НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
фізіології, біохімії рослин та
біоенергетики
_____ Світлана ПРИЛУЦЬКА
«____» _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Вплив мікробіологічних інокулянтів на ріст та поживну цінність *Pleurotus ostreatus* Kumm.»

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»
(код і назва)

Гарант освітньої програми
Кандидат біологічних наук, доцент,
завідувач кафедри екобіотехнології
та біорізноманіття _____Олена КВАСКО
(підпис)

Керівник бакалаврської роботи
доктор біологічних наук, доцент
кафедри фізіології, біохімії рослин
та біоенергетики _____ Ольга БОЙКО
(підпис)

Виконав _____Олександр РОМАНЧУК

КИЇВ-2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
фізіології, біохімії рослин
та біоенергетики,
д.б.н., проф.. Світлана ПРИЛУЦЬКА
«____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Романчуку Олександру Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Вплив мікробіологічних інокулянтів на ріст та поживну цінність *Pleurotus ostreatus* Kumm.»

керівник роботи д.б.н., доцент Бойко Ольга Анатоліївна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом ректора НУБіП України від "22" жовтня 2024 р. № 1880 "С".

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15 травня 2025 року.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: мікробіологічні інокулянти, субстрат, глива звичайна.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Ознайомитися з технологією вирощування гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* Kuum.
2. Підібрати мікробіологічні інокулянти для застосування їх в процесі вирощування гливи звичайної.
3. Дослідити фізико-хімічні показники субстрату.

Дата видачі завдання 23 жовтня 2024 року

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ **Ольга БОЙКО**
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ **Олександр РОМАНЧУК**

Реферат

Робота виконана на 44 сторінках, містить 3 розділи, 14 рисунків, 4 таблиці, 28 використаних джерел.

Метою роботи є дослідження росту міцелію і плодових тіл гливи звичайної після обробки середовища та субстрату мікробіологічними інокулянтами.

Об'єктом дослідженнь є підбір мікробіологічних інокулянтів для розвитку гливи звичайної.

Предметом досліджень були плодові тіла гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), фізіико-хімічні показникисубстрату.

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Огляд літератури	9
1.1. Біологічна характеристика, екологія та харчова цінність гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus* Kuum.)	9
1.2. Лікарські властивості гливи звичайної	11
1.3. Вирощування гливи звичайної	13
1.4. Основні хвороби і шкідники гливи звичайної	23
Розділ 2. Матеріали і методи досліджень	31
2.1. Матеріал досліджень	31
2.2. Методика приготування компостів	32
2.3. Фізико-хімічні властивості компостованих субстратів	32
2.4. Методика визначення товарної якості	33
Розділ 3. Результати досліджень	34
3.1. Фізико-хімічні властивості компостованих субстратів	34
3.2. Товарна якість плодових тіл та рівень забруднення	35
Висновки ……...	40
Список використаних джерел …….	41

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

КДА – картопляно-декстрозний агар

КГА – картопляно-глюкозний агар

LC-MS – метод аналізу, що поєднує рідинну хроматографію (LC) з мас-спектрометрією (MS)

ЯМР – ядерна магнітно-резонансна спектроскопія

HSQC – гетероядерна спектроскопія однофотонного квантування

ВСТУП

Світ грибів на сьогоднішній день є дуже різноманітним. Нараховується більше 200 тисяч видів. Із історії грибного виробництва відомо, що вже на початку нової ери в Римській імперії були зроблені перші спроби вирощування грибів. В наш час – це вже налагоджена промислова галузь. На думку вчених, харчова цінність грибів не поступається м'ясу, овочам та навіть фруктам.

Погіршення екології і забруднення навколишнього середовища робить небезпечним споживання їстівних дикорослих грибів. Нині отримання екологічно чистої продукції грибів можливо при штучному вирощуванні 4у контрольованих умовах.

На початку XX сторіччя у Німеччині з'явилися перші відомості про екстенсивне вирощування гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* Kumm. Її вирощували в лісах на відрізках деревини та повалених стволах. Першщ спроби вирощування гливи звичайної інтенсивним методом були зроблені у середині 60-х років в Угорщині, а в 1971 році у Нідерландах почала працювати перша ферма з вирощування цього гриба.

В Україні в основному культивують печериці та гливи, а також – шиітаке і строфарію (кільцевик). Виробництво грибів – це цілком безвідходний бізнес, тому що сировиною для вирощування є відходи сільського господарства, як солома, луска соняшника, відходи бавовни тощо. Рентабільність такого бізенесу становить 50-100%. Грибівництво має такі переваги:

1) продукти належать до продовольчої групи і є сировиною для переробних підприємств плодоовочевої галузі впродовж цілого року. Тоді, коли іншої плодоовочевої сировини немає, то сезонність вирощування грибів є постійно і підприємство працює безупинно.

2) потенційно необмежений ринок збуту первинної продукції (свіжі гриби) через мережі супермаркетів і гуртово-роздрібної торгівлі, так і продуктів переробки грибів (салати, соління, консерви, маринади тощо);

3) висока врожайність. Грибна культура здатна забезпечити такий вихід продукції з $м^2$ площі за рік;

4) організації безперервного виробничого потоку зі щоденним збором продукції;

5) під грибне виробництво можна переобладнати сільськогосподарські приміщення (тваринницькі комплекси, овочесховища), підземні виробітки (катакомби, шахти тощо).

Для поліпшення якості вирощування гливи звичайної необхідно застосовувати мікробні інокулянти в процесі короткострокового компостування.

В останні роки методи короткострокового компостування широко застосовувалися при вирощуванні гливи звичайної, але досі відсутні систематичні дослідження їх впливу на поживні та функціональні властивості плодових тіл.

Метою роботи є дослідження росту міцелію і плодових тіл гливи звичайної після обробки середовища та субстрату мікробіологічними інокулянтами.

Для вирішення даної мети були поставлені наступні завдання:

1. Ознайомитися з технологією вирощування гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* Kuum.

2. Підібрати мікробіологічні інокулянти для застосування їх в процесі вирощування гливи звичайної.

3. Дослідити фізико-хімічні показники субстрату.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічна характеристика, екологія та харчова цінність гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus* Kuum).

Глива звичайна - *Pleurotus ostreatus* є одним з найбільш перспективних видів грибів, що вирощують екстенсивним та інтенсивними методами. У неї є ряд переваг над іншими культивованими грибами. Для неї характерний короткий цикл розвитку: від міцелію до плодоношення, висока врожайність стійкість до бактеріальних, грибних і вірусних збудників. Вона здатна переновити тривале зберігання і транспортування без змін зовнішнього виду і якості плодових тіл, а також харчові та поживні властивості. Технологія вирощування відносно проста. Глива звичайна росте на різних відходах рослинного походження використовуючи целюлозу, геміцелюлозі, лігнін. Грибний субстрат після плодоношення гливи застосовують в якості добрива і для корму сільськогосподарських тварин.

Плодові тіла гливи звичайної ростуть групами по 5-30 і більше грибів, які розташовані один над одним. Шапинка має діаметр (5-15 см, зрідка до 30 см.), м’ясиста, неправильно-округла, вухо-, раковино подібна, може бути різного кольору (сіро-коричнева, синювато-чорна, білувата). Пластинки гіменофору часті, біля ніжки з перемичками, звужуються і ростуть вниз (сходяться по ніжці). Колір кремово- білуватий, пізніше стає коліру «слонової кістки». Ніжка ексцентрична, біла, щільна. У багатьох грибів вона непомітна. М’якоть біла, товста і у ранньому віці ніжна, пізніше вона пружна і волокниста, має приємний запах і смак. Споровий відбиток – білого кольору.

Відділ Basidiomycota

Клас Agaricomycetes

Порядок Agaricales

Родина Polyporaceae

Рід Pleurotus

Рис. 1.1. Глива звичайна *Pleurotus ostreatus* Kuum.

Глива звичайна зростає удикорослому вигляді на ослаблених, пошкоджених і мертвих стовбурах листяних дерев (тополя, верба, осина, береза). Часто зростає густими пучками, тісно зростаючись по основі. Глива звичайна відноситься до деревних сапротрофів. Живлення відбувається за рахунок поживних органічних речовин відмерлих рослинних організмів. Це гетеротроф, безхлорофільний організм, який сам не здатний виробляти органічні речовини з неорганічних. З кисневим способ дихання.

Плодоношення гливи в природних умовах починається в кінці квітня і до листопада. Міцелій гливи росте при температурі – 23 – 27°С. При температурі нижче або вище оптимуму ріст його сповільнюється, а при меншій 5^0С і вищій 30^0С взагалі припиняється. Від темпатурних вимог для

ініціації плодоношення і розвитку плодових тіл розрізняють гливи (зимові, літні і проміжні штами). Зимові штами плодоносять при температурі – 10 - 13^{o}C. Літні штами – прибільш високій температурі, а проміжні штами – 12 – 25^{o}C. Зимоі штами можуть прискорювати плодоношення, коли їх піддавати холодному шоку: 1 – 2 доби при температурі – 2 – 4^{o}C.

За своїми смаковими якостями глива звичайна прирівнюється до таких грибів, як білий гриб (різні форми), печериця двоспорова, польова, трюфель їстівний і лисичка їстівна. При вживанні 100-150 г свіжих грибів гливи в день, покращується стан організму людини та підвищується стійкість проти негативних факторів навколишнього середовища.

У стародавній літературі (Китаю, Японії) відзначалося, що регярне вживання гливи позитивно впливає на нервову систему і знижує кров'яний тиск.

1.2. Лікарські властивості гливи звичайної.

За лікувальними властивостями, зберіганням, переробкою глива звичайна переважає інші гриби, білок яких рівний зтваринним білком. У гливи виявлено антиоксиданти, що гальмують старіння організму. Цей гриб має виражену онкостатичну властивість та антисклеротичну дію, дає підвищити радіорезистентність та імунітет до різних збудників захворювань. Гливи містять різні біоактивні сполуки, такі як полісахариди та терпеноїди, які наділяють їх лікарською активністю, включаючи антиоксидантні, протипухлинні, протизапальні, антибактеріальні, гіпоглікемічні, гіперліпідемічні та гіпотензивні властивості [3,4].

Плодові тіла гливи звичайної мають високий вміст полісахаридів, вище, ніж у лисичках і культивованих печерицях. Полісахариди гливи (глюкани відповідають за онкопротекторні властивості). Вони блокують вплив канцерогенних речовин і зберігаються після теплової обробки. До

полісахаридів гливи відносять маніт і хітин, які ормують клітковину плодового тіла гриба. Вони є сорбентом токсичних речовин і сприяють їх виведенню з організму людини. Грибна клітковина нормалізує роботу корисної кишкової мікрофлори.

Глива звичайна є цінним продуктом харчування. За вмістом білка та амінокислотним складом вона ближча до овочів, ніж до м'яса. Білок гливи містить усі незамінні амінокислоти, його перетравлюваність сягає 90%. Індекс незамінних амінокислот перевищує індекс овочів, горіхів, зерна та близький до індексу м'яса та молоеп. Вони мають речовину яка нормалізує рівень ліпідів в крові, сприяють зниженню кров'яного тиску та зменшенню ризику серцево-судинних захворювань.

Таблиця 1.1.

Харчова цінність гливи звичайної в порівнянні з картоплею та іншими грибами

Основні компоненти, г/100 г	Картопля	Види культивованих грибів		
		Глива	Печериці	Шіітаке
Клітковина	2,7	7,5	6-7,7	6,5-8,5
Вуглеводи	31,7	60-82	24-62	54-82
Білок	3,9	10-30	21-40	10-17
Жири	0,2	1,0-7,2	1-6,8	0,6-8
Зола	5	5,0-9,0	7-10	6-10
Енергетична цінність, Дж	136	317-367	175-337	296-375

Глива звичайна містить – 5,4% ліпідів (жирів), стерини, фосфатиди, ефірні масла і полі ненасичені жирі кислоти, які не можуть синтезуватися в організмі людини і є незамінними. Ці кислоти забезпечують нормальне зростання тканин та перешкоджають відкладанню холестерину.

Глива містить і органічні кислоти, ферменти, що сприяють розчепленню жирів та глікогену. Цінна глива вмістом великої кількості вітамінів (як водорозчинних , так і жиророзчинних), B1, B2, C, D, E.

На основі гливи звичайної виготовляють лікарські препарати, що знижують рівень ліпідів в крові, мають протипухлинну активність, антибактеріальні, протипаразитні та антиалергенні властивості. Відновлення функцій нервової системи – це як раз ті якості, які роблять гливу незамінним продуктом у нашому раціоні.

В гливі міститься до 7-8% мінеральних речовин. Це і калій, що регулює роботу серцевого м'язу, і фосфор, який бере участь в обміні речовин і входить до складу білків та нуклеїнових кислот, і залізо, яке бере участь в утворенні гемоглобіну та ряду ферментів, а також кальцій, кобальт, мідь, натрій і ряд інших елементів, необхідних організму людини.

Вживання страв із гливи сприяє зниженню холестерину. Вона володіє антисклеротичною дією. Окрім названих цілющих властивостей було встановлено, що у ній містяться речовини, які запобігають утворенню ракових пухлин.

1.3. Вирощування гливи звичайної.

Глива (*Pleurotus* spp.) є одним із найбільш широко культивованих їстівних грибів у світі, а також третім за величиною комерційно культивованим грибом у різних країнах світу [1].

Україна має значний потенціал для розвитку грибівництва. В нашій країні є необхідна сировина для субстратів, велика кількість приміщень, які можуть бути використані для вирощування грибів, робоча сила. Існує колекція високопродуктивних штамів, виробляється якісний посівний міцелій, є досвідчені спеціалісти-мікологи, які знайомі з передовими світовими технологіями.

Гриби гливи володіють рядом цінних властивостей та переваг порівняно із іншими грибами, що культивуються. Глива дуже технологічна та має високу швидкість росту, а також значну конкурентоспроможність по відношенню до сторонньої мікрофлори. Гриб росте на різноманітних відходах сільського господарства, харчової промисловості, що містять целюлозу та лігнін. Загалом, за кількістю субстратів, на яких її культивують, глива не має собі рівних. Самим звичайним субстратом при інтенсивному культивуванні для неї є пшенична солома, а також суміші соломи, сої, костри льону, відходів переробки какао-бобів, цукрового очерету та ін.

Глива ніжна, смачна, поживна і багата білком, харчовими волокнами, вітамінами та мінеральними елементами [2]. Вирощування глив грає важливу роль у сприянні зростанню доходів фермерів завдяки їх широкому вибору субстратів і простим методам вирощування [1,5]. В даний час існує три основні способи вирощування глив: вирощування сировини, вирощування зі стерилізацією та вирощування з компостуванням [6,7]. У процесі вирощування з компостуванням сировина спочатку піддається короткостроковій обробці компостуванням (5-10 діб), після чого відбувається звичайні процеси вирощування глив [1,8]. В останні роки вирощування гливи з компостуванням стало дуже популярним. Воно може підвищити врожайність грибів та знизити рівень забруднення, інвестиції в обладнання та споживання енергії [6,9]. Більше того, врожайність та якість грибів також тісно пов'язані з субстратами вирощування, часом компостування, властивостями компосту та мікробними організмами [2,10,11]. Тим часом, спостерігається відсутність досліджень щодо поживних якостей та біологічно активних сполук глив, вирощених за допомогою короткострокових процесів компостування.

Глива – це абсолютно екологічно чистий гриб. Технологія його вирощування розроблена таким чином, що різні добрива, пестициди і т.д. практично не застосовуються. Це приклад технології, яка забезпечує

ефективну утилізацію різних сільськогосподарських відходів, і отримання дуже цінного, екологічно чистого і корисного продукту. У наш час культивована за інтенсивною технологією глива (Pleurotus ostreatus) поступово завойовує все міцніші позиції на прилавках магазинів, в меню ресторанів і на наших столах. Можна багато сперечатись з приводу переваг смаку чи запаху популярних лісових грибів порівняно з гливою, але незаперечним є той факт, що правильно вирощена і добре приготована глива не поступається їм за смаковими якостями і значно переважає деякі з них за цілющими властивостями.

В останні роки мікробні інокулянти широко застосовуються у процесах компостування, які можуть підвищити ефективність компостування за рахунок секреції великої кількості позаклітинних ферментів [12]. Інокуляція *Bacillus* може опосередковано впливати на деградацію лігноцелюлози при компостуванні рисової соломи, змінюючи бактеріальну організми [13]. Більш того, комбінований мікробний агент VT1000 може збільшити відносну велику кількість термофільних бактерій і зменшити кількість патогенів у процесі компостування з коров'ячим гноєм та пшеничною соломою [14]. Більшість досліджень мікробних інокулянтів зосереджені на процесі компостування сільськогосподарських та лісових відходів, з невеликою кількістю повідомлень про подальші етапи використання продуктів компостування, особливо для компостування вирощування глив. Дослідники отримали ефективний термофільний лігноцелюлозний деградуючий актиноміцет *Streptomyces thermoviolaceus* BUA-FM01 під час короткострокового процесу компостування для вирощування глив. Оцінювали вплив мікробної інокуляції під час короткострокового процесу компостування на врожайність та поживні речовини отриманих плодових тіл гливи. *Pleurotus ostreatus* вирощували з використанням компостованих субстратів із мікробною інокуляцією під час компостування або без неї. Далі оцінювалися врожайність, біологічну ефективність (БЕ), агрономічні ознаки окремих плодів, поживні якості, смаковий склад та антиоксидантна

активність плодових тіл у різних потоках. Це дослідження сприяє глибшому розумінню впливу технології компостування на поживні якості гливи та сприяє подальшій оптимізації технології.

Технологія вирощування.

Вирощування гливи надзвичайно гнучкий і різноманітний процес. Існує два метода вирощування: екстенсивний – у відкритому грунті і інтенсивний – у закритих приміщень. Це дозволяє гриби вирощувати протягос усього року.

Екстенсивний спосіб.

Екстенсивний спосіб передбачає вирощування грибів у природних умовах. Недоліком цього способу є сезонність збору плодових тіл і залежність урожаю від кліматичних умов. Технологія вирощування грибів екстенсивним способом не вимагає великих затрат. При цьому використовують відходи лісозаготівельної промисловості (низькоякісна деревина, пеньки, стружка, кора тощо).

Інокуляція і розвиток міцелію.

Глива звичайна може рости на стовбурах багатьох листяних дерев, однак найкращими для неї є різні види тополі, верби, грабу, буку й дубу. На листяних породах з м'якою деревиною (тополя, верба, граб) міцелій гливи розростається швидше, але врожайність її нижча, ніж на деревах з більш твердою деревиною (бук, дуб), на яких грибниця розвивається повільніше.

Для культивування гливи найкраще використовувати свіже зрубану деревину, яка містить достатню кількість вологи для розвитку міцелію гриба. При використанні давньої зрубаної деревини її варто вимочувати у воді протягом тижня. Розрізати стовбур на бруски (обрубки) треба в день інокуляції або напередодні. Оптимальний їх діаметр – 30-40 см. Не варто

використовувати стовбури з діаметром менше 15 см, оскільки врожайність грибів на них буде низькою. Висота брусків повинна становити 30-40 см.

Відомі два способи інокуляції.

1. Обрубкип встановлюють у підвалі або траншеї вертикально (один на іншій). Кожний кінець інокулюють міцелієм. Висоту блоку доводять, залежно від висоти приміщення чи глибини траншеї (до 2-2,5 м). Інокуляцію краще проводити у травні. Для збереження вологи блоки потрібно накрити зверху соломою (шаром товщиною 40 см). А у випадку використання траншеї – на солому наносять 15-20 см шару грунту. Поливають 2-3 рази на тиждень. Вологість підтримують на рівні 80-90 %. Міцелій гливи добре розвинеться по всьому бруску через 2-3 місяці.

2. Під основу кожного бруска вносять посівний міцелій – 70-100 г. На глибину 10-12 см прикопують у грунт. Між рядками – відстань – 30-50 см. Інокуляцію проводять у травні-червні. В цьому способі є перевага – немає потреби у приміщеннях чи траншеях, прискорення плодоношення, немає затрат на перенесення брусків.

Екстенсивним способом гливу звичайну можна культивувати і на пеньках (рис. 1.2.). Використовують пеньки листяних порід дерев (в рік рубки – зимово-весняної). Діаметр – 40-70 см. Міцелій наносять на поверхню пенька, попередньо зрізавши з нього диск (товщиною – 3-5 см). На один пеньок – витрачається – 70-100 г міцелію.

Рис. 1.2. Плодові тіла *Pleurotus ostreatus* на пеньках.

Плодоношення і збір урожаю.

Плодові тіла гливи звичайної з'являються в кінці вересня і на початку жовтня. Сприятливими умовами для плодоношення є низькі нічні температури – 4-6°С і висока вологість повітря – 90-95%. Збирати врожай можна на 7-10 добу. Плодоношення триває 40-50 діб і має 2-3 хвилі. На урожай впливає якість деревини і міцелію, погодні умови, санітарний стан лісу. З 1 ц деревини: м'якої – збирають 12-15 кг грибів; твердої – 19-20 кг.

Інтенсивний спосіб вирощування.

При інтенсивному способі вирощування передбачають культивування грибів у спеціальних приміщеннях. При можливості регулювання умов мікроклімату. Процес вирощування проводиться цілий рік. Прицьому урожайність більш висока, використовують різноманітні субстрати (целюлозо- і лігніновмісні відходи сільського господарства і промисловості).

На ріст і розвиток гливи впливає світло. За рахунок нього можна прискорити або уповільнити фізіологічні та біохімічні процеси розвитку плодових тіл.

Світло впливає:

1. На синтез нуклеїновиї кислот, білків і пігментів;

2. На захист від низьких температур. Глива не боїться короткочасних приморозків;

3. Захищає від мікроорганізмів, бактерій і комах (кольорова пігментація і фітонциди відлякують шкідників);

4. Захищає від радіації, короткохвильових ультрафіолетових променів;

5. Впливає на орієнтування в просторі (реакція на світло - згин плодового тіла) відбувається за допомогою чутливих фоторецепторів-пігментів, які являють собою світловбирачі системи-антени, а подразником цього процесу є промені із блакитним і фіолетовим спектром 380-540 нм.

Підготовка субстрату.

Для вирощування гливи звичайної підходить субстрат на основі соломи злакових кільтур - пшениці, жита, ячменю, вівса, проса. Застосовують також подрібнені качани кукурудзи, рисова солома, відходи бавовнопереробної промисловості.

Підготовка субстрату передбачає нагрів його до 60-80ºС з метою часткової стерилізації середовища. Існують декілька способів термічної обробки рослинних субстратів:

1. Замочування гарячою водою;

2. Ступінчаста термічна обробка;

3. Ферментація.

Замочування соломи гарячою водою – це найпростіший спосіб (95ºС) протягом однієї доби. Відбувається руйнування оболонок рослинник клітин і перехід лігніну в доступнішу форму для міцелію гриба. Таке замочування проводять в баках і контейнерах при температурі – 50-60ºС.

Ступінчаста термічна обробка субстрату полягає в нагріванні його до 80ºС, охолоджені і повторному нагріванні до 60 - 80ºС. При цьому гине практично вся мікрофлора, а основні компоненти субстрату переходять в

доступніші для міцелію форми. Термообробка проводиться без подачі свіжого повітря.

Таблиця 1.2.

Технологічна схема відносно стерильної технології вирощування гливи звичайної

Етап	Характеристика
1. Заготовка сировини	Солому пшениці, жита, ячменю заготовляють відразу після обмолоту.
2. Зберігання сировини	Сировину складують у закритих приміщеннях або під навесом в об'єм річної потреби.
3. Приготування субстрату	Субстрат подрібнюється та проходить термічну обробку (стерилізацію).
4. Інокуляція та розвиток міцелію	Солому набивають у місткості з одночасним внесенням міцелію в кількості 3-5% від маси субстрату і розміщують їх у камери для росту міцелію (температура повітря становить 22-24°С, вологість 60-65%, вентиляція – 1-2 об'єми за годину.)
5. Плодоношеня	Підтримка температури, в залежності від біологічних особливостей культивованого сорту, вологість 80-95%, вентиляція - 1-2 об'єми за годину, освітлення.
6. Збір та зберігання грибів	Гриби збирають, фасують в ящики (5-7 кг), швидко охолоджують до - 2°С в холодильнику. Перевозять у спеціальних автомобілях при + 2° С.
7. Утилізація відпрацьованого субстрату	Субстратні блоки реалізують як корм тваринам або як органічне добриво.

Ферментація (пастеризація) субстрату відрізняється від термічної обробки тим, що при короткочасному підвищенні температури до 55 - 60ºС проходить часткова стерілізація і створюються умови для розвитку корисної

мікрофлори, яка формує сприятливе середовище для росту грибниці гливи. Ферментацію проводять при подачі свіжого повітря. При застосуванні цього способу підготовки субстрату небезпека з´явлення інфекції значно нижча ніж при термічній обробці.

Інокуляція і розвиток міцелію.

Після етапу обробки соломи і охолодження до 28-30ºС, її переносять в мішки, касети і інші ємкості разом з одночасним внесенням посівного міцелію в кількості 3-5% від маси субстрату. Після посіву субстрат оберігають від висихання, що краще всього забезпечує поліетиленова плівка, яка в нижній частині мішків чи касет повинна бути перфорована (надрізи діаметром 1 см через 5-10 см) для того, щоб витікала надлишкова волога.

Після процесу інокуляції мішки чи касети розміщують у камерах для росту міцелію. Температура повітря в них становить 22-24ºС, вологість 60-65%, вентиляція – 1-2 об'єми за годину. Оскільки світло сповільнює ріст грибниці гливи, приміщення повинно бути темним. У випадку використання мішків, їх складають один на інший по чотири в ряд. А касети встановлюють попарно, залишаючи проходи 1,5-2 м. Залежно від виду субстрату, що використовується, його обростання міцелієм триває 10-20 діб.

Рис. 1.3. Плодові тіла гливи звичайної (інтенсивний спосіб вирощування).

Плодоношення і збір урожаю.

Після повного зараження субстрату міцелієм гливи, мішки, касети переносять у приміщення для плодоношення. Зимові штами перед розміщенням у камери для плодоношення піддають температурному шоку (охолджують у спеціальному приміщенні або на вулиці при температурі – 2-4ºС протягом 1-2 діб. В культиваційних спорудах, залежно від біологічних особливостей штаму, температуру підтримують на рівні 10-13ºС – для зимових, 20-25ºС для літніх, 12-25ºС для проміжних штамів.

Вологість повітря повинна становити – 85-90 %, вентиляція – 2-3 об'єми за годину, освітлення протягом 8-10 год/добу (денна норма світла – 920 лк. При недостатку освітлення з'являються плодові тіла з витягнутими ніжками і маленькими шапинками. За повної темноти утворюються лише зачатки плодових тіл, що нагадують кольорову капусту.

Через 7 – 10 діб після перенесення субстрату в камеру на поверхні грибниці з´являються маленькі горбочки – примордії. В місцях де вони з'являються необхідно зробити надрізи довжиною 10-15 см. Потім забезпечують 8-10- кратний обмін повітря (вологість на рівні 80-85 % і температура така, як для стимуляції плодоношення).

Перша хвиля розпочинається через 10-14 діб після розміщення мішків у камері плодоношення і триває 5-7 діб і має максимальну врожайність. Для прискорення другої хвилі, зменшують вентиляцію до 2-3 об'ємів/годину. Для шокових штамів знижують температуру до 5-8ºС, підвищують вологість до 85-90%. Через 10-14 днів при такому режимі настає друга хвиля плодоношення, яка звичайно складає за врожайність 40-50% першої. Збір урожаю відбувається за дма хвилями. Врожайність гливи інтенсивним метом складає 18-40% маси субстрату.

Плодові тіла гливи для вживання у свіжому вигляді і для промислової переробки мають відповідати наступним вимогам:

1. Бути свіжими, м´ясистими, чистими, міцними, сухими або природно вологими, без стороннього запаху.

2. М´якоть має бути білою, на зломі не міняти колір на світло-сірий.
3. Розмір шапинки по найбільшому поперечному діаметру – не менш 4 см і не більше 10 см, довжина ніжки – не більше 4 см.

Один цикл вирощування гливи інтенсивним способом триває 2 – 2,5 місяці. За рік можна здійснити 5 – 6 циклів.

1.4. Основні хвороби і шкідники гливи звичайної.

При інтенсивному способі вирощування грибів виникають проблеми, що пов’язані зі збудниками хвороб і шкідниками. Хвороби поділяються на бактеріальні, грибні, вірусні та можуть бути неінфекційні.

Грибні хвороби:

Зелена пляснява (збудники - *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T.Koningii*).

Рис. 1.4. Зелена пліснява (*Trichoderma harzianum*).

Симптоми: викликає пригнічення або відмирання міцелію. Причина – підкислення середовища, підвищення температури в субстраті, накопичення продуктів метаболізму та антибіотиків, мікопаразитичних властивостей. Не селективність субстрату після неправильної термообробки, високий вміст азотистих добавок і надмірна вологість. Недотримання правил гігієни при проведенні інокуляції і підвищена температура інкубації.

Рис. 1.5. Зелена пліснява (*Aspergillus*, *Penicillium*).

Aspergillus flavus *Aspergillus nidulaus* *Aspergillus niger*

Рис. 1.6. Культури різних видів роду *Aspergillus*.

Симптоми: пригнічення розвитку міцелію, що призводить до затримки початку плодоношення.

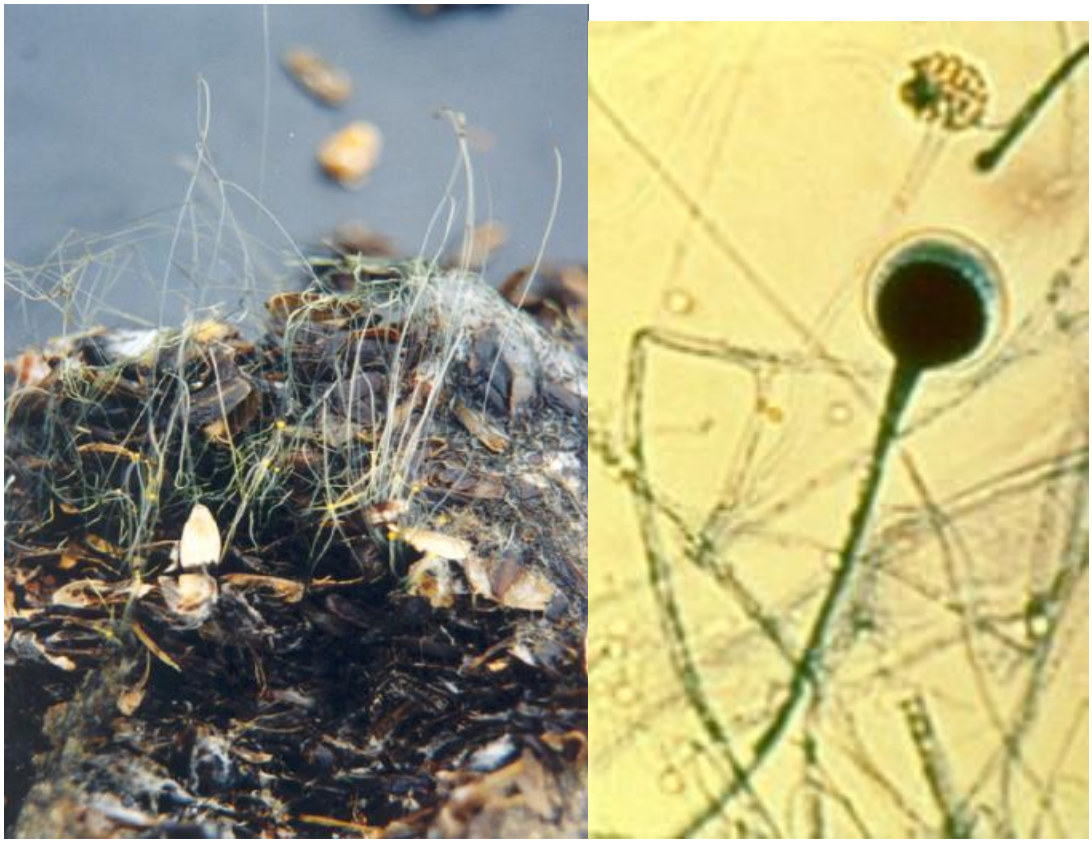

Рис. 1.7. *Mucor* spp.

Рис. 1.8. Навозник *Coprinus* sp.

Навозник *Coprinus* також є конкурентом за джерело харчування.

Причини та умови розповсюдження: не селективність субстрата із-за надлишку азоту, перезволоження, сильно лужна реакція середовища. В період інкубації температура всередині блоку вища 30°С.

Заходи боротьби з конкурентною мікрофлорою:

1. Заготівля сухої сировини в суху погоду;
2. Зберігання сировини в закритому приміщенні;
3. Контроль температурного режиму обробки та достатня експозиція;
4. Корекція вмісту субстрата, зменшення наявності легкодоступних речовин (промити у воді, відфільтрувати);
5. Видалення органічних решток, ізоляція камер від зовнішнього середовища, регулярна дезинфекція;
6. Зниження інфікування сировини: промивка водою, якісна термообробка, внесення фунгіцидів (фундазол 25-100 ppm).

Бактеріальні хвороби:

Бактерії роду *Pseudomonas.*

Симптоми: виділяют токсичні метаболіти, які інгібують ріст міцелію. При розвитку на поверхні плодових тіл знижує товарну якість грибів та термін зберігання. Причини та умови розповсюдження: перезволоження субстрату, недостатня або неправильна термообробка. Недотримання оптимального температурного режиму инкубації субстрату. Надмірний полив та неправильна вентиляція.

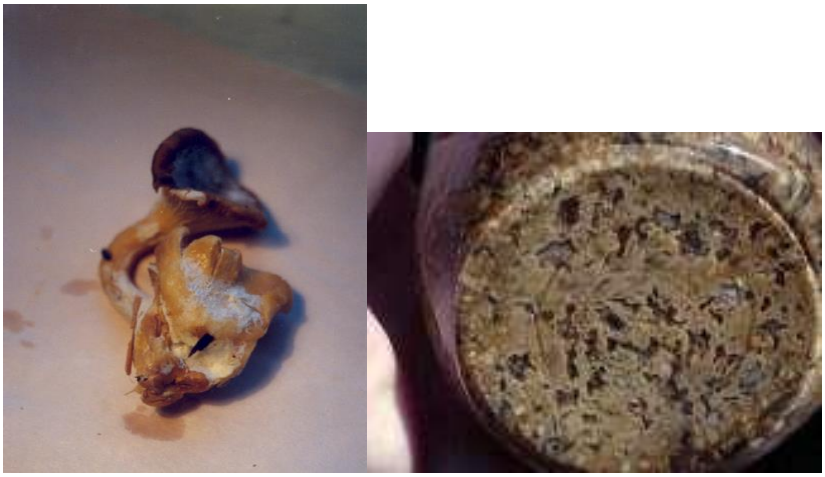

Рис. 1.9. Ураження бактеріями роду *Pseudomonas*.

Вірусні хвороби.

Рис. 1.10. Плодові тіла гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), ураженої сферичним вірусом.

Шкідниками гливи звичайної є грибні мушки та комарики, кліщі, мокриці, нематоди та гризуни.

Рис. 1.11. Грибні мушки (*Lycoriella* spp.) і горбатки (*Megaselia* spp.)

Дорослі представники маленькі (2-3 мм), дуже тендітні істоти, сірого чи чорного кольору з довгими ніжками та ниткоподібними вусиками-антенами. Крила прозорі або димчасті. Личинки прозорі або кремово-білі, можуть мати довжину 6 мм. Головки личинок являють собою маленькі блискучі капсули.

Причини: місця, в яких був пошкоджений міцелій після збору чергової хвилі дуже приваблює мушок, а їхні личинки живуть прямо на грибному мицелії, поїдаючи його. Ті частини тканини гриба, які були уражені мушками часто заселяються бактеріями, що призводить до загнивання. Дорослі особини можуть також переносити спори грибів (наприклад *Verticillium)* або віруси.

Заходи боротьби: для запобігання розповсюдження шкідників рекомендується створювати підвищений тиск повітря в приміщенні.

Рис. 1.12. Карликовий кліщ (*Pygmephorous* spp)

Ці кліщі мають світло-коричневе забарвлення і настільки мініатюрні, що роздивитися їх можна лише за допомогою мікроскопу. Вони небезпечні тим, що поїдають гіфи грибниці і дізнатися про наявність цих організмів можна лише по характерній червоно-коричневій зміні забарвлення основи ніжки гриба.

Методи профілактики: потрібно прогрівати компост при пастеризації до критичних температур, для того, щоб знищити кліщів в субстраті. Потрібно якісно очищати всю поверхність від залишків грибкової тканини після збору чергової хвилі врожаю.

Присутність цих кліщів може свідчити про те, що в субстраті може бути триходерма (зелена пліснява). Ці кліщі не їдять гриби, вони їдять плісняву.

Заходи боротьби із шкідниками та хворобами:

1. Суворе дотримання технології підготовки субстрату.

2. Правильне виконання пастеризації субстрату, дотримання необхідних умов в період пастеризації.

3. Суворе дотримання санітарно-гігієнічних правил в приміщенні, де культивують гливу. Видалення залишків субстрату та грибних відходів із приміщення.

4. Контроль температурного режиму та вологості повітря, а також освітленості та вентиляційної системи.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріал досліджень.

Матеріалом досліджень слугували гриби гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* Kumm., що вирощується в приватному господарстві Київської області. Процес вирощування відбувається стандартним способом з використанням поліетиленових мішків. Субстратом є солома з додаванням люцерни.

Міцелій гливи звичайної (штам 453), отриманий із колекції культур шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України.
Міцелій гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* 453 був взятий із колекція культур шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАНУ. Колекція була створена більше 30 років тому для проведення досліджень з біології, систематики та біотехнології грибів. Колекція визнана національним надбанням.

В Колекції приділяється увага таксономічного та штамового різноманіття особливо їстівних і лікарських грибів. Важливим напрямком роботи Колекції є питання інтродукції в культуру і збереження генофонду рідкісних видів шапинкових грибів.

Чисті культури одержані з тканини плодового тіла або зі спорового відбитку грибів. Використовують агаризоване пивне сусло (2% цукру), мальц-агар, компостне, картопляно-десктрозне та інші агаризовані середовища (також з додаванням рослинних естрактів). Культури зберігаються в холодильних камерах при температурі 4-5ºС. Морфологічні і фізіологічні дослідження проводяться методом ступінчастого скринінгу, культури грибів методом скануючої мікроскопії.

Як мікробний інокулянт використовували *Streptomyces thermoviolaceus* Henssen. Це вид бактерій, що відноситься до роду *Streptomyces*, який відомий своїми різноманітними метаболічними можливостями та продукцією різних вторинних метаболітів (антибіотики). *Streptomyces thermoviolaceus* проростає

в широкому діапазоні температур, що відображено в його назві "thermoviolaceus", що вказує на його термофільну природу. Його адаптивність, поряд з метаболічною універсальністю, робить його цікавим для біотехнологічних досліджень: виробництво ферментів, антибіотиків та інших біологічно активних сполук. *Streptomyces thermoviolaceus* та інші види цього роду в центрі уваги мікробіологів і біотехнологів через їх потенціал виробляти нові антибіотики та інші фармацевтичні препарати.

Мікробний інокулянт *Streptomyces thermoviolaceus* застосовувся в процесі короткострокового компостування для вирощування гливи звичайної.

2.2. Методика приготування компостів.

Зерновий міцелій гливи звичайної готувався з використанням 98% проса і 2% вапна (стерилізація при 121°C протягом 120 хв.). (13,0%) і вапном (2,0%). Початкова вологість і pH були відрегульовані приблизно до 60–65% і 6,8–7,2 відповідно [1]. Рівномірно перемішана сировина була складена в трапецієподібні штабелі довжиною приблизно 5,0 м, висотою 0,8 м, шириною знизу 1,5 м. Компостування проводили протягом 6 днів і стерилізувався при 100 °C протягом 1 години, а потім природним чином охолоджувався до кімнатної температури.

2.3. Фізико-хімічні властивості компостованих субстратів.

Перед інокуляцією грибів стерилізовані субстрати збирали з мішків для культивування для визначення фізико-хімічних властивостей: pH, електропровідність (EC) та MC, загальний вміст вуглецю (TC) та загальний вміст азоту (TN) [6].

2.4. Методика визначення товарної якості.

Свіжі плодові тіла збирали при першій, другій і третій хвилі відповідно. Потім розраховували врожайність та біологічну ефективність (БЕ). Урожайність (кг/100 мішків) представляла собою загальну вагу свіжих грибів, зібраних зі 100 мішків кожної хвилі. БЕ (%) = свіжа вага грибів, зібраних зі 100 мішків/суху вагу відносного субстрату × 100%. Рівень забруднення (РЗ) є частка забруднених мішків до загальної кількості мішків з грибами, що розраховується як РЗ (%) = кількість забруднених мішків/100 мішків [1]. Товарні якості окремих плодових тіл визначали з використанням зразків першої хвилі, включаючи одиничну вагу, товщину капелюшка, діаметр капелюшка, колір капелюшка, довжину ніжки, діаметр ніжки та вміст вологи [15]. Плодові тіла кожного хвилі висушували при 60 °C за допомогою сушарки до досягнення постійної ваги; потім їх подрібнювали, просіювали через чито і зберігали при 4°C для подальшого аналізу. Потім визначали вміст сирого протеїну, сирої клітковини, сирого жиру та сирого полісахариду [2]. Вміст сирого протеїну визначали за допомогою автоматичного аналізатора азоту. Вміст сирої клітковини визначали методом екстракції. Вміст сирого жиру визначали шляхом екстракції Сокслета. Вміст сирого полісахариду визначали шляхом осадження етанолом.

Амінокислотний склад висушених плодових тіл визначали за допомогою автоматичного амінокислотного аналізатора [10]. Грибний порошок (0,03 г) гідролізували при 110°C протягом 22 годин у пробірці, що містить 10 мл 6 моль/л HCl і 5 мг/мл фенолу. Потім гідролізат фільтрували у мірну колбу об'ємом 50 мл та розбавляли деіонізованою водою. 2 мл гідролізату висушували при 40 °C, а потім повторно розчиняли в 2 мл деіонізованої води. Після триразового повторення процесів сушіння та розчинення висушені зразки розчиняли в 0,02 моль/л HCl (2 мл) та фільтрували через мембранний фільтр 0,22 мкм для аналізу.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Фізико-хімічні властивості компостованих субстратів

Перед інокуляцією грибами було узагальнено фізико-хімічні властивості компостованих субстратів. Загальний вміст азоту та співвідношення C/N є важливими показниками для оцінки якості субстратів для вирощування. Після компостування діапазони загального вмісту азаоту і співвідношення C/N двох обробок становили 1,74-1,75% і 27,16-27,49% відповідно, що відповідає потребам у харчуванні для зростання глив.

Мікробна інокуляція значно ($p < 0,05$) знизила співвідношення загального вмісту вуглецю і співвідношення C/N компостованих субстратів, у той час як не було значної ($p < 0,05$) різниці pH, електропровідності і загального вмісту азоту. Це вказує на те, що при інокульованій обробці було спожито більше вуглеводів, що призвело до більш низького співвідношення C/N. Обидва варіанти обробки показали відносно низьку електропровідність (набагато нижче 4,0 мСм/см), що не завдало б шкоди зростанню міцелію грибів.

У попередніх дослідженнях вчених, було повідомлення, що інокуляція грибом бурої гнилі *Gloeophyllum trabeum* під час компостування гною та соломи сприяла деградації лігноцелюлози та збільшувала ступінь зрілості компостування [22], термофільної стадії короткострокового процесу компостування для вирощування глив і мав високоефективну термофільну лігноцелюлозну деградуючу активність. Інокульована обробка була значно нижче, ніж контрольна, що дозволяє припустити, що мікробна інокуляція під час короткострокового процесу компостування посилювала деградацію лігноцелюлози субстратів.

Більш того, помірно нижче співвідношення C/N більш сприятливо для зростання міцелію у гливи, урожаєм та поживними якостями грибів, покращила фізико-хімічні властивості субстратів та може додатково

покращити врожай і якість глив. Крім того, вімст вологи при інокульованій обробці був значно нижче, ніж у контрольній обробці. Це може бути пов'язане з тим, що при інокульованій обробці втрачала більше води під час процесу компостування.

Таблиця 3.1.

Фізико-хімічні властивості компостованих субстратів

	pH	EC мСм/см	TC (%)	TN (%)	Співвідношення C/N	Вміст вологи
Контрольна обробка	6,22 ± 0,05	1,32 ± 0,04	47,99 ± 0,07	1,75 ± 0,00	27.49 ± 0.06	64.24 ± 0.54
Інокульована обробка	6,23 ± 0,03	1,35 ± 0,01	47,38 ± 0,07	1,74 ± 0,00	27.16 ± 0.04	61.96 ± 0.78

EC: електропровідність; TC: загальний вміст вуглецю; TN: загальний вміст азоту; вміст вологи.

3.2. Товарна якість плодових тіл та рівень забруднення.

Урожайність плодових тіл, вирощених при обробці (контрольній і інокульованій) показані в таблиці 3.2. Мікробна інокуляція значно ($p < 0,05$) збільшила врожайність перше і друге промивання, яка була в 1,10 та 1,06 рази вищою, ніж при контрольній обробці відповідно. Більш того, інокульована обробка продемонструвала значно ($p < 0,05$) більш високу загальну врожайність (113,71 ± 0,75 кг/100 мішків) та загальну біологічну ефективність (110,97%), ніж при контрольній обробці.

Рис. 3.1. Плодові тіла *P. ostreatus*, вирощених при контрольній обробці

Рис. 3.2. Плодові тіла *P. ostreatus*, вирощених при інокульованій обробці.

Попереднє дослідження показало, що додавання додаткових матеріалів (порошок листя моринги) в субстрат було ефективним способом збільшення врожайності та харчової якості плодових тіл. *P. ostreatus*, доповнений 15% відпрацьованого грибного субстрату *Lentinus edodes*, досяг найвищої біологічної ефективності 107%, тоді як контрольна обробка склала 66%.

Додавання 6% порошку листя моринги також може значно збільшити біологічної ефективності королівської гливи *Pleurotus eryngii* (з 45,15% контролю до 69,23%). У цьому дослідженні мікробна інокуляція під час процесу компостування покращила врожай гливи, що збагачує тип добавок для грибів. Крім того, мікробна інокуляція не вплинула на врожайність і біологічну ефективність. По мірі збільшення частоти збирання врожаю врожайність обох обробок значно ($p < 0,05$) знизилася, що може бути пов'язане із споживанням поживних речовин грибним міцелієм у субстраті. Варто зазначити, що мікробна інокуляція також значно ($p<0,05$) знизила рівень забруднення при вирощуванні грибів (з 3,51 до 2,94%, зниження на 16,23%). Саме тому що процес компостування може ефективно знижувати рівень забруднення грибними збудниками, техніка компостування вирощування глив широко використовується в різних країнах.

Комбіновані мікробні агенти, що містить *Bacillus, Pseudomonas* та *Oceanobacillus*, змінив склад мікробної спільноти під час компостування кухонних відходів [26]. Інокулянт *Streptomyces griseorubens* JSD-1 також значно змінив мікробні спільноти під час спільного компостування свинячого гною та рисової соломи [27].

Це свідчить про те, що мікробна інокуляція *S. thermoviolaceus* може змінити мікробні спільноти в процесі компостування та покращити проти інфекційну здатність дозрілого субстрату по відношенню до плісняви бур'янів.

Таблиця 3.2.

Вплив мікробної інокуляції на врожайність, біологічну ефективність та рівень забруднення плодових тіл *P. ostreatus*.

		Урожай (кг/100 мішків)	БЕ (%)	Загальна врожайність (кг/100 мішків)	Загальна БЕ(%)	Швидкість зараження
Контрольна обробка	ПП	38,80 ± 1,36	38,84 ± 1,36	106,49 ± 1,35	106,60 ± 1,35	3,51 ± 0,27
	ДП	34,91 ± 0,50	34,95 ± 0,50			
	ТП	32,78 ± 0,74	32,81 ± 0,74			
Інокульована обробка	ПП	42,71 ± 0,96	41,68 ± 0,94	113,71 ± 0,75	110,97 ± 0,56	2,94 ± 0,10
	ДП	37,09 ± 1,09	36,19 ± 1,0			
	ТП	33.92 ± 0.45	33,10 ± 0,44			

ПП: перше промивання; ДП: друге промивання; ТП: третє промивання; БЕ: біологічна ефективність; ШЗ: швидкість зараження.

Особлива увага приділяється дослідженню мікробного інокулянта (*Streptomyces thermoviolaceus* - ST), який застосовувався в процесі короткострокового компостування для вирощування гливи звичайної. Оцінювалися агрономічні показники, поживний склад, смакові сполуки та антиоксидантна активність плодових тіл перших трьох хвиль. Результати показують, що мікробна інокуляція значно ($p < 0,05$) знизила загальний вміст вуглецю та співвідношення C/N у компостованих субстратах та, крім того, збільшила загальний вихід плодових тіл. Більш того, мікробна інокуляція значно ($p < 0,05$) збільшила вміст сирого протеїну, сирого полісахариду, загальних амінокислот та незамінних амінокислот у плодових тілах. Плодові тіла першого потоку обробки ST володіли найвищим вмістом амінокислот умами та еквівалентною концентрацією умами значенням. Крім того, мікробна інокуляція значно ($p<0,05$) підвищила здатність очищати вільні радикали сирих полісахаридів. Результати показують, що мікробна інокуляція має багато переваг для процесу компостування та вирощування

глив та гарні перспективи застосування.

У цьому дослідженні мікробний інокулянт *Streptomyces thermoviolaceus* застосовувався в процесі короткострокового компостування для вирощування глив. Оцінювалися товарні якості плодових тіл, поживний склад, смакові сполуки та антиоксидантну активність плодових тіл із перших трьох хвиль. Результати показують, що мікробна інокуляція значно ($p < 0,05$) знизила загальний вміст вуглецю і співвідношення C/N в субстратах, що компостируются, і, крім того, збільшила загальний вихід плодових тіл. Більш того, мікробна інокуляція значно ($p < 0,05$) збільшила вміст сирого протеїну, сирого полісахариду, загальних амінокислот та незамінних амінокислот у плодових тілах. Мікробна інокуляція значно ($p<0,05$) підвищила здатність сирих полісахаридів очищати вільні радикали. Результати показують, що мікробна інокуляція має багато переваг для процесу компостування та вирощування глив і хороші перспективи застосування.

ВИСНОВКИ

1. Узагальнено дані літератури щодо загальної характеристики, властивостей та особливостей культивування гриба *P. ostreatus*.

2. Підібрано мікробіологічний інокулянт для застосування їх в процесі вирощування гливи звичайної.

3. Дослідженний мікробний інокулянт *Streptomyces thermoviolaceus* застосовувався в процесі короткострокового компостування для вирощування глив.

4. Вивчено фізико-хімічні показники субстрату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соломко Е.Ф., Шашек В. Вдосконалення методики дослідження фізіології та кінетики росту *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. у глибинній культурі // Укр. ботан. журн. – 1984. – 41 , № 4. – С.82-85.

2. Бісько Н.А., Дудка І.О. Біологія і культивування їстівних грибів роду Глива. – Київ: Наукова думка, 1987. – 145 с.

3. Соломко Е.Ф. Вищий їстівний базидіальний гриб гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. Як продуцент біомаси харчового призначення (медико-біологічний аспект). – Київ: Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного АН УССР, 1988. – 54 с.

4. Соломко Е.Ф., Єлісєєва Р.С. Біосинтез вітамінів групи В грибом *Pleurotus ostreatus* в глибинній культурі. // Прикладна біохімія і мікробіологія. – 1988. – 24, № 2. – С.164-169.

5. Соломко Е.Ф. Синтетичне середовище для культивування *Pleurotus ostreatus* (Jacg.: Fr.) Kumm. – Київ: Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН Україны, 1992. – 22 с.

6. Соломко Е. Ф. Вплив біостимуляторів на ріст *Pleurotus ostreatus* (Jacg.: Fr.) KUMM // Укр. бот. журн. — 1989. — Т. 46, № 6. — С. 57–61.

7. Akyuz M, Kirbag S. (2010) Nutritive value of wild edible and cultured mushrooms. Turk J Biol 34: 97–102.

8. Badu M, Twumasi SK, Boadi NO. Effect of lignocellulosic in wood used as substrate on the quality and yield of mushrooms. Food Nutr Sci. 2011;2:780–784.

9. Beltran-Garacia MJ, Estarron-Espinosa M, Ogura T. (1997) Volatile compound secreated by the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and its antibacterial activities. J Agric Food Chem 45(10):4049-4052.

10. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms [Електронний ресурс] // 2009. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: 11. https://www.researchgate.net/publication/40444029_Cultivation_of_Pleurotus_ostreatus_and_other_edible_mushrooms

11. Guo X., Zou X., Sun M. Effect of phytohor mones on mycelial growth and exopolysac charide biosynthesis of medicinal mushroom *Phellinus* [corrected] linteus // Bioproctss Biosyst Eng. — 2009. — V. 32, N 5. — P. 701–709.

12. Han Y. H., Ueng W. T., Chen L. C., Cheng S. Physiology and ecology of *Lentinus edodes* (Berk) Sing. // Mushroom Science XI. — 1981. — P. 623–658.

13. Manzi P., Gambelli L., Marconi S., Vivanti V. and Pizzoferrato L. (1999) Food Chem., 65, 477-482.

14. Ravimannan, N., Arulanantham, R., Pathmanathan, S. and Niranjan, K. 2014. Alternative culture media for fungal growth using different formulation of protein sources. Annals. Biol. Res. 5, 36-39.

15. Rop O., Mlcek J., Jurikova T. Beta-glucans in higher fungi and their health effects // Nutrition Reviews. – V. 67, № 11. – 2009. – p. 624 – 631.

16. Sopit, V. 2006. Oyster mushroom cultivation on different cellulosic substrates. Res. J. Agri. Biol. Sci., 2(6), 548-551.

17. Tolera Kumela D. and Solomon Abera (2017) Food Science & Nutrition 5.5, 989–996.

18. Vinklarkova K., Sladky Z. Exogenous Regulators in the Mycelium of *Pleurotus ostreatus* after Exogenous Application // Folia Microbiologica. — 1978. — V. 23, N 1. — P. 55–59.

19. Scherba V.V., Babitskay V.G., Truchonovec V.V., Fomina V.I., Bisko N.A., Mitropolskaya N.Yu. The Influence of the Cultivation Conditions on the Chemical Composition of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. and Lentinus edodes (Berk.) Sing. // Int. J. Med. Mushr. – 1999. – V. 1, № 2. – P.181-185.

20. Babitskay V.G., Bisko N.A., Scherba V.V., Mitropolskaya N.Yu., Puchkova T.A. Some Biologically Active Substances from Medicinal Mushroom Pleurotus ostreatus (Jacq.: Fr.) P. Kumm. (Agaricomycetideae) // Int. J. of Med. Mushr. – 2000 . – V. 1, № 4. – P. 345-349.

21. Бісько Н.А., Мироничева О.С., Бандура І.І. Вплив технологій обробки на основні показники якості субстратів гливи звичайної // Наукові

доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. − – № 2.

22. Дудка І. О., Вассер С. П., Еланська І. А. Методи експериментальної мікології. – К.: Наукова думка, 1982.

23. Голуб Г., Огороднік А. Гриби у пристосованих приміщеннях // Техніка АПК. – 2004. – №4. – С. 17.

24. Thone C. J.K Techniques in Protein and Enzyme Biochemistry, Part 1, Section B104, Elsevier – North Holland, 1978.

25. Trelease R. N., Becker W. M., Burke J.J Cytochemical localization of malete synthase in glyoxysomes. // Cell Biology, 1974. – Vol. 60, N. 2. – P.483 – 495.

26. Гормональний комплекс рослин і грибів / Ситник К. М., Мусатенко Л. І., Васюк В. А. та ін. — Київ: Академперіодика, 2003. — 186 с. Buchalo A. S., Mitropolska N. Yu., Mykchay% lova O. B. Catalogue of the culture collection of mushrooms. IBK. — Kyiv: N.G. Kholodny Institute of Botany, NA of Sciences et Ukraine, NVF «Slavutichdelfin», 2006. — 36 p.

27. Дієго Кунья Зіед, Артуро Пардо-Хіменес, Джордж Азеведо де Олівейра, Хайме Карраско і Марія Луїза Зераїк, Вивчення відходів у своїх ковдрах, що додаються в виробництво і в цілях *Pleurotus ostreatus* var. Флорида, Індійський журнал мікробіології, 10.1007 / s12088-019-00805-1, (2019).

28. Кузнецова О. В., Заколесник Н. В. Дослідження впливу біостимуляторів та мінеральних речовин на ріст міцелію *Pleurotus ostreatus* (Jacg.: Fr.) // Вісник Донец. унту. — Серія А «Природничі науки». — 2006. — Ч. 2, № 1. — С. 327–332.