

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського
Кафедра Екології, води та природоохоронних технологій
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему **«Розробка технології утилізації кавового шламу»**

Здобувачки Литвин О.О.

2 курсу, ЗТЗ-767 групи

Керівник доцент Мадані М.М.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2024 р., протокол № _____

Завідувач кафедри ЕВтаПТ _____ Олексій ГАРКОВИЧ

Одеса – 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІХКтаЕ ім. В.С. Мартиновського

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій.

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к-т біол. наук, доц.

_____ **О. Л. Гаркович**

“ ____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧКИ

_____ **Ливин Олександрі Олександрівни**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка технології утилізації кавового шламу».

Затверджена наказом ОНТУ від «13» червня 2024 року, наказ № 249-03

2. Термін здачі здобувачем роботи 01.12.24 р.

3. Вихідні дані роботи розробка біотехнології утилізації кавового шламу.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: провести аналіз використання відходів харчових виробництв; здійснити порівняльний аналіз біотехнологічних способів утилізації відходів харчових виробництв; розглянути особливості складання композиції субстратів; проаналізувати технологію вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*); дослідити вплив термічної обробки, вологості та рН субстрату (на основі кавового шламу) на БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*); дослідити зміни хімічного складу кавового шламу в процесі культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*); розробити технологію утилізації кавового шламу культивуванням гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*).

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): таблиці та схеми, що відображають хід виконання випускної кваліфікаційної роботи.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Мадані М.М., доцент	28.03	9. 10
2	Мадані М.М., доцент	28.03	18.10
3	Мадані М.М., доцент	28.03	14.11
4	Мадані М.М., доцент	28.03	21.11
5	Мадані М.М., доцент	28.03	29.11

7. Дата видачі завдання 29.01.2024 р.

Керівник Марія МАДАНИ
(підпис)

Завдання прийняв до виконання Олександра ЛИТВИН
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз використання відходів харчових виробництв	5.10.24	
2.	Порівняльний аналіз біотехнологічних методів утилізації харчових відходів	7.10.24	
3.	Об'єкти та методи досліджень	12.10. 24	
4.	Дослідження впливу термічної обробки, вологості та рН субстрату (на основі кавового шלאму) на БЕ штаму гливи звичайної	14.10.24	
5.	Дослідження змін хімічного складу кавового шלאму в процесі культивування гливи звичайної	5.11.24	
6.	Технологія утилізації кавового шלאму культивуванням гливи звичайної	9.11.24	
7.	Формулювання висновків та рекомендацій	29.11.24	
8.	Оформлення презентаційних матеріалів	6.12.24	

Здобувачка-дипломник Олександра ЛИТВИН
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Марія МАДАНИ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувачка-дипломник Олександра ЛИТВИН
(прізвище та ініціали) (підпис)

АНОТАЦІЯ

Розрахунково-пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи:
стор. – 80, рис. – 13, табл. – 15, формули - 13, література – 41.

Перелік ключових слів: кавовий шлам, утилізація, відходи, культивування, гриби, глива звичайна (*Pleurotus ostreatus*).

Тема: Розробка технології утилізації кавового шламу.

Об'єкт дослідження: відходи від виробництва розчинної кави – кавовий шлам.

Предмет дослідження: особливості технології утилізації кавового шламу.

Мета досліджень: обґрунтування та розробка технології утилізації кавового шламу культивуванням гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*).

Кваліфікаційна робота магістра складається з таких розділів:

Розділ 1. Аналітичний огляд літературних джерел. Розглянуто перспективи використання біотехнологічних методів утилізації відходів харчових виробництв, наведено характеристику гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) та описано субстрати, на яких вона може культивуватись.

Розділ 2. Об'єкти та методи дослідження. Визначені об'єкти, охарактеризовані методи дослідження та розроблена програма проведення дослідження.

Розділ 3. Дослідження процесів культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*). Досліджено вплив різних факторів на біологічну ефективність (БЕ) штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*). Розробка технології утилізації кавового шламу. На основі результатів досліджень розроблена та обґрунтована технологія утилізації кавового шламу.

Розділ 4. Охарактеризовано заходи щодо охорони праці в науково-дослідній лабораторії

Розділ 5. Розраховано об'ємно-планувальні роботи для колективної захисної споруди.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ КАВОВОГО ШЛАМУ ЯК СУБСТРАТУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ.....	5
1.1 Аналіз використання відходів харчових виробництв.....	5
1.2 Порівняльний аналіз біотехнологічних способів утилізації відходів харчових виробництв.....	8
1.3 Основні принципи складання композиції субстратів.....	18
1.4 Характеристика гливи звичайної (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	22
1.5 Аналіз технології вирощування гливи звичайної (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	26
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	36
2.1 Методи визначення хімічного складу кавового шламу.....	37
2.1.1 Визначення легкогідролізованих полісахаридів (ЛГП).....	37
2.1.2 Визначення цукрів методом Хагедорна-Йенсена.....	38
2.1.3 Визначення важкогідролізованих полісахаридів (ВГП, целюлоза).....	38
2.2 Методика визначення фізико-хімічних показників кавового шламу...	39
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ КАВОВОГО ШЛАМУ КУЛЬТИВУВАННЯМ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ (<i>PLEUROTUS OSTREATUS</i>).....	41
3.1 Дослідження впливу термічної обробки субстрату на БЕ штаму гливи звичайної (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	41
3.2 Дослідження впливу рН субстрату на БЕ штаму гливи звичайної (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	44
3.3 Дослідження впливу щільності субстрату на БЕ штаму гливи звичайної (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	46
3.4 Дослідження впливу вологості субстрату на БЕ штаму гливи звичайної (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	47
3.5 Дослідження зміни хімічного складу кавового шламу в процесі культивування гливи звичайної (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	50
3.6 Технологія утилізації кавового шламу.....	54
3.7 Висновки до третього розділу.....	61
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	63
4.1 Актуальні проблеми охорони праці в наукових дослідженнях.....	63
4.2 Гігієна праці та виробнича санітарія.....	66
РОЗДІЛ 5 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	71
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76

ВСТУП

Актуальність дослідження. Однією з гострих проблем сучасності є поводження з відходами, а саме їх утилізація, і з кожним роком це питання стає все актуальнішим та потребує прийняття ефективних заходів. В Україні негайно потрібно надати перевагу методам утилізації органічних відходів, забути про вивезення сміття за межі міст та зупинити забруднення довкілля тим, з чого може бути вилучена користь.

Відомо чимало технологій, що дозволяють успішно вирішувати проблему ефективної утилізації рослинних відходів харчових виробництв. Однак традиційні способи утилізації відходів часто засновані лише на їх спалюванні у вигляді котельного та пічного палива і є недоцільними з екологічної точки зору. При спалюванні рослинної сировини у котлоагрегатах утворюються викиди забруднюючих речовин в атмосферу, що сприяє погіршенню стану навколишнього середовища. Також варто зазначити, що при використанні традиційних технологій утилізації знижується коефіцієнт використання природних ресурсів, оскільки відходи харчових виробництв, що займають особливе місце серед відходів органічної природи, є цінною сировиною для подальшої переробки в корисні продукти. Тому розробка ефективної та екологічно безпечної технології утилізації відходів виробництва розчинної кави, а саме кавового шламу є актуальною.

Метою роботи є обґрунтування та розробка технології утилізації кавового шламу культивуванням гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*).

Для реалізації поставленої мети були визначені такі **завдання**:

- провести аналіз сучасної проблеми утилізації відходів харчових виробництв;
- розглянути біотехнологічні методи утилізації відходів та визначити їх переваги;
- визначити основні особливості субстратів, на яких культивується глива звичайна (*Pleurotus ostreatus*);

– визначити основні параметри технологічного процесу культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), що можуть впливати на її біологічну ефективність;

– дослідити зміну хімічного складу кавового шламу в процесі культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*);

– розробити технологічну схему утилізації кавового шламу за допомогою культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*).

Практичне значення теми: обґрунтовано та розроблено технологію утилізації кавового шламу, яка не чинить негативного впливу на довкілля. Дана технологія дає змогу не тільки утилізувати відходи, а й отримати цінне джерело харчового білка для населення та додатковий корм для тваринництва.

Методи дослідження включали: аналітичне узагальнення відомих наукових та технічних результатів, експериментальні дослідження в лабораторних умовах, обробку експериментальних даних.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ КАВОВОГО ШЛАМУ ЯК СУБСТРАТУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ

1.1 Аналіз використання відходів харчових виробництв

Виділяють два напрямки використання відходів харчових виробництв: в якості добавок і покращувачів у харчових продуктах та як сировину для кормів.

Утворені на підприємствах відходи залучаються в обіг і використовуються на тих підприємствах, де вони утворюються, а також постачаються на інші підприємства або іншим галузям.

Залежно від хімічного складу відходи переробки плодоовочевих культур і винограду використовують в технології виготовлення харчових, кормових та технічних продуктів [1, 2].

При пресуванні винограду вичавки становлять від 16 до 28 % до маси сировини. Використовуються при отриманні спирту, оцту, виннокислого вапна, олії, кормів, добрива, енотанину. Вони є цінним джерелом біологічно активних речовин, зокрема, вітамінів, макро- та мікроелементів, фенольних сполук, рослинної клітковини, органічних кислот.

Виноградну маса гребенів, яка утворюється при виробництві соку, і становить 4–6 % від маси переробленого винограду та містить у своєму складі 1 % цукру, до 3 % енотаніну, до 6 % дубильних, до 2,5 % мінеральних речовин висушують та використовують для виробництва екстракту, мінеральних добрив та етилового спирту.

Виноградні вичавки після відокремлення насіння висушують і використовують в технології виробництва етилового спирту, виннокислого вапна, винної кислоти, таніну, кормових препаратів та барвників.

Насіння винограду після висушування переробляють на олію і танін. Сучасна технологія передбачає одночасне вилучення олії й енотаніну за

допомогою етилового спирту [3]. Використовують олію на харчові й технічні цілі, а шрот – в якості білкового корму або для отримання фурфуролу.

З ядер кісточок винограду виготовляють рафіновану, гідратовану рафіновану I та II сортів харчову олію та мигдалеву пасту. Тільки рафіновану кісточкову олію використовують в їжу. Макуха, що залишається після видавлювання олії, багата на корисні речовини. Зокрема, макуха з сливових кісточок містить: протеїну – 44 %, клітковини – 15,1 %, жиру – 7 %, екстрактивних речовин – 19,4 % та золи – 11,5 % [4, 5].

Вичавки з яблук використовують для одержання пектину, цінної сировини, що використовується у консервній та кондитерській промисловості [6, 7].

Серед відходів рослинної сировини, значне місце займають відходи харчоконцентратної галузі, зокрема, відходи кавового виробництва.

За впливом на навколишнє середовище такі вторинні сировинні ресурси харчоконцентратної галузі, як кавовий шлам, відносяться до розряду шкідливих, що обумовлено їх складом, тому що рідка фаза шламу забруднює поверхневі і підземні води, в місцях їх накопичення знищується рослинність, яка в подальшому не відновлюється. Відповідно висока агресивність шламу потребує його обов'язкового сушіння.

Світовий запит на каву за останні роки, згідно даних Міжнародної кавової організації (ICO), збільшився майже на 20 %, що пов'язано з розвитком ринків кави багатьох країн і України в тому числі [8].

Технологія виробництва розчинної кави передбачає утворення 60...65 % шламу від вихідної сировини, що становить 1,5...2 т шламу при виробництві 1 т готової продукції [9]. Відповідно в Україні щороку викидається близько 1,5...2 тис. т шламу, що негативно впливає на навколишнє середовище і чинить екологічно небезпечну ситуацію.

За хімічним складом кавовий шлам складається на 75–80 % з води, решта – тверда маса.

У перерахунку на суху речовину кавовий шлам містить: до 4 % екстрактивних речовин, 0,8 редукуючих цукрів, 8–9,5 % білків, 60–64 % клітковини, до 10 % жирів, а також нітрогенні, зольні речовини, кофеїн, органічні кислоти та інші елементи.

Особливості хімічного складу шламу не дозволяють зберігати його у свіжому вигляді і він повинен висушуватися до масової частки вологи 4–6 %.

Кавовий шлам, що утворюється в процесі виробництва розчинної кави, містить (у % на суху речовину): екстрактивних речовин – 3,5–4,0; редукуючих цукрів – 0,75–0,80; білків – 8,0–9,5; жирів – 9,6–10,5; клітковини – 60–64; кофеїну – 0,12–0,15; органічних кислот – 2,4; зольних речовин – 4,0–4,5 та мінеральні речовини (фосфор, калій, кальцій, магній, натрій).

Кавовий шлам, що утворюється при виробництві розчинної кави, містить багато вологи і схильний обростати цвілевим грибком протягом доби, що веде до втрати його цінних властивостей як вторинної сировини. Для збереження шламу безпосередньо після вивантаження з екстрактора його піддають зневодненню і сушінню при температурі 50–70 °С до вологості 4–6 %.

Кавовий шлам використовується у вигляді добавки в корми для тваринництва і введення таких добавок здійснюють у вологому стані [10, 11].

Як основна вторинна сировина, що утворюється у кавовому виробництві, кавовий шлам використовують за наступними напрямками: для отримання додаткової кількості розчинної кави; як компонент в нерозчинних кавових напоях; у виробництві косметичних і парфумерних виробів; в композиціях компостів; для виготовлення мікропористого гігроскопічного матеріалу замість активованого вугілля; у виробництві паперу, картону, фанери, облицювальних плиток, як наповнювач для пресованих виробів; у вигляді палива; для виробництва кавової олії; для отримання біогазу [12–15].

Таким чином, проаналізовані літературні джерела показують, що активно проводяться дослідження питань, пов'язаних з використанням відходів харчових виробництв. Відходи кавового виробництва, враховуючи їх хімічний склад, доцільно використовувати як субстрат в біотехнології.

1.2 Порівняльний аналіз біотехнологічних способів утилізації відходів харчових виробництв

Соціально-економічні потреби суспільства, забруднення навколишнього середовища, брак сировинних і енергетичних ресурсів зумовлюють необхідність розробки та впровадження принципово нових методів та технологій, це спричинило бурхливий розвиток біологічних наук. У випадку з утилізацією рослинних відходів харчових виробництв найбільший інтерес представляє біотехнологія [16, 17].

Перспективність та ефективність застосування біотехнологічних процесів обумовлена їх компактністю і одночасно крупномасштабністю. Ці процеси піддаються контролю та регулюванню, реалізуються у «м'яких» умовах, при нормальному тиску і невисоких температурах середовища, вони в меншій мірі забруднюють навколишнє середовище відходами і побічними продуктами, мало залежать від кліматичних і погодних умов, не вимагають великих земельних площ, не потребують застосування пестицидів, гербіцидів та інших чужорідних для навколишнього середовища агентів. Тому біотехнологія знаходиться в ряду найбільш пріоритетних напрямів науково-технічного прогресу і є яскравим прикладом «високих технологій», з якими пов'язують перспективи розвитку багатьох виробництв. Переваги біотехнологічних методів утилізації відходів наведені на рис. 1.1.

Серед біотехнологічних методів, які можуть бути використані для ефективної утилізації відходів харчових виробництв можна виділити найбільш вивчені та перспективні на даний момент, як з точки зору екології, так і економіки [17]:

- анаеробне зброджування (біометаногенез);
- аеробне зброджування;
- компостування;
- вермикомпостування.

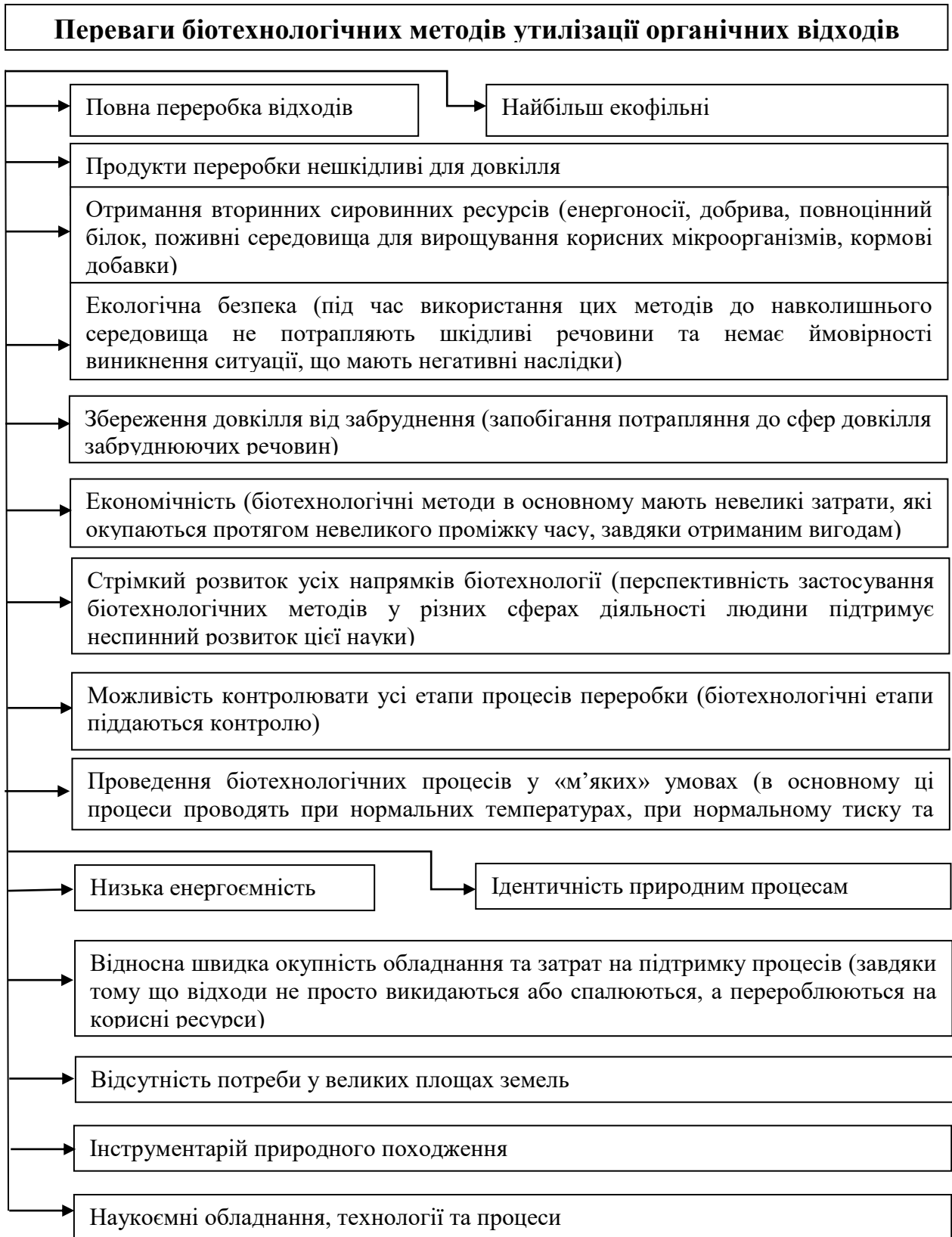


Рис. 1.1 – Переваги біотехнологічних методів утилізації відходів

Анаеробне зброджування (біометаногенез, біоконверсія) – це найбільш розповсюджений метод утилізації органічних відходів, який відповідає сучасним вимогам екології та є альтернативним джерелом отримання енергії. Біометаногенез в умовах поступового виснаження традиційних енергетичних ресурсів (нафти, газу, вугілля тощо) і особливо зростаючого дефіциту пального у сільській місцевості та ускладнення централізованого забезпечення її природним газом має важливе значення [17].

Біометаногенез здійснюється в три етапи: розчинення і гідроліз органічних сполук, ацидогенез і метаногенез. В енергоконверсію залучається тільки половина органічного матеріалу – 1800 ккал/кг сухої речовини в порівнянні з 4000 ккал при термохімічних процесах, але залишки, або шлаки, метанового «бродіння» використовуються в сільському господарстві як добрива. В процесі біометаногенезу беруть участь три групи бактерій. Перші перетворюють складні органічні субстрати в масляну, пропіонову і молочну кислоти, другі перетворюють ці органічні кислоти в оцтову кислоту, водень і вуглекислий газ, а потім метаноутворюючі бактерії відновлюють вуглекислий газ в метан з поглинанням водню, який в іншому випадку може інгібувати оцтовокислі бактерії.

Біогаз, що утворюється в ході метанового бродіння, складається з 62 % метану і 38 % вуглекислого газу; останній використовують в теплицях для прискорення фотосинтезу культивованих рослин. Відходи переробки, що містять тільки 12 % твердої речовини, згодують риbam. Це допомогло заощадити половину гранульованих кормів із злаків, які зазвичай вживають при розведенні риб.

Метанове анаеробне зброджування є раціональним шляхом використання енергії відходів. За рахунок анаеробної біоконверсії метаноутворюючими організмами органічних речовин одержують енергоносій у вигляді біогазу, високоякісне знешкоджене органічне добриво і, навіть кормові добавки. В результаті переробки органічних відходів таким методом гине патогенна мікрофлора, яйця і личинки гельмінтів, насіння бур'янів.

Рідка фракція після анаеробної переробки відходів відповідає вимогам, які висуваються органами охорони природи щодо якості стічних вод. Санітарно-гігієнічні показники дозволяють складати її у каналізаційну мережу або водоймища. Але це нераціонально, тому що вона містить значну кількість поживних речовин і може використовуватись як рідке органічне добриво. Крім того, рідка фракція може використовуватись як субстрат для вирощування мікродоростей, біомаса яких є цінною білковою та вітамінно-мінеральною кормовою добавкою до раціонів сільськогосподарських тварин, а спіруліна – сировиною для фармацевтичної промисловості.

При визначенні економічної ефективності біотехнології метанового зброджування необхідно враховувати не тільки значення біогазу у вирішенні енергетичних проблем, а й ефект від знезараження гною, виробництва високоякісних добрив і захист навколишнього середовища. Незважаючи на значні капіталовкладення, термін окупності промислової біогазової установки складає приблизно три роки.

Аеробне зброджування. За допомогою аеробних мікроорганізмів утилізують рідку фракцію відходів, тобто стічні води, цей процес також називається мінералізацією органічних речовин у водоймищах та ґрунті [17].

Процес утилізації відбувається за рахунок життєдіяльності різних груп організмів (бактерій, грибів, водоростей, найпростіших, черв'яків і членистоногих), які використовують органічні та неорганічні сполуки стічних вод як поживні речовини та джерело енергії. Аеробні мікроорганізми за участю кисню повітря перетворюють на мінеральні сполуки – аміак, діоксин вуглецю та воду.

Серед відомих методів очищення стічних вод біологічне знезараження залишається найбільш доступним та надійним у санітарному відношенні [18].

Існують дві великі групи аеробних процесів біологічного очищення стічних вод – екстенсивні та інтенсивні.

До екстенсивних належать методи, не пов'язані безпосередньо з керованим культивуванням мікроорганізмів – це поля зрошення, поля

фільтрації, біоставки. Мікроорганізми, які знаходяться у верхніх шарах ґрунту полів зрошення та фільтрації або у воді ставків, утворюють біоценози, за рахунок діяльності яких проходить очищення води.

В основі інтенсивних способів лежить діяльність активного мулу або біологічної плівки, тобто природного біоценозу, який формується на конкретному виробництві залежно від складу стічних вод і вибраного режиму очищення. Формування біоценозу – процес досить тривалий і проходить постійно під час очищення стічних вод у спеціальних спорудах – аеротенках або біологічних фільтрах.

Компостування. Компостування – це природний аеробний процес розкладання органічних відходів в аеробних (з доступом кисню) умовах за участю ґрунтових бактерій. Протилежним компостуванню є анаеробний (без кисневий) розклад органіки або процес гниття [19].

Продукт компостування або компост – багате гумусом добриво, яке збагачує ґрунт поживними речовинами.

При дотриманні умов компостування у компостній ямі/ящику, через 12–24 місяців можна отримати визрілий компост.

Час, необхідний для перетворення відходів у повноцінний компост залежить від багатьох факторів, таких як температура, вологість, сировина для компостування, спосіб компостування, використання додаткових засобів, однак, щоб отримати гігієнічно безпечний компост, процес компостування повинен тривати 12—24 місяців.

Компост вважається готовим, коли в ньому не розрізняються рештки сировини, що входять до його складу, маса стає однорідною, пухкою і темною, а насіння бур'янів втратило здатність проростати.

Методом компостування можна утилізувати органічні відходи, але все ж це не такий вже і простий процес. Для підвищення ефективності проведення цього процесу та скорочення строків отримання кінцевого продукту – біогумусу, треба постійно контролювати усі етапи перетворення. Для досягнення найкращого результату потрібно створити оптимальні умови

протікання компостування, це залежить головним чином від складу маси відходів, що піддається цьому процесу. Залежно від кількісного співвідношення побутових відходів, гною, сухого листя та соломи, від зволоженості компосту, від характеру укладання складових, можна встановити найкоротші терміни проведення цього біотехнологічного методу утилізації відходів.

Найголовнішою перевагою компостування, як складової маловідходного чи безвідходного виробництва, є екологічність цього методу. Крім того, що завдяки йому зменшується навантаження на природне довкілля за рахунок виключення потрапляння до нього відходів, які значною мірою негативно впливають на навколишнє середовище та вносять в нього забруднюючі та токсичні речовини, в результаті компостування отримується цінний вторинний ресурс – біогумус, який за сучасного стану ґрунтів може допомогти вирішити проблему стрімкого спаду родючості земель. Цей метод поводження з відходами не назвеш легким у проведенні (потребує достатніх трудових затрат), але враховуючи сучасний стан оточуючого довкілля, впровадження компостування замість простого складування відходів є доцільним та при його розповсюдженні стане складовою уникнення зростання темпів деградації навколишнього середовища.

Вермикомпостування. Ефективним та екологічно безпечним методом утилізації різних відходів (тваринництва, побутових та промислових відходів) є метод вермикомпостування, тобто використання дощових черв'яків. Цей метод дає можливість трансформувати різні види відходів, які до цього були основними забруднювачами навколишнього середовища, з одного боку, в повноцінний білок тваринного походження, придатний для використання у годівлі тварин та харчування людей і у фармацевтичній промисловості (черв'ячна біомаса), а з іншого боку – у зернисте гумусне добриво (біогумус). На компост за допомогою дощових черв'яків переробляють навіть відходи, які важко піддаються утилізації – відходи целюлозно-паперової промисловості .

Серед усіх видів дощових черв'яків лише деякі можна розводити у штучних умовах. До них належать червоні черв'яки, у тому числі і червоний

каліфорнійський гібрид, який у процесі селекції набув унікальну властивість – він не залишає своє місце перебування навіть за несприятливих умов. Це дає можливість розводити його у грядках просто неба, не побоюючись втрати популяції. Практика показала, що культивовані черв'яки не хворіють та не піддаються ніяким епізоотіям та мають тривалість життя в 4 рази більш ніж дикі види (16 років). Вони можуть гинути тільки при порушенні технології їх розведення. Найчастіше загибель викликає отруєння протеїном при незакінченій ферментації субстрату. В результаті черв'як стає кислотним та виділяє шкідливі для інших черв'яків газу [20].

Червоний черв'як за день споживає 1 г корму в результаті чого утворюється 0,8–0,9 г копролітів. Максимальний розмір частинки, які може проковтнути черв'як, мають розміри до 1 мм. Дуже плодовиті, при оптимальних умовах існування кількість особин збільшується у геометричній прогресії.

Кожний із перерахованих вище методів має свої перевагами та недоліками. Порівняльний аналіз методів утилізації відходів харчових виробництв наведений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз біотехнологічних методів утилізації відходів харчових виробництв

Біотехнологічний метод утилізації органічних відходів	Переваги	Недоліки
1	2	3
<i>Анаеробне зброджування</i>	<ul style="list-style-type: none"> – перетворення відходів на біогаз – отримання альтернативного джерела енергії – швидка окупність оснащення – мінімальний вплив на довкілля – знезараження відходів – збереження майже всього амонійного та органічного азоту 	<ul style="list-style-type: none"> - необхідність перетворень та переоснащення на підприємствах та фермах

1	2	3
<i>Анаеробне зброджування</i>	<ul style="list-style-type: none"> - перетворення відходів на біогаз - отримання альтернативного джерела енергії - швидка окупність оснащення - мінімальний вплив на довкілля - знезараження відходів - збереження майже всього амонійного та органічного азоту - отримання шламу - білкова та вітамінна добавка - отримання рідкої фракції - субстрат для розвитку мікроорганізмів - існування різноманітного обладнання залежно від потреб та умов, які вимагають виробники - піддається контролю 	<ul style="list-style-type: none"> - необхідність перетворень та переоснащення на підприємствах та фермах
<i>Аеробне зброджування</i>	<ul style="list-style-type: none"> -очищення стічних вод -зменшення негативного впливу на гідросферу 	<ul style="list-style-type: none"> - вимагає великих капіталовкладень - великі витрати енергії на механічну очистку стічних вод - значна втрата амонійної та органічної форм азот - безконтрольність процесів очищення - мінералізація проходить тільки у поверхневих шарах земного покриву - застосовується головним чином для утилізації рідкої фази відходів
<i>Компостування</i>	<ul style="list-style-type: none"> -отримання цінних органічних добрив -повне перетворення відходів -метод запобігання потрапляння відходів довкілля -не потребує великих затрат -екологічність методу 	<ul style="list-style-type: none"> -втрати необхідних для рослин біогенних елементів (N, P, K), складають до 40 % -трудові затрати -тривалість процесу

1	2	3
<i>Вермикомпостування</i>	-в основі методу природні процеси -виведення гібриду черв'яка, що сприяє збільшенню ефективності вермикомпостування -повне перетворення відходів -трансформує різноманітні відходи -отримання біогумусу -отримання повноцінного білка з біомаси черв'яків -сучасне технологічне оснащення -наукові розробки, що допомагають контролювати процес та зменшувати тривалість процесу -екологічність методу	-необхідність постійного контролю

Варто сказати, що хоча біологічна переробка відходів не позбавлена недоліків і більш тривала, ніж фізичні і хімічні методи, але, разом з тим, вона більш екологічна, економічна і ефективна, а також, що важливо, дозволяє мінімізувати утворення вторинних відходів [17].

Доцільність застосування конкретних біотехнологічних способів знешкодження і переробки відходів напряму залежить від характеру останніх.

Так, якщо мають місце рослинні відходи, то коректно оперувати не тільки вищезгаданими способами. Новим та перспективним методом утилізації харчових відходів є вирощування грибів на цих же відходах [21].

Існують два способи вирощування грибів:

- екстенсивний - вирощування грибів в природних умовах;
- інтенсивний - вирощування грибів в спеціальних приміщеннях з дотриманням параметрів мікроклімату.

Екстенсивний метод вирощування грибів гливи широко поширений в Італії, Франції, Німеччини. Недолік такого методу – залежність від природного клімату і сезонність збору врожаю грибів.

Популярним даний метод вирощування грибів став завдяки таким перевагам як: порівняно малі фінансові витрати на організацію виробництва і практично повна відсутність спеціального обладнання для культивування грибів гливи [22].

Екстенсивне вирощування грибів глива здійснюється декількома способами:

- вирощування грибів на деревних брусках;
- вирощування на пеньках;
- вирощування на солом'яних тюках, гілках, поліетиленових мішках і ящиках з субстратом;
- на відкритому ґрунті у викопаній траншеї, із занесенням в неї суміші вологою соломи і деревної муки і подальшим зараженням міцелієм гливи.

Однак екстенсивне вирощування грибів успішно застосовується в основному в аматорському приватному грибівництві: воно не настільки ефективно, як інтенсивне вирощування гливи.

Інтенсивний метод передбачає вирощування грибів гливи в спеціально обладнаних приміщеннях відповідно до технологій, що дозволяють підтримувати і контролювати всі параметри технологічних процесів. Інтенсивне вирощування грибів гливи стало популярним по всьому світу завдяки тому, що такий метод найбільш ефективний і дозволяє:

- здійснювати вирощування грибів круглий рік;
- отримувати високі врожаї в більш швидкі терміни, ніж при природному зростанні грибів;
- механізувати й автоматизувати процес вирощування.

Існує два найбільш популярні різновиди інтенсивних способів – нестерильний і стерильний. При нестерильному потрібна пастеризація субстрату. Стерильний ж полягає в тому, що зволене живильне середовище нагрівається в спеціальному закритому посуді до 120 °С. Це дозволяє виключити виникнення різних несприятливих для грибів явищ [23].

Найбільш ефективним для вирощування грибів є використання сировини, що утворюється на харчових підприємствах (відходи) та сировини місцевого походження, якими в Україні є солома пшениці, ячменю та жита [23].

Такий підхід надає цілу низку переваг: цілорічна доступність до джерела постачання, зниження транспортних витрат.

Проте в деяких країнах використовують інші субстрати. Східні країни, де розвинене вирощування рису, часто культивування грибів здійснюють на рисовій соломі; Центральної Азії – відходах бавовняного виробництва. У районах з розвинутою деревообробною промисловістю за основу субстрату беруть відходи підприємств – стружку, тирсу, деревну кору.

Хороші результати дає вирощування грибів на субстраті з відходів кавового виробництва (країни Латинської Америки). Кавовий шлам, що утворюється в процесі виробництва розчинної кави на харчоконцентратних підприємствах України, за своїм хімічним складом може бути використаний, як основа субстрату.

1.3 Основні принципи складання композиції субстратів

Композиція субстрату повинна задовольняти хімічні, фізичні і біологічні потреби грибів. Хімічний склад забезпечує необхідними поживними речовинами: органічними і неорганічними. Фізичні властивості – забезпечують нормальні умови розвитку міцелію: аерацію, вологість. Біологічні властивості – створюють необхідну селективність субстрату і розвиток корисної мікрофлори.

Для складання субстратної композиції необхідно добре знати властивості вихідних компонентів. Варіантів субстратних сумішей дуже багато. Вони розробляються залежно від місцевих умов, від наявних у розпорядженні рослинних відходів, від технології підготовки субстрату і культивування [24].

Основні варіанти композицій:

Одноосновна: субстрат складається тільки з основи, наприклад, соломи або кавового шламу;

Двоосновна: субстрат складається з двох основних компонентів, наприклад, солома + кавовий шлам;

Багатокомпонентна:

- а) солома – основа;
- б) висівки пшениці – живильна добавка;
- в) крейда (крейда + гіпс) – мінеральна добавка;

Розширена:

- а) основа;
- б) живильна добавка;
- в) мінеральна добавка;
- г) захисна добавка (фундазол, дімілін).

Фундазол – це фунгіцид, ефективно пригнічує розвиток конкурентних плісень.

Дімілін – це регулятор росту комах, що інгібує синтез хітину і, відповідно, линьку личинок. Ефективний проти личинок грибних мух і комарів.

Приклади двоосновних, багатокомпонентних композицій, розширеної композиції; пропис трикомпонентної композиції субстрату на основі рослинних відходів рослинництва і складання композиції субстрату наведені в таблицях 1.2 – 1.6.

Таблиця 1.2 – Двоосновні композиції субстрату

Компоненти субстрату	Співвідношення компонентів, частини
Солома	1
Лушпиння соняшника	1
Солома	1
Кукурудзяні качани	1
Солома	2
Кукурудзяні качани	1
Бавовняні пачоси	2
Лушпиння соняшника	1

Льон має хорошу аерацію (структура), але погану вологоємність. Папір має хорошу вологоємність, але дуже погану структуру (злипається в масу, аерація недостатня). Шкаралупи, шкірки мають хорошу поживність. Крейда або

вапно зміщують рН субстрату в потрібну слаболужну зону 7,0–8,0. В цілому вся композиція субстрату має хороші показники за основними параметрами. Замість паперу можна використовувати бавовняні пачоси [25].

Таблиця 1.3 – Багатокомпонентні композиції субстрату

Основа, % від маси субстрату	Живильна добавка, % від маси субстрату	Мінеральна добавка, % від маси субстрату
Солома 45	Висівки пшениці 5-10	Гіпс/крейда (4:1) 2-5
Лушпиння соняшника 90	Соеве борошно 3-5	Гіпс 2–5 або крейда 1-3
Тирса 30 Лушпиння гречки 60	Висівки 10 або Пивна дробина 10	–
Солома 85	Трав'яна мука 10 – 15	Крейда 1–3
Тирса 45 Щепа 45	Висівки 10	Крейда 1–3 Вапно 0,2–0,5
Бавовняні пачоси 85	Какавелла 5	–
Костриця льону 60-68 Папір 10-20	Какавелла 10–20	Крейда 1–3
Костриця льону 60 Папір 20	Висівки 20	–
Бавовняні пачоси 55 Лушпиння соняшника 20 Відходи сірників 10 Костриця льону 10	Какавелла 5 або вапно 0,2-0,5	Крейда 1–2

Таблиця 1.4 – Розширена композиція субстрату

Компоненти	Характеристика
Основа	Солома (пшениця) 40 % + лушпиння соняшника 40 %
Живильна добавка	Соеве борошно 3-5 %, люцерна 5-10 %
Мінеральна добавка	Вапно + гіпс = 50/50 = 2,5 % по сух. масі субстрату
Захисна добавка	Фунгіциди – бенлат (100ppm)
Субстратна суміш	Вологість – 70 % Загальний азот – 4 %
Обробка	Пастеризація 75-80 °С = 8-10 годин

Таблиця 1.5 – Композиція субстрату для культивування гливи

Компоненти	Склад	Вміст, %
Основа	Солома зернових культур Качани кукурудзи Лушпиння соняшника тощо	85-90
Живильна добавка	Висівки пшениці, рису тощо Соеве борошно Трав'яне борошно	5-10 2-3 5-10
Мінеральна добавка	Гіпс + крейда (4/1)	2-5

Таблиця 1.6 – Підбір композиції субстрату

Компоненти	Фізичні властивості		Хімічні властивості	
	Структура	Вологоємність	Поживність	pH
Костриця льону	+	++	+	5,0
Папір	+	+	–	5,0
Какавелла	+++	++	+++	5,0
Крейда (вапно)	–	–	–	7,0–8,0
Композиція повністю	+++	+++	+++	+++

Показники ефективності використання субстратів. Глива – один з найбільш продуктивних видів культивованих грибів. Навіть на відносно бідних субстратах отримують високий врожаї грибів. Сучасні гібридні сорти грибів мають високу продуктивність і короткий цикл розвитку. Для оцінки продуктивності грибів використовують кілька показників [25].

Біологічна ефективність (БЕ %) – визначається відношенням сирої ваги плодових тіл до сухої маси субстрату

$$BE\% = \frac{M_{пл.тіла}}{M_{сх.суб.}} \times 100\% \quad (1.1)$$

100 % БЕ означає, що з 1кг сухого субстрату отримують 1кг сирих грибів. Якщо субстрат має вологість 75 %, то маса сирого субстрату складе 4 кг і вихід грибів, відповідно, 25 % від маси субстрату. Такий показник називають продуктивністю (П, %).

$$П\% = \frac{M_{пл.тіла}}{M_{вологсуб.}} \times 100\% \quad (1.2)$$

Цей показник менш коректний, ніж БЕ, так як субстрат може сильно відрізнитися за вологістю (65-80 %).

Іноді використовують показник – коефіцієнт конверсії (КК, %) або виражене у відсотках відношення сухої маси грибів до сухої маси субстрату.

$$КК\% = \frac{M_{сх.плодтіла}}{M_{сх.суб.}} \times 100\% \quad (1.3)$$

Цей показник використовують переважно в наукових дослідженнях. Біологічна ефективність гливи на різних субстратах коливається від 30–50 до

150–200 %. На добре збалансованому субстраті можливий урожай до 300 % БЕ. Однак цей результат можна отримати тільки при використанні стерильної технології. Для нестерильних технологій хорошим результатом вважається БЕ на рівні 80–100 %, а для природного екстенсивної технології 40–60 % [25].

1.4 Характеристика гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Штучне розведення грибів для харчових цілей має багатовікову історію. Найбільш невибагливими і придатними для вирощування є наступні гриби: глива, шиїтаке, зимовий опеньок, шампіньйон і кільцевик. Однак найбільш широке поширення отримала культура гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) [26].

Гриби роду глива мають ряд цінних якостей і переваг перед іншими культивованими грибами. Глива дуже технологічна, має високу швидкість росту і конкурентоспроможність у відношенні до сторонньої мікрофлори. Гриб росте на різних целюлозо- і лігнінвмісних рослинних відходах сільського господарства, харчової та лісопереробної промисловості.

Різноманітність видів гливи (*Pleurotus*) об'єднує близько 30 видів. Майже десяток видів глив культивуються.

Самим звичайним субстратом при інтенсивному культивуванні для гливи є пшенична солома. У країнах півдня Європи та США для цих цілей використовують кукурудзяні стебла і качани, в Азії – рисову солому і відходи виробництва бавовни. У країнах з розвинутою деревопереробною промисловістю при приготуванні субстрату використовують до 50 % кори і тирси, в Індії – побутові відходи паперу, в Японії – лущиння соняшника, на Філіппінах – шкаралупу кокосів. Як субстрат використовують також суміші соломи сої, картопляної шкірки, відходів переробки какао-бобів, цукрового очерету, кави, тютюну, винограду [26].

Технологія вирощування гливи досить проста і не вимагає тривалої підготовки субстрату. Після закінчення збору грибів субстрат можна використовувати як корм для тварин і як відмінне органічне добриво.

Недоліками гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) є крихкість плодових тіл і внаслідок цього – погана транспортабельність, крім того, вона має слабкий грибний аромат. Спори гливи, потрапляючи в легені, можуть викликати алергію. До того ж глива схильна до вірусних захворювань.

Плодові тіла гливи, як і багатьох інших грибів, містять від 85 до 95 % води. Суху масу складають: білок, вуглеводи, жири і мінеральні речовини. Свіжі гриби гливи є джерелом цілого комплексу вітамінів: аскорбінової кислоти (вітамін С), практично всіх вітамінів групи В, жиророзчинних вітамінів Е (токоферол) та D (ергостерол та кальциферол). Глива звичайна (*Pleurotus ostreatus*) відзначається найбільш високим, порівняно з іншими їстівними грибами, вмістом фолієвої кислоти, недостатність якої в організмі людини призводить до порушень функцій кровотворення [26]. Гриби – живі організми, їх хімічний склад змінюється в процесі росту, а також залежить від умов живлення. Зокрема, в молодих плодових тілах гливи вміст білка значно вищий (35–41 % сухої маси), ніж в старих (10–17 %). У плодових тілах дикорослих грибів, що ростуть на деревині в природних умовах, білок, як правило, складає не більше 22 % сухої маси, а в грибах, що культивуються на оптимізованих за складом субстратах, досягає 35–38 % [27]. Тому, для отримання грибів з найвищими показниками поживних речовин важливо проводити збір урожаю на стадії технічної стиглості плодових тіл. Хоча в плодових тілах гливи багато вуглеводів, але вони представлені не вільними цукрами, яких зазвичай не більше 10 %, а полісахаридами різного ступеню полімеризації і клітковиною, яка зовсім не перетравлюється. Проте слід зазначити, що грибна клітковина покращує роботу стравоходу, затримує і виводить з організму різні шлаки, іони важких металів і радіонукліди [26].

Вміст амінокислот у плодових тілах гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) наведений у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Вміст амінокислот (в % на сиру масу) в гливі звичайній (*Pleurotus ostreatus*)

Амінокислоти	Вміст		
	ніжка	шляпка	гіменей
<i>Незамінні</i>			
Аргінін	1,39	0,14	0,29
Валін	0,22	0,13	0,52
Гіістидин	0,12	0,07	0,70
Ізолейцин	0,19	0,17	0,44
Лейцин	0,31	0,18	0,35
Лізин	0,50	0,26	0,40
Цистеїн	Сліди	Сліди	Сліди
<i>Замінні</i>			
Аланін	0,24	0,14	0,44
Аспарагін	0,58	0,40	0,63
Глутамінова кислота	0,57	0,32	1,05
Пролін	0,16	0,11	0,31
Серин	0,22	0,13	0,39
Тирозин	0,14	0,08	0,28
Треонін	0,27	0,14	1,40
Фенілаланін	0,18	0,10	0,35

Хімічний склад гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) представлений у таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Хімічний склад гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Основні компоненти	Вміст в гливі звичайній, г/100г
Білки	10,5–30,0
Вуглеводи	60,0–82,0
Жири	1,0–7,2
Клітковина	7,5
Енергетична цінність, ккал	317,0–367,0
Зола	5,0–9,0

У таблицях 1.10 та 1.11 наведено вміст вітамінів та мінеральних речовин в плодових тілах гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*).

Таблиця 1.10 – Вміст вітамінів в плодових тілах гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Вітаміни	Вміст в гливі, мг/100г
<i>Водорозчинні</i>	
Тіамин (В ₁)	0,4–4,8
Рибофлавін (В ₂)	1,0–4,7
Ніоцин (В ₅ , РР)	60–108
Піридоксин (В ₆)	0,8–0,04
Біотин (В ₇), мкг	8–76
Аскорбінова кислота	36–98
<i>Жиророзчинні</i>	
Кальциферол (D ₂), мкг	0,12
Ергостерол (про-D ₂), мкг	0,13
Токоферол (Е)	6–10

Таблиця 1.11 – Вміст мінеральних речовин в плодових тілах гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Мінеральні речовини	Вміст в гливі звичайній, мг/100г
К	3793
Р	1800
Na	158–837
Ca	18–293
Mg	136–590
Cu	1,9–2,2
Zn	3,7–9,1
Mn	1,3–3,6
Co	0,2–0,4
Sn	0,01

В останній час глива набуває широкої популярності в високорозвинених країнах завдяки своїм лікарським властивостям [28].

Гриби гливи за оцінкою науковців мають унікальні поживні та лікарські властивості: їх активні речовини, зокрема фракція кислих полісахаридів (1,6 β-глюкан) [29] здатні відновлювати і стабілізувати гематоімунні функції організму людини. Вміст природного антиоксиданту ерготіоніну, який захищає клітини від оксидативного стресу, складає від 1,72 до 2,09 мг на 1 г сухої маси,

в той час як в плодових тілах *Agaricus bisporus* (білих та коричневих штамів) він значно нижчий (0,41–0,68 мг/г) [30]. Такі факти вивели гливу в ряд найважливіших харчових елементів сучасної дієтології, і це закономірно сприяло значному підвищенню виробництва гливи в Європі, Південній Америці та в Австралії за останні 10 років [27].

Досліджено, що плодові тіла гливи містять лектини (глікопротеїни), що призупиняють зростання ракових клітин та мають внутріклітинний ферментний комплекс з високою антиоксидантною активністю [31–33].

Детальне вивчення хімічного складу і медично-біологічні дослідження показали, що сухий грибний порошок міцелію гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), що отримується за новою технологією, може бути використаний як екологічно чиста грибна добавка з високою харчовою і біологічною цінністю [34]. В ході гігієнічних досліджень, проведених на тваринах, був відмічений і ряд специфічних ефектів, що вказують на антиоксидантні і адаптогенні дії сухого міцелію. Зниження вмісту холестерину, тригліцеридів та продуктів перекісного окислення ліпідів у крові та печінці піддослідних тварин, які отримували грибний порошок гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), за думкою ряду авторів, пов'язано з наявністю в плодових тілах гливи ловастатіну – інгібітору HMG-CoA редуктази [35]. Також відмічена підвищена виживаність щурят і збільшення чисельності потомства в поколіннях піддослідних тварин, батьки яких отримували грибну добавку [33].

Екстракт *P. ostreatus* має виражену протизапальну активність, яка обумовлена наявністю виявлених в екстракті ферментативних систем. Вони інгібують активність ферментів, що беруть участь в синтезі і біотрансформації простагландинів [32].

1.5 Аналіз технології вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Класична технологічна схема вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) на твердих целюлозовмісних субстратах представлена на рисунку 1.2.

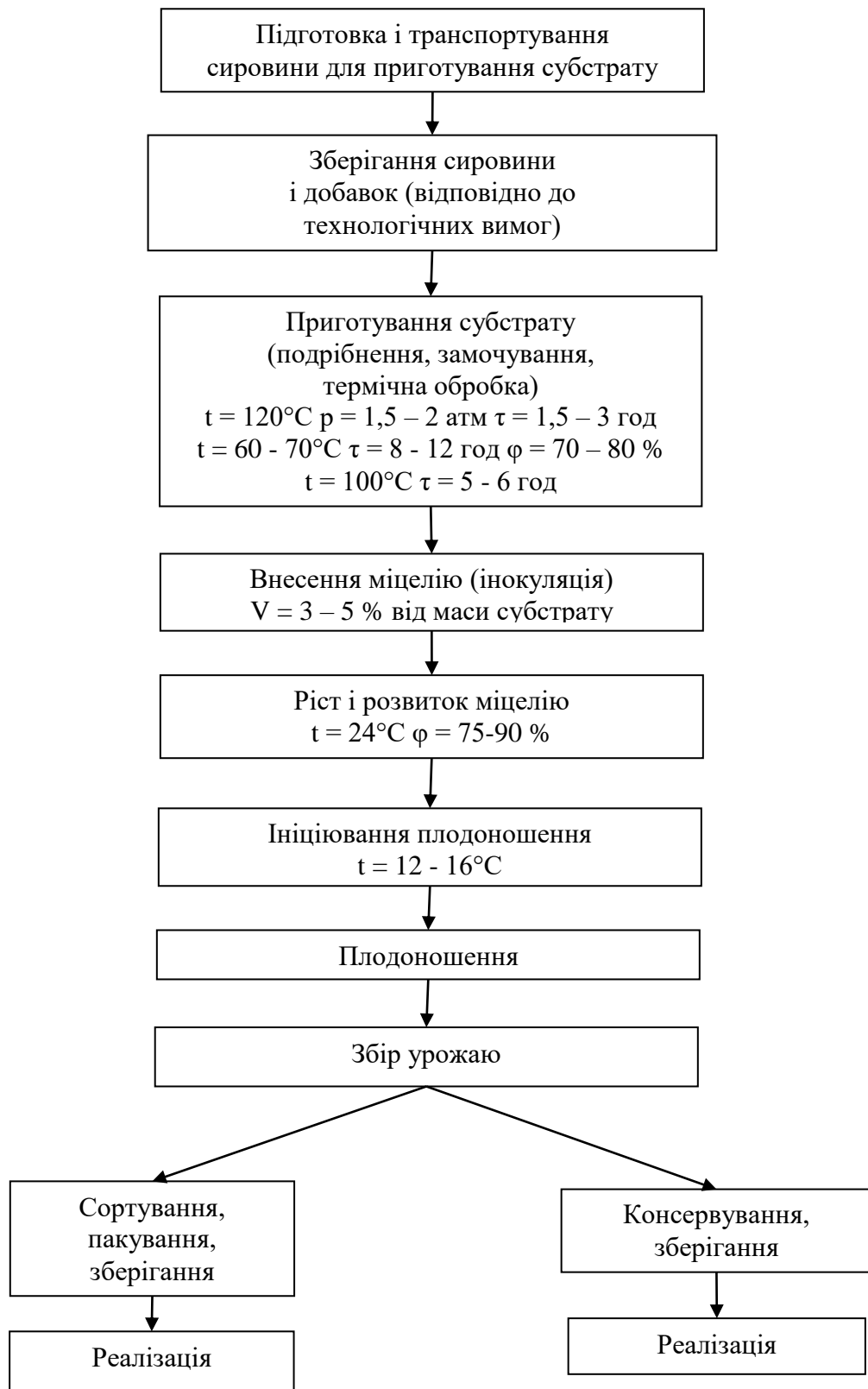


Рис. 1.2 – Технологічна схема вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) на твердих целюлозовмісних субстратах

Технологія вирощування влючає такі етапи: підготовка субстрату, інокуляція, ріст і розвиток міцелію, плодоношення, збір урожаю [25, 26].

Підготовка субстрату ділиться на кілька етапів [26]:

1. Подрібнення. Субстратом може служити солома злакових культур (озима пшениця, жито), відходи лісопереробки (тирса листяних порід дерев), різаний очерет, качани і стебла кукурудзи, лушпиння соняшнику так кавовий шлам. Подрібнення дозволяє зробити субстрат більш компактним. Наприклад, довгі соломини гірше обробляються, між ними при недостатньому ущільненні утворюються порожнечі, які міцелій повинен долати. У промисловому виробництві солому злакових культур подрібнюють до розмірів менше 5 см за допомогою спеціальних дробильних машин. У лабораторних умовах досить буде подрібнення до 5–10 см.

2. Замочування. Подрібнений субстрат потрібно на деякий час замочити у воді, для того щоб він ввібрав необхідний запас вологи. Надлишок води віджимають або вручну, або за допомогою спеціальних пристосувань.

При замочуванні з субстрату вимиваються легкорозчинні у воді речовини; з одного боку, це в деякій мірі знижує його засвоюваність для грибів, але з іншого, - видаляються поживні речовини, які для мікроскопічних грибів - конкурентів набагато важливіші. При початковій вологості субстрату близько 15 % для його зволоження потрібно 3–4 тис. літрів води на 1 тонну. При замочуванні субстрату у воду можна додати 0,01-0,02 % фундазола (100–200 г/т води). Фундазол перешкоджає розвитку цвілевих грибів, в тому числі тріходерми.

3. Термічна обробка. Наступним етапом підготовки субстрату є термічна обробка. При культивуванні грибів в штучних умовах намагаються перешкоджати розвитку грибів-конкурентів. Іноді поселяють в субстрат спеціально вирощені мікроорганізми, корисні для грибів, які не дозволяють рости цвілевим грибам. Але в будь-якому випадку субстрат піддають дії високих температур.

Існує два способи, за допомогою яких проводиться обробка субстрату – стерильний і нестерильний. Суть стерильного способу його в тому, що на зволожений субстрат діють високими температурами і тиском, завдяки чому гинуть всі мікроорганізми, що перешкоджають розвитку грибів. Температура при стерилізації досягає 120 °С, а тиск – 1,5–2 атмосфери. Тривалість стерилізації займає не більше трьох годин. Після охолодження в субстрат вносять міцелій.

Стерильний спосіб дає відмінні результати, але широко не застосовується через високу вартість, необхідність застосування спеціального устаткування (автоклавів) і необхідності підтримування стерильності на наступних етапах культивування. Цей метод застосовується в основному для виробництва посівного міцелію і проведення лабораторних експериментів.

Нестерильний спосіб більш доступний і має безліч варіантів.

Широкого поширення набула ферментація – процес, при якому в субстрат одночасно вводять тепло і свіже повітря. При ферментації втрати сухої маси становлять 8–15 %. Температура при ферментації не перевищує 70 °С, що створює умови для розвитку захисної мікрофлори і придушення небажаної. Температуру субстрату намагаються швидко підняти до рівня 60–70 °С і витримати протягом 8–12 годин. При даній температурі відбувається пастеризація. Далі слідує поступове охолодження субстрату до 45–50 °С (конденсування) протягом 48–72 годин. Вологість субстрату повинна коливатися в межах 70–80 %. Якщо вологість буде вище, то активізується діяльність гнильних організмів, для існування яких не потрібний кисень. Якщо вологість буде нижчою, то через нестачу вологи ефективність ферментації знижується. За час ферментації в субстраті розвинеться мікрофлора, що виділяє в середовище речовини антибіотичної дії, завдяки чому гальмується ріст конкурентів грибів, а самі гриби на такому субстраті відмінно розвиваються [25].

Температуру субстрату регулюють кількістю пари, що подається, і повітря. Свіже повітря подається через бактеріальний фільтр. Після закінчення

ферментації субстрат, використовуючи примусове повітряне охолодження, доводять до температури 25–28 °С. Природне охолодження може викликати розвиток сторонньої мікрофлори.

Інший метод – термообробка. Суть даного методу в наступному: одну тонну субстрату подрібнюють і пропарюють протягом години сухим (100 °С) паром, потім зволожують холодною водою. Зливши надлишок води, охолоджений субстрат укладають в мішки і вносять міцелій.

При термообробці практично немає втрат сухої маси, вона вимагає значно менше часу, і відпадає необхідність в подачі повітря під час обробки субстрату.

Обидва методи дають хороші результати, проте частіше застосовують пастеризацію [26, 27].

У лабораторних умовах для обробки субстрату використовують гарячу воду. Субстрат поміщають в ємності й заливають окропом. Охолодження відбувається за 5–6 годин, після чого воду зливають. В результаті такої обробки субстрат стає менш щільним, багато речовин, необхідних для живлення грибів, переходять у більш доступну їм форму [25].

Правильно підготовлений субстрат практично невразливий для плісневих грибів. Хороший результат дає замочування субстрату в металевих контейнерах з підведеною до них подачею пара. Крім того, рослинні субстрати, використовувані для культивування гливи, можна запарювати в кормозапарниках. Тут можливі кілька варіантів. Або субстрат попередньо зволожують до вологості 70–75 %, а потім завантажують в кормозапарник і протягом 2–3 годин подають пар, або в кормозапарник завантажують сухий субстрат, а потім заливають його гарячою водою (80–85 °С). Високу температуру підтримують також за рахунок періодичної подачі пари в камеру кормозапарника. Час обробки пшеничної соломи в цьому випадку складе 3–4 години [26].

Наступним етапом є посів міцелію (інокуляція). Коли субстрат охолоне до кімнатної температури, приступають до внесення міцелію. Не варто

починати інокуляцію при температурі субстрату вище 30 °С – грибниця може загинути.

Посівний міцелій вноситься або пошарово, або рівномірно перемішується з субстратом. Грибницю вносять у відношенні 3–5 % до маси субстрату.

Субстрат з міцелієм поміщають у пластмасові ящики, поліетиленові мішки або спеціальні контейнери і форми.

При заповненні ємностей субстратом кінці плівки зав'язують. Для газообміну в плівці проробляють отвори. Якщо субстрат перезволожений, надлишок вологи накопичується внизу мішків. Щоб уникнути небажаних процесів, надрізають куточки мішків, в яких зібралася рідина.

Ріст і розвиток міцелію. Оптимальна температура для росту міцелію гливи – 24 °С. Вологість повітря в інкубаційному приміщенні знаходиться в межах 75–90 %. Світло на період освоєння субстрату міцелієм гливи не потрібне, навпаки - яскраве освітлення може гальмувати зростання грибниці. Вентиляцію в цей час теж зазвичай не проводять. Деякий надлишок вуглекислого газу сприяє зростанню міцелію.

Через кілька днів після інокуляції поверхня субстрату біліє від розростання міцелію. Зазвичай заростання триває, залежно від величини блоків і маси внесеного міцелію, від 14 до 18 днів, за цей час весь субстрат буде освоєний міцелієм і перетвориться на монолітний блок. Небажаним явищем є поява на поверхні блоків міцеліальної кірки – строми. Утворення строми відбувається в результаті внесення надлишку міцелію або через високі температури в інкубаційному приміщенні і веде до різкого падіння врожаю.

Про наявність бактеріального зараження свідчить неприємний запах, виділення вологи; про наявність грибного зараження - зелені, яскраво-оранжеві, чорні плями. Зростання міцелію грибів в обох випадках сповільнюється. При виявленні ємностей з наявністю зараження їх потрібно негайно прибрати з приміщення.

Ініціація плодоношення. Після того як весь субстрат буде освоєний міцелієм, грибні блоки переносять в приміщення, в якому відбуватиметься

плодоношення, або залишають у цьому ж приміщенні, але змінюють ряд параметрів.

Існують шокові і безшокові штами грибів. Для ініціації плодоутворення шокових штамів необхідний холодний шок, тобто зниження температури повітря до 4–5 °С протягом 2–4 діб, з подальшим підвищенням її до 14 °С. Зараз в основному використовують безшокові штами. Для їх плодоношення досить підтримувати температуру повітря на рівні 12–16 °С.

У холодну пору року необхідно подбати про опалення приміщень. Це може бути і обдування теплим повітрям, і водяне опалення. Однак потрібно дотримуватися наступних умов: при можливості у виробниче приміщення запускається попередньо нагріте повітря, рівномірно розподіляється за допомогою повітропроводу. Взимку під час пророщення можна заощадити на обігріві, процес культивування починають з температури 20 °С, з 4–5-го дня температуру поступово знижують, доводячи її до 15 °С до десятого дня і залишають на такому рівні до кінця плодоношення.

При можливості калорифери потрібно розміщувати так, щоб вони були легкодоступні і щоб пил і спори грибів можна було змити струменем води. У виробничому приміщенні по можливості не застосовують безпосереднє обігрівання (розміщення гребок всередині), краще використовувати водяне або парове опалення. При цьому труби опалення розміщують по краях і збоку проходів так, щоб вони не перешкоджали руху [27].

Після утворення примордіїв (зачатків плодових тіл) для їх нормального розвитку потрібно світло. Якщо є можливість – застосовують природне освітлення (вікна з північної сторони). Для гливи достатня 1/100 частина природного світла. У тому випадку, коли немає можливості використовувати сонячне світло, застосовують трубчасті лампи холодного, блакитного світла (F-7), одну лампу на кожні 15–20 м². Досить забезпечити освітленість 150 люкс протягом 8–10 годин на добу з моменту утворення примордіїв. Брак світла може заподіяти зміни в розвитку гриба, але міра викривлення, скручування, довжина ніжки більшою мірою залежать від провітрювання. Якщо, наприклад,

гриби нахилиються до одностороннього світла і ніжки у них витягнуті, то це необов'язково говорить про брак світла – це може бути і брак кисню (тобто великий вміст CO₂ та інших летких речовин) [27].

Для стимулювання плодоношення гриба потрібно забезпечити до блоків доступ свіжого повітря: для цього використовують примусову вентиляцію, здатну здійснювати зміну 3–4 об'ємів повітря в годину. Потужність вентилятора і час його роботи будуть залежати від об'ємів культивацийних приміщень.

Нормальний повітрообмін необхідний для вирощування грибів, особливо якщо одночасно з подачею повітря відбувається їх охолодження або підігрів і зволоження. Глива вимагає в 4–5 разів більше провітрювання, ніж печериця. Максимальна потужність вентилятора – 300-500 м³/год, вона залежить від температури і пори року. У виробничому приміщенні при розвитку грибів допустимий вміст CO₂ в повітрі 0,6–0,7 % (600–700 ppm при вимірюванні Dager-трубкою). Відповідну норму провітрювання можна встановити експериментально. Протяги, зайвий рух повітря шкідливі, тому що (особливо тоді, коли повітря сухе) ще маленькі гриби висихають, краї великих капелюшків скручуються, жовтіють, висихають. При необхідності нагріте чи охолоджене повітря запускають через поліетиленовий повітропровід, розміщений у приміщенні під стелею, направляючи отвори вгору або в прохід між мішками (не на мішки). Потрібно забезпечити можливість зворотної циркуляції повітря, тому що не завжди потрібна максимальна кількість свіжого повітря (наприклад, взимку або влітку вдень), але в приміщенні не повинно бути протягів. Використане повітря виводиться знизу, у багатьох місцях - через отвори, розташовані з боків приміщення. Зовні ці отвори доцільно вивести вгору за допомогою труби на висоту 3–4 метри; У великих приміщеннях з метою поліпшення внутрішнього повітрообміну на невеликій відстані від поліетиленового рукава розміщують вентилятори невеликої потужності, які працюють "вниз" (тип віконного провітрювання), щоб повітрообмін був безперервним навіть тоді, коли основний вентилятор вимкнений (під час

збирання грибів або коли маємо справу з тимчасовим реле, що забезпечує періодичне включення і виключення). Вологість повітря під час плодоношення повинна становити до 95 % [26].

Після утворення зачатків плодових тіл, при високій відносній вологості повітря в приміщенні, плівку частково або повністю знімають. При вологості нижче 90 % в ній роблять надрізи, через які будуть з'являтися плодові тіла грибів. Під час першого тижня після розтину блоків намагаються, щоб на них не потрапляла вода, інакше може бути пошкоджений міцелій грибів. Надалі зарослі міцелієм блоки можна збризкувати теплою водою при необхідності. Якщо вологість в приміщенні нижче 70 %, то це може призвести до падіння врожаю [25].

При недостатньому освітленні змінюється співвідношення капелюшки та ніжки гриба. Справа в тому, що зростання ніжки гриба відбувається як на світлі, так і в темряві, в той же час найбільш цінним є капелюшок гриба. Тому надмірне збільшення довжини ніжок є сигналом: потрібно негайно збільшити освітленість або тривалість освітлення. При нестачі світла гриб формує абортівні (потворні) плодові тіла. При поганій вентиляції і надмірному вмісті в приміщенні CO_2 можуть також вирости деформовані гриби, що мають непривабливий товарний вигляд та позбавлені до того ж грибного аромату.

Так як CO_2 важчий за повітря, він концентрується внизу, тому грибні блоки потрібно встановлювати на висоті 15–20 см від підлоги. Підлогу в приміщенні посипають шаром порошкоподібного вапна, яка дезінфікує поверхню і поглинає вуглекислоту. Вміст CO_2 в цей період не повинно перевищувати 0,02 % [25, 26].

Збір урожаю. Від появи зачатків плодових тіл до збору врожаю гливи проходить близько тижня. Глива звичайна (*Pleurotus ostreatus*) росте з паростками. У кожному з них знаходяться гриби різних розмірів, але не слід чекати, коли більш дрібні наздоженуть більші. Зрізати слід весь зросток відразу [26].

Плодоношення у гливи проходить хвилями, причому на першу хвилю припадає близько 70 % усього врожаю, на другу хвилю – 20–25 % і на третю – 5–10 %. Зазвичай обмежуються збором перших двох хвиль, часовий інтервал між якими становлять півтора-два тижні. Таким чином, технологічний цикл займає в середньому 2–2,5 місяці.

Зберігати свіжозібрані гриби гливи можна без погіршення якості при температурі – 2–4 °С протягом двох місяців, при температурі 0+7 °С – протягом тижня, при кімнатній температурі – не більше доби [26].

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження: відходи харчоконцентратної галузі, що утворюються при виробництві розчинної кави – кавовий шлам.

Як основна вторинна сировина, що утворюється у кавовому виробництві, кавовий шлам використовують за наступними напрямками: для отримання додаткової кількості розчинної кави; як компонент в нерозчинних кавових напоях; у виробництві косметичних і парфумерних виробів; в композиціях компостів; для виготовлення мікропористого гігроскопічного матеріалу замість активованого вугілля; у виробництві паперу, картону, фанери, лицювальних плиток, як наповнювач для пресованих виробів; у вигляді палива; для виробництва кавової олії; для отримання біогазу [36].

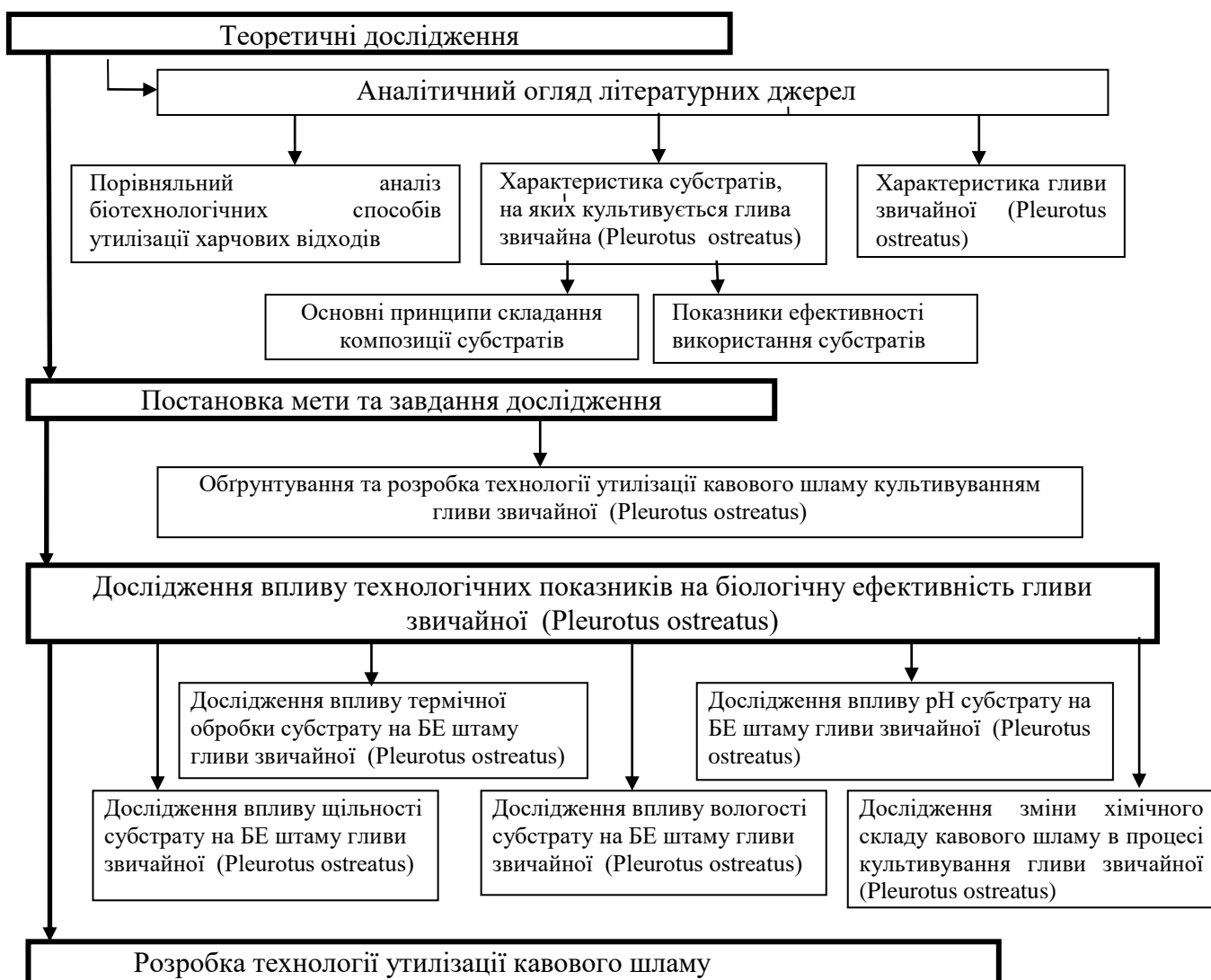


Рис. 2.1 – Програма досліджень

Робота проводилася відповідно до розробленої програми досліджень, що наведена на рис. 2.1

Основна частина досліджень була проведена в лабораторіях кафедри ЕВтаПТ ОНТУ та під час проходження науково-дослідної практики в лабораторії ТОВ «НВП «Укрекопроект».

У ході роботи використовувався комплекс традиційних і сучасних фізико-хімічних і технологічних методів дослідження.

2.1 Методи визначення хімічного складу кавового шламу

2.1.1 Визначення легкогідролізованих полісахаридів (ЛГП)

Геміцелюлози кавового шламу визначають в повітряно-сухому матеріалі, так як в цьому стані він може зберігатися без зміни складу геміцелюлоз.

Реактиви: 2 %-ий розчин *HCl*

Хід аналізу. Наважку підсушеного при 50 °С і подрібненого матеріалу масою 5 г ± 0,01 г поміщають в колбу для визначення геміцелюлоз (при роботі з сирим матеріалом масу наважки збільшити до 25 г) і одночасно по 2–5 г – в бюкси для визначення процентного вмісту води.

У колбу з наважкою доливають 20-кратну кількість води і нагрівають на киплячій водяній бані 1 год. Потім витяжку зливають у мірну колбу через фільтр, залишок в колбі заливають новою порцією гарячої води і нагрівають ще протягом 30 хвилин на киплячій бані. Приєднують другий фільтрат до першого і, якщо потрібно, враховують вміст цукру в ньому. Залишок з фільтра ретельно переносять назад у колбу, змиваючи 2 %-ою соляною кислотою. Враховують кількість використаної кислоти і доливають її в колбу з таким розрахунком, щоб загальний об'єм склав 225 см³.

Після цього колби із зворотним холодильником нагрівають протягом 5 год на бурхливо киплячій водяній бані, фільтрують, залишок на фільтрі висушують та зважують. Вміст легкогідролізованих полісахаридів визначають за різницею маси матеріалу до і після хімічної обробки.

2.1.2 Визначення цукрів методом Хагедорна-Йенсена

Принцип методу: в якості сполуки, що відновлюється цукрами, застосовується червона кров'яна сіль, що в лужному середовищі переходить в залістосиньородистий калій. Непрореагований чисельний визначається йодометричним способом, тоді як залістосиньородистий калій виводиться із реакції сірчанокислим цинком, що додається в суміш.

Реактиви:

- 1) Розчин залістосиньородистого калію:
1,65 г $K_3 [Fe(CN)_6]$ і 10,6 безводної солі Na_2CO_3 в 1 л дистильованої води;
- 2) 0,005 розчину тіосульфату натрію;
- 3) розчин $ZnSO_4$;
- 4) розчин KI;
- 5) 3 % розчин оцтової кислоти (3 мл крижаної оцтової кислоти в 100 мл води);
- 6) 1% розчин крохмалю (1 г крохмалю розчиняють в 10 мл води, заливають 90 мл гарячої води, насичується NaCl).

Визначення. Досліджуваний розчин цукрів (0,025, 0,05, 0,1 мл) видувають з мікропіпетки в 5 мл дистильованої води, заздалегідь налитої в пробірки (цукрові пробірки, $d = 30$ мм). Піпетку ретельно промивають. Потім додають 2 мл розчину залістосиньородистого калію і нагрівають 15 хвилин на киплячій водяній бані, швидко охолоджують водою і додають 3 мл розчину $4(KI + ZnSO_4)$ і 2 мл 3 % оцтової кислоти і титрують з мікробюретки на 2 мл. Під кінець титрування (слабожовтий колір) додають 2 краплі крохмалю. Титрують до зникнення синього кольору розчину. Паралельно проводять контрольний дослід. Кількість цукрів знаходять по відповідній таблиці із довідкових матеріалів.

2.1.3 Визначення важкогідролізованих полісахаридів (ВГП, целюлоза)

Реактиви: 80 %-ий розчин H_2SO_4 .

Хід аналізу. Промитий після дії HCl матеріал, що залишився після визначення легкогідролізованих полісахаридів, сушать до повітряно-сухого

стану при температурі не вище 50 °С. Після наважку сировини 2 г, з відомою вологістю обробляють в колбі на 500 мл десятикратною кількістю 80 % H₂SO₄ при T = 22–23 °С, протягом 2,5 годин, періодично помішуючи паличкою для кращого розчинення. Колба повинна бути прикрита склом, щоб уникнути розбавлення кислоти водяними парами повітря. Потім вміст колби розбавляють 15-кратним об'ємом води на один об'єм кислоти і нагрівають 5 год на киплячій водяній бані та фільтрують. Залишок на фільтрі висушують та зважують. Вміст важкогідролізованих полісахаридів визначають за різницею маси досліджуваного матеріалу до і після обробки.

2.2 Методика визначення фізико-хімічних показників кавового шламу

Початкову масу субстратних блоків визначали прямим зважуванням на електронних вагах (стандартна похибка ±50 г) по закінченню процесу формування субстратних блоків.

Щільність субстрату визначали за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

де ρ – щільність субстрату, г/см³;

V – об'єм субстратного блоку, см³;

m – маса субстратного блоку, г.

Об'єм субстратного блоку визначали за формулою:

$$V = \pi \times r^2 \times h \quad (2.2)$$

де V – об'єм субстратного блоку, см³;

π – 3,14;

r – радіус блоку, см;

h – висота блоку, см.

Вологість рослинної сировини визначали гравіметричним методом згідно з ДСТУ 7491:2013 [37].

Апаратура та матеріали: ваги аналітичні, сушильна шафа, бюкси з притертими кришками, ексикатори з безводним хлористим кальцієм або сірчаною кислотою концентрацією не нижче 94 % (густиною 1840 кг/м³).

Проведення досліду: рослинну сировину закладають в бюкси і зважують з похибкою не більше 0,001 г. Проби, що знаходяться в бюксах зі знятими кришками, поміщують в сушильну шафу з температурою 103±2 °С і висушують протягом 4-6 годин. Висушування перевіряють повторним зважуванням двох-трьох проб. Висушування вважається завершеним, коли різниця між двома останніми зважуваннями буде не більше 0,001 г.

Перед зважуванням бюкси закривають кришками і охолоджують до кімнатної температури в ексикаторі з гігроскопічною речовиною.

Вологість проби (W) в % визначають за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \times 100\% \quad (2.3)$$

де m_0 – маса бюкса, г;

m_1 – маса бюкса з пробою до висушування, г;

m_2 – маса бюкса з пробою після висушування, г.

Концентрацію водневих іонів субстрату визначали за допомогою рН-метру HANNA.

Проведення дослідження: перед початком роботи рН-метр налаштовують згідно з інструкцією виробника та калібрують буферними розчинами з рН 4,01 та рН 7,01. Наважку рослинної сировини поміщують у скляні стакани, заливають дистильованою водою і ретельно перемішують протягом 15 хвилин. Екстракт фільтрують через паперовий фільтр і в отриманому фільтраті визначають рН. Зчитують рН після досягнення стабільного значення. Записують значення з точністю до двох десяткових знаків.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ КАВОВОГО ШЛАМУ КУЛЬТИВУВАННЯМ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PLEUROTUS OSTREATUS*)

Як основу субстрату для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) пропонується використання кавового шламу. Для ефективного вирощування грибів необхідно дослідити оптимальні способи підготовки кавового шламу як субстрату.

3.1 Дослідження впливу термічної обробки субстрату на БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Сутність будь-якого методу підготовки субстратів для промислового вирощування грибів полягає в видаленні конкурентної мікрофлори та створенні селективних умов для культивування грибної культури [38]. На сучасному етапі розвитку мікології селективними вважаються субстрати, які мають задовільний рівень поживності [38], не містять конкурентних мікроорганізмів або мають достатній титр термофільних бактерій роду *Bacillus*: *B.macerans* [25], *B.cereus* [38], *B.subtilis* [24]. На думку ряду дослідників бактерії роду *Bacillus* в ферментованих субстратах здатні фіксувати азот [39], тим самим підвищуючи поживну цінність субстратів для грибів, зменшувати ризик контамінації субстрату цвілевими грибами і служити джерелом додаткового азотного живлення.

Субстрат для вирощування гливи піддають термічній обробці, щоб максимально знизити популяцію конкурентних організмів, присутніх часто у великій кількості. На якість термообробки впливає вологість субстрату (в перезволоженому субстраті розвиваються бактерії і цвілі), щільність (чим вище щільність субстрату, тим краще теплопередача і, значить, коротше час досягнення летальної для мікроорганізмів температури), маса блоку (чим більше маса, тим довший процес нагріву, а при тривалій експозиції можлива перестерилізація субстрату з утворенням токсичних продуктів), розміщення

блоків (між блоками має бути простір для циркуляції пари, що забезпечує рівномірність нагріву блоків).

Підготовка субстрату на основі кавового шламу для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) представлена на рис. 3.1.



Рис. 3.1 – Підготовка субстрату на основі кавового шламу для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*):

1 – соняшникове лушпиння, 2 – підготовлений субстрат,
3 – кавовий шлам, 4 – солома пшенична.

Основою живлення дереворуйнівних грибів (ксилотрофів), до яких відноситься глива звичайна (*Pleurotus ostreatus*), є целюлоза, лігнін і, меншою мірою, інші полісахариди: геміцелюлози, пектини та інші. В ідеалі ні яких мікроорганізмів у субстратах для ксилотрофів бути не повинно: вони є

конкурентами або виділяють специфічні речовини, які пригнічують ріст міцелію грибів. Тому, ідеальним способом обробки субстратів для дереворуйнівних грибів є стерилізація субстрату в автоклавах. Можна використовувати стерилізацію субстрату в автоклавах при підвищеному тиску пари (1–2 атм.) і температурі 121–125 °С або застосовувати обробку в металевих контейнерах при атмосферному тиску і температурі 100 °С. Час обробки збільшується в цьому випадку до 8–10 годин. Однак, даний спосіб використовується дуже обмежено. Причиною тому є надзвичайно жорсткі вимоги до санітарії приміщення. Сам процес інокуляції при стерильній технології так само вимагає спеціального устаткування і високої кваліфікації персоналу.

Крім того, можна вирощувати гливу звичайну на пастеризованому субстраті, тобто застосовувати метод пастеризації гарячою водою (гідротермічну технологію). За рахунок високої теплоємності та теплопровідності води обробка сировини протікає з достатньо ефективно. Максимально скорочена термічна підготовка триває від 1 до 5 годин за температури води 80–90 °С. Далі воду зливають, дають час на стікання залишкової води та після охолодження до температури 26–28 °С інокулюють субстрат.

З метою визначення більш ефективного способу термічної обробки субстрату на основі кавового шламу для культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) досліджували динаміку біологічної ефективності (БЕ) штаму грибів за різних умов обробки субстрату (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Динаміка зміни значення показника БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) за різних способів термічної обробки субстрату.

№ з/п	Спосіб термічної обробки субстрату	БЕ, %
1	Пастеризація водою	56,3
2	Стерилізація в автоклаві	67,5

Таким чином, із таблиці 3.1 видно, що метод стерилізації в автоклаві є визначальним і, в цілому, врожайність гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) на стерилізованих субстратах вище, ніж на пастеризованих. Крім того, при обробці субстрату пастеризацією присутня висока імовірність проростання конкурентних грибів. Вражені цвілевими грибами субстратні блоки є браком і видаляються із партії, що в цілому теж знижує БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) з даної партії субстрату.

3.2 Дослідження впливу рН субстрату на БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Одним із параметрів, який значною мірою впливає на процес культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) є водневий показник субстрату (рН). Це показник, який характеризує кислотність отриманого продукту і його відповідність відомим оптимальним значенням для культивування більшості промислових штамів грибів роду Глива [26]. Реакція живильного середовища є важливим фактором росту і розвитку базидіальних грибів. Реакція середовища впливає на рН клітинного вмісту. Живильне середовище, що містить всі необхідні речовини, але приготовлене без урахування необхідної кислотності (або лужності), може зовсім виключити можливість розвитку грибного міцелію або буде чинити на нього значну інгібуючу дію [27].

Сприятливим для вирощування грибів виявляється те, що значення рН всіх рослинних залишків знаходяться в межах 5,4–7,0, оптимальним для більшості грибів є значення 6,0–6,5. Встановлено, що рН клітинного соку плодових тіл шапинкових грибів коливається в межах 5,9–6,2. Процеси росту і спороношення можуть мати різні оптимуми рН. При розвитку гриба рН середовища змінюється. Вищі гриби добре розвиваються при рН 6,0, проте діапазони рН у різних видів відрізняються один від одного. Залежно від джерела карбону реакція в процесі росту гриба може зрушуватися в бік підкислення або підлужування. Джерела карбону, змінюючи рН, відіграють

певну роль в утворенні органічних кислот. Від рівня рН субстрату залежать надходження тих чи інших поживних речовин у клітину, активність ферментів, утворення грибами пігментів, антибіотиків, а також статевого і безстатевого спороношень.

Вважається, що для вирощування грибів роду Глива краще підходять субстрати з лужним показником рН 7,5–9, тому що це забезпечує додаткову протекцію від ураження конкурентними цвілевими грибами [25, 26]. Кавовий шлам має рН на рівні 4,6–5,0 тому для вирощування грибів гливи звичайної необхідно провести підлужування. Регулювання рН середовища здійснюється з допомогою додавання відповідних карбонатів (сухе вапно) та проведенням реакції в буферному середовищі.

Проведені дослідження дозволили характеризувати вплив рН субстратів на біологічну ефективність штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) (табл. 3.2). Підготовка субстрату на основі кавового шламу для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) представлена на рис. 3.1.

Таблиця 3.2 – Вплив рН субстратів на БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

№ з/п	Субстрат		рН, од. рН	БЕ, %
	Основа, % від маси субстрату	поживна добавка, % від маси субстрату		
1	солома 50, кавовий шлам 50	–	5,06	62
2	солома 50, кавовий шлам 49	лушпиння соняшника 1	5,17	65
3	солома 50, кавовий шлам 40	лушпиння соняшника 10	5,92	73
4	солома 50, кавовий шлам 45	висівки пшеничні 5	6,0	73
5	солома 50, кавовий шлам 40	висівки пшеничні 10	6,03	73

Проведені дослідження показали залежність між БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) та показником рН субстрату, на якому вона культивується. З проведених дослідів можна зробити висновки, що додавання

до основи субстрату (солома+кавовий шлам) лушпиння соняшника в якості поживної добавки, призводить до деякого зниження рН середовища і збільшення БЕ грибів. Додавання пшеничних висівок також змінює рН субстрату в лужну сторону і показник БЕ залишається на рівні з додаванням лушпиння соняшника в кількості 10 %. Тобто, можна висловити припущення, що глива звичайна (*Pleurotus ostreatus*) буде краще розвиватись на субстратах з більшим показником рН.

3.3 Дослідження впливу щільності субстрату на БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Важливим параметром, що впливає на культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) є щільність субстратного блоку на основі кавового шламу.

Щільність субстрату – це вагова частина субстрату (кг), що фасований в одиницю об'єму (л).

Щільність безпосередньо залежить від структури субстрату.

Оптимальна щільність субстрату, упакованого в поліетиленовий мішок (рис. 3.2) вагою 10–20 кг при товщині плівки не менше 60 мікрон, знаходиться в діапазоні 0,4–0,6 кг на 1 літр об'єму.

Дослідження мікологів показали, що при однаковій поживності субстрату поліпшення аерації за рахунок зменшення щільності підвищувало врожайність на 30 % за рахунок більш потужного розвитку міцелію всередині субстратного блоку. На більш дрібних блоках збільшується не тільки питома врожайність, але і швидкість віддачі врожаю. Наприклад, на блоках масою 10–12 кг за 60 днів отримують такий же урожай як на брикетах масою 20–22 кг за 90 днів [25].

Крім того, щільність субстрату впливає не лише на ступінь аерації, а і на якість термообробки субстрату. Чим вище щільність, тим краще теплопередача і, значить, тим швидше відбувається стерилізація субстрату.

Оптимальні умови для розвитку гливи створюються при щільності субстрату 400–500 г/л.

Проведені дослідження показали динаміку зміни БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) залежно від щільності субстрату (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Вплив щільності субстратів на БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

№ з/п	Субстрат		Щільність кг/л	БЕ, %	Щільність кг/л	БЕ, %
	Основа, % від маси субстрату	Поживна добавка, % від маси субстрату				
1	солома 50, кавовий шлам 50	–	0,26	63	0,45	74
2	солома 50, кавовий шлам 49	лушпиння соняшника 1	0,24	65	0,44	76
3	солома 50, кавовий шлам 40	лушпиння соняшника 10	0,24	73	0,45	79
4	солома 50, кавовий шлам 45	висівки пшеничні 5	0,25	73	0,43	78
5	солома 50, кавовий шлам 40	висівки пшеничні 10	0,25	73	0,42	80

Проведені дослідження показали, що при щільності субстрату в межах 0,42–0,45 кг/л значення показника БЕ штаму гливи звичайної вищі, ніж при щільності 0,23–0,26 кг/л. Тому можна зробити висновки, що щільність субстрату на основі кавового шламу, для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), в діапазоні 0,42–0,45 кг/л є найбільш раціональною.

3.4 Дослідження впливу вологості субстрату на БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Одним із важливих факторів, що визначає ріст і розвиток грибниці вищих базидіальних грибів, є вологість субстрату, спрямоване регулювання якої при штучному культивуванні шапинкових грибів – запорука швидкого росту і плодоношення грибів.

Цей показник особливо важливий у разі тривалого зберігання сировини для субстрату. Вологість кавового шламу та сухої рослинної сировини коливається в межах 6–15 % [9].

Підвищення вологості сировини під час зберігання до рівня більше 15–20 % створює умови для початку життєдіяльності субстратної мікрофлори (бактерії, цвілі). В результаті активності мікрофлори виділяється багато біологічного тепла, субстрат розігрівається, і процес ще більше активізується. Субстрат починає "горіти". Спори конкурентних цвілевих грибів починають активно проростати, якщо температура в субстраті перевищує 30–35 °С, вони формують міцелій, який через 4–5 днів може утворити мільйони спор другої генерації. Таким чином, первинна інфекція переходить у вторинну, і інфікованість субстрату зростає в 100–1000 разів, що може зробити субстрат непридатним для використання.

Що стосується вологості готового субстрату, варто зазначити, що оскільки технологія культивування гливи передбачає фасування готового субстрату в поліетиленові мішки (рис. 3.2), то субстрат повинен мати достатній запас води на весь період культивації. Додаткове зволоження субстрату ускладнюється через плівкове покриття або щільну кірку міцелію із зовнішнього боку субстрату.



Рис. 3.2 – Фасування готового субстрату в поліетиленові мішки

Для більшої частини рослинних субстратів оптимальна вологість знаходиться в межах 65–75 %. Щоб досягти такого рівня субстрати замочують водою протягом декількох годин або навіть днів: для соломи потрібно 2–3 дні, для тирси бавовняних пачосів, лушпиння соняшника – кілька годин.

Для прискорення насичення субстратів водою застосовують перемішуючі пристрої, використовують гарячу воду або вводять воду в субстрат під вакуумом (сучасні системи прискореного зволоження соломи).

Вода в субстраті знаходиться в різному стані:

- 1) пов'язана хімічно – до 30 %;
- 2) сорбційна, внутрішньоклітинна, капілярна – 30–70 %;
- 3) вільна – 70 % і більше.

Для нормальної життєдіяльності міцелію субстрат повинен містити не менше 50 % води. Чим гірші і нестабільніші умови в культиваційних приміщеннях, тим нижча повинна бути вологість субстрату.

Природний деревний субстрат має вологість в межах 35–50 %. Пухкі субстрати (відходи с/г) мають за рахунок подрібнення дуже велику активну поверхню, яка адсорбує воду і сприяє зволоженню субстрату до рівня вище 70 %. Наявність в кавовому субстраті капіляроподібних структур, також сприяє утримуванию води.

Вологість субстрату позначається на врожайності. Якщо води в субстраті мало, то гриби з'являються тільки в першу хвилю або друга хвиля дуже незначна. Якщо води занадто багато, то знижується вихід грибів на першій і другій хвилі плодоношення. Надлишок води в субстраті, також як і переувільнення субстрату, може сприяти утворенню анаеробних зон, що знижує продуктивність культури.

Проведені дослідження показали динаміку зміни БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) залежно від вологості готового субстрату (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Вплив вологості субстратів на БЕ штаму гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

№ з/п	Субстрат		W,%	БЕ, %	W,%	БЕ, %	W, %	БЕ, %
	Основа, % від маси субстрату	Поживна добавка, % від маси субстрату						
1	солома 50, кавовий шлам 50	–	50	53	70	63	80	44
2	солома 50, кавовий шлам 49	лушпиння соняшника 1	50	55	70	65	80	46
3	солома 50, кавовий шлам 40	Лушпиння соняшника 10	50	65	70	73	80	54
4	солома 50, кавовий шлам 45	Висівки пшеничні 5	50	63	70	73	80	52
5	солома 50, кавовий шлам 40	Висівки пшеничні 10	50	65	70	73	80	54

Результати проведених досліджень показали, що найвищі показники БЕ гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) зафіксовані при вологості субстрату 70 %. Таким чином, можна зробити висновок, що дана вологість є найбільш раціональною для вирощування гливи на основі субстрату із кавового шламу. Черезмірне зволоження рослинної сировини (W=80 %) призводить до значного зниження показника БЕ у гливи, крім того, подовжуються терміни заростання субстрату міцелієм. При недостатній вологості, БЕ гливи знижується в середньому на 10%.

3.5 Дослідження зміни хімічного складу кавового шламу в процесі культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

Технологія виробництва розчинної кави передбачає утворення 60...65 % шламу від вихідної сировини, що становить 1,5...2 т шламу при виробництві 1 т готової продукції [9]. Відповідно в Україні щороку викидається близько 1,5...2 тис. т шламу, що негативно впливає на навколишнє середовище і чинить екологічно небезпечну ситуацію.

Як основна вторинна сировина, що утворюється у кавовому виробництві, кавовий шлам використовують за наступними напрямками: для отримання

додаткової кількості розчинної кави; як компонент в нерозчинних кавових напоях; у виробництві косметичних і парфумерних виробів; в композиціях компостів; для виготовлення мікропористого гігроскопічного матеріалу замість активованого вугілля; у виробництві паперу, картону, фанери, лицювальних плиток, як наповнювач для пресованих виробів; у вигляді палива; для виробництва кавової олії; для отримання біогазу [12–15]. Кавовий шлам використовується у вигляді добавки в корми для тваринництва і введення таких добавок здійснюють у вологому стані [11].

Реалізація принципу безвідходного виробництва є важливим чинником підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, тому в годуванні сільськогосподарських тварин має бути використана уся побічна продукція переробної промисловості і сільського господарства, що має потенційну поживну цінність [1].

Широке використання відходів харчоконцентртних підприємств (кавового шламу) при виробництві кормів стримується низкою факторів – це низька перетравність тваринами, хоча хімічний склад шламу змінюється в широкому діапазоні залежно від сорту кави. Одною із основних причин цього є підвищений вміст у кавовому шламі клітковини, що досягає значення 60 % і більше, що робить його практично не засвоюваним для шлунку тварин.

Сира клітковина грає в раціонах тварин роль джерела енергії, а також забезпечує нормальні процеси травлення. В організмі корів з неї утворюються летючі жирні кислоти і основний попередник жиру молока – оцтова кислота. У сухій речовині раціонів для великої рогатої худоби оптимальний вміст сирової клітковини становить 22–27 %, в раціонах свиней – 5–7, птиці – 4–6 %. Якщо вміст клітковини нижче оптимального рівня, у жуйних тварин порушуються функції травлення і жуйна діяльність. При надмірно високому вмісті клітковини зменшується перетравність поживних речовин раціону.

Хімічний склад досліджуваного кавового шламу наведений у таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Хімічний склад кавового шламу до культивування

№ з/п	Показники	Вміст, % на 100 г сух. реч.
1	Ліпідний комплекс	9,6
2	ЛГП	25,4
3	ВГП (целюлоза, клітковина)	46,8
4	Лігнін	25,2
5	Олігосахариди	сліди

Таким чином, із таблиці 3.5 видно, що у кавовому шламі вміст целюлози становить 46,8 %, що значно перевищує оптимальний вміст її у сухій речовині кормів для великої рогатої худоби. Це означає, що кавовий шлам у сирому вигляді не може використовуватись як корм для ВРХ.

Відомий метод отримання цінних кормів для худоби шляхом культивування на сировині (субстрат) гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*).

Субстрат є кавовим шламом (рис. 3.1) з нерівномірним розподілом грибниці гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) білого кольору, що залишилася після збору грибів (рис. 3.3). Відпрацьовані субстрати характеризуються кращою перетравністю за рахунок руйнування в процесі росту гливи значної целюлози і лігніну. Гриби роду *Pleurotus* є найбільш ефективними лігнін розкладаючими організмами, які слідуєть механізму розкладання, що використовується грибами білої гнилі.



1

2

Рис. 3.3 – Грибні блоки: 1 – 12 день (поява зачатків); 2 – 24 день (сім'я глив)

Гриби білої гнилі розкладають лігнін ферментами, які разом іменують «лігніназами». Таким чином, ферменти, що синтезуються гливою в процесі росту, руйнують лігноцелюлозний комплекс субстрату. Наприклад, целюлоза, що міститься у пшеничній соломі у кількості 40 %, через 90 діб культивування гливи має деструкцію 50–55 %, що наближається до показника деструкції сіна. У зв'язку з цим субстрати після плодоношення грибів роду Глива використовують як корм для сільськогосподарських тварин [11].

Крім того, при мікробіологічному розкладанні субстратів, що містять лігнін, утворюються різноманітні сполуки як фенольної, так і нефенольної природи, які можуть виконувати ростові, індукторні, коригувальні та цілий ряд інших функцій [11, 17].

Хімічний склад досліджуваного кавового шламу культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) наведений у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Хімічний склад кавового шламу після культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*)

№ з/п	Показники	Вміст, % на 100 г
1	Ліпідний комплекс	11,08
2	ЛГП	40
3	ВГП (целюлоза, клітковина)	27,5
4	Лігнін	22,0
5	Моносахариди	6,41

Проведені дослідження показали, що в ході культивування гливи звичайної на субстраті із кавового шламу відбулись процеси деструкції лігноцелюлозного комплексу. Зокрема вміст целюлози знизився порівняно з вихідним значенням на 53 % і становить 22 г на 100 г сухих речовин. Отримані значення входять до нормативного діапазону вмісту целюлози у сухій речовині кормів для великої рогатої худоби, що підтверджує теорію про можливість застосування відпрацьованого субстрату після культивування гливи звичайної в якості кормової добавки до раціону ВРХ.

Важливим позитивним чинником технології поліпшення кормової цінності кавового шламу в даному випадку є принцип отримання економічної

вигоди підприємств не лише від виробництва гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), але і від підвищення якості грубого корму (кавового шламу) для використання його в годуванні сільськогосподарських тварин.

Проведенні дослідження доказали ефективність використання відпрацьованого субстрату (на основі кавового шламу) після вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) як перспективного виду сировини в якості кормів для тварин.

3.6 Технологія утилізації кавового шламу

Аналіз класичної технології вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) (п. п. 1.5) та проведені дослідження, дозволили обґрунтувати технологічну схему утилізації кавового шламу, наведену на рисунку 3.4.

Функціональна технологічна схема утилізації кавового шламу культивуванням гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) включає наступні етапи.

1. Підготування та транспортування кавового шламу та інших добавок для приготування субстрату (рис. 3.1).

2. Зберігання кавового шламу та інших добавок відповідно до технологічних вимог.

Як правило, сировину для виготовлення субстрату зберігають у мішках. Мішки, покривають поліетиленовою плівкою, використовують різні навіси та інші пристосування для зберігання.

Головними критеріями зберігання кавового шламу для приготування субстрату є:

- відсутність потрапляння вологи;
- відсутність в зоні зберігання будь-яких гнильних або цвілевих утворень;
- кавовий шлам для виготовлення субстрату повинен бути завжди сухим, мати свіжий запах, на ньому не повинно бути видимих уражень цвіллю.

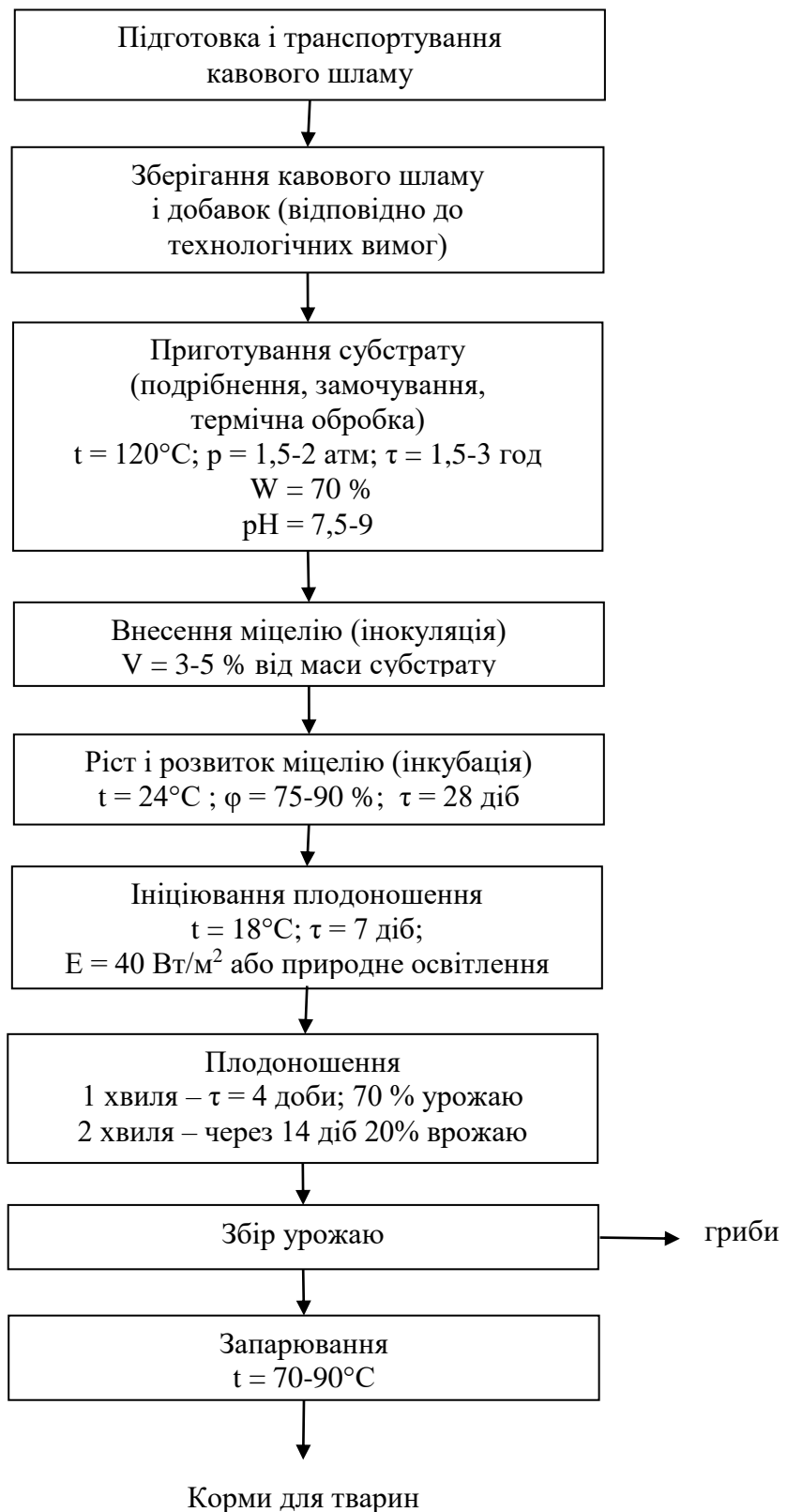


Рис. 3.4 – Технологічна схема утилізації кавового шламу

3. Приготування субстрату.

Для приготування субстрату використовуємо сировину, яка представлена в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Сировина для приготування субстрату

Сировина	Кількість (на 30-35 л)
Солома пшенична (50 %)	Залежить від об'єму мішка
Лушпиння соняшнику (10 %)	
Кавовий шлам (40 %)	
Сухе вапно	80 г
Міцелій	500 г
Вода (90–100 °С)	12 л

Приготування субстрату на основі кавового шламу для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) на рис. 3.5.



Рис. 3.5 – Приготування субстрату на основі кавового шламу для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*):

а – подрібнене соняшникове лушпиння, б – солома пшенична,
в – кавовий шлам, г – міцелій гливи звичайної.

Спочатку пшеничну солому та лушпиння соняшнику подрібнюємо. Загальна кількість субстрату для мішка (одна порція) – 30 л. Вимірювання проводимо у літрах, так як різні компоненти мають різну вагу. Використовували поліетиленові мішки для сміття (30 л). Вибирали мішки світлого кольору, щоб бачити процес проростання грибів. Вапно застосовується для зниження кислотності, його перемішували з соломою.

Подрібнену та вимішану з вапном солому з додаванням кавового шламу та лушпиння соняшнику, заливаємо окропом (12 л). Термічну обробку проводимо до 12 год. Проведені дослідження показали, що термічна обробка значно знижує ризик зараження субстрату конкурентною мікрофлорою і підвищує біологічну ефективність (БЕ) грибів роду Глива.

Охолодження субстрату проводиться впродовж 1–3 годин активною вентиляцією свіжим повітрям до температури 22–25° С. Після остигання проводили віджимання мішка, щоб надлишкова волога вийшла через отвори у мішку. Пересипаємо вміст у сушили мішок, де і проходимо дозрівання глив.

4. Інокуляція (внесення міцелію).

Розкриваємо пакет з міцелієм та перемішуємо з підготовленим субстратом. Міцелій вносили в кількості $4 \pm 0,1$ % від маси субстрату.



Рис. 3.6 – Сформовані мішки з міцелієм

Мішки з субстратом відкривають, швидко вносять потрібну кількість міцелію, перемішують, щільно укладають та герметично закривають.

Отримані грибні блоки (рис. 3.6) мали діаметр від 160 до 180 мм та висоту від 220 до 250 мм. Масу субстратних блоків визначали після процесу формування прямим зважуванням на електронних вагах. Середня маса блоку складала $1,0 \pm 0,1$ кг.

Отримані грибні блоки (рис. 3.6) мали діаметр від 160 до 180 мм та висоту від 220 до 250 мм. Масу субстратних блоків визначали після процесу формування прямим зважуванням на електронних вагах. Середня маса блоку складала $1,0 \pm 0,1$ кг.

5.Інкубація (ріст та розвиток міцелію).

Сформовані мішки поміщають на 28 днів в темне приміщенні при температурі 22–25°C і відносній вологості повітря 50-60 % (рис. 3.7). За цей час міцелій обростає субстрат до гомогенного щільного блоку.



Рис. 3.7 – Проростання міцелію (поява строми), 12–14 день

Контроль вегетативного розвитку міцелію проводили візуально, визначали ступінь обростання субстратного блоку міцелієм в заданий час заданого дня щотижня. Результати фіксували фотографуванням.

6. Ініціювання плодоношення.

Ініціацію плодоношення проводять після того як весь субстрат буде освоєний міцелієм за рахунок змін кліматичних параметрів вирощування. Для цього субстратні блоки переносяться у інше приміщення або залишають у цьому ж приміщенні, змінюючи при цьому ряд параметрів культивування.

Для ініціювання плодоношення температуру у культиваційній кімнаті знижують до 16–18°C, вмикають освітлення (8–12 годин на добу, 40 Вт на 2 м² лампами денного світла або використовують природне освітлення). Необхідним на даному етапі є щоденне зрошення субстратних блоків для підтримання необхідної вологості та вентиляція приміщення. Гливи прориваються назовні 17–18 день (рис. 3.8).



Рис. 3.8 – Поява зачатків гливи звичайної (17–18 день)

7. Плодоношення та збір урожаю.

Залежно від температури в приміщенні через 5–7 днів з'являються перші маленькі грибки – початок плодоношення (рис. 3.9). Через 7–9 днів гриби досягають збиральної стиглості (рис. 3.10).



Рис. 3.9 – Початок плодоношення гливи звичайної (21–22 день)



Рис. 3.10 – Грибний блок (24–25 день)

Частіше гливи ростуть кущами, плодові тіла окремих грибів з'єднуються один з одним на загальній основі ніжки. Коли велика частина екземплярів достигла, увесь кущ акуратно відривають, складують в ящики, фасують чи консервують та відправляють у торгову мережу на реалізацію.

8. Запарювання відпрацьованого субстрату.

Відпрацьований субстрат і відходи грибного виробництва з культиваційного приміщення реалізуються тваринницьким фермам, де використовуються в якості білкової добавки на корм тваринам і як комплексне органічне добриво для рослин. У багатьох країнах світу збагачений міцелієм гливи грубий корм прирівнюється за кормовою цінністю до фуражу і широко використовується як корм в тваринництві.

Відпрацьований субстрат вводять в раціон тварин разом із загальною роздачою грубих кормів в сухому вигляді, або після короткотривалої обробки гарячою водою ($t = 70-90^{\circ}\text{C}$).

3.7 Висновки до третього розділу

1. Проведені дослідження свідчать про можливість удосконалення процесу штучного культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) шляхом визначення найбільш раціональних параметрів субстрату кавового шламу, на якому культивується глива.

2. Дослідження впливу рН субстрату на БЕ гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) показали, що підкислення субстрату знижує показник БЕ, тому культивування гливи рекомендується проводити на субстратах з більшим показником рН.

3. Визначено, що щільність рослинного субстрату для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) в діапазоні 0,42–0,45 кг/л є найбільш раціональним і забезпечує найвищі показники БЕ.

4. При культивуванні гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) на основі субстрату із кавового шламу найвищі показники БЕ штаму зафіксовані при вологості субстрату 70 %.

5. Доведено, що при вирощуванні гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) відбуваються процеси деструкції лігноцелюлозного комплексу. У субстраті на основі кавового шламу після культивування гливи вміст целюлози знижується порівняно з вихідним значенням на 53 %, отримане значення вмісту целюлози у сухій речовині є оптимальним для кормів для великої рогатої худоби, що підтверджує теорію про можливість застосування відпрацьованого субстрату після культивування гливи звичайної в якості кормової добавки до раціону ВРХ.

6. Розроблено технологію утилізації кавового шламу за допомогою культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), описано кожен етап технологічного процесу із вказанням оптимальних технологічних параметрів, отриманих шляхом експериментальних досліджень.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Актуальні проблеми охорони праці в наукових дослідженнях

Вимоги безпеки при проведенні лабораторних та дослідних робіт.

Номенклатура дослідних робіт досить велика, вимоги безпеки для них специфічні, тому в якості прикладів розглянуто лише найпоширеніші з них.

При роботі з скляним посудом і приладами зі скла для захисту рук від порізів при різанні, руйнуванні скла необхідно користуватися рушником, при механічній і термічній обробці виробів зі скла – захисними окулярами або запобіжними захисними щитками.

Не можна нагрівати тонкостінні хімічні колби і стакани на відкритому вогні без спеціальних сіток, які виконані з азбесту. Якщо роботу в апаратурі зі скла виконують при підвищених тиску й температурі або при вакуумі, що створює небезпеку розриву скла, то установка повинна бути огорожена захисним екраном з органічного скла, металевим кожухом, а окремі, особливо небезпечні, апарати повинні бути захищені металевою сіткою, що запобігає розкиду уламків скла [40].

Ємності з речовинами, що викликають хімічні опіки, наприклад, з кислотами і лугами, потрібно переносити удвох у спеціальних кошиках або на візках. Тверді луги слід брати тільки лабораторними щипцями або руками у гумових рукавицях; при дробленні великих шматків використовувати щільну матерію (бельтинг). Роботу слід виконувати із застосуванням індивідуальних засобів захисту.

Розлив і розфасовку їдких рідин необхідно робити за допомогою гумових груш, шприца або спеціальних сифонів. Не можна засмоктувати ці рідини в піпетки ротом, так як це може призвести до опіків порожнини рота і отруєнь. Концентровані кислоти та луги, а також сильнодіючі речовини (реактиви), що димлять зберігати і переливати можна тільки під тягою у витяжній шафі. Особливої обережності необхідно дотримуватися при розведенні сірчаної

кислоти. Щоб уникнути розбризкування кислоти слід лити кислоту у воду, а не навпаки.

При ураженні їдкими речовинами слід швидко змити залишки цих речовин струменем води під тиском із спеціальних гідрантів або фонтанчиків, а потім звернутися до лікаря.

Горючі та легкозаймісті рідини повинні знаходитись у товстостінних скляних банках або ємностях з притертими пробками, що нагвинчуються. Такі ємності необхідно зберігати у металевих ящиках (шафах), які викладені всередині азбестом, а на дні мають насипаний шар піску. Загальний запас горючих та легкозаймістих рідин в лабораторіях не повинен перевищувати добову потребу.

При роботі з цими речовинами необхідно користуватися витяжною шафою механічної вентиляції, забороняється застосовувати будь-які джерела відкритого вогню. Відпрацьовані горючі рідини і продукти реакції збирають у спеціально призначену для цієї мети герметично закрити тару, а потім регенерують або знищують. Зливати легкозаймісті і горючі рідини в каналізацію забороняється [40].

Порядок придбання, відпуску, зберігання, обліку, транспортування і застосування сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) регламентовано спеціальними правилами. При роботі з СДОР необхідно дотримуватися особливої обережності. Зберігати їх треба окремо від усіх реактивів у спеціальних опломбованих ящиках або сейфах, на всіх посудинах з СДОР повинні бути етикетки з написом «Отрута» і назва речовини. У приміщеннях, де проводяться роботи з СДОР, систематично контролюють повітряне середовище. Після закінчення роботи залишки отруйних розчинів, продуктів дегазації та інші залишки збирають в окрему тару; забруднений посуд, прилади ретельно знешкоджують, а спецодяг і рукавички дегазують. СДОР знищують за наказом керівника лабораторії, який призначає відповідального за забезпечення заходів безпеки; одночасно знищують тару і засоби транспортування.

Всі роботи з ртуттю повинні проводитися в спеціальних приміщеннях, обладнаних загальною припливною та місцевою витяжною вентиляцією. Оздоблення приміщення повинно перешкоджати проникненню ртуті у разі її розливу; підлога повинна бути гладкою, причому краї покриття підлоги біля стін треба загинати, щоб запобігти попаданню ртуті в щілини підлоги. Стіни лабораторії бажано фарбувати олійною або нітроемалевою фарбою [40].

Ртуть необхідно зберігати у герметично закритому товстостінному скляному або порцеляновому посуді. Випадково пролиту ртуть треба ретельно зібрати, потім поверхню, де знаходилася пролита ртуть, дегазувати розчином перманганату калію або хлористого заліза. Велике значення при роботі з ртуттю мають заходи особистої профілактики та застосування засобів індивідуального захисту.

Відбір проб. У роботі хімічних лабораторій значне місце займає відбір проб, їх доставка та зберігання. Організація відбору проб залежить від агрегатного стану речовин, їх тиску і температури. Проби рідин з апаратів і трубопроводів у доступних місцях необхідно відбирати через відбірні краники, краплинні відбірники та інші пристрої, що дозволяють виключити розлив продуктів і виділення горючих і отруйних газів, а також парів у повітря робочих приміщень. Проби відбирають в спеціально призначені для цієї мети металеві посудини, скляні ємності і пробовідбірники [40].

Гарячі рідини перед відбором проб треба попередньо охолодити, пропускаючи їх через змієвиковий холодильник, а продукти, що знаходяться в апаратах під тиском, попередньо редукувати в проміжну ємність до атмосферного тиску і після цього брати пробу. Проби стиснутих і зріджених газів необхідно відбирати у спеціальні металеві пробовідбірники, забезпечені запірним і редукаційним вентилями; проби з дисперсних і кускових матеріалів – механічними пробовідбірниками різних конструкцій або вручну за допомогою щупів, бурів і совків.

Працівників лабораторій, які беруть проби різних речовин, необхідно забезпечити спеціальним одягом, захисними окулярами, гумовими рукавичками та засобами захисту органів дихання (протигазами, респіраторами).

Проби небезпечних продуктів необхідно переносити або перевозити від місць відбору в лабораторію за заздалегідь встановленим маршрутом. Всі проби, особливо отруйних й пожежо- вибухонебезпечних речовин, зберігали слід лише в витяжних шафах, встановлених у приміщеннях з механічною загальнообмінною вентиляцією [40].

4.2 Гігієна праці та виробнича санітарія

Хімічне виробництво відноситься до галузей промисловості, які становлять підвищену потенційну небезпеку професійних отруєнь і захворювань працюючих. Причиною є те, що в процесі праці багато працюючих стикаються з хімічними речовинами, що мають ті чи інші токсичні властивості [40].

Під дією токсичних речовин в організмі можуть відбуватися різні порушення у вигляді: гострих отруєнь; хронічних отруєнь.

Гострі отруєння (ГО) виникають при впливі великих доз шкідливих речовин протягом не більше однієї зміни й залежать від цілком усунених причин, які, як правило, пов'язані з організацією виробництва, з дисципліною. Усунення таких причин не вимагає особливих капітальних витрат.

Хронічні отруєння (ХО) виникають в результаті тривалого поступового впливу на працюючих невеликих кількостей шкідливих речовин. У кінцевому підсумку може наступити професійне захворювання, що вимагає відповідного розслідування. Боротися з ХО значно важче, ніж з ГО.

Досягнення нешкідливих концентрацій токсичних речовин в повітрі робочих приміщень, як правило, пов'язане з удосконаленням або заміною технологічних процесів, апаратури, будівель, споруд. Ці заходи потребують великих капітальних витрат.

При будь-якій формі отруєння (ГО або ХО) характер дії промислової отрути визначається ступенем її фізіологічної активності – токсичністю. Токсичність – це здатність речовин шкідливо впливати на життєдіяльність організму. Токсичні речовини (отрути) – це такі речовини, які проникають в організм людини різними шляхами, вступають у з'єднання з його тканинами, порушуючи їх нормальну діяльність.

Небезпека отруєння залежить від [40]: 1) фізико-хімічних властивостей речовини; 2) розчинності в біологічних середовищах; 3) дисперсності (подрібнення, розчинності, летючості, агрегатного стану); 4) часу впливу; 5) концентрації. Також на ступінь отруєння впливають фізіологічні особливості організму людини.

Сприйнятливість людини до впливу токсичних речовин підвищується: 1) в результаті підвищення температури тіла людини; 2) за наявності підвищеної ваги (ожиріння, набряки). Токсичність промислових отрут характеризується значеннями гранично допустимої концентрації (ГДК).

За токсичним впливом на організм людини та за зовнішніми ознаками отруєнь токсичні отрути класифікуються і умовно поділяються на 9 груп наступним чином: 1) нервові (вуглеводні, спирти, сірководень, тетраетилсвинець), які викликають розлад функцій нервової системи, м'язові судоми, паралічі; 2) подразнюючі (хлор, аміак, двоокис сірки, оксид азоту), які дратують верхні і глибокі дихальні шляхи; 3) припалюючи й подразнюючі (неорганічні кислоти, луги), які вражають шкірний покрив з утворенням наривів, виразок; 4) ферментні (синильна кислота і її солі, миш'як та його сполуки, солі ртуті), які порушують структуру ферментів, руйнують їх; 5) кров'яні (окис вуглецю, ароматичні смоли, свинець і його неорганічні солі), які взаємодіють з гемоглобіном крові; 6) печінкові (хлоровані вуглеводні, фосфор, селен), які викликають структурні зміни тканин печінки; 7) мутагенні (окис етилену, сполуки свинцю, ртуті), які впливають на генетичний апарат клітини; 8) алергени (деякі сполуки нікелю), які викликають зміни в реактивній

здібності людини; 9) канцерогени (кам'яновугільна смола, бенз(а)пірен), які викликають утворення злоякісних пухлин.

При місцевому впливі хімічно активних речовин на шкіру, дихальні шляхи та очі у працівників виникають хімічні опіки. Ступінь опіку залежить від: 1) хімічної активності і токсичності речовин; 2) концентрації; 3) температури; 4) часу впливу; 5) індивідуальної чутливості шкіри.

Опіки поділяються на 4 ступеня: I - почервоніння, припухлість, болючість; II - поява бульбашок, можливі наступні захворювання шкіри; III - виникають ділянки омертвіння тканин; IV - поразка не тільки всієї поверхні шкіри, але і глибоко лежачих тканин і органів.

Хімічні опіки можуть викликати такі речовини: соляна, сірчана, азотна кислоти, концентровані розчини лугів (їдкий натр, калій, аміак), причому лужні опіки глибші, тому що вони легко обмилують жировий шар шкіри і розчиняють білкові речовини.

При опіках хімічними речовинами, здатними прилипати до шкіри (гарячі смоли, жовтий фосфор), виникає також небезпека отруєння всього організму.

Заходами безпеки є [40]: 1) робота у відповідному спецодязі; 2) захисні окуляри; 3) установка кранів і фонтанчиків для швидкого промивання ураженого місця рясним струменем чистої води; 4) при відсутності водопроводу - установка ємності з водою.

Заходи з надання першої допомоги: 1) промити уражену ділянку великою кількістю води; 2) при опіках сполуками фосфору ватним тампоном зняти зі шкіри залишки цих речовин, а потім промити 5% розчином соди або марганцево-кислого калію.

Засоби індивідуального захисту. У хімічній промисловості проведення низки технологічних і допоміжних операцій пов'язано з застосуванням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Для виконання робіт всередині закритих ємкостей, в колодязях, місцях їх застосування має вирішальне значення для забезпечення безпеки праці. Засобами індивідуального захисту є: спецодяг; спецвзуття; головні убори; каски; шоломи; рукавички, рукавиці; фартухи;

протигази; респіратори; захисні окуляри; маски; світлофільтри; проти шумні пристрої; запобіжні пояси; електрозахисні засоби; пасти, мазі.

ЗІЗ можуть бути постійного користування (без цих засобів робочому забороняється перебувати на робочому місці) та аварійного користування.

Аварійні ЗІЗ створюються у виробництвах, де є токсичні, пожежо- і вибухонебезпечні продукти. Їх розташовують у доступних для користування місцях, які визначають керівники виробництв і цехів за погодженням з газорятувальної і протипожежної службами. Щорічно на кожному підприємстві хімічної промисловості складається перелік спецодягу, спецвзуття та запобіжних пристроїв, що підлягають безкоштовній видачі робітникам і службовцям для забезпечення безпечних умов роботи. У переліку вказується кількість і види засобів захисту для індивідуального, колективного та аварійного користування. Перелік узгоджується з комітетом профспілки, і після затвердження головним інженером цього переліку стає основним документом для забезпечення персоналу ЗІЗ.

Вимоги до спецодягу [40]: 1) надійний захист тіла людини від промислових шкідливих речовин; 2) забезпечення нормальної терморегуляції організму; 3) зручність одягу; 4) добре очищення від забруднень.

За захисними властивостями спецодяг ділиться на види: 1) загального призначення; 2) вологозахисний (з водонепроникної, водовідштовхувальної та і водотривкої тканини); 3) для захисту від радіації; 4) кислотозахисний; 5) нафтомастилозахисний; 6) пилезахисний; 7) термозахисний; 8) хімзахисний; 9) електрозахисний.

Спецодяг є власністю підприємства і повинен використовуватися тільки за прямим призначенням. По закінченню роботи за територію підприємства виносити спецодяг забороняється. Для його зберігання організуються спеціальні гардеробні. Прання, дегазація, дезактивація, хімчистка і ремонт спецодягу організовується та контролюється адміністрацією підприємства в узгоджені з санепідемстанцією терміни.

У всіх випадках, коли в повітрі робочої зони вміст шкідливих речовин перевищує ГДК або коли вміст кисню менше 17%, необхідно застосовувати ЗІЗ органів дихання від отруєння та задухи. Засобами захисту органів дихання є: протигази промислові фільтруючі; фільтруючі респіратори; шлангові протигази.

В якості захисного засобу від механічного травмування голови, а також ураження голови електричним струмом застосовуються різні каски. Існує перелік професій, посад і робіт, де робітники та інженерно-технічний персонал повинні обов'язково носити захисні каски.

Захист рук здійснюється різними видами рукавиць і рукавичок в залежності від робочого середовища: від термічних опіків, кислотозахисними, віброзахисними. Там, де неможливе застосування рукавичок (роботи, що вимагають великої чутливості пальців), а також при роботах з клеями, фарбами, застосовуються пасти і мазі.

Для захисту очей застосовують захисні окуляри, щитки й маски. Захисні окуляри випускаються двох типів: окуляри захисні відкриті – ОЗВ, окуляри захисні закриті – ОЗЗ. ОЗВ зручні тим, що мають широке поле зору, не запотівають. Вони захищають тільки від частинок, що летять прямо в очі.

ОЗЗ краще захищають очі, але звужують поле зору і пітніють. Для усунення запотівання застосовують спеціальні олівці, сухе туалетне мило або спеціальні вкладиші з незапотіваючої плівки.

РОЗДІЛ 5 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Ракетні обстріли цивільних об'єктів ворогом утворюють значну загрозу для населення України. За даними Ради Безпеки ООН (станом на 13.08.2023 р.), з початку повномасштабного вторгнення російських агресорів до нашої країни лише серед цивільного населення України зафіксовано понад 26 тис. жертв війни, зокрема 9 444 убитих і 16 940 поранених. При цьому реальні цифри ймовірно є значно вищими (UN News, 2023). Здебільшого зафіксовано втрати серед цивільних осіб, що спричинено застосуванням вибухової зброї з великою зоною ураження, включаючи обстріли з важкої артилерії та реактивних систем залпового вогню, а також ракетні та авіаційні удари.

На фоні окреслених загроз варто визнати, що ефективним способом і засобом захисту населення країни від загроз авіаційного та ракетного ураження залишається система своєчасного оповіщення та використання захисних споруд цивільної оборони (цивільного захисту). Також варто додати, що в лабораторіях працюють та навчаються студенти то існує ймовірність повітряної небезпеки та інших загроз зі сторони загарбника. Тому рішення задач із проведення розрахунково-планувальних робіт для колективної захисної споруди є досить актуальним.

Розрахунок об'ємно-планувальних робіт для колективної захисної споруди.

Вихідні данні: Провести розрахунок об'ємно-планувальних робіт для сховища на 250 чол. з урахуванням захисту від нейтронної зброї.

Де h – висота сховища для розташування нар в один яруси, м;

h_0 – перевищення обвалування над рівнем землі – 40 см;

h_3 – прийнята захисна товща ґрунту – 100 см;

РГР – рівень ґрунтових вод – 2,7 м.

1. Визначаємо кількість нар. За умовою завдання нари розташовуються у два яруси $250 : 1 = 250$. Отже для розташування 250 чол. необхідно 250 нар.

Нари згідно завдання розташовуються по дві сторони сховища тоді

$250 : 2 = 125$ нар з кожної сторони.

2. **Визначаємо кількість проходів** між нарами $125 : 2 = 62$ проходи.

3. **Накреслимо схему розташування нар**

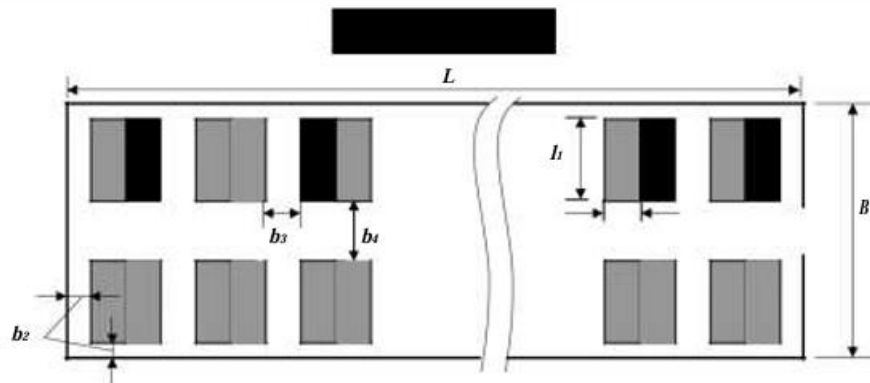


Рис. 5.1 – Схема розташування нар в основному приміщенні

4. **Визначимо довжину і ширину основного приміщення.**

$$L = (n_1 \cdot b_1) + (n_2 \cdot b_2) + (n_3 \cdot b_3); \text{ м} \quad (5.1)$$

де L – довжина основного приміщення, м;

n_1 – кількість нар;

n_2 – кількість проходів між стінкою і нарами;

n_3 – кількість проходів між нарами;

b_1 – ширина нар, м;

b_2 – відстань між стінками приміщення і нарами, м;

b_3 – ширина проходів між нарами, м;

$$L = (125 \cdot 0,55) + (2 \cdot 0,65) + (62 \cdot 0,7) = 113,45 \text{ м.} \quad (5.2)$$

$$B = (n_1 \cdot l_1) + (n_2 \cdot b_2) + (n_4 \cdot b_4), \text{ м} \quad (5.3)$$

де B – ширина основного приміщення, м;

n_4 – кількість проходів між рядами нар;

l_1 – довжина нар, м;

b_4 – ширина проходів між рядами нар, м;

$$B = (2 \cdot 1,8) + (2 \cdot 0,65) + (1,0 \cdot 1,2) = 6,1 \text{ м.}$$

5. Накреслимо схему сховища

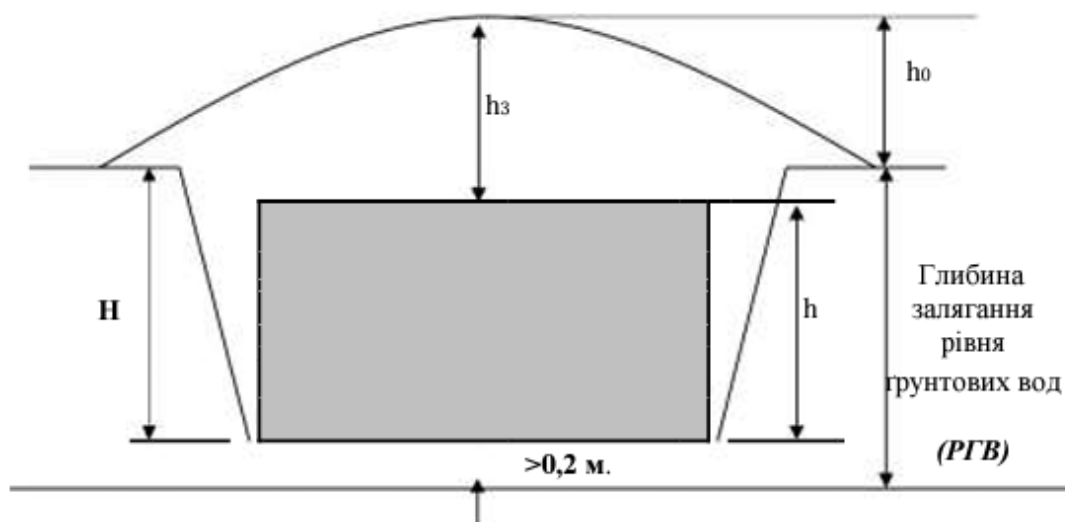


Рис. 5.2 – Схема заглиблення захисної споруди з дотриманням основних вимог

6. Визначимо глибину котловану H для посадки сховища

Проведеними дослідями встановлено оптимальне з точки зору маскування, перевищення верхньої точки обвалування над рівнем землі:

– для бліндажів та сховищ, які розташовані на відкритій рівнині – не більш 80 см;

– для бліндажів та сховищ, які розташовані в складках рельєфу пересічної та закритої місцевості – до 100 см.

$$H = h + h_3 - h_0 = 1,8 + 1,0 - 0,4 = 2,4 \text{ м}, \quad (5.4)$$

де H – глибина котловану;

h – висота остова сховища (бліндажу);

h_3 – прийнята захисна товща ґрунту;

h_0 – перевищення обвалування над рівнем землі.

$$РГВ - H = 2,7 - 2,4 = 0,3 \text{ м.}$$

Результат розрахунку. Ширина основного приміщення для сховища на 250 чол. буде складати 6,1 м, розрахункова довжина дорівнює 113,45 м, глибина котловану 2,4 м. Рівень ґрунтових вод ($0,3 > 0,2$) дозволяє заглибити сховище на визначену глибину.

ВИСНОВКИ

В межах даної кваліфікаційної роботи на основі проведених досліджень було обґрунтовано та розроблено ефективну та екологічно безпечну технологію утилізації кавового шламу за допомогою культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*). Розроблена технологія дозволяє не лише утилізувати відходи харчоконцентратних підприємств, а й одержати на її основі цінне джерело харчового білка для населення (гриби) та додатковий корм для тваринництва (відпрацьований субстрат).

За результатами роботи можна зробити такі основні висновки:

1. Аналіз сучасної проблеми утилізації відходів харчових виробництв показав, що активно проводяться дослідження питань, пов'язаних з використанням відходів харчових виробництв. Відходи кавового виробництва, враховуючи їх хімічний склад, доцільно використовувати як субстрат в біотехнології.

2. Аналіз біотехнологічних методів утилізації відходів показав, що хоча біологічна переробка відходів не позбавлена недоліків і більш тривала, ніж фізичні і хімічні методи, але вона більш екологічна, економічна і ефективна, а також дозволяє мінімізувати утворення вторинних відходів.

3. Визначено найбільш раціональні параметри субстрату на основі кавового шламу для вирощування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), що дасть змогу значно підвищити вихід грибів з одиниці субстрату (рН = 7,0 – 9,0, щільність – 0,42–0,45 кг/л, вологість – 70 %).

4. Експериментально встановлено, що визначальним методом є термічна обробка субстрату на основі кавового шламу, оскільки мінімізується ризик зараження субстрату конкурентною мікрофлорою, а також значно підвищується показник біологічної ефективності гливи звичайної.

5. Проведені дослідження довели, що при вирощуванні гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) на кавовому шламі відбуваються процеси деструкції лігноцелюлозного комплексу (у субстраті на основі кавового шламу після

культивування гливи вміст целюлози знизився порівняно з вихідним значенням на 53 %), тому відпрацьовані субстрати після культивування гливи можуть застосовуватись в якості кормової добавки до раціону ВРХ.

6. Розроблено технологічну схему утилізації кавового шламу за допомогою культивування гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) та визначено основні параметри технологічного процесу культивування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Писаренко В.Н. Безвідходні технології при переробці сільськогосподарської продукції. *Агроєкологія*. 2008. № 4. С. 20–24.
2. Каліновська Т. В. Використання вторинних продуктів переробки винограду під час розробки інноваційних технологій кондитерських виробів / Т. В. Каліновська, І. О. Крапивницька, В. І. Оболкіна, С. Г. Кияниця // *Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр.* / Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. 2013. Вип. 30. С. 75–80.
3. Технології захисту навколишнього середовища : підруч. Ч. 4: Технології поводження з відходами харчових виробництв / В. Г. Петрук та ін. Вінниця: ВНТУ, 2019. 340 с.
4. Петрова О. О. Диверсифікація олійного бізнесу та розвиток виробництва нетрадиційних олій на Херсонщині. *Агросвіт*. 2020. № 21. С. 41–48.
5. Dabetic Nevena M., et al. Grape seed oil characterization: A novel approach for oil quality assessment. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2020. № 122.6. P. 190–197.
6. Ткачук В. М., Стапай П. В., Кирилів Я. І. Використання сухих яблучних вичавок у годівлі овець. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2012. № 14.3-3 (53). С. 176–180.
7. Берник І. М. Встановлення оптимальних параметрів технологічного процесу вилучення пектину з яблучних вичавок в ультразвуковому полі. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2009. № 45. С. 21–27.
8. Россоха В. Потенціал ринку кави в Україні та світі. *Економіка та суспільство*. 2024. С. 65.
9. Тавожнянський Л., Бухкало С., Капустенко П. Загальна технологія харчової промисловості : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2021. 832 с.

10. Campos-Vega Rocio et al. Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. *Trends in Food Science & Technology*. 2015. № 45.1. P. 24–36.

11. Федак Н. М. Нетрадиційні корми у годівлі молодняку ВРХ (кавовий шлам). *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2011. № 53 (2). С. 190–196.

12. Іванов Є. І., Шутюк В.В. Вдосконалення технології кавових напоїв як спосіб зменшення об'ємів кавових відходів. *Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Харків, 8 квіт. 2021. Харків, С. 74.

13. Лебедець Т. Є., Соколова Н. Ю., Кожевнікова В. О. Ефективність використання пектиновмісної дикорослої сировини у хлібопеченні. *Наук. пр. Одес. нац. акад. харч. технологій*. 2015. Т. 48. С. 54–56.

14. Чуйко А. М. Використання кріас-порошків із виноградних вичавків у виробництві борошняних виробів : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі. Х., 2003. 220 арк.

15. Іванов В. Ю., Карасьова В.Ю., Хомич Г.П. Використання відходів кавового виробництва в технології бісквітного тіста. *Проблеми формування здорового способу життя у молоді* : матеріалів XII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнар. участю, Одеса, 03–05 жовт. 2019. Одеса, 2019. С. 98–99.

16. Гармаш С.М. Біоконверсія рослинних відходів агропромислового комплексу та агроекологічна оцінка застосування біодобрив у північному Степу України : автореф. дис... канд. с.-г. наук: 03.00.16 Дніпропетр. держ. аграр. ун-т. Дніпропетровськ, 2007. 21 с.

17. Біотехнологія : підруч. / В.Г. Герасименко та ін. Київ : Фірма «ІНККОС», 2006. 647 с.

18. Мадані М. М., Шевченко Р. І., Гаркович О. Л. Біоконверсія жировмісної фази стоків рибопереробних підприємств у кормову добавку. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 3 (111). С. 54–66.

[https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-3\(111\)-7](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-3(111)-7)

19. Березюк О. В., Березюк Л. Л. Моделювання поширеності компостування як методу поводження з твердими побутовими відходами. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2016. № 1. С. 33–38.

20. Гаценко М. В., Волкогон В. В. Оптимізація вермикомпостування органіки, збагаченої фосфоритами, за участі фосфатмобілізувальних мікроорганізмів. *Мікробіологічний журнал*. 2010. Вип. 72 № 3. С. 14–19.

21. Харчишин В. М., Мельниченко М.О., Веред П.І., Злочевський М.В. Інновації у вирішенні проблем утилізації органічних відходів методом вермікультивування. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2013. Вип. 10. С. 64–69.

22. Козлова М.І. Глива звичайна як об'єкт харчової промисловості та біотехнології. VinSmartEco : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 20-21 травня 2021. Вінниця, 2021. С. 163.

23. Голуб Г. А. Біоконверсія органічної сировини при вирощуванні грибів. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 11. С. 13–16.

24. Литвін Л. О. Добір складових матеріалів субстрату для вирощування шіїтаке та оптимальні режими його теплової обробки. *Овочівництво і баштанництво*. 2010. № 56. С. 96–101.

25. Вдовенко С. А. Біоенергетична оцінка вирощування гливи звичайної на солом'яних субстратах. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронімія*. 2014. № 195 (1). С. 169–173.

26. Вдовенко С. А. Вирощування їстівних грибів: навч. посіб. Вінниця : Вінницький аграрний університет, 2010. 120 с.

27. Латюк Г. І., Попова Л.М. Грибівництво : практикум для студ. вищ. зак. освіти. Одеса : Астропринт, 2021. 140 с.

28. Stamets P. Mycomedicinals. an information treatise on mushrooms. China, 2002. 96 p.
29. Gunde-Cimerman N. Screening fungi for the production of an inhibitor of Hmg Coa reductase: production of mevinolin by the fungi of the genus Pleurotus. *Microbiology Letters*. 1993. Vol. 111 (2-3). P. 203–206.
30. Корж З. В. Протипухлинні властивості макроміцетів в Україні. *Фармацевтичний журнал*. 2013. № 2. С. 3–9.
31. Wang D. Biological efficiency and nutritional value of Pleurotus ostreatus cultivated on spent beer grain. *Bioresource Technology*. 2001. Vol. 78 № 3. P. 293–300.
32. Jesenak M. Immunomodulatory effect of pleuran (β -glucan from Pleurotus ostreatus) in children with recurrent respiratory tract infections. *International Immunopharmacology*. 2013. Vol. 15 № 2. P. 395–399.
33. Wasser S. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2002. Vol. 60 № 3. P. 258–274.
34. Ященко О. В. Харчова та біологічна роль їстівних та лікарських грибів в харчуванні населення. *Гігієна населених місць*. 2012. № 59. С. 234–240.
35. Плахтій Д.П., Плахтій П.Д. Харчові та лікувальні властивості їстівних грибів Подільського краю. Кам'янець-Подільський : Медобори, 2006. 48 с.
36. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Мікробіологія галузі" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 181 "Харчові технології та інженерія" освітньої програми підгот. "Технологічна експертиза та безпека харчової продукції" ден. та заоч. форм навчання / Л. М. Пилипенко, О. О. Килименчук, А. В. Єгорова та ін.; Каф. біохімії, мікробіології і фізіології харчування. Одеса : ОНТУ, 2023. 72 с.
37. Насіння олійне, макухи та шроти. Визначання вологи, жиру, протеїну та клітковини методом спектроскопії в ближній інфрачервоній зоні : ДСТУ 7491:2013 [Чинний з 01.10.2014]. Київ: Держстандарт України, 2013. 16 с.

38. Hosseini S. M. Evaluation of thermochemical pretreatment and continuous thermophilic condition in rice straw composting process enhancement. *Bioresource Technology*. 2013. Vol. 133. P. 240–247.

39. Velázquez-Cedeño M. Role of *Bacillus* spp. in antagonism between *Pleurotus ostreatus* and *Trichoderma harzianum* in heat-treated wheat-straw substrates. *Bioresource Technology*. 2008. Vol. 99 № 15. P. 6966–6973.

40. Крюковська О.А., Левчук К.О. Охорона праці в галузі (для хімічних спеціальностей) : навч. посібник. Дніпроджержинськ : ДДТУ, 2011. 230 с.

41. Безпека життя і діяльності людини: теорія та практика : зб. наук. пр. Всеукр. наук. практ. конф., присвяченої Всесвітнім Дням цивільної оборони та охорони праці. (Полтава, 28 квіт. 2022 р.) / під ред.: В. П. Титаренко, О. В. Кудря. Полтава : ПНПУ, 2022.