистеми. Наприклад, є джерелом вуглецю та одним з основних середовищ існування для великої кількості організмів [1]. Ці спільноти формуються поступово, від грибів, які живуть всередині дерев, поки вони ще живі, до конкретних видів, які з'являються пізніше. Багато факторів залежить від типу гниття, який переважає: від хімічного складу субстрату до видового складу мікробіоти, мохоподібних, комах і навіть хребетних тварин. Поширені в усіх частинах світу, дереворуйнівні гриби відіграють ключову роль у функціонуванні цих екосистем, оскільки вони є основними агентами метаболізму поживних речовин, через те що мають здатність розщеплювати структурні компоненти деревини: целюлозу, геміцелюлозу та лігнін. Однак вони мають і негативний вплив, якщо руйнують деревину, призначену для промислового або житлового будівництва [2].

Сучасна класифікація розрізняє три основні типи грибного ураження деревини: біла гниль, бура гниль і м'яка гниль.

Біла гниль найчастіше викликана базидіоміцетовими, структура розкладання полягає в руйнуванні лігніну (складний полімер, який надає деревині міцності). В результаті дії цього типу гнилі деревина стає волокнистою і м'якою. Важливо, що розкладання білою гниллю підвищує доступність вуглеводів. Це стимулює ріст азотфіксуючих бактерій, створює особливо сприятливі умови для багатьох сапроксильних організмів.

При впливу бурої гнилі гриби руйнують переважно целюлозу і геміцелюлозу, залишаючи лігнін. Така деревина зберігає більш щільну структуру, має характерний коричневий колір і низьку кислотність. Через високу концентрацію фенольних сполук і низьку поживну цінність вона менш приваблива для більшості організмів, але все ж існують специфічні види, які здатні її колонізувати. Цікаво, що при бурій гнилі лігнін залишається в

основному недоторканим, що має прямий вплив на накопичення стабільної органічної речовини в ґрунті. Тому процеси утворення бурої гнилі вважаються важливим фактором довготривалого поглинання вуглецю в лісових ґрунтах.

М'яка гниль є характерною для аскоміцетів. Виникає переважно у вологих умовах, де інші роди грибів не здатні конкурувати. М'яка гниль призводить до того, що деревина набуває сіруватого кольору і «глинистої» текстури. Вона характерна для пізніх стадій гниття або для деревини, розташованої в тінистих і дуже вологих місцях [3].

На ранніх стадіях гниття деревина заселяється ендоефітними грибами, які вже були присутні в живій рослині. Згодом їх замінюють більш агресивні та ефективні гриби, що викликають гниття. Саме домінування конкретних грибів у певний момент часу визначає подальший перебіг процесу, тип розкладання, швидкість втрати щільності дерева і навіть умови для подальшої колонізації іншими організмами. Відомо, що біла гниль з більшою вірогідністю з'явиться в місцях багатих поживними речовинами. Через це вона здатна підтримувати більшу кількість бактерій, в тому числі азотфіксуючих, які є важливими для утворення поживних речовин на пізніших стадіях розкладання.

Окрім мікроорганізмів, на мертвій деревині активно формуються угруповання мохів, лишайників, комах і навіть деяких видів безхребетних хижаків. Навіть розмноження деяких комах, таких як червиці (*Lucanidae*) або терміти, безпосередньо залежить від типу розкладання, який домінує. Деякі види процвітають виключно в умовах бурої гнилі, що, ймовірно, свідчить про їхню еволюційну адаптацію до таких умов.

Таким чином, тип грибного розкладу є не просто характеристикою розкладання мертвої деревини - це складна екологічна змінна, яка визначає хід сукцесії, форму біорізноманіття та довгостроковий вуглецевий баланс екосистеми.

Наприклад, *Armillaria mellea* (опеньок осінній справжній) - базидіоміцет родини *Physalacriaceae*, порядку *Agaricales*, класу *Agaricomycetes* [4], патогенний гриб, який вражає коріння і прикореневу частину стовбура

хвойних або листяних дерев. Викликає білу гниль волокон, яка призводить до поступового відмирання дерева.

Виявити ураження можна за наявністю темних ниткоподібних ризоморфів і міцеліальних оболонки під корою та появою плодових тіл (грибниць) біля основи дерева. Ознаками розвитку хвороби є зрідження крони та значне зменшення приросту дерева, особливо на пізніх стадіях [5].

## 1.2. Хімічний склад дереворуйнівних грибів

Життєвий цикл і ферментативна активність дереворуйнівних грибів тісно пов'язані з синтезом широкого спектра первинних і вторинних метаболітів, які не лише забезпечують розкладання органічної матерії, а й мають виражену біологічну активність. У складі цих грибів виявлено полісахариди, тритерпеноїди, фенольні сполуки, стероли, органічні кислоти, ферменти лігнінолітичного комплексу та інші біомолекули. Дослідження хімічного складу дереворуйнівних грибів має важливе значення як для розуміння екологічних процесів деструкції деревини, так і для виявлення потенційно цінних біоактивних речовин з фармакологічною, агробіологічною та біотехнологічною цінністю. На прикладі кількох родин грибів, які належать до дереворуйнівних розглянемо хімічний склад [6].

Родина *Polyporaceae* включає види з добре вираженими плодовими тілами, часто жорсткими та дерев'янистими, які ростуть переважно на мертвій або ослабленій деревині. Серед них *Trametes versicolor* (відомий як *Turkey tail*) є одним із найкраще досліджених видів з погляду хімічного складу.

Фітохімічні дослідження вказують на високу концентрацію фенольних сполук, включно з феруловою кислотою, п-кумаровою кислотою, кафеїноювою кислотою, які демонструють сильну антиоксидантну активність. Також знайдено ерготіонеїн — рідкісний природний тіогістидиновий антиоксидант, який стабілізує клітинні мембрани.

Суттєве місце займають  $\beta$ -глюкани, зокрема  $\beta$ -1,3/1,6-глюкани, які виступають потужними імуномодуляторами. Вони є водорозчинними полісахаридами з вираженою здатністю стимулювати макрофаги, НК-клітини та цитокінову активність.

Вітамінний профіль включає аскорбінову кислоту (вітамін С), токофероли (вітамін Е), а також ергостерол, що є попередником вітаміну D2 [7].

Також виявлено меланіноподібні полімери, які захищають гриб від ультрафіолету та важких металів (таблиця 1.1.).

## Меланіноподібні полімери

Клас сполук	Приклади	Функціональність
Полісахариди	$\beta$ -глюкани	Імуномодуляція
Фенольні сполуки	Дубильні речовини, фенольні кислоти (ферулова, кавова, галова)	Антиоксидантна активність
Стероли	ергостерин	забезпечує стабільність, проникність і текучість цієї органели та відіграє життєво важливу роль у відповіді на стрес
Вітаміни	Е	Захист від перекисного окислення поліненасичених жирних кислот
	С	Є в дуже невеликій кількості, але сприяє захисту мембран від перекисного окислення ліпідів
Антиоксиданти	ерготіонеїн	Захист клітин від оксидативного стресу

(Складено автором за джерелами [7])

Рід *Ganoderma*, зокрема *G. lucidum*, є одним із найвідоміших у медичній мікології завдяки багатому профілю вторинних метаболітів. Вони синтезують понад 400 біоактивних сполук, включаючи тритерпеноїди, стероли, полісахариди, феноли, пептиди та алкалоїди.

Особливо важливі ганодермічні кислоти — тритерпенові похідні, які демонструють протипухлинну, протизапальну, антиоксидантну та гепатопротекторну активність. Наприклад, ганодермічна кислота Н інгібує ангіогенез і пригнічує NF- $\kappa$ B-залежну експресію прозапальних генів.

Полісахариди *G. lucidum* — це в основному  $\beta$ -1,3/1,6-глюкани з високою молекулярною масою (до 500 кДа), які проявляють потужну імуномодулюючу активність: стимулюють проліферацію лімфоцитів, індукцію інтерлейкінів, активацію Т-клітин.

Крім того, виявлено ганодестерол — стероїдну сполуку з адаптогенними властивостями (таблиця 1.2.) [8].

## Властивості адаптогенних сполук

Група сполук	Основні представники	Біологічна активність / роль
Полісахариди	$\beta$ -1,3/1,6-глюкани	Стимуляція імунної відповіді, протипухлинна дія
Тритерпеноїди	ганодермічні кислоти (А, Н, С), ганодонова кислота	Протизапальна, гепатопротекторна, протипухлинна дія
Стероли	ергостерол, ганодестерол	Регуляція ліпідного обміну, антиоксидантна дія
Фенольні сполуки	галова кислота, флавоноїди	Антиоксидантна, нейропротекторна дія
Протеїни/пептиди	ганодермін	Антивірусна, антибактеріальна активність

(Складено автором за джерелами [8])

Представники родини *Fomitopsidaceae*, як-от *Fomitopsis betulina*, здатні до бурого гниття деревини шляхом агресивної деструкції целюлози й геміцелюлоз, залишаючи лігнін. Їхній хімічний профіль демонструє наявність терпеноїдів, фенольних сполук, ферментів, які беруть участь у дереворуйнівному процесі (Journal of Fungi, 2024).

Ключовою особливістю є присутність фомітинової кислоти — тритерпену з антибактеріальною та протигрибковою активністю. Також виявлено гідроксифенілпропаноїди та органічні кислоти (фумарова, піноколінова), які створюють кисле середовище, оптимальне для функціонування гідролаз.

Ферментативна система включає лакказу, целюлазу, ксиланазу, які відповідають за розщеплення полімерних компонентів клітинної стінки деревини (таблиця 1.3.) [9].

Таблиця 1.3.

Ферментативна система

Група сполук	Основні представники	Біологічна активність / роль
Полісахариди	$\alpha$ -глюкани	Структурна функція, резерв вуглеводів
Терпеноїди	фомітинова кислота	Протимікробна, протигрибкова активність
Фенольні сполуки	гідроксифенілпропаноїди	Антиоксидантна дія

Група сполук	Основні представники	Біологічна активність / роль
Органічні кислоти	піноколінова, фумарова	Кислотність середовища, каталіз ферментативних реакцій
Ферменти	лакказа, мананаза, ксиланаза	Деструкція целюлози, геміцелюлоз, модифікація лігніну

(Складено автором за джерелами [9])

### 1.3. Характеристика овочевих культур

У рамках даного дослідження було обрано три популярні овочеві культури — томат (*Solanum lycopersicum* L.), огірок (*Cucumis sativus* L.) та баклажан (*Solanum melongena* L.). Вони мають важливе значення в раціоні людини, є джерелом вітамінів, мінералів та біологічно активних сполук, активно вирощуються в умовах відкритого та закритого ґрунту.

#### Томат (*Solanum lycopersicum*)

Томат — одна з найпоширеніших овочевих культур у світі, яка належить до родини *Solanaceae* (пасльонові). Плоди містять значну кількість вітамінів (А, С, Е), мінералів (К, Mg), органічних кислот та лікопін — потужний антиоксидант. Завдяки цьому томат цінується не лише як харчовий продукт, а й як культура з потенційними профілактичними властивостями проти хронічних захворювань [10].

Ці рослини потребують великої кількості сонячного світла та тепла. Ґрунт має бути добре дренованим, суглинистим і слабокислим (рН 5,8-6,8) кількість води помірна, полив рекомендується регулярний, задля уникнення розтріскування плодів. Якщо здійснювати надмірне підживлення азотистими добривами це може мати негативні наслідки для врожайності, адже буде переважати зелена маса листків, а кількість і розмір плодів зменшаться. Томати є рослиною теплолюбною, тому температура в межах 21 – 24 °С є оптимальною для їх правильного і продуктивного розвитку. Томати розмножуються насінням, яке утворюється в результаті статевого розмноження через запилення квіток і подальше формування плодів; у зрілих ягодах міститься велика кількість насінин, здатних проростати за сприятливих

умов, що забезпечує відновлення та поширення культури. Рекомендована відстань для посадки 60 - 90 см і на глибину 0,6 см. В залежності від сорту період повного дозрівання плодів може тривати від 2 до 5 місяців.

Стебла та листя рослини вкриті густим опушенням, що виконує захисну функцію та зменшує випаровування вологи. Листя має насичено-зелений колір, досягає в довжину від 10 до 25 см і складається з 5–9 окремих листочків, кожен із яких завдовжки приблизно 7,5 см з характерно зубчастими краями. Квітки томату невеликі — діаметром менше 2,5 см, мають яскраво-жовте забарвлення та складаються з п'яти пелюсток. Вони зібрані в прості або розгалужені суцвіття, що налічують від 3 до 12 квіток. Плід томату класифікується як справжня ягода — м'ясиста, з насінням усередині. Середня маса одного плода становить приблизно 110 грамів, хоча залежно від сорту вона може значно варіюватися.

Листя, стебла та зелені незрілі плоди містять невелику кількість токсичних алкалоїдів, відомих як томатин та соланін.

Помідори можна вирощувати з насіння в приміщенні за 5-6 тижнів до посадки або купувати розсаду. Томати є сприйнятливими до широкого спектра шкідників, серед яких поширені смердючі клопи, совки, томатні та тютюнові жуки, попелиці, капустяні петельники, білокрилки, плодові черв'яки, блішки, червоні павутинні кліщі, слимаки та колорадський жук — усі вони можуть завдавати значної шкоди як листю, так і плодам, знижуючи врожайність і якість продукції [11].

До хвороб якими часто хворіють пасльонові в загальному відноситься Септоріоз. Проявляється як бурі плями на нижніх ярусах листків, поступово плями стають брудно білими, з коричневою оболонкою, можуть розростатися до таких розмірів, щоб утворювати одну некротизовану ділянку. На стеблах ця хвороба також проявляється у вигляді видовжених овальних бурих плям, що з часом світлішають у центрі й вкриваються темними крапками. За вологої й теплої погоди хвороба стрімко розвивається, викликаючи опадання листя та загибель рослин.

Картопляний фітофтороз на помідорах проявляється у вигляді бурих плям на листках і стеблах, які при високій вологості швидко збільшуються поступово займаючи весь листок, знизу з'являється білий павутиноподібний наліт. Уражені листки у вологу погоду гниють, а у посушливу висихають і відпадають. На стеблах і черешках утворюються витягнуті плями без нальоту. Плоди уражуються темно-зеленими або бурими маслянистими плямами, тканини тверді, а з розвитком інфекції плоди загнивають. Основне джерело інфекції — заражені насіннєві бульби картоплі з грибноцею патогена або рослинні рештки ооспорами.

Інший різновид хвороби — південний фітофтороз — частіше уражує помідори в теплицях, хоча може з'являтися і на відкритих ділянках у південних регіонах України. Ураження спостерігаються на коренях, стеблах і плодах. У молодих рослин симптоми подібні до чорної ніжки — коріння та основа стебел загнивають, рослина в'яне. Уражені тканини покриваються білуватим нальотом. Південний фітофтороз викликають різні види *Phytophthora* — *Ph. parasitica*, *Ph. capsici*, *Ph. cryptogea* тощо. Ураження плодів цими патогенами проявляється світлішими плямами — від сіруватих до червоно-бурих з характерною концентричною зональністю. Плоди стають водянистими, а при вологій погоді вкриваються рідким білим нальотом.

Диплодіоз проявляється круглими плямами приблизно до 1 см, які мають буре або оливково-коричневі забарвлення чітко відокремлені некротичною тканиною на листках. На стеблах ця хвороба також проявляється але вже у вигляді продовгуватих плям темно-коричневого забарвлення. Під час вегетації рослин і в період зберігання на плодах можуть з'являтися сіруваті вдавлені плями, найчастіше — на верхівці або з боків. Згодом у цих зонах формуються характерні чорні крапки — пікніди або плодові тіла збудника, що свідчить про розвиток грибної інфекції [12].

**Огірок** (*Cucumis sativus*)

Огірок належить до родини *Cucurbitaceae* (гарбузові). Є холодостійкою культурою з коротким вегетаційним періодом. Його плоди містять до 95–97% води, мають низьку калорійність та є джерелом клітковини, калію, аскорбінової кислоти, а також низки фенольних антиоксидантів [13].

В середньому ці рослини виростають на 20-45 см у висоту в залежності від сорту. Ці рослини потребують великої кількості сонячного світла та тепла. Ґрунт має бути добре дренованим і слабокислим (рН 5,8-6,8) кількість води помірна. Для уникнення грибкових захворювань цієї культури при поливі бажано уникати потрапляння води на листя [14].

До хвороб якими часто хворіють гарбузові в загальному відноситься Кореневі гнилі. Ознаки хвороби з'являються як на сходах, так і на дорослих рослинах огірка, дині та кавуна — у відкритому та закритому ґрунті. Уражуються стебла та корені розсади: вони буріють і стоншуються, сім'ядолі та молоді листки в'януть, рослини поникають і засихають. Часто спостерігається «вилягання сіянців». У дорослих рослин виявляється раптове або хронічне в'янення: спочатку тургор знижується вдень, а вночі відновлюється; згодом в'янення стає постійним, листки жовтіють, рослина гине. Симптомами також можуть бути коренева та прикоренева гниль, червоно-буре забарвлення кореня, відсутність бічних коренів і буре кільце провідних пучків на зрізі стебла.

Основними збудниками є мітоспорові гриби роду *Fusarium*, які ведуть напівсапрофітний спосіб життя в ґрунті та активізуються за несприятливих умов (ослаблення рослин, надмірне зволоження, зниження температури ґрунту до 17–18 °С)

Борошниста роса — одна з найшкідливіших і найпоширеніших хвороб гарбузових, особливо огірків. Ураження відбувається як у відкритому, так і в закритому ґрунті. Ознаки хвороби з'являються на всіх частинах рослин: листках, черешках і навіть плодах. На листках виникає борошнистий наліт білого або рожево-сірого кольору, який покриває як верхній, так і нижній бік листової пластинки. У міру розвитку інфекції листки починають

закручуватись краями догори, стають ламкими, жовтіють, відмирають і опадають. Під кінець на поверхні нальоту з'являються чорні крапки — це клейстотеції гриба.

Особливо стрімко хвороба розвивається у погано провітрюваних місцях із високою вологістю (80–90%) і температурою 25–27 °С. Інкубаційний період становить 5–7 діб. Протягом вегетації хвороба швидко поширюється: формується понад 10 поколінь конідіального спороношення, які забезпечують інтенсивне зараження здорових рослин.

Збудниками є гриби *Erysiphe cichoracearum* і *Sphaerotheca fuliginea*, які належать до відділу Ascomycota. Поширюються переважно конідіями та сумкоспорами, зберігаються на рослинних рештках у вигляді клейстотеціїв.

Антракноз гарбузових культур проявляється у відкритому й закритому ґрунті на всіх надземних органах рослин, особливо на плодах. На листках утворюються округло-овальні жовтуваті або бурі плями з темно-бурою облямівкою. У вологу погоду плями стають рожевими біля жилок через розвиток конідіального спороношення, а в суху – уражена тканина висихає, кришиться і на листках утворюються дірки. На стеблах і черешках виникають видовжені жовто-бурі вдавлені плями, які спричиняють ламкість і загибель рослин. На плодах з'являються спочатку дрібні бурі плями, що швидко заглиблюються, перетворюючись на виразки. У вологих умовах на їх поверхні формуються блідо-рожеві подушечки конідіального ложа («медянка»), пізніше плями темніють і можуть мати концентричну будову. Уражені плоди деформуються й припиняють ріст.

Збудником антракнозу є мітоспоровий гриб *Colletotrichum lagenarium* Ellis et Halsted, який утворює конідіальне спороношення з видовжено-яйцеподібних, безбарвних одноклітинних конідій розміром 11,5–20 × 3,5–6,5 мкм. Серед конідієносців формуються темно-оливкові щетинки з 1–4 перегородками. За несприятливих умов грибниця перетворюється на склероції або утворює псевдотеції, що забезпечує збереження патогену [12].

Огірки позитивно реагують на біостимулюючі обробки — особливо в умовах стресу (посуха, спекотна погода), що робить їх зручним об'єктом для дослідження дії БАР [13].

### **Баклажан (*Solanum melongena*)**

Баклажан також належить до родини *Solanaceae*. Він є теплолюбною культурою з тривалим вегетаційним періодом. Особливу цінність баклажану надає вміст антоціанів (насамперед насуніну), які мають антиоксидантну активність та сприятливу дію на серцево-судинну систему.

Крім того, баклажан містить вітаміни групи В, калій, магній, нікотинову кислоту. Його фізіологічна чутливість до умов вирощування робить його перспективною моделлю для тестування біологічних стимуляторів.

Ці овочеві культури — цінні своїм високим аграрним та харчовим значенням. Вони багаті на вітаміни, мінерали, антиоксиданти (зокрема лікопін у помідорах, насунін у баклажанах), мають високий попит і активно вирощуються у відкритому та закритому ґрунті. Завдяки високій біологічній активності та чутливості до зовнішніх впливів ці культури є зручними моделями для дослідження ефективності біологічно активних речовин [15].

Баклажан вирощують переважно як харчову культуру. Ці рослини потребують великої кількості сонячного світла та тепла. Рослина добре розвивається на повному сонці, на вологих, пухких, родючих, піщаних або суглинистих ґрунтах з рН у межах 5,5–6,8. Може вирости у висоту приблизно 60- 120 см в залежності від сорту. Вирізняється зіркоподібними волосками на листках і стеблах, іноді також з колючками. Його поодинокі фіолетові квіти мають характерну зіркоподібну форму.

Розмножується насінням, яке проростає протягом 8–12 днів. Плоди досягають стиглості через 105–133 дні після посіву. Квіти приваблюють джмелів-запилювачів. Плід — велика м'ясиста, глянцева ягода з численним

блідо-коричневим ниркоподібним насінням, колір залежить від сорту — білий, зелений, фіолетовий або чорний.

Хоча плід і насіння є їстівними після кулінарної обробки (запікання, тушкування або смаження), решта частин рослини — квіти, листя, коріння — є токсичними і не придатні до споживання.

Серед основних шкідників — блішки, томатні та колорадські жуки, а також совки. Із хвороб можлива поява вертицильозного в'янення. Найефективнішими заходами профілактики є використання стійких сортів і дотримання принципів сівозміни. Хвороби вражають ті ж самі що і томати, оскільки рослини належать до однієї родини [16].

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Матеріали досліджень

**Опеньок осінній справжній (*Armillaria mellea*)** — представник родини *Physalacriaceae*. Гриб має шапинку діаметром 2–15 см, спочатку напівкулясту, згодом ця шапинка розкривається, часто з горбиком у центрі, жовто-коричневого або рудуватого відтінку з темними лусками, особливо в центрі. Пластинки спускаються на ніжку, змінюючи колір від білуватого до червоно-коричневого. Ніжка до 18 см завдовжки, щільна, жорстка з віком, зі світлим нестійким кільцем. Спори еліпсоподібні, безбарвні (7–10×5–7 мкм). Розріз стовбура білий, з приємним запахом і смаком. *Armillaria mellea* зазвичай утворює щільні скупчення на пнях різних деревних порід, зокрема дуба, часто з прирослими основами ніжок [4].



Рис. 2.1. *Armillaria mellea* [17].

**Огірок сорту «Конкурент»** — ранньостиглий бджолозапильний гібрид, що починає плодоносити через 40–45 днів після сходів (при літньому висіві — вже за 30–35 днів). Врожайність становить 3,3–3,8 кг/м<sup>2</sup>. Зеленці мають великі

горбики, досягають 10–14 см завдовжки, маса — близько 90 г. Поверхня плоду слабо опушена, з поздовжніми смугами і чорними шипами. Придатний як для споживання у свіжому вигляді, так і для консервації. Сорту чутливий до температури, вологості та родючості ґрунту, потребує внесення мінеральних добрив. Висів проводять наприкінці травня при температурі ґрунту не нижче +12–13 °С. Для раннього посіву застосовують сухе насіння, яке проростає за сприятливих умов. Культура не терпить загущення, тому необхідно дотримуватися оптимальної густоти посіву [18].



Рис. 2.2. Огірок сорту «Конкурент» [18].

**Томат сорту «Рожевий Гігант»** — середньоранній індетермінантний сорт з вегетаційним періодом 110–115 днів. Рослина потужна, заввишки до 2 метрів, у кожному суцвітті формується до 6 великих плодів. Плоди — плескато-округлої форми, малиново-рожевого кольору, м'ясисті, слабкорестиві, масою 300–500 г. Вони мають солодкий смак, відзначаються високою вмістом мінералів, органічних кислот і вітамінів. Придатні як для свіжого споживання, так і для переробки на соки, пасти чи соуси.

Сорт вимогливий до тепла, вологи та освітлення, найкраще росте на легких, родючих ґрунтах при температурі +23...25 °С. Відзначається доброю відгуком на внесення добрив [20].



Рис. 2.3. Томат сорту «Рожевий гігант» [20].

**Баклажан сорту «Чорний Красень»** — середньостиглий, з технічною стиглістю на 110–115 день після появи сходів. Кущ компактний, досягає 60 см у висоту. Плоди овальні, розміром близько 15×12 см, глянцеві, насичено-фіолетового кольору. М'якоть світла, щільна, ніжна й має приємний смак. Використовується як для кулінарної обробки, так і для консервування. Сорт вирізняється високою врожайністю.

Рекомендовано вирощування через розсаду. У відкритий ґрунт висаджують 60–70-денну розсаду після зникнення ризику заморозків. Насіння проростає на 15-й день при температурі +13...14 °С, а за вищої температури — значно швидше. Для отримання раннього врожаю посів проводять наприкінці січня — на початку лютого. Глибина загортання насіння — 1,5–2 см. Висаджують рослини на гребнях з міжряддям 70 см та інтервалом 30–40 см між кущами. Баклажан теплолюбний: при температурі нижче +13 °С

зростання зупиняється, листя жовтіє, рослина загниває. Насіння не потребує додаткової підготовки — воно повністю готове до висіву [21].



Рис. 2.4. Баклажан сорту «Чорний принц» [21].

## 2.2. Методика світлової мікроскопії

Світлова мікроскопія є одним із ключових методів дослідження мікроскопічних структур макроскопічних грибів. Матеріалом для дослідження слугували фрагменти плодових тіл, міцелію та ризоморф, зібрані в природному середовищі. Прямо в місці виявлення гриба був проведений опис. Гриби зростали групами на прикореневій частині старого, злегка струхлявого пня. Шапинки мали опукло-розпростерту форму, діаметром 4–10 см, з хвилястим краєм. Забарвлення варіювалося від медово-жовтого до світло-коричневого, у центрі — темніше, іноді з бурими лусочками. Поверхня капелюшка — гладка або злегка луската, слизувата у вологу погоду. Пластинки щільні, білі або кремові, прирослі до ніжки. Ніжка — циліндрична, висотою 6–12 см, товщиною до 1,5 см, забарвлення варіюється від білої до світло-жовтої, має темніший відтінок біля основи. М'якоть біла, щільна, з характерним грибним запахом.

Для дослідження використовувалися предметні скельця, накривні скельця, фільтрувальний папір, піпетки, скляні палички, леза. Гриб

розглядався за збільшення 400-1000 разів. Забарвлення здійснювалося за допомогою розчину Люголя.

Із ділянки гіменофору, покривів шапинки та ніжки вручну зроблено 5–10 тонких зрізів. Отримані зрізи перенесено на предметне скло з кількома краплями розчину Люголю, після чого накрито накривним скельцем. Препарати розглядалися під світловим мікроскопом при збільшенні  $\times 400$  та  $\times 1000$ .

У результаті мікроспостережень чітко ідентифіковано зрілі базидії — булавоподібні, 4-спорові, розміром  $26\text{--}32 \times 6\text{--}8$  мкм, з наявною базальною пряжкою. Спори виявлено еліпсоподібні, гладенькі, тонкостінні, безбарвні, розміром  $7,2\text{--}8,5 \times 4,5\text{--}5,2$  мкм. Також спостерігалися парафізи — тонкі стерильні гіфи, що не виступали за рівень спороносного шару, та поодинокі веретеноподібні цистиди [22].

### **2.3. Методика екстрагування гриба**

Плодові тіла заморожують, подрібнюють у замороженому вигляді та поступово змішують із фосфатним буфером (1/15М, рН 7,0–7,2) у співвідношенні: 0,68–0,72 кг грибної маси на 1 літр буфера. Отриману суспензію віджимають до залишкової вологості 10–12%, додають 18% сірчаноокислого амонію, фільтрують, і отриманий розчин використовують як основу для робочого розчину [23].

### **2.4. Методика виготовлення екстракту.**

Біологічний препарат, використаний у дослідженні, являє собою композицію біохімічних речовин, екстрагованих з плодових тіл гриба *Armillaria mellea*. Препарат застосовують у вигляді водного розчину, що готується прямо перед обробкою шляхом розведення визначеної кількості концентрату в 1 літрі води [24]. У ході досліду використовували дві концентрації розчину: вища — 0,5 г/л, яка забезпечує високу насиченість

активними компонентами та дозволяє оцінити інтенсивну дію препарату на фізіолого-морфологічні процеси; нижча — 0,1 г/л, яка моделює м'який біостимулювальний вплив та дозволяє встановити мінімальний ефективний поріг дії. Розчини застосовували шляхом передпосівного замочування насіння або підкореневого поливу.

## 2.5. Методика посіву насіння.

В ході закладання досліду використовувався субстрат ТМ «Есо plus» для розсади (рис.2.5). Це торф'яний субстрат, який вже готовий до використання і не потребує додаткового збагачення іншими речовинами. Субстрат має нейтральну кислотність (рН 5.5–6.5) і необхідну фракцію. Це сприяє хорошій аерації та затриманню вологи на належному, необхідному рівні (вологоемність 40–50%). Також забезпечує стабільну структуру для кореневої системи. Мінеральний склад цього субстрату збалансований таким чином, щоб задовольняти основні потреби в поживних речовинах рослин і сприяють їх активному росту. Вміст макроелементів у субстраті становить: азот — 120–160 мг/л, фосфор — 160–200 мг/л, калій — 190–240 мг/л. Крім того, до складу входять мікроелементи у таких концентраціях (мг/л): бор — 0,3–0,5; мідь — 1,5–2,0; залізо — 0,9–1,1; марганець — 1,6–1,9; молібден — 2,0–2,5; цинк — 0,4–0,7. [25].



Рис. 2.5. Субстрат використаний для досліду

У межах експерименту було закладено п'ять варіантів досліду з метою оцінки впливу екстрактів на проростання насіння та початковий ріст рослин, а

також з метою спостереження за зміною вмісту фотосинтетичних пігментів. Перший варіант досліду виконував роль контрольного. Він передбачав замочування насіння протягом 4 годин у воді при температурі 18–20 °С. Другий та третій варіанти включали замочування насіння протягом 4 годин в екстрактах з плодових тіл *Armillaria mellea* (у двох різних концентраціях), за тих самих температурних умов.



Рис. 2.6. (створено автором) ілюстрація замочування насіння

Четвертий та п'ятий варіанти не передбачали попереднього замочування насіння взагалі. Натомість, після висіву насіння у субстрат, у цих варіантах здійснювався підкореневий полив відповідно одним із двох екстрактів *Armillaria mellea*. Усі варіанти досліду проводилися в однакових умовах освітлення, вологості та температури для забезпечення достовірного порівняння.

Підкореневий полив екстрактами здійснювався на рівні зі стандартним поливом рослин звичайною відстояною водою, приблизно раз на три дні. Частота коригувалася в залежності від умов навколишнього середовища і потреби рослин. Адже за час спостереження температура навколишнього середовища значною мірою коливалася, це впливало на рівень поглинання рослинами вологи з ґрунту. Додатково умови проростання рослин не покращувалися, з метою спостереження за впливом екстрактів в максимально

наближених до реальності умов. Рослини росли на відкритих стелажах, поблизу вікна, тому освітлення здійснювалося природнім шляхом, сонячним світлом (рис 2.7).



## 2.6. Методика обчислення схожості насіння

У рамках даної роботи схожість оцінювали як відсоткове співвідношення кількості пророслих насінин до загальної кількості висіяних у кожному дослідному варіанті. Цей підхід відповідає загальноприйнятій методиці визначення лабораторної схожості, яка широко використовується в агрономічних дослідженнях і стандартизована в ДСТУ 4138:2002 «Насіння сільськогосподарських культур» [26].

Схожість насіння обчислювалася за формулою [27] на 28 добу від висіву:

$$\text{Схожість (\%)} = \frac{\text{Кількість пророслих насінин}}{\text{Загальна кількість висіяних насінин}} \times 100 \quad (2.1)$$

У даному досліді висів здійснювався в індивідуальні касети. Це дозволило чітко фіксувати проростання кожної насінини. Кількість пророслих

насінин обліковували на завершальному етапі фази проростання, коли сім'ядолі повністю розгорнуті, а проросток набуває здатності до фотосинтезу.

## 2.7. Методика проведення морфометрії

Морфометричні вимірювання проводилися з метою кількісного аналізу впливу дослідних факторів на ріст і розвиток овочевої культури. Облік показників здійснювали на 28 день від посадки. Для кожного варіанта дослідження відбирали 5 типових рослин (в деяких варіантах дослідження вийшло менше, через те що насіння не проросло), за якими визначали довжину кореня та пагона, кількість листків, ширину пагона, масу однієї рослини, а також схожість насіння. Довжину кореня вимірювали від кореневої шийки до верхівки головного кореня за допомогою міліметрової лінійки. Аналогічно визначали довжину надземної частини рослини — від основи стебла до апікальної точки головного пагона. Кількість листків встановлювали шляхом візуального підрахунку. Ширину пагона вимірювали у його найтовщому місці за допомогою лінійки, без урахування зовнішніх виростів. З метою визначення маси рослин їх обережно відокремлювали від субстрату, промивали, просушували фільтрувальним папером і зважували на аналітичних вагах із точністю до 0,001 г. Показник схожості обчислювали як відсоткове співвідношення кількості пророслих насінин до загальної кількості висіяних [28].



Рис. 2.6. (створено автором) ілюстрація проведення морфометрії для огірка



Рис. 2.7. (створено автором) ілюстрація проведення морфометрії для томату



Рис. 2.8. (створено автором) ілюстрація проведення морфометрії для баклажану

## 2.8. Методи проведення кількісного визначення хлорофілів

### 2.8.1. Приготування розчинів

Зі свіжої рослинної маси відбиралися частини листків, без центральної жилки, з них робилася наважка 0,2 г. У фарфорову ступку разом з наважкою листків додавалося приблизно 0,02 г крейди і поступово вводилося 5 мл етилового спирту (96%) до одержання гомогенної маси.

Через воронку застелену фільтрувальним папером масу фільтрували у пробірку, промивали етиловим спиртом фарфорову ступку і товкачик, і це також зливали через фільтр в пробірку, доводили етиловим спиртом до 10 мл.



Рис 2.9 Фільтрування етилового екстракту з листків огірка

Кожен варіант досліду окремо. В окремій пробірці отриманий фільтрат розводився в 5 разів, етиловим спиртом [29].

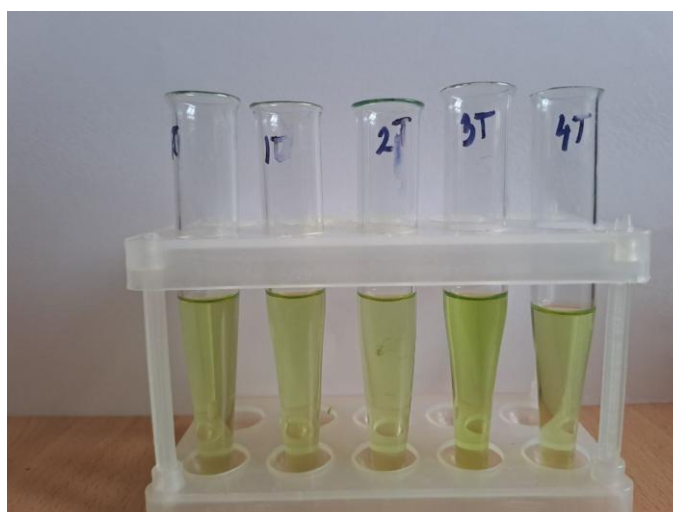


Рис. 2.10. (створено автором) ілюстрація підготовки розчинів для визначення оптичної щільності рослин томату



Рис. 2.11. (створено автором) ілюстрація підготовки розчинів для визначення оптичної щільності рослин баклажану

### 2.8.2 Методика вимірювання оптичної щільності

Визначення вмісту хлорофілу базується на здатності пігменту поглинати світло на певній ділянці спектру. В червоній ділянці максимум поглинання спектру для хлорофіла а рівний 665-670 нм. В синій ділянці максимум поглинання спектру для хлорофіла b рівний 455-470 нм. Але також спостерігаються менші піки поглинання світла для обох хлорофілів. У синій ділянці (~430–440 нм), а хлорофіл b — близько 645 нм.

Визначення вмісту хлорофілу a+b проводилося за допомогою спектрофотометра (ФЕК). В одну кювету вносили розведений розчин фільтрату, в контрольну - чистий розчинник (етиловий спирт). Вимірювання проводилося на довжині хвилі 490 ( яка частково покриває спектральний максимум для хлорофілу b) і на довжині хвилі 670 ( яка покриває спектральний максимум для хлорофілу a).

### 2.8.3 Методика розрахунку за калібрувальним графіком

Використовуючи методичні вказівки [30], для кількісного визначення хлорофілу будувався графік за стандартним розчином Гьотрі. Для приготування цього розчину необхідно:

- 7,125 мл 1%  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;
- 12,5 мл 2%  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;
- 2,5 мл 2 н  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;
- Дистильованою водою довести до об'єму.

Це перерахунок на 25 мл, так як в методичних рекомендаціях готувався розчин на 100 мл.

Цей розчин імітує оптичну щільність хлорофілу а (1 мл розчину Гьотрі відповідає 0,085 мг хлорофілу). Створювалося 5 стандартів розведення вихідного розчину:

*Таблиця 2.1*

### Розчини для калібрувального графіку Гьотрі

№	Об'єм розчину Гьотрі, мл	Концентрація хлорофілу, мг/10 мл	Оптична щільність
1	1,0	0,085	0,025
2	2,0	0,170	0,084
3	3,0	0,255	0,144
4	4,0	0,340	0,205
5	5,0	0,425	0,268

Спираючись на ці розведення було побудовано калібрувальний графік. По осі абсцис – концентрація хлорофілу (мг/10мл) по осі ординат – оптична щільність при 670 нм.

Графік виражається наступним рівнянням:

$$y = 0.5412x - 0.026 \quad (2.2)$$

Де

y - оптична щільність

x – концентрація хлорофілу в 10 мл витяжки, мг

Для обчислення похибки використовували стандартну формулу, прийняту для лінійної регресії:

$$\Delta C = \frac{\Delta O_{670}}{a} \quad (2.3)$$

Де

$\Delta C$  – аналітична похибка визначення концентрації

$\Delta O_{670}$  – середня похибка вимірювання оптичної щільності

A – коефіцієнт нахилу прямої калібрувального графіка

Опираючись на технічна характеристики ФЕК та повторюваність вимірів приймаємо за похибку  $\pm 0,0114$ . З урахуванням коефіцієнту нахилу похибка перераховувалася на концентрацію хлорофілу за формулою:

$$\Delta C = \frac{0,0114}{0,5412} \approx 0,02106/10\text{мл} \quad (2.4)$$

Значення приймалося фіксованим для всіх варіантів досліду, адже вимірювання проводилися на одному приладі, на одній довжині хвилі, і використовуючи один калібрувальний графік.

Для визначення концентрації хлорофілу у зразках застосовувалася формула, побудована на основі рівняння, яким описується графік:

$$x = \frac{y_{670} \pm 0.026}{0.5412} \quad (2.5)$$

де:

x – кількість хлорофілу у 10 мл етилового розчину

$y_{670}$  – оптична щільність розчину при 670 нм

Коефіцієнт детермінації  $R^2$  становив **0,9981**, що свідчить про високу достовірність отриманої залежності та придатність графіка для кількісного визначення хлорофілу у дослідних зразках.

Кінцевий результат перераховувався як вміст хлорофілу а в мг/г сирової маси з метою уніфікації результатів, і для полегшення порівняння між варіантами досліду і культурами:

$$X_{La} = x \cdot \frac{1}{0,2} = 5x \quad (2.6)$$

Для автоматизації обчислення, а також для уникнення помилкових результатів, розрахунки проводилися за допомогою електронних таблиць з використанням відповідних формул.

#### **2.8.4. Інтерпритація результатів**

У зв'язку з відсутністю калібрувального графіку для вимірювання оптичної щільності на довжині хвилі 490 нм, що унеможлиблює точну оцінку вмісту хлорофілу b в рослинному зразку було прийнято рішення брати до уваги лише виміри на довжині хвилі 670 нм для точного виміру.

#### **2.8.5. Емпіричне визначення загального вмісту хлорофілу**

Для емпіричного вмісту загального вмісту хлорофілу було використано приблизне співвідношення хлорофілу а і хлорофілу b з літературних джерел.

Спираючись на літературні данні співвідношення хлорофілу а до хлорофілу б зазвичай становить 3:1. ( у межах 0,7-1,1 г на 1 кг зеленої маси рослини) Однак за деяких обставин (зміна температури, рівня освітленості) спостерігається зміщення цього співвідношення. На приклад для рослин огірка спостерігалось збільшення співвідношення хлорофілу а до хлорофілу б при використанні синього світла для вирощування розсади цієї рослини. Вміст хлорофілу б лишався стабільним, отже на нього ніяк не впливав вплив синього світла [31]. Для рослин томатів теж не спостерігалось сильних змін у співвідношенні хлорофілу а до хлорофілу при використанні додаткового ультрафіолетового світла [32]. При затіненні рослин баклажану спостерігалось зменшення співвідношення хлорофілу а до хлорофілу б, що є типовим для світлолюбних рослин [32].

З урахуванням всієї цієї інформації було прийнято рішення в розрахунку використовувати наближену оцінку вмісту хлорофілу б:

$$X_{л_b} = \frac{1}{3} \cdot X_{л_a} \quad (2.7)$$

Загальний вміст пігментів визначався за формулою

$$X_{л_{a+b}} = X_{л_a} + X_{л_b} = \frac{4}{3} \cdot X_{л_a} \approx 1.33 \cdot X_{л_a} \quad (2.8)$$

### 2.8.6. Результати розрахунків

Розрахунки виконані з урахуванням усіх формул, скорочень і спрощень наведених вище. У табл. 2.2 наведено значення оптичної щільності на довжині хвилі 670 нм, розрахований вміст хлорофілу а (мг/г) та розраховане значення для загального хлорофілу кожного зразка.

*Таблиця 2.2*

Оцінка вмісту хлорофілу а та загального

Вміст пігментів				
Зразок	ОЩ(670нм)	Розрахунок Хл а (мг/10 мл)	мг/г сирової маси	mg%
КО	0,065	0,168144863	0,840724316	84,07243
B1O	0,07	0,177383592	0,88691796	88,6918
B2O	0,06	0,158906135	0,794530673	79,45307
B3O	0,05	0,140428677	0,702143385	70,21434
B4O	0,04	0,12195122	0,609756098	60,97561
КТ	0,09	0,214338507	1,071692535	107,1693
B1T	0,09	0,214338507	1,071692535	107,1693
B2T	0,07	0,177383592	0,88691796	88,6918
B3T	0,12	0,26977088	1,348854398	134,8854
B4T	0,075	0,186622321	0,933111604	93,31116
КБ	0,045	0,131189948	0,655949741	65,59497
B1Б	0,045	0,131189948	0,655949741	65,59497
B2Б	0,045	0,131189948	0,655949741	65,59497
B3Б	0,048	0,136733186	0,683665928	68,36659
B4Б	0,095	0,223577236	1,117886179	111,7886

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Схожість насіння

Перші сходи спостерігалися на культурі огірків, приблизно на 5 день від дня посадки, у варіанті підкореневого поливу меншою і більшою концентрацією, а також у варіанті замочування у більшій концентрації. Сходи томату можна було помітити вже на 8 добу у варіанті підкореневого поливу меншою концентрацією екстракту. Паростки баклажану були помітні аж на 11 добу, у варіантах підкореневого поливу більшою концентрацією.



Рис.3.1. Сіянци овочевих культур на 28 день

Для культури огірка у контрольному варіанті (К) та у більшості дослідних варіантів (В1, В3, В4) кількість пророслих насінин становила 4 із 5, що відповідає 80% схожості. Лише у варіанті В2 спостерігалася повна схожість (100%), тобто проросли всі 5 насінин.

Для культури томата у контрольному варіанті (К), а також у варіантах В1, В3, В4 спостерігалася повна схожість (100%), що свідчить про стабільну енергію проростання томатного насіння в цих умовах. Натомість у варіанті В2 проросло лише 4 з 5 насінин, тобто 80%. Це може свідчити про негативний вплив меншої концентрації екстракту при замочуванні або про індивідуальні біологічні особливості окремих насінин у партії.

Для баклажана контрольний варіант (К) продемонстрував найнижчу схожість — 60%. У варіантах В1, В2, В4 спостерігалось 80%, а максимальна схожість (100%) була досягнута лише у варіанті В3. Таким чином, біологічна обробка (зокрема, підкореневий полив менш концентрованим екстрактом) проявила виражений стимулювальний ефект для насіння баклажана, яке у контрольному варіанті проростало слабо.

*Таблиця 3.1*

#### Відсотковий показник схожості рослин

	схожість	%
огірки		
к	4	80
в1	4	80
в2	5	100
в3	4	80
в4	4	80
томати		
к	5	100
в1	5	100
в2	4	80
в3	5	100
в4	5	100
баклажани		
к	3	60
в1	4	80
в2	4	80
в3	5	100
в4	4	80

### 3.2. Аналіз результатів морфометрії огірка.

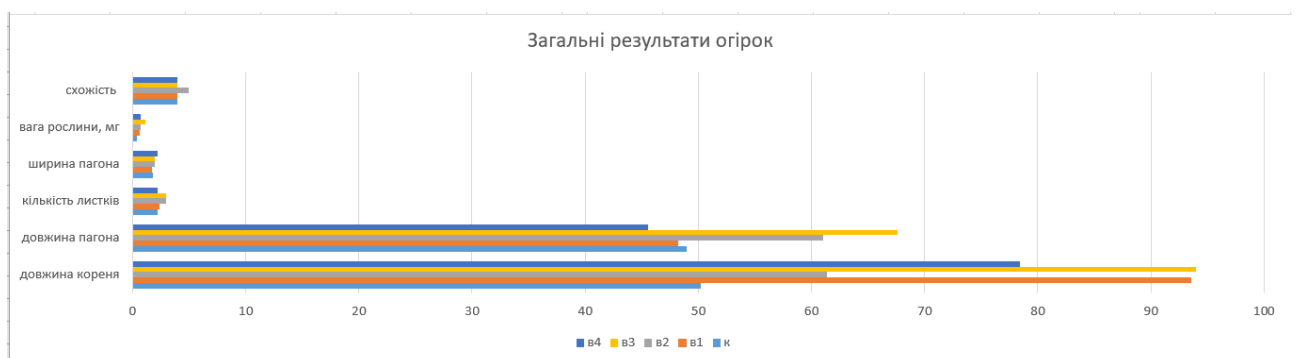
За результатами дослідження найбільш виражений стимулювальний ефект виявлено у варіанті В4 (підкореневий полив екстрактом вищої концентрації). У цьому варіанті зафіксовано найвищі значення довжини кореня (~95 мм),

пагона (~70 мм), ваги рослини та кількості листків. Це вказує на ефективність саме підкореневого способу внесення екстракту у високій концентрації. У варіанті В1 (замочування у тій самій концентрації) також спостерігалось покращення показників порівняно з контролем, особливо щодо ваги рослини та кількості листків, проте ефект був менш вираженим, ніж при поливі. Полив нижчою концентрацією (В3) забезпечив кращі результати, ніж замочування менш концентрованим екстрактом (В2), особливо за довжиною пагона та кореня. У контрольному варіанті (вода) морфометричні показники були найнижчими, за винятком схожості насіння, яка тут була найвищою. Це свідчить про можливу стресову дію екстракту при передпосівному замочуванні.

Детальніше результати представлені в (Гістограма 3.1.).

*Гістограма 3.1.*

### Результати морфометричних досліджень огірка



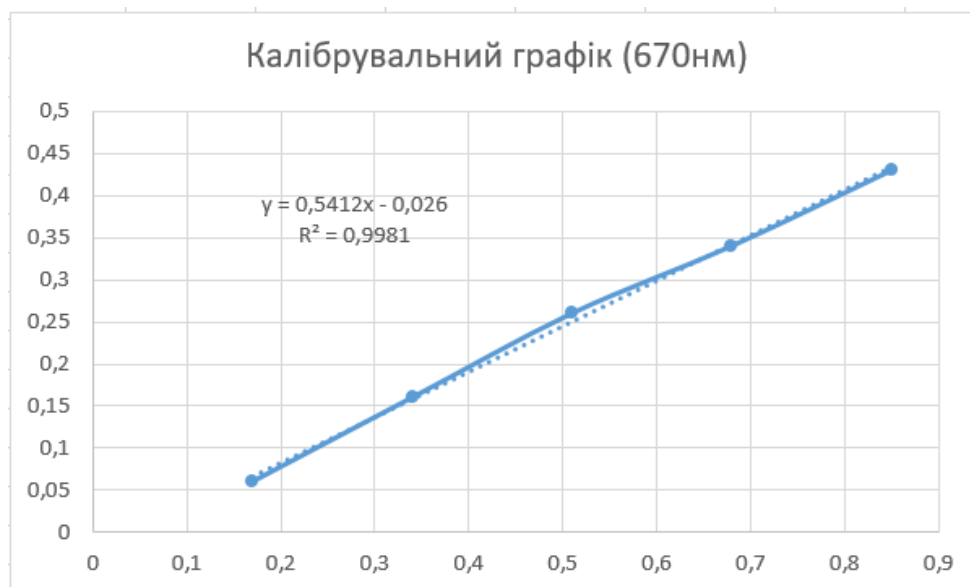
(Складено автором)

Отже, найбільш оптимальним способом застосування екстракту для стимуляції росту огірків є підкореневий полив у вищій концентрації, тоді як замочування у такій самій концентрації може знижувати схожість без суттєвої компенсації за іншими показниками.

### 3.2. Калібрувальний графік за розчином Гьотре

Для обчислення вмісту хлорофілів в рослинних зразках було побудовано калібрувальний графік. (3.1)

Графік 3.1



Графік виражається наступним рівнянням:

$$y = 0.5412x - 0.026 \quad (3.1)$$

Де

y - оптична щільність

x – концентрація хлорофілу в 10 мл витяжки, мг

Коефіцієнт детермінації  $R^2$  становив **0,9981**, що свідчить про високу достовірність отриманої залежності та придатність графіка для кількісного визначення хлорофілу у дослідних зразках.

### 3.3. Вміст хлорофілів огірка.

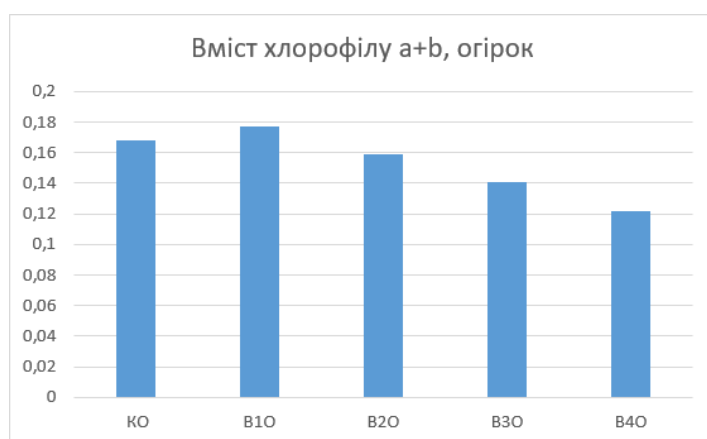
Серед досліджуваних рослин огірка за результатами дослідження найбільший показник вмісту пігментів мав варіант В10 який мав на меті попереднє замочування насіння у нижчій концентрації (0,1г/л) екстракту *Armillaria mellea*. Показник склав 0,178 мг/г, що перевищує контрольне значення приблизно на 6 %. Це свідчить про значний позитивний вплив саме цієї концентрації біокомпозиції на фотосинтетичну систему рослини.

У всіх інших варіантах, особливо В4О, внесення біокомпозиції препарату спостерігається зниження загального вмісту хлорофілу a+b. Це є негативним явищем дії препаратів і може свідчити про значний інгібуючий вплив, або зниження доступності активних компонентів для листкових тканин при такому способі внесення. (В2О: ~ 0,159, В3О: ~ 0,140, В4О: ~ 0,122).

Таким чином, за умов досліджу, ефективність екстракту *A. mellea* для стимуляції пігментної системи огірка є чітко залежною від способу і концентрації внесення, з перевагою попереднього замочування насіння.

*Гістограма 3.2.*

Результати досліджень вмісту хлорофілу огірка



*(Створено автором)*

### **3.4. Аналіз результатів морфометрії томата.**

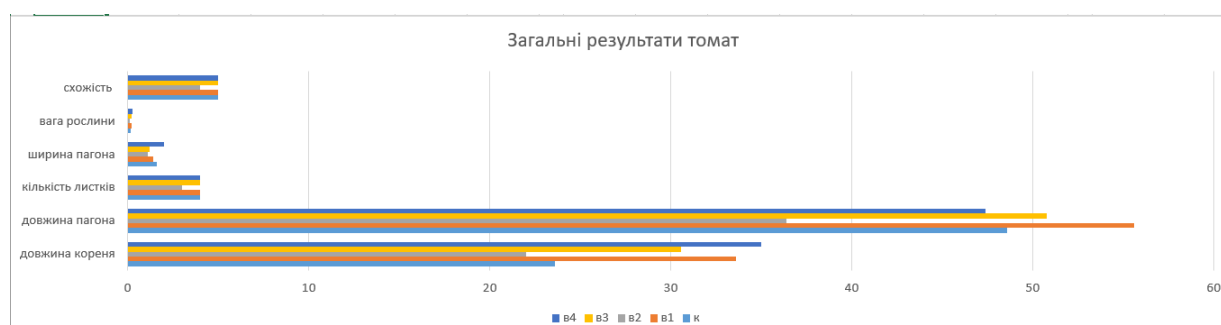
Встановлено, що найбільш виражений позитивний ефект у томатів спостерігався у варіантах В1 (замочування у вищій концентрації) та В4 (підкореневий полив вищою концентрацією). У варіанті В1 зафіксовано найвищу довжину пагона (~55 мм), а також одні з найвищих показників ваги рослини, кількості листків і довжини кореня.

Варіант В4 дещо поступається В1 за довжиною пагона, але забезпечує подібні результати за іншими морфометричними ознаками. Полив нижчою концентрацією (В3) показав помірну ефективність, перевищуючи контроль за довжиною пагона та кількістю листків, проте дещо поступаючись за

довжиною кореня. Замочування у меншій концентрації (B2) не дало суттєвих переваг і показало найнижчі результати серед дослідних варіантів. Контрольна група (вода) мала найменші значення ваги, кількості листків та довжини пагона, але, як і в досліді з огірком, забезпечила найвищу схожість. Детальніше результати представлені в (Гістограма 3.2.).

*Гістограма 3.3.*

### Результати морфометричних досліджень томата



*(Складено автором)*

Отже, для томатів найбільш ефективним виявилось замочування у вищій концентрації екстракту (B1), що контрастує з огірками, де кращим був саме підкореневий полив.

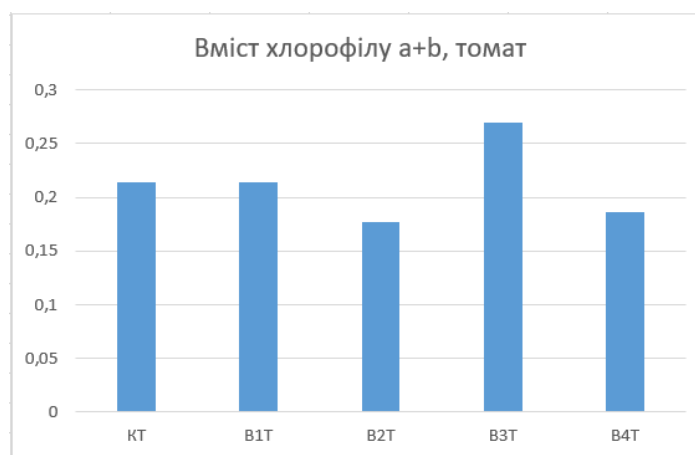
### 3.5. Вміст хлорофілів томату.

В результатах вимірювання вмісту пігментів у рослині томату значною мірою виділився показник варіанту з підкореневим поливом меншою концентрацією (B3T) біокомпозиції— 0,269 мг/г, де здійснювався підкореневий полив екстрактом нижчої концентрації. Порівняно з контролем (0,214 мг/г), зростання становило понад 25%. Це може свідчити про більш повільну, але ефективну дію екстракту при підкореновому внесенні, коли біологічно активні речовини повільніше надходять у кореневу систему і не викликають стресових реакцій. Ймовірно, томат як культура з потужним кореневим апаратом краще реагує саме на підживлення через субстрат, ніж на короткотривале замочування насіння.

Натомість найнижчий рівень хлорофілу був зафіксований у варіанті В2Т (0,178 мг/г), що відповідав замочуванню насіння у витяжці нижчої концентрації. Це може пояснюватися недостатньою кількістю активних речовин для стимуляції пігментного обміну або низькою ефективністю метаболічної відповіді на тлі недоотримання потрібної дози.

*Гістограма 3.4.*

Результати досліджень вмісту хлорофілу томата



*(Створено автором)*

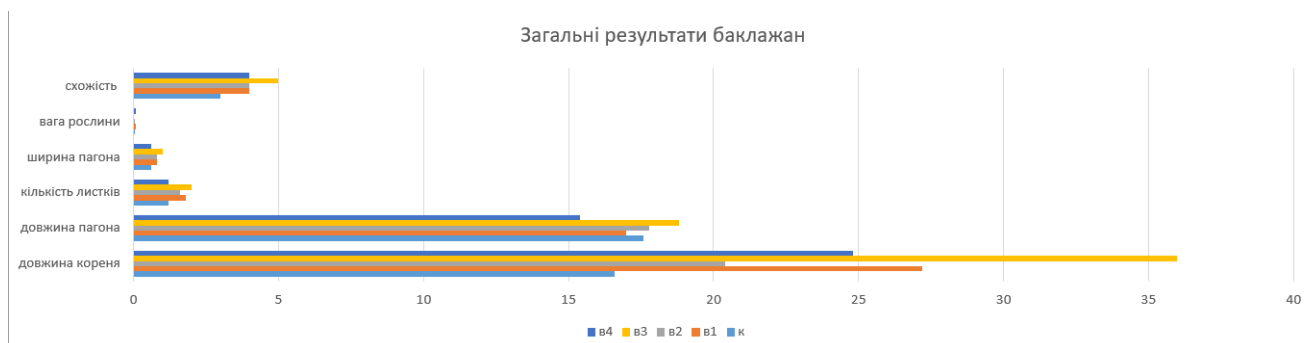
### 3.6. Аналіз результатів морфометрії баклажану

Найкращі результати у баклажанів продемонстрував варіант В3 (підкореневий полив екстрактом нижчої концентрації). Саме в цьому варіанті зафіксовано найбільшу довжину кореня (~37 мм), що є суттєвим показником активного росту підземної частини рослини. В4 (підкореневий полив вищою концентрацією) забезпечив найдовший пагін (~25 мм), що свідчить про сильну стимуляцію вегетативного росту за умов високої концентрації екстракту. Крім того, В4 мав хороші показники за кількістю листків, шириною пагона та вагою рослини. В1 (замочування у вищій концентрації) і В2 (замочування у нижчій концентрації) показали слабші результати: коротший корінь, менша довжина пагона та незначне збільшення листової маси. Зокрема, В2 виявився найменш ефективним серед дослідних варіантів. Контроль (К) мав середні значення довжини пагона і кореня, поступаючись обом підкореневим варіантам. Проте контроль показав найвищу схожість, що характерно для водного замочування

без впливу стимуляторів. Детальніше результати представленні в (Гістограма 3.3).

Гістограма 3.5.

### Результати досліджень баклажану



(Складено автором)

### 3.7. Вміст хлорофілів баклажану

Рослини баклажану продемонстрували найбільш виражену відповідь у варіанті В4Б, який передбачав підкореневий полив вищою концентрацією біокомпозиції *Armillaria mellea*. Вміст хлорофілу становить 0,1233 мг/г, що значно перевищував значення інших варіантів в межах від 0,131 до 0,137 мг/г. Такий результат свідчить про позитивну залежність між концентрацією біологічно активних речовин в розчині та його ефективністю для рослини баклажану.

Інші варіанти не виявили істотного впливу на зростання вмісту хлорофілу порівняно з контролем, незалежно від того яким способом було внесено екстракт. Це дає можливість припустити, що для цієї культури існує необхідність більш інтенсивного або довготривалого впливу стимулюючої речовини, що досягається саме завдяки висококонцентрованому підживленню на вегетативному етапі.

Гістограма 3.6.

### Результати досліджень баклажану



*(Створено автором)*

## ВИСНОВКИ

1. Проведено вивчення впливу біологічно активних речовин, виділених з плодових тіл *Armillaria mellea*, на ріст, розвиток, морфометричні показники, схожість та вміст фотосинтетичних пігментів хлорофілу а + b? трьох овочевих культур — огірка, томата та баклажана. Обробку насіння та рослин здійснювали за п'ятьма варіантами: контроль (замочування і полив водою), замочування у екстракті вищої концентрації (B1), замочування у нижчій концентрації (B2), підкореневий полив екстрактом вищої (B3) та нижчої (B4) концентрації.

2. Виявлено, що дія екстрактів *Armillaria mellea* відрізняється і має різний вплив на різні культури, в залежності від концентрації, і способу внесення. Для огірка найефективнішим варіантом обробки виявилось внесення екстракту шляхом підкореневого поливу у вищій концентрації (B4), що забезпечило максимальну довжину кореня (~95 мм), пагона (~70 мм), а також найвищі показники маси рослини та кількості листків. Замочування у тій самій концентрації (B1) сприяло помірному покращенню росту, але виявилось менш ефективним за полив. Варіант B3 (полив менш концентрованим екстрактом) перевищував B2 (замочування у нижчій концентрації), особливо щодо довжини пагона й кореня. Контрольна група (вода) показала найвищу схожість, але найнижчі морфометричні показники.

3. У томатів виражений позитивний ефект також спостерігався у варіантах B1 (замочування у вищій концентрації) та B4 (підкореневий полив вищою концентрацією). У B1 зафіксовано найбільшу довжину пагона (~55 мм) та високі показники кореня, листків і маси. B4 забезпечив подібні результати, особливо за масою рослини. Полив менш концентрованим екстрактом (B3) дав кращі результати, ніж замочування у нижчій концентрації (B2), проте поступався за всіма показниками варіантам B1 і B4. Контроль мав найвищу схожість, але нижчі морфометричні характеристики.

4. Баклажани найкраще реагували на підкореневий полив менш концентрованим екстрактом (В3) — саме в цьому варіанті спостерігалось максимальне нарощування кореня (~37 мм). В4 (полив більш концентрованим екстрактом) сприяв активному росту надземної частини (довжина пагона ~25 мм). Обидва варіанти показали високі результати за масою рослини і кількістю листків. Натомість варіанти В1 і В2 (замочування) були менш ефективними — з коротшим коренем і пагоном. Найнижчі результати показав В2. Контроль мав посередні морфометричні показники, але найвищу схожість.

5. Найбільш ефективним способом внесення для огірків і томатів виявився підкореневий полив екстрактом вищої концентрації (В4), тоді як для баклажанів найкращі результати забезпечив полив менш концентрованим екстрактом (В3). Замочування виявилось ефективним лише у випадку томатів (В1). Загалом, дослідження підтвердило високу біологічну активність екстракту *Armillaria mellea* та його значний стимулювальний потенціал на ранніх етапах росту овочевих культур.

6. Окрім морфометричних показників також проведено фотометичне визначення вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілу а і b). Встановлено що найвищі показники вмісту пігментів притаманний варіантам з підкореневим вношенням біокомпозиції (особливо В4 у огірка, В3 для баклажана, та В3/В4 для томата). З цього можна зробити висновок що біологічно активні речовини присутні в грибі *Armillaria mellea* мають позитивний вплив не тільки на морфометричні показники паростків овочевих культур, а і на вміст фотосинтетичних пігментів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Marcot, B.G. A review of the role of fungi in wood decay of forest ecosystems [Електронний ресурс] / B.G. Marcot. – USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 2017. – Режим доступу: [https://apps.fs.usda.gov/r6\\_decaid/documents/A-Review-of-the-Role-of-Fungi-in-Wood-Decay-of-Forest-Ecosystems\\_Marcot2017.pdf](https://apps.fs.usda.gov/r6_decaid/documents/A-Review-of-the-Role-of-Fungi-in-Wood-Decay-of-Forest-Ecosystems_Marcot2017.pdf)
2. Kirker, G.T. The role of fungal decay in wood product protection research [Електронний ресурс] / G.T. Kirker, R.C. De Groot. – Forest Products Laboratory, 2018. – Режим доступу: [https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf2018/fpl\\_2018\\_kirker002.pdf](https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf2018/fpl_2018_kirker002.pdf)
3. Fukasawa, Y. Ecological impacts of fungal wood decay types: A review of current knowledge and future research directions [Електронний ресурс] / Y. Fukasawa. – Ecological Research, 2017. – DOI: <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12260> – Режим доступу: <https://esj-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/ampdf/10.1111/1440-1703.12260>
4. 28 Index Fungorum. *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=190066> (дата звернення: 16.05.2025).
5. Круть, С.Ф. Конспект лекцій з фітопатології [Електронний ресурс] / С.Ф. Круть. – Чернівці: ЧНУ, 2021. – 63 с. – Режим доступу: [https://archer.chnu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/6028/KONSPEKT\\_FITOP\\_AT\\_2021\\_11\\_A5.pdf](https://archer.chnu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/6028/KONSPEKT_FITOP_AT_2021_11_A5.pdf)
6. Schmoll, M. Exploring the diversity of fungal biology [Електронний ресурс] / M. Schmoll, et al. – Frontiers in Fungal Biology, 2024. – Режим доступу: <https://www.frontiersin.org/journals/fungalbiology/articles/10.3389/ffunb.2024.1494182/full>

7. Wasser, S.P. Current perspectives on the medicinal potential of mushroom products [Електронний ресурс] / S.P. Wasser. – Journal of Fungi, 2021. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7998620/>
8. Hasan, N. A review of chemical composition and bioactivity studies of the most promising species of Ganoderma spp. [Електронний ресурс] / N. Hasan, et al. – ResearchGate, 2023. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/372519610\\_A\\_review\\_of\\_chemical\\_composition\\_and\\_bioactivity\\_studies\\_of\\_the\\_most\\_promising\\_species\\_of\\_Ganoderma\\_spp](https://www.researchgate.net/publication/372519610_A_review_of_chemical_composition_and_bioactivity_studies_of_the_most_promising_species_of_Ganoderma_spp)
9. Liao, Y. Recent Advances in Medicinal Mushroom Research [Електронний ресурс] / Y. Liao, et al. – Journal of Fungi, 2024. – Т. 10, № 9. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2309-608X/10/9/616>
10. World Flora Online. *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0001029216>
11. North Carolina Extension Gardener. *Solanum lycopersicum* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/solanum-lycopersicum/> (дата звернення: 16.05.2025).
12. Сільськогосподарська фітопатологія : підручник / І.Л. Марков, О.В. Башта, Д.Т. Гентош, О.П. Дерменко, М.Й. Піковський ; за ред. І.Л. Маркова. – К. : [б. в.], 2017. – 549 с. – С. 364–373, 394–403.
13. Wasser, S.P. Medicinal properties of substances from higher Basidiomycetes mushrooms [Електронний ресурс] / S.P. Wasser. – Mycoses, 2011. – Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00403-010-1103-y>
14. *Cucumis sativus* (Cucumber) [Електронний ресурс] // *North Carolina Extension Gardener Plant Toolbox* / North Carolina State University. – Режим доступу: <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/cucumis-sativus/>, вільний. – Назва з екрану. – Дата звернення: 18.05.2025

15. Rai, M. Biotechnological potential of Ganoderma spp. [Електронний ресурс] / M. Rai, et al. – Indian Journal of Experimental Biology, 2016. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629916305634>
16. Solanum melongena (Eggplant) [Електронний ресурс] // *North Carolina Extension Gardener Plant Toolbox* / North Carolina State University. – Режим доступу: <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/solanum-melongena/>, вільний. – Назва з екрану. – Дата звернення: 18.05.2025.
17. El medi natural del Bages. Armillaria mellea [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elmedinaturaldelbages.cat/en/species/armillaria-mellea-armillaria-mellea-armillariella-mellea-en/>
18. Огірок Конкурент. Опис сорту та особливості вирощування [Електронний ресурс] // *Сад у боковину*. – Режим доступу: <https://sadubykovunu.com.ua/ogurets-konkurent/>, вільний. – Назва з екрану. – Дата звернення: 18.05.2025.
19. Томат Рожевий гігант, 0,1 г – опис та характеристики сорту [Електронний ресурс] // *Сад у боковину*. – Режим доступу: <https://sadubykovunu.com.ua/tomat-rozovyi-gigant-01g/>, вільний. – Назва з екрану. – Дата звернення: 18.05.2025.
20. Westgard. Насіння середньораннього томата Рожевий гігант [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://westgard.com.ua/nasinnya\\_serednorannogo\\_tomata\\_rozhevyj\\_gigant\\_0\\_1\\_g](https://westgard.com.ua/nasinnya_serednorannogo_tomata_rozhevyj_gigant_0_1_g)
21. СонцеСад. Каталог насіння овочів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://soncesad.com/katalog/nasinnya/ovochi/>
22. Методичні вказівки з фізіології рослин [Електронний ресурс] / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. – Режим доступу: <https://dspace.onu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f46a0055-a1e4-4420-83d7-e103576f9229/content>, вільний. – Назва з екрану. – Дата звернення: 18.05.2025.
23. Патент на корисну модель № 53983. КОМПОЗИЦІЯ БІОХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ СТИМУЛЯЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЗАХИСТУ ВІД

ХВОРОБ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН / БОЙКО ОЛЬГА АНАТОЛІЇВНА, МЕЛЬНИЧУК МАКСИМ ДМИТРОВИЧ, БОЙКО АНАТОЛІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, ГРИГОРЮК ІВАН ПАНАСОВИЧ, ДУБРОВІН ВАЛЕРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ; 25.10.2010, Бюл.№ 20, 2010 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iprop-ua.com/inv/pdf/7f2v7vjr-pub-description.pdf>

24. Патент на корисну модель № 53984. СПОСІБ СТИМУЛЯЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН ТА ЇХ ЗАХИСТУ ВІД ХВОРОБ / БОЙКО ОЛЬГА АНАТОЛІЇВНА, МЕЛЬНИЧУК МАКСИМ ДМИТРОВИЧ, БОЙКО АНАТОЛІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, ГРИГОРЮК ІВАН ПАНАСОВИЧ, ДУБРОВІН ВАЛЕРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ; 25.10.2010, Бюл.№ 20, 2010 р.

25. Епіцентр. Субстрат торф'яний Eco Plus для розсади 10 л [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://epicentrk.ua/ua/shop/substrat-torfyanoy-eco-plus-dlya-rassady-10-l.html>

26. Визначення посівної якості насінневого матеріалу [Електронний ресурс] // *Фітолаб – Лабораторія фітосанітарної експертизи*. – Режим доступу: <https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/480-vyznachennya-posivnoyi-yakosti-nasinnyevoho-materialu>, вільний. – Назва з екрану. – Дата звернення: 18.05.2025.

27. Що таке схожість насіння: визначення та як перевірити [Електронний ресурс] // *WeAgro – блог про агротехнології*. – Режим доступу: <https://weagro.com.ua/blog/shho-take-shozhist-nasinnya-vyznachennya-yak-pereviryty/>, вільний. – Назва з екрану. – Дата звернення: 18.05.2025.

28. Кулик М. І. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Овочівництво». Частина 1 : біологічні основи овочівництва : метод. вказівки / М. І. Кулик ; рец. Т. О. Белова ; Полтавський держ. аграр. ун-т. – Полтава, 2012. – 34 с. – Режим доступу: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2f873e37-6c6f-42f9-822f-48eb6ef6438d/content> (дата звернення: 18.05.2025).

29. Фізіологія рослин з основами біохімії : практикум / уклад. Т. Ф. Самойленко, Л. С. Мацко ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – К. : НУБіП України, 2014. – 172 с. – Режим доступу: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u291/fiziologiya\\_roslin\\_z\\_osnovami\\_biohimiyi\\_praktikum\\_2014.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u291/fiziologiya_roslin_z_osnovami_biohimiyi_praktikum_2014.pdf) (дата звернення: 18.05.2025)
30. Самойленко Т. Ф. Фізіологія рослин : лабораторний практикум / Т. Ф. Самойленко ; Миколаїв. нац. аграр. ун-т. – Миколаїв, 2020. – 68 с. – Режим доступу: [https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4827/1/Samoilenko\\_T.Fizrosl\\_Lab.pdf](https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4827/1/Samoilenko_T.Fizrosl_Lab.pdf) (дата звернення: 18.05.2025)
31. Zhao X., Li Y., Wang J. et al. Physiological and biochemical responses of tomato seedlings under drought and rewatering [Електронний ресурс] // *Frontiers in Plant Science*. – 2023. – Vol. 14. – Article 1164768. – Режим доступу: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1164768/full> (дата звернення: 18.05.2025).
32. Liu Y., Zhao X., Li W. et al. Effects of drought stress on growth, photosynthesis and antioxidant system in tomato seedlings [Електронний ресурс] // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2022. – Vol. 23, № 11. – Article 6030. – DOI: 10.3390/ijms23116030. – Режим доступу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35693176/> (дата звернення: 18.05.2025).