

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року №384

Форма № Н-9.02

Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Факультет харчових технологій та біотехнологій

(повна назва факультету)

Кафедра біотехнологій та радіології

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

на тему: “Оптимізація технології вирощування їстівних грибів
у спеціалізованих комплексах”

Виконала: студентка _4_ курсу, групи _2_
спеціальності

162 «Біотехнологія та біоінженерія»

Крутикова Надія Ігорівна

(прізвище та ініціали)


Керівник: **проф.Музика В. П.**

(прізвище та ініціали)

Рецензент: **доц. Періг Д.П.**

(прізвище та ініціали)

Робота заслухана на засіданні кафедри біотехнологій та радіології і
рекомендована до захисту в ДЕК, протокол №25 від 01.06. 2023 р.

Завідувач кафедри біотехнологій та радіології  проф. Василь БУЦЯК

Львів – 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і
науки, молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384
Форма № Н-9.01

Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С.З. Гжицького
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення факультет харчових технологій та
біотехнології

Кафедра, циклова комісія кафедра біотехнології та радіології

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
(шифр і назва)

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри, голова циклової
комісії Буцяк В.І.
"06" 02 2023 року

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Крутикової Надії Ігорівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема бакалаврської роботи "Оптимізація технології вирощування їстівних
грибів у спеціалізованих комплексах"

Керівник бакалаврської роботи

Музика В.П. професор.

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

затвержені наказом вищого навчального закладу від 06 01 2023 року №31-4

2. Строк подання бакалаврської роботи 10.05.2023 року

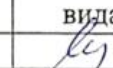

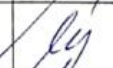

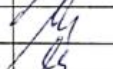



3. Вихідні дані до бакалаврської роботи

Вихідні матеріали до виконання роботи: технологічний процес, глива
звичайна (Pleurotus ostreatus), штами, пастеризація, ферментація,
культивування, субстрат, плодові тіла, органічне та мінеральне живлення,
врожайність, ефективність використання субстрату, товарність.

4. Зміст бакалаврської роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
вступ, огляд літератури, матеріал та методи досліджень, результати власних
досліджень, висновки, список використаної літератури та додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) графіки, діаграми, рисунки, технологічні схеми, технологічні лінії), рисунки: схема дослідження, технологія вирощування посівного міцелію, колір субстрату після замочування у воді та пастеризації, переріз закритої камери для пастеризації, колір субстрату після пастеризації та ферментації, локальне забруднення субстрату пліснявою, вміст поживних речовин у базовому субстраті після пастеризації, вплив технологічних прийомів підготовки базового субстрату на врожайність гливи звичайної, вплив якості субстрату на плодоносіння гливи звичайної; схеми: принципова технологічна схема вирощування гливи звичайної, принципова технологічна схема вирощування плодівих тіл гливи звичайної за твердо-фазного культивування на досліджуваних базових субстратах.

6. Консультанти розділів бакалаврської роботи

Розділ	Консультант ПІБ, посада	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Літературний огляд.	Музика В.П.		
2. Методика експерименту та основні методи досліджень.	Музика В.П.		
3. Експериментальна частина.	Музика В.П.		
5. Висновки	Музика В.П.		

7. Дата видачі завдання 06.02.2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання	примітка
1.	Літературний огляд.		
	I атестація:	10.04.23р.	30%
2.	Методика експерименту та основні методи досліджень.		20%
3.	Експериментальна частина.		35%
	II атестація:	20.04.23р.	55%
5.	Висновки		5%
	III атестація:	02.05.23р.	15%
	Допущено до захисту.	10.05.23р.	100%

Здобувач

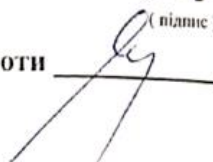


Крутикова Н. І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник дипломної роботи



Музика В.П.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Історія дослідження грибів	9
1.2. Класифікація та загальна будова грибів	13
1.3. Основні етапи та обладнання, яке використовується при вирощуванні грибів	19
1.4. Застосування грибів в різних галузях	24
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1. Матеріал і методи досліджень	30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
3.1. Оптимізація технологічного процесу приготування субстрату для вирощування гливи звичайної	33
3.2. Вплив компонентів базового субстрату на культивування гливи звичайної	40
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	47
ДОДАТКИ	51

АНОТАЦІЯ

Робота написана на 52 сторінках комп'ютерного тексту. Складається із 3 розділів, вступу, висновків, списку використаної літератури та додатків. Містить 12 рисунків, 6 таблиць, 32 джерела використаної літератури та 3 додатки.

Ключові слова: технологічний процес, глива звичайна (*Pleurotus ostreatus*), штами, пастеризація, ферментація, культивування, субстрат, плодові тіла, органічне та мінеральне живлення, врожайність, ефективність використання субстрату, товарність.

Дипломна робота на тему: “Оптимізація технології вирощування їстівних грибів у спеціалізованих комплексах” присвячена проблемі забезпечення населення продуктами харчування, зокрема, харчовим білком. Як відомо, із статистичних даних, населення України споживає біля 84 грам білка на добу, за нормами ФАО, доросла людина повинна споживати до 100 грам білка на добу. З наведених розрахунків, середньостатистичний дефіцит споживання білка для населення України складає 26%.

Саме розробка та удосконалення технологій вирощування їстівних грибів покликана зменшити не тільки дефіцит білка й забезпечити населення повноцінним білком та іншими біологічно активними речовинами, які сприятливо впливають на організм людини.

Їстівні гриби, в тому числі гливу звичайну, вирощують завдяки високій біологічній продуктивності, застосуванню дешевих та доступних матеріалів для приготування субстрату, можливості використання приміщень, які з різних причин не експлуатуються, впровадженню екологічно безпечних і безвідходних технологій вирощування, ліквідації сезонності у постачанні продукції на продовольчі ринки.

У роботі було розглянуто питання щодо біологічних особливостей, морфологічних ознак та вимог до живлення гливи звичайної; матеріалів та

способів приготування субстрату; інокуляції грибниці на ферментований субстрат; догляду за культурою в період розростання грибниці. Проведені експериментальні дослідження щодо оптимізації технологічного процесу приготування субстрату для вирощування гливи звичайної та впливу компонентів базового субстрату на ці процеси.

Об'єкт дослідження – штами Н-35 та Р-24 гливи звичайної, технологічні параметри та базові субстрати для культивування.

Предмет дослідження – оптимізація технологій базового субстрату для вирощування їстівних грибів у спеціалізованих комплексах.

Метою роботи було підбір та оптимізація базового субстрату для вирощування гливи звичайної та визначити ефективність її культивування залежно від субстрату.

Для досягнення мети вирішувались такі **завдання**:

- вивчити біологічні особливості, морфологічні ознаки та вимоги до живлення гливи звичайної;
- охарактеризувати технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи методом ферментації в пастеризаційній камері;
- дослідити вплив компонентів субстрату на ростові процеси та продуктивність міцелію гливи звичайної;
- оцінити базові субстрати та дослідити найефективніший з них для подальшого вирощування гливи звичайної за інтенсивного вирощування.

Актуальність теми. Кваліфікаційна робота написана на актуальну тему, суть якої полягає в оптимізації технологічного процесу вирощування їстівних грибів як продуцентів харчового білка. Окрім білкової складової, їстівні гриби, зокрема глива звичайна, має в своєму складі біологічно активні

речовини лікувального спрямування (понижують рівень холестеролу, пригнічують розвиток злоякісних пухлин).

Відомо, що в умовах глибинної культури на різноманітних комплексних середовищах міцелій гливи звичайної має відносно високу швидкість росту й відзначається значною біологічною цінністю. У глибинній культурі міцелій росте як агломерат (кульки, клубочки), що дає змогу виділити його з культурального середовища різними методами (центрифугування, фільтрування). Такий міцелій можна використовувати у грибівництві як посівний матеріал при вирощуванні плодових тіл гливи звичайної більш інтенсивним глибинним способом на рідких поживних середовищах.

Науковий внесок роботи. Базовий субстрат, який пройшов пастеризацію, проміжок часу до появи утворення плодовитих тіл гливи скоротився на 10 днів (на 25%), а додаткова обробка ферментним препаратом сприяла скороченню на 12 днів (30%). А це, безумовно впливало, на загальну врожайність гливи звичайної. Врожайність у дослідних зразках (контроль – замочена пшенична солома, 1 дослідний зразок – пастеризація + ферментний препарат; 2 дослідний зразок – пастеризація) була відповідно на 68,4% та на 65,5% вищою за контрольні показники

Практична цінність роботи. Найбільш перспективним базовим субстратом виявився субстрат із вмістом лушпайок початків кукурудзи. По закінченню експерименту (на 7 добу) оброслість субстрату складала 100%, що була вищою на 1,0% за використанням субстрату із лушпиння соняшника і на 3,5% за використанням пшеничної соломи.

ВСТУП

Вирощування їстівних грибів у спеціалізованих комплексах є перспективним напрямком розвитку біотехнології. Оптимізація технології вирощування грибів може бути досягнута за допомогою підвищення якості субстрату, використання нових видів грибів, покращення умов вирощування та контролю якості продукту. Для досягнення кращого результату у вирощуванні грибів необхідно враховувати такі фактори, як температура, вологість, освітлення, вентиляція, а також фізичні та хімічні властивості субстрату [1].

Загальні результати наукових робіт дозволяють зробити висновок про те, що оптимізація технології вирощування їстівних грибів у спеціалізованих комплексах є актуальною проблемою, яка потребує подальших наукових досліджень та розробок. Вивчення даної проблеми має велике значення для розвитку галузі біотехнології та виробництва екологічно чистої продукції.

Вивчення технології вирощування грибів може включати в себе такі етапи, як аналіз існуючих методів та матеріалів, що використовуються в комплексах для вирощування грибів, оцінку ефективності використовуваних технічних засобів та обладнання, аналіз впливу умов вирощування на ріст та розвиток грибів, оцінку якості та кількості зібраних грибів, а також визначення факторів, які можуть вплинути на оптимальні умови вирощування грибів.

Для проведення аналізу технології вирощування грибів можуть бути використані різні методи дослідження, наприклад, експериментальні дослідження, опитування, статистичний аналіз, математичне моделювання тощо [3].

Після дослідження технології вирощування грибів можна розробити нові методи та стратегії вирощування, які будуть забезпечувати оптимальні умови для розвитку грибів та покращення продуктивності комплексів.

Крім того, важливо враховувати такі фактори, як економічна доцільність технології вирощування грибів, вплив на довкілля та споживачів,

можливості конкуренції на ринку тощо. Всі ці аспекти потрібно вивчити та розглянути при проведенні аналізу технології вирощування грибів.

Також, в рамках аналізу технології вирощування грибів у спеціалізованих комплексах можна дослідити використання новітніх технологій та інноваційних підходів, таких як використання світлодіодного освітлення, автоматизація процесу вирощування та контролю за параметрами середовища, використання різних субстратів та додатків для підвищення якості та кількості врожаю. Треба звернути увагу на можливості застосування генетичних технологій для підвищення продуктивності грибів, або використовувати бактерії для підвищення рівня азоту в ґрунті.

Крім того, під час вивчення технології вирощування грибів можна розглянути питання використання різних видів грибів та їхніх властивостей, таких як антиоксидантні властивості, протизапальні властивості, властивості, спрямовані на зниження ризику захворювання на рак, та використання грибів у фармацевтиці та інших галузях [2].

Нарешті, аналіз технології вирощування грибів може допомогти зменшити вплив на навколишнє середовище. Вирощування грибів в спеціалізованих комплексах може допомогти зменшити забруднення ґрунту та води, а використання екологічно чистих методів вирощування може зменшити вплив на клімат та зберегти ресурси.

Також, вивчення технології може виявити можливості для використання новітніх технологій та інновацій у вирощуванні грибів. Наприклад, можливо використовувати спеціальні датчики та системи автоматичного керування для контролю вологості та температури, що дозволить підтримувати оптимальні умови для росту грибів. Також можна використовувати інноваційні методи вирощування, такі як гідропоніка або аеропоніка, які дозволяють збільшити виробничі потужності та знизити витрати на вирощування.

Отже, експеримент, проведений у цій дипломній роботі, може надати можливість розробити оптимальну технологію вирощування їстівних грибів

у спеціалізованих комплексах та зробити висновки та рекомендації щодо її покращення. Дана робота може бути використана в якості наукової основи для практичного виробництва та дослідження у галузі біотехнології [3].

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Історія дослідження грибів

Історія дослідження грибів досить багата і має в своїх лавах багато видатних вчених, які внесли вагомий вклад у розвиток мікології. У розвитку вивчення грибів можна виділити чотири періоди:

Перший період, що припадає на період до середини ХІХ століття, характеризується переважно описовим підходом та спробами класифікувати гриби. У цей період було створено перші атласи та видання з описами грибів.

Другий період, що припадає на другу половину ХІХ століття, зосереджувався на вивченні циклів розвитку грибів в онтогенезі та філогенезі, а також на дослідженні фітопатогенних грибів. У цей період були розроблені методики культивування сапрофітних грибів та методи експериментального вивчення паразитичних грибів.

Третій період, що припадає на ХХ століття, характеризується застосуванням нових методів молекулярної біології для вивчення генетичної структури грибів та їх філогенетичних зв'язків. Також в цей період розвивалися методи біотехнології для виробництва препаратів на основі грибів.

Четвертий період, що починається з початку ХХІ століття, пов'язаний зі зростанням зацікавленості використання грибів у біотехнології та медицині. У цей період активно розвиваються дослідження з використанням грибів у біотехнологічних процесах, таких як виробництво біопалива та біополімерів, а також у медичних дослідженнях, таких як виробництво нових протимікробних препаратів та імуномодуляторів. [4].

Перші згадки про гриби знайдені в давньоримських та давньогрецьких трактатах. Аристотель описував гриби як "нічого неїдливе", і лише згодом грецький філософ Теофраст розповів про їстівні гриби та їхнє використання у готуванні.

У середньовіччі дослідження грибів мали велике значення, адже гриби були важливим джерелом харчування та медикаментів. Відомий

ботанік та міколог Ян Баптист ван Гельмонт здійснив перші спроби класифікації грибів. Також він провів дослідження дріжджів та виявив, що вони є мікроскопічними грибами.

За часів Відродження вчені почали активно вивчати гриби як окрему групу організмів. Наприклад, італійський медик та ботанік П'єр Андреа Матьоліні (1500-1571) проводив дослідження грибів та описував їх у своїх працях. [4-5].

У 18 столітті мікологія стала окремою наукою, а гриби стали предметом систематичних досліджень. У цей час вчені почали класифікувати гриби та досліджувати їх біологію та морфологію. Наприклад, в 1737 році шведський ботанік Карл Лінней опублікував перший том своєї "Системи природи", в якому він описав та класифікував гриби.

У 19 столітті було зроблено великий крок у вивченні грибів. У цей час було відкрито нові види грибів та було розроблено нові методи їх вивчення. Одним з найвідоміших мікологів цього часу був польський ботанік Ян Штейн (1836-1899), який зібрав більше 200 000 зразків грибів та заснував польське товариство мікологів.

У ХХ столітті мікологія значно розвинулася завдяки новим методам дослідження, таким як молекулярна біологія та електронна мікроскопія. На початку 20 століття вчені стали докладно вивчати фізіологію та генетику грибів, а також розробляти методи їх культивування. У 1928 році британський міколог Александер Флемінг випадково відкрив антибіотик пеніцилін, який був вироблений шляхом культивування плісняви *Penicillium notatum*. Цей відкриття привело до початку використання антибіотиків у лікуванні і стало однією з найбільших досягнень медичної науки.

З 1890-х по 1940-і роки мікологія переживала бурхливий розвиток, завдяки застосуванню цитологічних методів, експериментальних методів в генетиці, фізіології, біохімії та екології грибів. У цей період вчені досліджували вплив складу середовища на розвиток репродуктивних та вегетативних органів грибів, роль амоніаку, сечовини та інших сполук

нітрогену в процесах життєдіяльності грибів, процеси дихання та вуглеводного обміну та біохімію бродіння.

Починаючи з 1940-х років, мікологія зазнала значного розвитку завдяки сучасним фізико-хімічним методам, використанню електронного мікроскопа та зростанню потреб населення в антибіотиках, ферментах та вітамінах. Це спричинило масштабне використання грибів у різних галузях.

Використання електронного мікроскопа відкрило можливості для дослідження метаболічних процесів та молекулярної структури грибів на клітинному, субклітинному та молекулярному рівнях. Це дає змогу регулювати ці процеси в залежності від умов середовища та генетичних властивостей грибів, що використовуються для культивування. Культивування облигатних та паразитичних грибів для дослідження патогенезу захворювання сільськогосподарських культур стало надзвичайно важливим.

Сучасні мікологи займаються не тільки класифікацією та дослідженням грибів, але й вивчають їхню роль у біологічних процесах та розвитку патологічних процесів, що стосуються людини та тварин. Мікологія є важливою наукою, яка вивчає багато аспектів життя та поведінки грибів. Одним з нових напрямків в сучасній мікології є дослідження морфогенетичних та біохімічних особливостей грибів у екстремальних та субекстремальних умовах, таких як іонізуюче випромінювання, високий тиск або занижка температура. Також досліджується водна мікологія, проводяться фундаментальні дослідження у систематиці, фізіології та екології водних грибів, і швидко розвивається медична мікологія. Гриби, які є патогенними для людей та тварин, досліджуються, створюються ефективні лікарські препарати, вивчаються алергічні та імунобіологічні властивості грибів та їх метаболітів. Крім того, індустрія культивування їстівних грибів. [6].

Українські науковці внесли вагомий внесок в розвиток мікології, зокрема, у створенні нових технологій культивування та селекції грибів, що мають велике значення в біотехнологічних процесах та фармацевтиці. Вони

також вивчали різноманітність грибів на заповідних територіях та запропонували заходи для їх охорони.

Зокрема, експериментально визначено найважливіші константи росту окремих видів базидіальних грибів, оптимізовано параметри культивування та склад поживних середовищ, одержано чималий обсяг даних щодо біосинтезу вітамінів, біологічно-активних метаболітів. Вперше запропоновано й апробовано у виробництві схеми багатоступінчатої селекції високопродуктивних штамів їстівних грибів із застосуванням фізичних мутагенів. Такі досягнення забезпечують можливість отримання біомаси та плодових тіл грибів на базі українських господарств та використовувати їх у різних галузях промисловості та медицини.

Українські науковці також розробили ступінчастий селекційний відбір штамів найбільш цінних грибів із лікарською дією, що дозволило отримати нові препарати на основі грибів з високими лікувальними властивостями.

Досягнення українських вчених у галузі мікології за цей період суттєво сприяли розвитку галузі не лише в Україні, а й на світовому рівні. Створення першого «Ідентифікаційного посібника з грибів України» в семи томах, розробка технологій глибокого вирощування їстівних і лікувальних грибних плодових тіл і міцелію, запропонований покроковий відбір штамів найцінніших лікарських грибів – лише кілька прикладів.

Крім того, українські вчені також досягли значного прогресу у вивченні та збереженні різноманіття грибів на природоохоронних територіях, а також у розробці нових штамів їстівних грибів для використання в біотехнологічних додатках. Їх експериментальна робота забезпечила важливі константи росту для окремих видів базидіальних міцетів, оптимізувала параметри культивування та склад поживних середовищ, а також створила значну кількість даних про біосинтез вітамінів та біологічно активних метаболітів.

В цілому, цей період розвитку мікології в Україні відзначився значними досягненнями, які сприяли нашому розумінню та використанню грибів у різних сферах[8]..

1.2. Класифікація та загальна будова грибів

Одна з основних класифікацій грибів базується на морфології та структурі плодових тіл. Згідно з цією класифікацією, гриби поділяються на дві групи:

Аскомікотові гриби - ця група включає гриби з плодовими тілами, що містять аскоїди - спеціальні клітини, в яких утворюються аскоспори (спори). До аскомікотових грибів належать, наприклад, трюфелі, моркв'яний гриб, пінопоршень та інші.

Базидіомікотові гриби - ця група включає гриби з плодовими тілами, що містять базидії - клітини, в яких утворюються базидіоспори (спори). До базидіомікотових грибів належать, наприклад, шампіньйони, опеньки, грушанки та інші.

Класифікація грибів відображає їх філогенетичні зв'язки та характеристики, такі як морфологічні ознаки, тип життєвого циклу, екологічні та фізіологічні властивості. Наразі існує декілька систем класифікації грибів, але однією з найбільш поширених є класифікація, запропонована Майклом А. Р. Клейменом та Роджером Р. Лінгом у 1993 році, яка базується на молекулярних даних.

Згідно з цією системою, гриби поділяються на чотири групи або домени:

1.Домен Chytridiomycota (хітридіоміцети) - включає найбільш примітивні гриби з одним з найбільш відомих представників -

Batrachochytrium dendrobatidis, який викликає захворювання жаб та інших земноводних.

2. Домен *Zygomycota* (зигоміцети) - містить гриби, що мають зигоспорангії (статеві органи) та є найпростішими формами грибів зі статевим розмноженням.

3. Домен *Ascomycota* (аскоміцети) - найбільший та найрізноманітніший домен, до якого відносяться більшість грибів, що утворюють аскоспори (спори в аскі).

4. Домен *Basidiomycota* (базидіоміцети) - містить гриби, що утворюють базидіоспори (спори в базидії) та включає багато грибів, які мають важливу роль у природі, наприклад, в симбіозі з деревами, розкладанні органічних залишків та утворенні грибних плодових тіл.

Крім цих доменів, існує ще декілька інших, менш розповсюджених доменів, таких як домен *Glomeromycota*, який включає мікоризні гриби, та домен *Microsporidia*, який містить ендопаразитичні гриби, що живуть у різних організмах.

Крім доменів, гриби можна класифікувати за їхнім розміщенням у природі та способом життя. Зокрема, гриби поділяються на *сапротрофні* (розкладають органічний матеріал), *паразитичні* (живуть на тілах живих організмів), *мікоризні* (живуть у співпраці з кореневою системою рослин), та *симбіотичні* (утворюють спільноту з іншими організмами). [7].

Класифікація грибів є складною і неоднозначною задачею, і дослідники продовжують вдосконалювати систему класифікації, використовуючи нові молекулярні технології та враховуючи взаємозв'язки між різними видами грибів.

Гриби також можна класифікувати за їхнім зовнішнім виглядом та морфологією. Наприклад, гриби можуть бути **одноклітинні** (наприклад, дріжджі) або **багатоклітинні** (наприклад, гриби роду *Aspergillus*). Вони можуть мати різні форми, такі як сферичні, циліндричні, нитчасті,

розгалужені, або вони можуть мати складну форму, як у випадку грибів роду *Clathrus*.

Крім того, гриби можна класифікувати за їхнім рівнем організації. Найпростіші гриби, такі як дріжджі, є одноклітинними та мають дуже просту структуру. Більш складні гриби, такі як ряд *Basidiomycota*, мають міцелій - систему гіф, які можуть виглядати як мережа або дерево.

Ще одним важливим аспектом класифікації грибів є їхні фізіологічні та біохімічні властивості. Гриби можуть мати різний метаболізм, залежно від їхнього способу життя та середовища, в якому вони ростуть. Наприклад, деякі гриби є здатними до фотосинтезу, що дозволяє їм виробляти власний органічний матеріал з використанням енергії світла. Інші гриби можуть виробляти ферменти, що допомагають їм розкласти складні речовини, такі як целюлоза та хітин.

Нарешті, гриби можна класифікувати за їхнім економічним значенням та використанням людиною. Багато грибів мають важливе харчове значення та використовуються в кулінарії, такі як білі гриби, шампінйони та трюфелі. Деякі гриби мають медичне значення та використовуються для лікування захворювань, такі як антибіотик пеніцилін, що виробляється грибом *Penicillium*. Інші гриби можуть бути використані для виробництва паперу, текстилю, алкоголю, наркотиків та інших продуктів.

Узагальнюючи, класифікація грибів є складною та мінливою задачею, оскільки гриби мають різноманітні форми та способи життя. Проте, вивчення різноманітності грибів є важливою галуззю біології та мікології, яка допомагає розуміти біорізноманіття та екологію природних систем, а також розробляти нові продукти та технології. [9].

Гриби - це організми, що належать до царства грибів, які мають відмінну від тварин та рослин організацію тіла. Гриби складаються зі стовбура, на якому знаходяться капелюшки або плодові тіла, де відбувається утворення та розповсюдження спор. У внутрішній структурі грибів можна виділити такі складові:

- Гіфи - це нитчасті структури, які складають тіло гриба. Гіфи можуть бути одиночними або утворювати сплетені масиви, які називають міцелієм. Гіфи мають стінки, які складаються з хітину та інших складових, що забезпечують їхню міцність та захист від зовнішніх факторів.

- Спорангії - це структури, які утворюються на кінці гіфів та містять спори. Спорангії можуть бути одиночними або зібраними в плодові тіла.

- Плодові тіла - це структури, що утворюються на гіфах та містять спорангії. Плодові тіла мають різні форми та розміри, від мініатюрних плодів на кінці гіфів до великих, видимих навіть неозброєним оком плодових тіл.

- Ризоморфи - це гіфи, що мають спеціальну форму та виконують функції транспортування води та розчинених речовин. Ризоморфи можуть бути прямими та розгалуженими, або утворювати заплутані масиви.

- Гідротопи - це структури, що мають захисну функцію та допомагають зберігати вологу. Вони зазвичай мають форму дрібних крапель, що знаходяться на поверхні плодових тіл грибів. Ці краплі можуть володіти захисними функціями, захищаючи гриб від висихання та перепадів температур. Крім того, гідротопи можуть служити місцем зберігання різних речовин, які можуть використовуватися грибом для свого розвитку та функціонування.

- Гіфотеки - це спеціалізовані гіфи, що мають функцію запасання поживних речовин та забезпечення енергією росту та розмноження.

- Склероції - це компактні маси гіф, які мають захисну функцію та забезпечують зберігання поживних речовин для подальшого росту та розмноження.

- Цистиди - це спеціалізовані клітини, що містяться в плодових тілах грибів. Цистиди мають різні форми та розміри та можуть виконувати захисні, поживні та регуляторні функції.

- Гименіальна поверхня - це поверхня плодового тіла, на якій утворюються спорангії та відбувається розповсюдження спор. Гименіальна поверхня може мати різну форму та кольори залежно від виду грибів.

- Родовища - це місця зростання грибів. Родовища можуть бути різними: від лісів та лука до повітряних фільтрів та місць зберігання продуктів. [10].

У грибів також є органи дихання, які допомагають забезпечити необхідну кількість кисню та відведення вуглекислого газу, а також органи харчування, що допомагають забезпечити необхідну кількість поживних речовин.

Органи дихання у грибів можуть бути різними, залежно від виду грибів. Найбільш поширеними є дві форми органів дихання: поверхнєве дихання та внутрішнє дихання. Поверхнєве дихання здійснюється через поверхню тіла гриба, на якій розташовані спеціальні клітини - епідерміс. Ці клітини відповідають за обмін газів між грибом та навколишнім середовищем.

Внутрішнє дихання здійснюється за допомогою спеціальних органів - пневмоцист. Пневмоцист - це спеціалізовані клітини, що забезпечують обмін газів у середині тіла гриба. Вони мають форму кульки та розташовані у гіфах гриба.

Органи харчування у грибів - це гіфи, що забезпечують транспорт та переробку поживних речовин в тілі гриба. Гіфи розгалужуються та проникають у субстрат - середовище, в якому гриби ростуть. За допомогою ензимів гриби розкладають поживні речовини та поглинають їх через свої гіфи.

Гриби можуть мати різну форму та розмір, залежно від їх виду. Найбільш відомі форми грибів - це плодові тіла, які мають різні форми та кольори залежно від виду грибів. Плодові тіла можуть бути одиночними або групуватись у колонії.

Також у грибів можуть бути спеціалізовані органи розмноження - спорангії та грибні тільця. Спорангії - це органи, що містять спори, які забезпечують розмноження грибів. Грибні тільця - це тіла, які містять статеві клітини грибів.

Крім того, у грибів є інші важливі органи, такі як псевдопарезійні клаптики, які використовуються для захисту від ворогів, та хвостоподібні війки, які використовуються для руху. Вони містять в собі набір різноманітних реакцій, які дозволяють грибам захищати себе від впливу зовнішнього середовища та забезпечувати життєздатність своєї міцелії. Назва "псевдопарезійні" походить від того, що ці клаптики можуть створювати псевдопарезію - стан, коли грибні клітини здаються неактивними або паралізованими, хоча насправді вони захищають себе від небезпеки.

Окрім органів, зазвичай притаманних грибам, деякі види грибів можуть мати додаткові органи. Наприклад, паразитичні гриби можуть мати хижі органи для перенесення до нових хазяїв. Також деякі гриби можуть мати особливі структури, які використовуються для спілкування між клітинами гриба та взаємодії з іншими видами організмів.

Усі ці органи грибів допомагають їм виконувати різні функції, такі як дихання, харчування, розмноження та захист від ворогів. Таким чином, організація тіла грибів є дуже спеціалізованою та адаптованою до життя в різних умовах. [11].

Крім органів, гриби також мають специфічну структуру клітинної стінки. У більшості грибів клітинна стінка складається з хітину, який надає стінці міцності та захищає клітину від пошкоджень. Крім того, клітинна стінка грибів може містити інші речовини, такі як глюкани та маннани, які забезпечують стійкість до зовнішніх факторів.

У грибів також є цитоплазма, що містить ядра, мітохондрії, рибосоми та інші органели. Наприклад, рибосоми у грибів можуть бути меншими, ніж у більшості інших організмів, тому їх можна використовувати для розрізнення між різними видами грибів.

Гриби також мають власну систему транспортування, яка допомагає їм переносити речовини та енергію по всьому тілу. У грибів немає кровоносної системи, тому всі необхідні речовини передаються з клітини в клітину за допомогою спеціальних каналів, які називаються псевдоподіями.

Таким чином, гриби мають складну будову тіла та спеціальну систему органів та органел, які допомагають їм виконувати всі необхідні функції для життя. [11-12].

1.3. Основні етапи та обладнання, яке використовується при вирощуванні грибів

Основні етапи вирощування грибів складаються з наступних кроків:

1) Підготовка субстрату: субстрат - це середовище, в якому гриби виростають. Зазвичай, субстратом є суміш пшеничних та соєвих сухарів, яку змішують з водою та іншими компонентами, щоб забезпечити оптимальні умови для росту грибів.

2) Стерилізація субстрату: після того, як субстрат готовий, його потрібно стерилізувати, щоб убити будь-які мікроорганізми, які можуть конкурувати з грибами за живильні речовини. Це можна зробити, наприклад, за допомогою автоклава або ультрафіолетового випромінювання.

3) Засівання субстрату: після стерилізації, субстрат охолоджується і засівається спеціальними міцелієвими препаратами, які містять грибні гіфи. Гриби починають рости від міцелію, який проникає в субстрат, розкладаючи його та забезпечуючи необхідну живильну рідину.

4) Формування плодового тіла: коли гриби засіяні та заростуть субстрат, тоді починається процес формування плодового тіла. Гриби змінюють свою форму з міцелію на плодове тіло - насіння гриба. Цей процес залежить від відносної вологості, температури та інших факторів.

5) Збір та зберігання: коли плодове тіла досягають достатньої зрілості, їх можна збирати. Після збору, гриби можна зберігати в холодильнику або іншому прохолодному місці, щоб зберегти свіжість та поживні властивості.

Це загальний опис основних етапів вирощування грибів, проте кожен вид грибів може мати свої особливості в технології вирощування.

Також, важливим є контроль якості та умов, що впливають на ріст та розвиток грибів, таких як температура, вологість, освітлення, склад субстрату, вентиляція та інші. Для досягнення найкращих результатів у вирощуванні грибів, можна використовувати спеціальні комплекси з автоматизованою системою керування, які забезпечують точний контроль параметрів, необхідних для зростання грибів.

Усі ці етапи вирощування грибів є складними процесами, які потребують досвіду та знань у біотехнології. Оптимізація технології вирощування грибів у спеціалізованих комплексах, що являє собою тему дипломної роботи, може сприяти покращенню якості та кількості вирощених грибів, що має значення як для промислового, так і для домашнього вирощування грибів. [13].

Для досягнення кращих результатів у вирощуванні грибів у спеціалізованих комплексах можна використовувати різні методи та техніки, які дозволяють підвищити врожайність та забезпечити якість грибів. Умови вирощування грибів можуть відрізнятися для різних видів грибів, але загалом вони повинні бути оптимальними для росту та розвитку грибів. До цих умов можна віднести такі фактори, як температура, вологість, освітлення, склад субстрату та вентиляція. Контроль якості грибів дозволяє забезпечити якість та безпечність продукту. До методів контролю якості можна віднести наступні:

- Візуальний огляд грибів на наявність дефектів, таких як плями, дірки, вогники та інші ознаки псування.
- Вимірювання вологості та рН-рівня грибів, що може впливати на їхню якість та тривалість зберігання.
- Мікробіологічний аналіз на наявність бактерій та грибів, які можуть бути шкідливими для здоров'я людини.
- Хімічний аналіз на вміст металів та інших шкідливих речовин.

- Оцінка врожайності та порівняння з попередніми врожаями, щоб визначити ефективність технології вирощування.

Узагальнюючи, вирощування грибів - це складний процес, який включає багато етапів та вимагає досвіду, знань та вмінь. Оптимізація технології вирощування грибів у спеціалізованих комплексах може підвищити врожайність та забезпечити високу якість продукту, що є важливим для успішної комерційної діяльності [14].

Основне обладнання, яке використовується для вирощування грибів, залежить від того, який вид грибів вирощується та які умови потрібні для їх росту. Але загалом, основним обладнанням для вирощування грибів є:

* Комори для вирощування грибів - це спеціальні приміщення, які контролюються за умовами температури, вологості та освітлення для створення оптимального середовища для росту грибів.

* Технологічне обладнання для контролювання умов вирощування - до такого обладнання можуть належати вентиляційні системи, системи контролювання температури та вологості, освітлення та інші додаткові системи, які допомагають підтримувати сталі умови вирощування грибів.

* Підставки для вирощування грибів - це різні матеріали, на яких можуть рости гриби, такі як солома, пагони різних рослин або підстилка з деревини. Вони використовуються як підкладки для спор, які потім проростають та формують грибні тіла.

* Устаткування для збору та зберігання грибів - до цього можуть відноситися корзини, пакети та інші засоби для збору та транспортування грибів. Також можуть використовуватися спеціальні умови для зберігання грибів, які допомагають зберегти свіжість та якість грибів [15-17].

Звичайно, конкретне обладнання та технології вирощування грибів можуть значно відрізнятися залежно від виду грибів та умов вирощування, але це загальний опис основного обладнання.

Автоклави - це обладнання, яке використовується для стерилізації підставок для вирощування грибів. Вони працюють за допомогою пару, що

підвищує температуру та тиск в автоклаві, що допомагає знищити будь-які мікроорганізми, які можуть бути на підставках.

Інкубатори - це пристрої для зберігання та проростання грибних спор. Вони забезпечують оптимальні умови температури та вологості, необхідні для проростання грибних спор. Інкубатори можуть бути використані для вирощування грибів з мікроскопічних спор, таких як шампіньйони.

Конвекційні сушарки - це обладнання, яке використовується для сушіння грибів. Вони забезпечують контрольовану температуру та вентиляцію, що допомагає видалити вологу з грибів та зберегти їх якість протягом тривалого періоду [18].

Освітлення - деякі види грибів можуть потребувати світла для росту. Для таких випадків можуть використовуватися різні типи ламп, що забезпечують необхідне світло для грибів.

Вентиляція - важливий аспект вирощування грибів, оскільки гриби потребують постійного доступу до свіжого повітря. Для цього можуть використовуватися вентиляційні системи, які забезпечують постійний потік свіжого повітря в приміщенні.

Системи контролю - для досягнення оптимальних умов для вирощування грибів можуть використовуватися різноманітні системи контролю, такі як термометри, гігromетри, датчики CO₂ та інші. Вони допомагають забезпечити необхідну температуру та вологість, а також контролювати рівень CO₂, що може впливати на ріст грибів.

Обладнання для збирання грибів - після того, як гриби досягнуть зрілості, їх необхідно зібрати. Для цього можуть використовуватися різноманітні інструменти, такі як ножі, ножиці та корзини для збирання.

Важливо пам'ятати, що кожен вид грибів може вимагати різних умов вирощування та різного обладнання. Тому, перед початком вирощування, необхідно детально вивчити вимоги та потреби конкретного виду грибів, щоб забезпечити оптимальні умови та максимальний врожай.

Обробка відходів - в процесі вирощування грибів можуть утворюватися різні відходи, такі як субстрат, який залишився після збору грибів. Ці відходи можуть містити багато корисних речовин, тому їх можна використовувати як добриво для рослин або для вирощування наступної партії грибів [19-22].

Система водопостачання - в процесі вирощування грибів необхідно забезпечити постійний доступ до води для зволоження субстрату та підтримки необхідної вологості. Для цього можуть використовуватися різноманітні системи водопостачання, такі як автоматичні поливачі або системи крапельного зрошення.

Обладнання для стерилізації - деякі види грибів вимагають стерильних умов для вирощування. Для цього можуть використовуватися різноманітні пристрої для стерилізації, такі як апарати для автоклавування, які забезпечують стерильні умови та викорінення конкуруючих мікроорганізмів.

Отже, основне обладнання для вирощування грибів включає в себе камери, субстрат, контейнери, термометри, гігрометри, вентиляційні системи, системи контролю, обладнання для збирання грибів, обробку відходів, систему водопостачання, обладнання для стерилізації та системи освітлення.

1.4. Застосування грибів в різних галузях

Гриби мають багато застосувань у різних областях, таких як харчування, медицина, біотехнологія, енергетика та екологія.

Гриби є важливою частиною нашої харчової промисловості, тому що вони можуть використовуватися як харчові продукти, добавки до харчових продуктів, а також як джерело корисних речовин, таких як вітаміни та

антиоксиданти. Давайте розглянемо деякі з основних застосувань грибів у харчовій промисловості.

Харчові гриби: Деякі гриби можна вживати в їжу як головну складову або як добавки до інших страв. Наприклад, шампіньйони, білі та коричневі гриби, поробінки та масляки є дуже популярними харчовими грибами. Вони можуть бути використані для приготування різних страв, таких як супи, соуси, салати та піци.

Продукти з грибів: Гриби також можуть бути перероблені в продукти, такі як консерви, маринади та соуси. Ці продукти можуть бути виготовлені з будь-яких видів грибів та можуть використовуватися для приготування різних страв.

Корисні речовини: Гриби містять вітаміни та мінерали, такі як вітамін D, селен та цинк, а також антиоксиданти, які можуть бути корисними для здоров'я. Наприклад, шампіньйони містять велику кількість вітаміну D, який може підтримувати здоров'я кісток та імунітету [23, 26].

Пребіотики та пробіотики: Деякі гриби містять пребіотики та пробіотики, які можуть бути корисними для здоров'я шлунково-кишкового тракту. Наприклад, гриби роду Геріціум можуть підтримувати здоров'я кишкової мікрофлори та покращувати функцію травного тракту завдяки високій концентрації біологічно активних сполук, таких як бета-глюкани, полісахариди та ерготіонеїни. Крім того, деякі дослідження показали, що геріціум може мати протизапальні та антиоксидантні властивості, а також сприяти зниженню рівня холестерину в крові. Все це робить геріціум корисним додатком до здорового харчування та дієти.

Також в мікології активно досліджують можливості використання грибів у медицині та фармації. Деякі гриби мають унікальні властивості, які можуть бути корисні для лікування різних захворювань. Наприклад, дослідження показали, що ряд грибів містять речовини, які мають протизапальну, протигрибкову та противірусну дію. Наприклад, гриб *Cordyceps sinensis* використовують для підвищення імунітету та зменшення

запалення. Окрім того, цей гриб використовують для покращення функції серця та легень. Дослідження також показали, що гриб має протиракові властивості та здатність знижувати рівень цукру в крові.

Інший гриб, *Trametes versicolor*, містить сполуки, які здатні боротися зі стресом та запаленням. Він використовується для лікування діабету, інфекційних захворювань, а також раку молочної залози та простати.

Крім того, мікологи займаються вивченням використання грибів у сільському господарстві. Наприклад, гриб *Trichoderma viride* використовують як біологічний засіб захисту рослин від шкідників та захворювань, що дозволяє зменшити використання хімічних пестицидів [25].

Отже, сучасні досягнення у мікології включають розширення знань про біорізноманіття грибів, вивчення їхньої біології та екології, застосування грибів у медицині та сільському господарстві, а також розвиток нових технологій вирощування грибів та їхнього використання у харчовій промисловості.

Гриби мають великий потенціал у біотехнології. Ось декілька прикладів їх застосування:

а) Виробництво ферментів: Гриби виробляють багато різних ферментів, які можуть бути використані у біотехнологічних процесах. Наприклад, гриб *Aspergillus niger* виробляє фермент фумарову кислоту, який використовують у виробництві харчових продуктів.

б) Виробництво біологічно активних речовин: Гриби виробляють багато різних біологічно активних речовин, таких як антибіотики, антиоксиданти та імуномодулятори. Наприклад, гриб *Penicillium notatum* виробляє пеніцилін, антибіотик, який використовують у лікуванні бактеріальних інфекцій.

в) Вирощування на штучному середовищі: Гриби можуть бути вирощені на штучному середовищі для використання в харчовій, фармацевтичній та інших галузях. Наприклад, гриб *Ganoderma lucidum*

вирощують на штучному середовищі для використання в якості дієтичного доповнення.

Наприклад, деякі гриби, такі як *Trichoderma*, можуть бути використані для біодеструкції пестицидів, що забруднюють навколишнє середовище. Інші гриби, такі як *Pleurotus ostreatus* або *Agaricus bisporus*, можуть бути використані для біодеградації органічних матеріалів та очищення водних джерел від забруднень.

Деякі гриби, такі як *Cordyceps sinensis* або *Ganoderma lucidum*, мають потенційні медичні властивості, такі як антибактеріальні та антивірусні властивості, а також здатність підвищувати імунну систему організму.

Гриби також можуть бути використані для виробництва біопалива. Наприклад, гриби з роду *Trametes* можуть бути використані для деградації деревини та виробництва енергії [26].

Крім того, деякі гриби, такі як *Aspergillus niger* або *Rhizopus stolonifer*, можуть бути використані для виробництва ферментів, що використовуються в харчовій промисловості, наприклад, для виробництва сирів, або для виробництва інших продуктів на основі рослинних білків.

Таким чином, гриби є важливими в області біотехнологій і мають значний потенціал для вирішення різних проблем, пов'язаних з охороною навколишнього середовища, медициною, виробництвом продуктів харчування та енергетикою.

Гриби можуть бути використані в енергетиці на різних етапах виробництва енергії. Один з найбільш ефективних способів використання грибів у енергетиці - це використання їх в процесі біопаливного виробництва. Гриби можуть бути використані для перетворення відходів рослинного походження, таких як деревина, солома, кора та ін., на біоетанол, біогаз, біодизель та інші біопалива.

Крім того, гриби можуть бути використані для *очищення стічних вод та утилізації відходів у процесі виробництва енергії*. Наприклад, деякі види грибів можуть розкладати важкі метали та інші токсичні речовини, що

забруднюють навколишнє середовище, зменшуючи їх концентрацію та тим самим покращуючи якість води.

Також, деякі види грибів мають властивості біолюмінесценції, тобто вони можуть світитися в темряві. Це може бути використано в енергозберігаючих системах освітлення та для створення світлових елементів, що не потребують зовнішнього джерела енергії.

Отже, гриби можуть мати значний вплив на енергетичну ефективність та стійкість, і їх використання може бути корисним для створення більш стійких та екологічно чистих систем енергетичного виробництва.

Гриби також можуть використовуватися як джерело *біопалива*. Деякі види грибів здатні розщеплювати складні вуглеводи в рослинному матеріалі і перетворювати їх в прості цукру, які потім можуть бути ферментовані в біопаливо, таке як етанол. Гриби також можуть бути використані у виробництві *біогазу* за допомогою анаеробного зброджування. У цьому процесі гриби розщеплюють органічні речовини за відсутності кисню, виробляючи газ метан, який можна використовувати як джерело палива.

Іншим потенційним використанням грибів у виробництві енергії є виробництво *газоподібного водню* за допомогою процесу, званого фотобіологічним виробництвом водню. Певні види грибів здатні до фотосинтезу, а за певних умов можуть виробляти газоподібний водень як побічний продукт. Цей метод все ще знаходиться на експериментальній стадії, але він показує перспективність як потенційне джерело чистої, відновлюваної енергії.

Ще одна область, де досліджуються гриби для виробництва енергії, - це область *мікробних паливних елементів (МФУ)*. МФУ використовують мікроорганізми для перетворення органічних речовин в електрику. Було показано, що гриби ефективні в МФУ завдяки їх здатності виробляти велику кількість ферментів, які розщеплюють складні органічні сполуки.

В цілому, гриби мають багато потенційних застосувань у виробництві енергії, і поточні дослідження вивчають нові способи використання їх унікальних властивостей для стійких енергетичних рішень [27].

Гриби мають важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги та здоров'я екосистем. Вони можуть використовуватись для очищення забруднених вод та ґрунтів, біологічного контролю за шкідливими організмами, відновлення лісових екосистем, вирощування екологічно чистих кормів та біопалива.

Один з прикладів використання грибів у екології - це процес біоремедіації, коли гриби використовуються для очищення забруднених вод і ґрунтів. Гриби можуть відбирати токсичні речовини з довкілля та перетворювати їх на менш шкідливі сполуки. Крім того, гриби можуть бути використані для очищення забруднених відходів від промисловості та сільського господарства, що допомагає запобігти забрудненню навколишнього середовища [28-30].

Також гриби можуть бути використані для відновлення лісових екосистем. Наприклад, деякі гриби можуть сприяти росту дерев із насіння, а інші можуть допомогти відновити підстилку, що забезпечує життєвий простір для різноманітних мікроорганізмів, що сприяє підвищенню родючості ґрунту.

Крім того, гриби можуть бути використані для вирощування екологічно чистих кормів та біопалива. Деякі види грибів можуть бути використані як корм для тварин, а інші можуть бути використані для виробництва біопалива, що допомагає зменшити викиди шкідливих газів у повітря та сприяє збереженню природних ресурсів. Гриби також можуть бути використані для очищення води та ґрунту. Наприклад, деякі гриби, такі як білий гніль (*Phanerochaete chrysosporium*) та блідий шампінйон (*Agaricus bisporus*), мають здатність розкласти різні забруднювачі в навколишньому середовищі, такі як нафтопродукти, фарби, медикаменти

Гриби також можуть бути використані в біоремедіації - процесі використання живих організмів для видалення забруднювачів з навколишнього середовища. Наприклад, родина грибів *Ascomycota*, яка включає гриби роду *Aspergillus*, може бути використана для очищення ґрунту від важких металів

Крім того, деякі гриби можуть бути використані для виробництва біологічно розкладаемого пластику, що може знизити негативний вплив на довкілля, пов'язаний зі звичайним пластиком. Наприклад, гриб *Fusarium venenatum* може бути використаний для виробництва матеріалу, що називається "мікобіл", який може бути використаний для виробництва [32].

Отже, гриби можуть мати значний вплив на екологію, і їх використання в різних сферах може допомогти зменшити негативний вплив людської діяльності на довкілля. Одним з головних досягнень мікології в останні роки є розширення знань про генетичну структуру грибів. Завдяки розвитку геномних технологій та біоінформатики вдалося розшифрувати геноми десятків видів грибів, що дало можливість розглянути їхню біологію на молекулярному рівні та розвинути нові методи дослідження.

Одним із сучасних напрямків у мікології є дослідження ролі грибів у біорозкладі та рециклінгу матеріалів. Гриби відіграють важливу роль у природному циклі речовин, перетворюючи органічні речовини на біологічно доступні форми. Застосування грибів у процесах біорозкладу може бути корисним для зменшення впливу людської діяльності на навколишнє середовище та покращення якості життя [31].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріал і методи досліджень

Дослідження щодо впливу різних технологічних режимів (замочування, замочування із додаванням ферментного препарату та пастеризація) на приготування солом'яного субстрату для культивування гливи звичайної проводили в лабораторії кафедри біотехнології та радіології ЛНУВМтаБТ імені С.З.Гжицького впродовж 2020–2022 років згідно із загальноприйнятими рекомендаціями за схемою (рис. 2.1).

1. Замочування солом'яного субстрату у воді протягом 36 годин (контроль) (температура робочого розчину – 25 °С).
2. Замочування солом'яного субстрату в 1,5% робочому розчині ферментного препарату протягом 36 годин (температура робочого розчину – 25 °С).
3. Пастерилізація + додавання 2кг/м ³ гашеного вапна протягом 6 годин (температура робочого розчину – 60°С).

Рис.2.1. Схема дослідю.

На приготований субстрат у різних варіантах дослідю висівали найбільш поширені та перспективні в Україні штами гливи, а саме: штами НК-35 та Р-24.

За даними Ковтунюк З. І. та Кецкало В. В. (2020) вирощують штам НК-35 на соломі злакових та відходах переробки соняшнику та кукурудзи, Засівають зерновий міцелій на зволожений субстрат у дозі 2-4% від маси субстрату за дотриманням температури в межах 24-26 °С. Оптимальний ріст та розвиток гливи проходить за вологості 80-90% та температурі 5-15 °С.

За даними Вдовенко С. А. (2010) найефективнішими субстратами для вирощування штаму Р 24 є злакова солома, або суміш злакової соломи (60%) із подрібненими стеблами кукурудзи. Оптимальний ріст та розвиток цього штаму проходить за вологості 80-90% та температурі 14-18 °С, хоча він може

плодоносити також за температурного режиму 6-26 °С. Збирати врожай гливи можна через 25-30 днів після засіву міцелію.

Досліджували два штами гливи звичайної: НК-35 та Р-24, що культивувались на субстраті, основу якого складала пшенична, ячмінна або горохова солома. Солому заготовляли під час жнив і обробляли термічним способом. Після чого змішували із зерновим міцелієм гриба. Кількість зернового міцелію становила 3–5% відносно маси субстрату в мішку. Контрольним варіантом слугував субстрат з пшеничної соломи. Досліди проводили у трикратній повторності методом рендомізованих блоків. Один варіант включав 17 поліетиленових мішків розміром 35х70 см наповнених субстратом (7 кг).

Досліджували два штами гливи звичайної: НК-35 та Р-24, що культивувались на субстраті, основу якого складала пшенична, ячмінна або горохова солома. Солому заготовляли під час жнив і обробляли термічним способом. Після чого змішували із зерновим міцелієм гриба. Кількість зернового міцелію становила 3–5% відносно маси субстрату в мішку. Контрольним варіантом слугував субстрат з пшеничної соломи. Досліди проводили у трикратній повторності методом рендомізованих блоків. Один варіант включав 17 поліетиленових мішків розміром 35х70 см наповнених субстратом (7 кг).

Міцелій вирощували на стерильних субстратах в скляних пляшках об'ємом 1 л (рис. 2.2). Визначення продуктивності міцелію проводили закладанням дослідів, шляхом висівання міцелію на солом'яний субстрат в поліетиленові мішки розміром 35х70 см. Норма висівання міцелію – 5% від маси субстрату. За контроль було взято зерно пшениці, дослідні варіанти – зерно інших злакових культур: ячменю, вівса та відходи сільськогосподарського виробництва – соняшникове лущиння. Обліки, аналізи, спостереження, виконували за загальноприйнятими методиками.

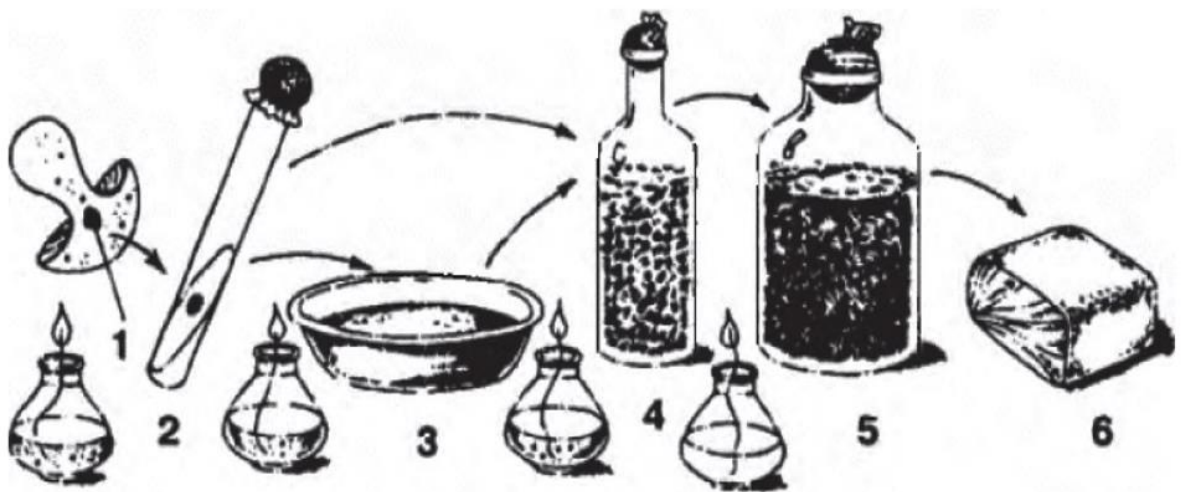


Рис.2.2. Технологія вирощування посівного міцелію:

1 - шматочок плодового тіла гриба; 2 - пробірка з чистою культурою; 3 - ємність з культурою гриба; 4 - пляшка з зерновим міцелієм; 5 - трилітрова банка з міцелієм; 6- готовий посівний міцелій в поліетиленовому пакеті

Одержані експериментальні дані обробляли статистичним методом з використанням прикладних програм.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Оптимізація технологічного процесу приготування субстрату для вирощування гливи звичайної

У технології вирощування грибів важливе значення має підготовка субстрату. В процесі вибору та підготовки субстрату для культивування необхідно враховувати наявність у рослинній сировині органічних та мінеральних компонентів живлення згідно до вимог щодо вирощування гливи звичайної (СОУ 01.1-37-258:2005). У тих випадках, коли в рослинному субстраті не вистачає мінеральних елементів живлення, то до субстрату додають мінеральні добавки.

Окрім, нормуванням субстрату за органічними і мінеральним живленням в технології використовують пастеризацію, яка забезпечує стерильність базового субстрату. З метою підвищення врожайності культивованих грибів до субстрату додають целюлозолітичні ферментні препарати та за потреби ростові фактори.

З метою покращення технологічних характеристик базового субстрату для вирощування гливи звичайної нами проведені експериментальні дослідження щодо вивчення замочування, пастеризації та використання ферментних препаратів.

На першому етапі досліджень, ми проводили маніпуляції щодо покращення технологічних характеристик базового субстрату. Процес зволоження субстрату (солома пшенична) до 70 – 75% проводили шляхом замочування його впродовж 48 годин у басейні з водою. На 1 тону субстрату використовували 3 – 4 тони проточної води за температури 10 – 30°C.

Після цього зволожену до 70 – 75% солону пшеничну закладали в бурти, де під впливом аборигенної мікрофлори проходила часткова ферментація субстрату із підвищенням температурного режиму процесу до 45 – 65°C упродовж 3 – 5 днів. Далі зволожену солону, за використанням описаної вище технології, використовували як базовий субстрат. За

органолептичною характеристикою даний субстрат практично не змінив колір і був світло-жовтим (рис.3.1).



Рис.3.1. Колір субстрату після замочування у воді



Рис.3.2. Колір субстрату після пастеризації

З метою зменшення популяцій аборигенних мікроорганізмів, наявність яких можуть активно використовувати поживні речовини субстрату ми проводили пастеризацію базового субстрату в закритій пастеризаційній камері (рис. 3.3).

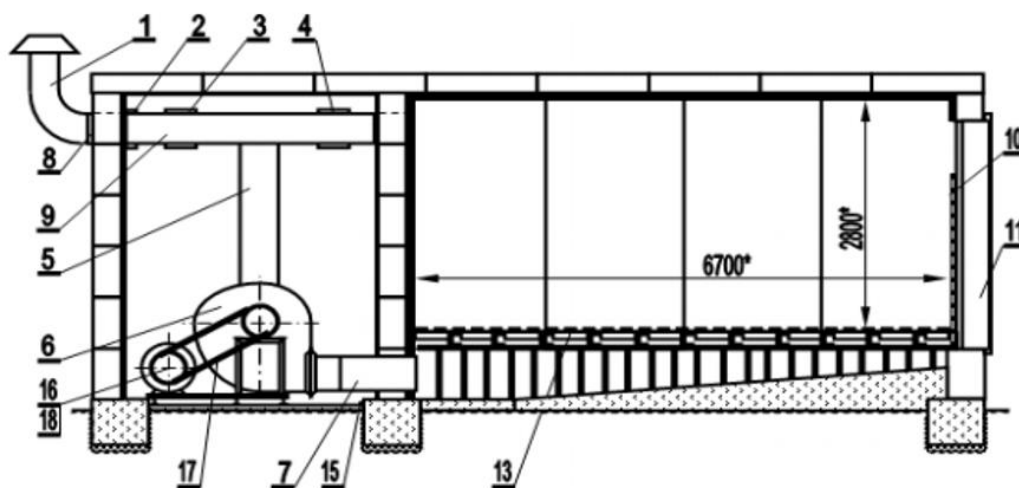


Рис. 3.3. Переріз закритої камери пастеризації для виробництва субстрату:

(розтруб 1, повітряний фільтр 2, припливна 3 та рециркуляційна 4 заслінок, припливний повітропровід 5, вентилятор 6, розтруб 7, відкидний клапан 8, викидний повітропровід 9, дощата перегородка 10, герметично утеплених воріт 11 та дверей 12, підлоги 13, поліпропіленова сітка 14, стічна труба 15, шків 16, паси 17 та електродвигун 18)

Завантаження та вивантаження субстрату здійснюється через двері, які герметично закриваються. Пара подається від парогенератора, подача якого регулюється клапаном. У камері встановлюють датчики для контролю за температурою субстрату. Уведення пари низького тиску здійснюється безпосередньо в потік повітря, яке подається вентилятором. Субстрат, після завантаження до пастеризаційної камери, поступово, впродовж 10-12 годин нагрівають паром, яка поступає з парогенератора, до температури від 60 до 62 °С, при цьому витрата пари на 1 т субстрату становить до 10 кг.

По закінченню пастеризації субстрату проводять його кондиціонування шляхом збільшення подачі свіжого повітря об'ємом до 100 м³/год. на 1 т субстрату та охолодження внутрішнього повітря та субстрату до температури 50-53°С. Після охолодження відмерлі тіла термофільних мікроорганізмів стають основою для поширення міцелію гливи в субстраті.

У процесі пастеризації базовий субстрат за органолептичною оцінкою набув світло-коричневого забарвлення, а це може вказувати на часткове руйнування лігнінових структур геміцелюлози (рис. 3.4.). Отриманий субстрат, після пастеризації, має однорідну, рихлу консистенцію із вмістом живильних речовин, які наведені в табл. 3.1. Коли порівняти пастеризовані субстрати із не пастеризованими (рис. 3.5), то можна побачити, що в не пастеризованому субстраті розвивається пліснява.



Рис. 3.4. Колір субстрату після пастеризації та ферментації



Рис. 3.5. Локальне забруднення субстрату пліснявою

Вміст поживних речовин у базовому субстраті після пастеризації

Показники	в % на суху речовину
Вологість	від 70 до 75
Сполуки Карбону	не менше ніж 40
Загальний Нітроген	від 1,0 до 1,2
Оксид фосфору	від 0,8 до 1,5
Оксид Калію	від 0,8 до 1,6,
Сполуки кальцію	від 2,0 до 2,5
pH	від 7,0 до 8,5

Для пакування субстрату в поліетиленові мішки використовують поршневий ущільнювач субстрату ПМСГ-10 (рис. 3.6), за допомогою якого виконують ущільнення субстрату з одночасним пакуванням у мішки. Ущільнювач субстрату поршневого типу забезпечується підвищення якості субстрату, щільність субстрату знаходиться в межах технологічно заданого діапазону, що забезпечує більш рівномірний розподіл міцелію.

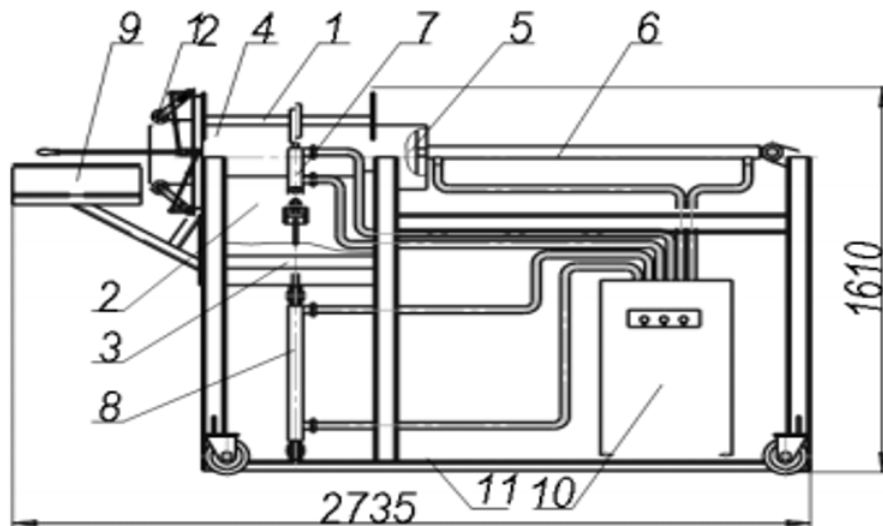


Рис. 3.6. Загальний вигляд двох стадійного поршневого ущільнювача субстрату ПМСГ-10: 1 – клапан завантажувального вікна; 2 – приймальна камера; 3 – поршень вертикальної камери; 4 – горизонтальна ущільнювальна камера; 5 – поршень горизонтальної камери; 6, 7, 8 – гідроциліндри; 9 – лоток для ущільнених блоків; 10 – гідравлічна станція; 11 – рама; 12 – прижимний механізм

Органолептична характеристика кольору субстрату, який додатково піддавали пастеризації з використанням ферментних препаратів наведений на рис. 3.4. З рисунку видно, що субстрат набув коричнево-темного забарвлення та однорідної консистенції, що може свідчити про значні деструктивні зміни у клітинах целюлози як основного компонента базового субстрату.

Таблиця 3.2

Вплив технологічних прийомів підготовки базового субстрату на врожайність гливи звичайної

Вид обробки блоку	Кількість днів після інокуляції до появи зростків	Біологічна продуктивність		
		Середня вага зростку, г	Діаметр шляпки, см	Загальна врожайність, г
Контроль	40	450±50	7–12	1900
Ензимний ПР	28	800±100	5–10	3200
Пастеризація	30	750±100	6–11	3150

Із характеристики табл.3.2. випливає, що технологічний прийом такий як пастеризація порівняно із контролем (субстрат без пастеризації) сприятливо впливає на біологічну продуктивність гливи звичайної. Однак, коли додатково окрім пастеризації обробляти базовий субстрат ферментним целюлолітичним препаратом ефект був значно вищим.

Так, порівняно до контролю, у субстрату, який пройшов пастеризацію, проміжок часу до появи утворення плодовитих тіл гливи скоротився на 10 днів (на 25%), а додаткова обробка ферментним препаратом сприяла скороченню на 12 днів (30%). А це, безумовно впливало, на загальну врожайність гливи звичайної. Врожайність у дослідних зразках (1 дослідний зразок – пастеризація + ферментний препарат; 2 дослідний зразок – пастеризація) була відповідно на 68,4% та на 65,5%.

Отже, можна вважати, пастеризація базового субстрату, а, особливо, пастеризація із використанням ферментного препарату забезпечує, через розщеплення важкодоступних компонентів субстрату, поживними речовинами міцелію гливи звичайної.

Принципова технологічна схема вирощування гливи звичайної шляхом твердо-фазного культивування пастеризованої із використанням ферментного препарату пшеничної соломи наведено на (рис. 3.7).

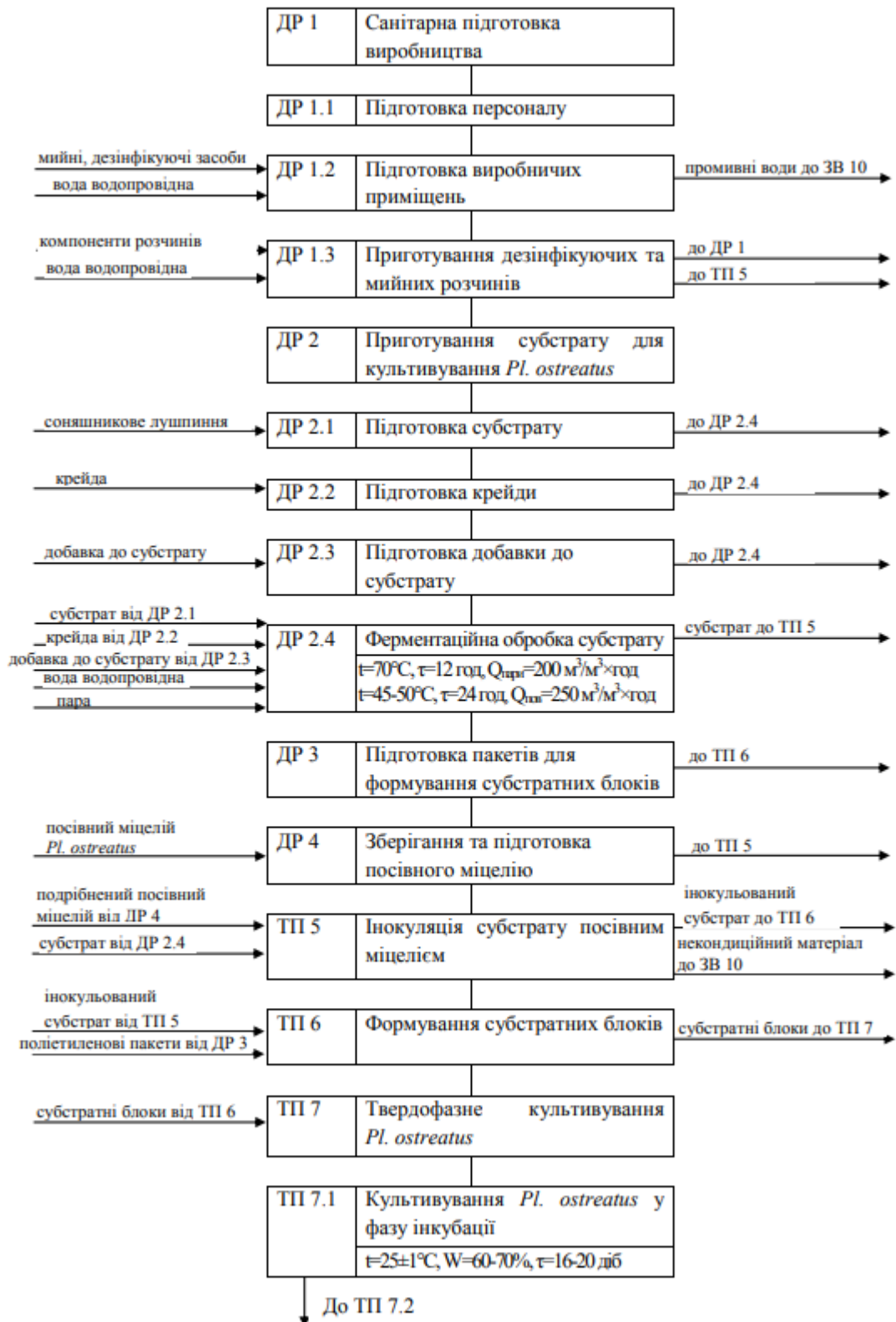




Рис. 3.7. Принципова технологічна схема вирощування гливи звичайної

3.2. Вплив компонентів базового субстрату на культивування гливи звичайної

На інтенсивність росту та розвитку у процесі культивування грибів, в тому числі й гливи звичайної, важливе значення має, яка органічна сировина (солома злакових, бобових чи інших культур) входить до базового субстрату. Відомо, що використані компоненти субстрату в процесі ферментації та культивування грибів по-різному можуть впливати на ріст міцелію. Все залежить від видової специфічності сировини, яку використовують для приготування субстрату та технологією обробітку ґрунту і забезпечення його елементами мінерального живлення (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вміст елементів живлення в компонентах субстрату
(за Растроповичем), % на суху речовину.

Матеріал	Вологість, %	Азот	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Гній:					
кінський	70-75	1,86	1,11	2,14	-
ВРХ	75-80	1,96	1,00	2,17	1,74
свиней	70-75	2,37	0,68	2,14	0,64
овець	65-70	2,37	0,66	1,91	0,94
Курячий послід	30-70	4,50	1,50	0,85	2,40
Солома: озимої пшениці	13-16	0,54	0,30	1,05	0,33
ярої пшениці	13-16	0,78	0,23	0,88	0,30
озимого жита	13-16	0,53	0,30	1,17	0,34
ярого жита	13-16	0,65	0,23	0,88	0,47
ячменю	13-16	0,58	0,23	1,17	0,39
вівса	13-16	0,76	0,41	1,87	0,44
гороху	15-18	1,67	0,42	0,60	2,17
гречки	14-18	0,95	0,73	2,98	1,13

Як видно із таблиці, вміст основних мінеральних елементів живлення (Нітроген, оксиди фосфору, кальцію та калію) у компонентах субстрату є різним і в значній мірі коливається.

У результаті вирощування рослин у відкритому ґрунті вміст азоту в соломі пшеничній коливався від 0,64 до 0,73% на суху речовину. В соломі ячмінній вміст азоту був меншим від пшеничної у 1,4 рази, а в соломі гороховій азоту було найбільше, що становило 1,25–1,42%. Фосфор знаходився майже на однаковому рівні, однак спостерігається незначну динаміку щодо його підвищення.

Значення калію знаходилось в межах від 0,45 до 0,51%, однак солома пшениці поступалась вмістом цього елементу відносно ячмінної соломи в середньому на 22,5%, а найменше калію отримано у соломі гороховій. Досить високий вміст кальцію встановлено в соломі гороховій, його значення становило 1,70 до 1,78%, а вміст кальцію в соломі пшеничній чи ячмінній був меншим в середньому в 6,4-7,8 раз.

Таблиця 3.4

Балансування органічного та мінерального живлення базового субстрату на прикладі соломи пшеничної

Компоненти	Маса, т	Вологість, т	Суха маса, т	Вуглець		Азот		Фосфор		Калій		Кальцій	
				т	%	т	%	т	%	т	%	т	%
Солома пшениці	6,7	15	6	2,55	45,05	0,03	0,53	0,01	0,23	0,06	1,05	0,02	0,33
Послід	7,1	45	4	1,17	30,	0,10	2,50	0,06	1,50	0,03	0,85	0,09	2,40
Разом	13,8		10	3,72	38,91	0,13	1,33	0,07	0,75	0,09	0,97	0,11	1,17
Карбамід	0,14	0,3	0,14	-	-	0,06	45,50	-	-	-	-	-	-
Суперфосфат	0,12	4	0,12	-	-	-	-	0,024	20	-	-	-	-
Сульфат калію	0,11	2	0,11	-	-	-	-	-	-	0,051	46	-	-
Гіпс	0,54	5	0,51	-	-	-	-	-	-	-	-	0,127	23,7
Вода	22,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всього	37	72	10	3,7	38,91	0,19	2,00	0,10	1,00	0,14	1,50	0,24	2,50

На практиці, у виробничих умовах, необхідно проводити балансування органічних та мінеральних речовин у базовому субстраті (табл.3.4), що дасть можливість активно зростати міцелію гриба.

На другому етапі наших досліджень ми вивчали вплив компонентів базового субстрату, а саме соломи пшеничної, лушпиння соняшника та початків кукурудзи (рис. 3.8) на процеси росту міцелію та плодових тіл гливи звичайної.

Маточний міцелій штаму зберігали у пробірках на скошеному кукурудзяному агарі, потім вирощували на чашках Петрі на агаризованому кукурудзяному середовищі. Агар-агар додавали у кількості 2 % від маси кукурудзяного відвару. рН відварів доводили до 6,5-6,7. Інокуляцію здійснювали у стерильних умовах у полум'ї пальника. Культивування міцелію штаму Н-35 проводили у термостаті ТС-80 при температурі $26 \pm 1^\circ\text{C}$. Посівний міцелій гливи вирощували на зерні. Інокуляцію здійснювали з чашок Петрі з розрахунку 5 % від ваги субстрату у півлітрових банках.

В експерименті для отримання посівного міцелію використовували наступні субстрати та стимулятори росту: пшениця (П); пшениця з додаванням гетероауксину (П+ГА); ячмінь (Я); Ячмінь з додаванням біогумату (П+Б). Стимулятори росту додавали у кількості 5 мл на півлітрову банку перед стерилізацією субстрату (0,02 % розчин).

Із даних табл. 3.5 видно як використовує поживні речовини із досліджуваних субстратів міцелій гливи звичайної.

Таблиця 3.5

Динаміка заростання міцелію гливою звичайною досліджуваних субстратів після інокуляції

Заростання зернового субстрату міцелієм (у %)						
Час (Доба) Субстрат	1(посів)	3	5	6	10	12
П	0	3	18	30	80	100
П+ГА	0	6	25	45	95	100
Я	0	7	40	65	92,5	100
Я+Б	0	10	60	75	97	100

Найкращими показниками характеризувався субстрат, де використовувалось зерно ячменю із додатковим внесенням стимулятора росту (біогумату). На 10 добу досліду розростання міцелію гливи звичайної переважало всі інші базові субстрати, а саме субстрат із соломи пшениці на 17%, субстрат із соломи пшениці з додаванням гетероауксину на 2% та субстрат із соломи ячменя на 4,5%.

Таким чином, для інокуляції міцелію гливи звичайної, за умов нашого експериментального дослідження є використання базового субстрату, який складався із зерно ячменю із додатковим внесенням стимулятора росту – біогумату в зазначеній вище дозі.

Після одержання спор міцелію, ми проводили їх культивування на зазначено вище базових субстратах (рис. 3.8) за технологічною схемою наведену на рис. (рис. 3.9).

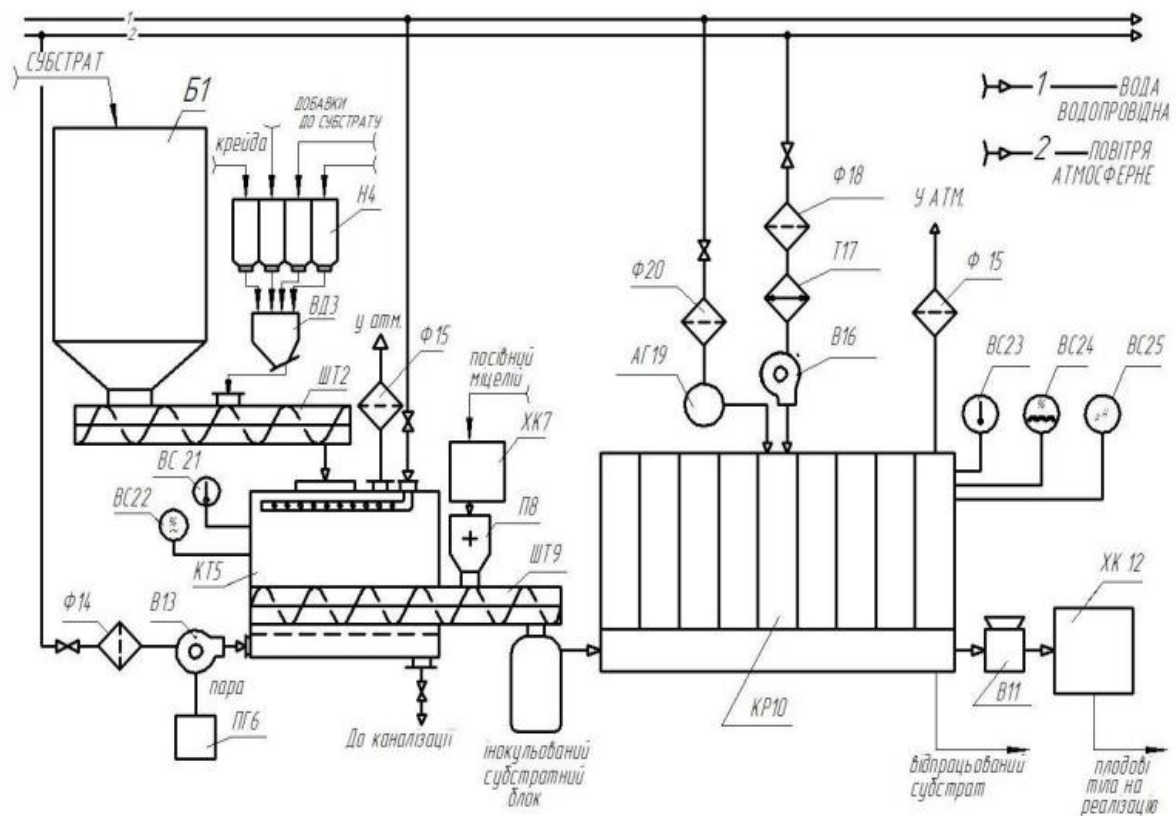


Рис. 3.9. Принципово технологічна схема вирощування плодівих тіл гливи звичайної за твердо-фазного культивування на досліджуваних базових субстратах



Рис. 3.8. Базові субстрати на основі:

1 – солома пшенична; 2 – лушпиння соняшника; 3 – лушпиння початків кукурудзи.

Динаміка обростання досліджуваних субстратів плодовитими тілами штаму Н-35 гливи звичайної представлена на рис.3.10.

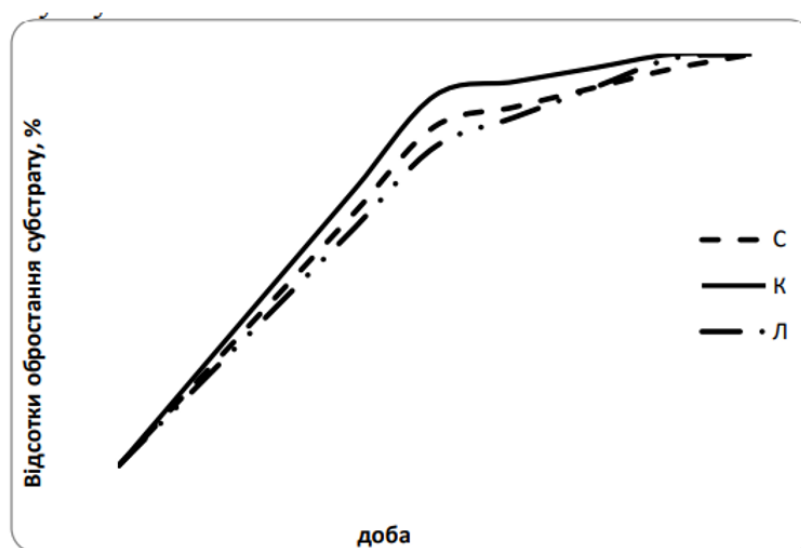


Рис. 3.10. Заростання субстратів міцелієм гливи звичайної для отримання плодових тіл на 7 день експерименту

Аналізуючи дані рисунку, можна стверджувати, що найбільш перспективним базовим субстратом виявився субстрат із вмістом лушпайок початків кукурудзи. По закінченню експерименту (на 7 добу) обростість

субстрату складала 100%, що була вищою на 1,0% за використанням субстрату із лушпиння соняшника і на 3,5% за використанням пшеничної соломи.

Однак, різниця термінів обростання субстрату міцелієм між субстратами невелика. Тому можна зробити висновок, що ці всі субстрати є гарними для росту міцелію гливи рожевої і для отримання плодових тіл. У табл. 3.6 наведені усереднені дані появи примордіїв і плодових тіл гливи рожевої на різних субстратах. Відлік терміну появи примордіїв та плодових тіл гливи рожевої проводили з моменту інокуляції субстрату.

Аналізуючи отримані результати, можна стверджувати, що кращими субстратами для вирощування плодових тіл гливи звичайної є субстрати на основі кукурудзяних лушпайок та лушпиння соняшника. На субстраті кукурудзяних лушпайок відбувається найбільш швидке зростання міцелію гриба (на 7-му добу після посіву субстрат повністю вкрився міцелієм), з'являються перші примордії (на 10-ту добу), а також повноцінні плодові тіла (на 25-у добу).

Таблиця 3.6.

Вплив якості субстрату на плодоносіння гливи звичайної

Субстрат	Обростання субстрату міцелієм, доба	Поява примордіїв, доба	Поява плодових тіл, доба	Кількість зростків, штук (на одну банку), $M \pm m$
С	8	12	28	$5 \pm 0,2$
К	7	10	25	$30 \pm 1,7$
Л	8	11	26	$12 \pm 0,8$

Отже, за умов експериментальних досліджень перспективними базовими субстратами для вирощування міцелію штаму Н-35 гливи звичайної є субстрати соломи злакових культур (ячменя та пшениці) із додатковим внесенням стимуляторів росту.

ВИСНОВКИ

1. На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень було розроблено технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи методом ферментації в пастеризаційній камері, який пройшов виробничу перевірку на базі ТОВ “Глива” с. Стрептів Кам’янсько-Бузького району.

2. Пастеризація базового субстрату із пошаровою обробкою його ферментним препаратом сприяє розщеплення важкодоступних компонентів (геміцелюлоза, лігнін) субстрату, що забезпечує поживними речовинами міцелію гливи звичайної.

3. Наведена принципова технологічна схема та апаратурне забезпечення вирощування гливи звичайної шляхом твердо-фазного культивування пастеризованої із використанням ферментного препарату пшеничної соломи.

4. У виробничих умовах, необхідно проводити балансування органічних та мінеральних речовин у базовому субстраті, що дасть можливість активно зростати міцелію гриба.

5. За умов експериментальних досліджень, перспективними базовими субстратами для вирощування міцелію штаму Н-35 гливи звичайної є субстрати соломи злакових культур (ячменя та пшениці) із додатковим внесенням стимуляторів росту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубініна А. Розвиток грибівництва в Україні / А.Дубініна // Харчова і переробна промисловість. 2012. № 6-7. С. 8 – 9.
2. Каталог культур Колекції шапинкових грибів (ІВК) / А.С.Бухало, Н.Ю. Митропольська, О.Б. Михайлова. К.: Альтпрес, 2011. 100 с.
3. Ільчук Р. В., Дидів І. В., Дидів О. Й., Сидорчук С. І. Печериця двоспорова: біологія і технологія вирощування: навч. посіб. Львів: ЛНАУ, 2018. 156 с.
4. Цизь О. М. Культивування їстівних грибів: монографія. Київ: Центр учбової літератури, 2014. 276с.
5. Круподьорова Т. А. Альтернативні субстрати для культивування лікарських та їстівних грибів /Т. А. Круподьорова, В. Ю. Барштейн // Мікробіологія і біотехнологія. 2012. №5. С. 47–55.
6. Ковтунюк З. І., Кецкало В. В. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних занять з дисципліни «Грибівництво» здобувачами вищої освіти спеціальності 203 «Садівництво та виноградарство» ОР «Бакалавр». Умань: УНУС, 2020. 47 с.
7. Методика проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на відмінність, однорідність і стабільність / за ред. Ткачик С. О. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю.,2016. 1145 с.
8. Дидів О. Й., Дидів І. В. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Садівництво та виноградарство» спеціальності 203 «Садівництво та виноградарство» РВО «Бакалавр». Львів: ЛНАУ, 2020. 35 с.
9. Довідник овочівника Степу України: навч. посіб. / Г. І. Лапок та ін. Одеса: ВМВ, 2010. 472 с.
10. Овочівництво: практикум / В. І. Лихацький та ін. Вінниця: ФОП Бондарець С. С., 2012. 451 с.
11. Вдовенко С. А. Вирощування їстівних грибів: навч. посіб. Вінниця: Нова книга, 2010. 120 с.

12. Атлас розподілу важких металів у плодових тілах макроміцетів: практичний poradnik / Ю. А. Білявський, П. П. Надточій, Т. М. Мислива, С. М. Бігула; за ред. доктора с.-г. наук Т. М. Мисливої. Житомир: 2016. 48 с.
13. Гродзинська Г. А. Радіонуклідне забруднення макроміцетів // Вісник Національної Академії Наук України. 2017. № 6. Р. 61–76.
14. Бандура І. І. Удосконалення елементів технології промислового виробництва їстівних грибів роду *pleurotus* (Fr.) P. Kumm. A.: дис. ... к. с.-г. н.: 06.01.06. Київ: НУБіП, 2014. 227 с.
15. Войтенко Т.Л. Режими термічної обробки субстрату при вирощуванні гливи звичайної у штучних умовах. Овочівництво і баштанництво. 2010. Вип. 56. С. 91–95.
16. Горшкова Л.М., Верченко Є.В. Вплив Ем-технологій на урожайність гливи звичайної (*pleurotus ostreatus*). Збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 38–40.
17. ДСТУ 7786:2015. Гриби. Глива звичайна свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2016-01-04]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 11 с.
18. Величко Т. О., Зубарева І. М., Мітіна Н. Б., Ткаля О. І., Шаталін Д. Б. Оптимізація поживних середовищ для культивування *Pleurotus ostreatus*. Наукові праці. 2011. В. 40, № 2. С.165-167.
19. Вдовенко С. А. Особливості культивування гливи звичайної на солом'яних субстратах. Збірник наукових праць ВНАУ. Овочівництво. 2011. №8 (48). С. 75-80.
20. Лесь М. М. Субстрати для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) у сумішах з відходами хвойних порід. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. В. 21.9. С. 33-36
21. Аль-Маалі Г. А., Бісько Н. А., Остапчук А. М. Вплив сульфату та цитрату міді на склад біомаси лікарського гриба *Trametes versicolor*

(Polyporales, Polyporaceae). Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. 2016. Т. 24, № 1. С. 119-123. doi:10.15421/011614.

22. Алексеєнко, О. М. Харчова, лікувальна та екологічна цінність грибів *Pleurotus ostreatus* / О. М. Алексеєнко, Т. М. Полішко, А. І. Вінніков // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. №18. Т. 1. 2010. С. 3-9.

23. Поєдинок Н. Л., Негрійко А. М., Бисько Н. А., Михайлова О. Б., Ходаковський В. М., Потьомкіна Ж. В. Енергоефективні системи штучного освітлення у технологіях вирощування їстівних та лікарських грибів. Наука та інновації. 2013. Т.9, № 3. С. 46–59.

24. Гірченко Т. Д. Маркетинг: Навч. посібник / Т. Д. Гірченко, О. В. Дубовик. К : ІНКОС, Центр навчальної літератури, 2017. 255с.

25. Пат. 74939 Україна МПК4 А01G1/04 Посівний міцелій базидіальних грибів, спосіб його одержання, композиція та способи вирощування базидіальних грибів. / В.В.Соля, Д.М. Соля. Опубл.15.02.2006. Бюл. №2. 2006 р.

26. Дудка І.О., Бисько Н.А., Білай В.Т. Розробка наукових основ промислового грибівництва та їх практична реалізація в аграрному комплексі України // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Донецьк. 2006. С. 3-16.

27. Півень І.О. Інтенсивне вирощування глив на відходах сільськогосподарського виробництва / І.О.Півень, В.М.Єрмолаєва // Хімія. Агрономія. Сервіс. - 2009. - № 11. С. 44-47

28. Приліпко О.В. Інноваційний розвиток ефективного функціонування підприємств закритого ґрунту: теорія, методологія, практика. Монографія / О.В.Приліпко. К. Майстер-принт, 2008. 336 с.

29. Вплив джерел вуглецевого живлення на ріст і каталазну активність P-6v *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr) Kumm. [Електронний ресурс] / О. В. Федотов, О. М. Брусніцина // Хімія і Біологія. 2008. С. 248–251. Режим доступу: http://www.nbuu.gov.ua/portal/Chem_Biol/peop/2008/248-251/pdf.

30. Гайденко О. М. Обґрунтування типу конструкції експериментального зразка ущільнювача соломистого субстрату / О. М. Гайденко // Матеріали II Всеукр. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів “Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку”. Вісник Степу: наук. зб. Кіровоград: Видавництво ПП “Ліра ЛТД”, 2006. Вип. 3. С.147–150.

31. Гайденко О. М. Біоконверсія соломи із виробництвом гливи звичайної / О. М. Гайденко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. Кіровоград: КНТУ, 2006. Вип.17. С. 95 – 99.

32. Ziombra M. Plonowanie bocznika *Pleurotus Precocce* (Fr.) Quel w zależności od masy podłoża /M. Ziombra, A. Czerwińska, K. Lawicka //Roczniki akademii rolniczej w Poznaniu. 2007. CCCLXXXIII, Ogrodnictwo 41. S. 673–677.

ДОДАТКИ

Додаток А

Основні компоненти, г/100 г	Картопля	Види культивованих грибів		
		глива Pleurotus	печериця Agaricus	шиїтаке Lentinula
Клітковина	2,7	7,5	6- 7,7	6,5- 8,5
Вуглеводи	31,7	60- 82,0	24- 62,0	54- 82,0
Білок	3,9	10,5- 30,0	21- 40,0	10- 17,0
Жири	0,2	1- 7,2	1- 6,8	6- 10,0
Енергетична цінність, Дж	136	317- 367	175- 337	296- 375
Макроелементи, мг/100 г				
Калій	630,0	3793	46720	1530
Фосфор	68,0	1800	46720	1530
Магній	32,0	136- 590	174- 292	130- 247
Кальцій	11,0	18- 293	23- 121	11- 126
Натрій	12,0	158- 837	67,5	13- 107,9
Мікроелементи, мг/100 г				
Залізо	0,7	5- 33	2- 8,1	1,7- 30
Марганець	0,2	1,3- 3,6	1,9	-
Мідь	0,14	1,9- 2,2	7,2- 9,7	-
Цинк	0,5	3,7- 9,1	5,4	-
Кобальт	0,01	0,2- 0,4	-	-
Селен, мкг	2,0	30,3	121,0	-
Йод	5	-	40,5	-

Харчова цінність основних видів грибів, які культивуються

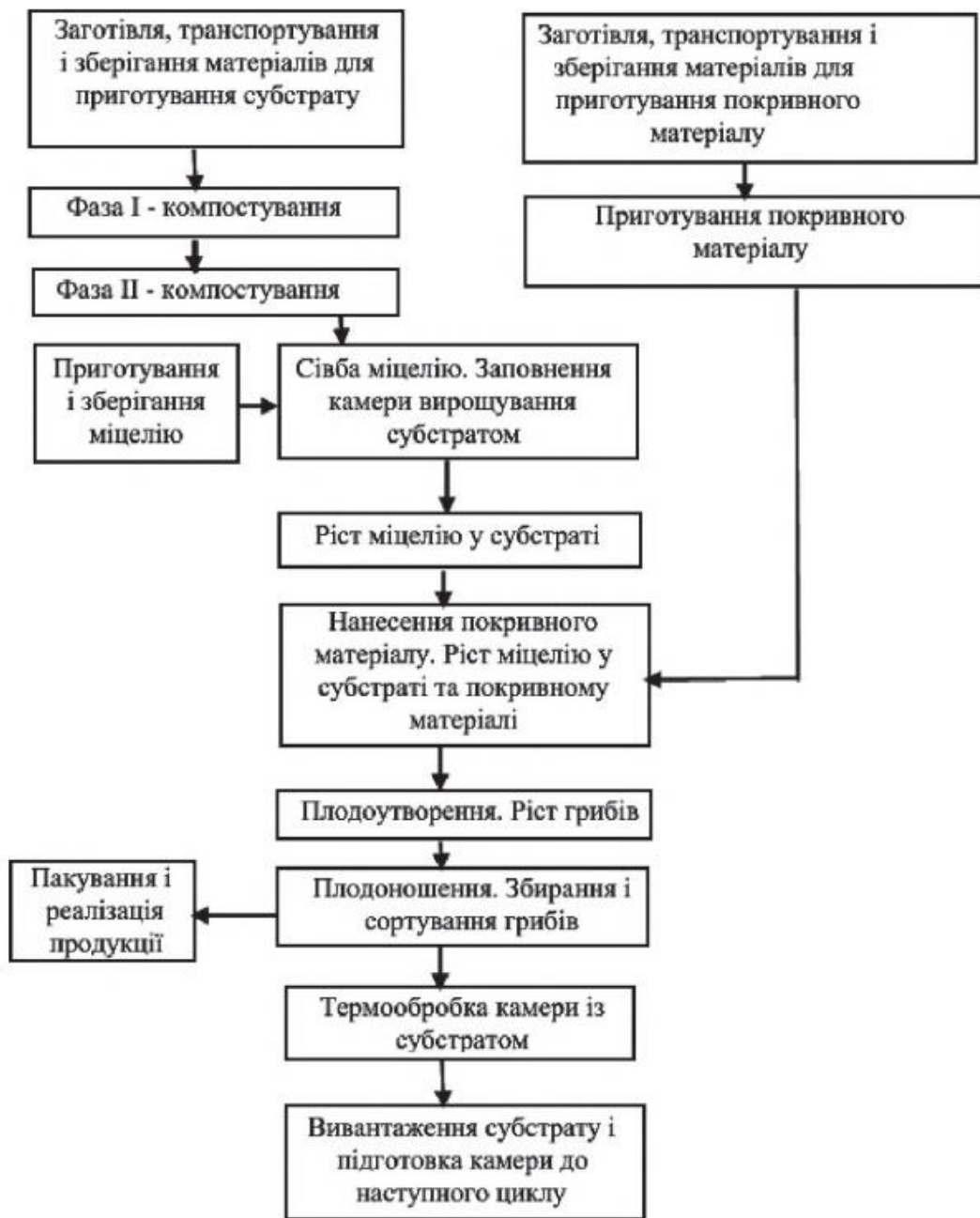


Схема технологічного процесу вирощування печериці двоспорової