

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**



БАНДУРА ІРИНА ІВАНІВНА

УДК 001:[631.5+635.8+ 579.6+582.28+ 664.8/.9

**НАУКОВІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПЛОДОВИХ ТІЛ
ЇСТІВНИХ ГРИБІВ РОДІВ *PLEUROTUS*, *CYCLOCYBE*, *FLAMMULINA* ТА
*CALOCYBE***

06.01.06 – овочівництво
20 Аграрні науки та продовольство

РЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора наук

Умань – 2023

Дисертацією є рукопис
Роботу виконано в Таврійському державному агротехнологічному
університеті імені Дмитра Моторного впродовж 2014–2020 рр.

Опоненти:

**Вдовенко
Сергій Анатолійович** доктор сільськогосподарських наук; професор
кафедри лісового, садово-паркового господарства,
садівництва та виноградарства
Вінницький національний аграрний університету
МОН України

**Лещук
Надія Василівна** доктор сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник, заступник директора,
Український інститут експертизи сортів рослин
Міністерство аграрної політики та продовольства
України

**Сергієнко
Оксана Володимирівна** доктор сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник, заступник директора з
наукової роботи,
Інститут овочівництва і баштанництва НААН
України

Захист відбудеться: «07» липня 2023 року о 10:00 годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 74.844.04 в Уманському національному
університеті садівництва за адресою: м. Умань,
вул. Інститутська, 1, адмінкорпус, конференц-зал; телефон: 098 344 58 20

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Уманського національного
університету садівництва за адресою: м. Умань, вул. Інститутська, 1 та на веб-
сайті, де розміщено матеріали: <https://science.udau.edu.ua/ua/d-74.844.04.html>

Реферат оприлюднено "06" червня 2023 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор філософії



Вячеслав ЯЦЕНКО

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Стрімкий розвиток штучного вирощування грибів революційно змінив у країнах Азії ставлення до них як до делікатесу на повсякденне споживання і введення у споживчий кошик як елементу оздоровчого харчування, тоді як в Європі та країнах Американського континенту екзотичне грибівництво лише починає своє становлення. На сьогодні більше 80% ринку грибів у Європі та Америці належить печериці, а інші види у більшості представлені імпортованою сировиною та консервами. Складність впровадження нових культиварів у промислове виробництво пов'язують з відсутністю адаптованих технологій вирощування та шляхів переробки тендітних плодових тіл, що швидко псуються. Втім, цікавість споживачів до нових видів грибів підтверджується високою ціною, яка на сьогодні у 3–10 разів перевищує вартість печериці. За рахунок труднощів збереження грибної сировини і, відповідно, низької ефективності експорту виникає нагальна необхідність адаптації технологій культивування видів, що мають високий комерційний інтерес та лікарську цінність, до локальних умов. Питання розширення асортименту грибів потребують сучасного наукового обґрунтування, яке має враховувати широкий соціальний ефект введення цінних продуктів на ринок країн Європи, економічну доцільність вирощування певної культури та особливості формування необхідної якості урожаю: органолептичних, фізико-хімічних показників та відповідної харчової безпеки.

Великий внесок у вивчення особливостей вирощування їстівних і лікарських грибів ксилотрофних видів, шляхів підвищення їхньої продуктивності, застосування у медичній практиці та ветеринарії, напрямів збереження харчової цінності внесли світові школи під керівництвом Ф. Задражила (F. Zdražil), Д. Ройза (Royse D.), Ж. Зервакіса (Zervakis G.), Дж. Вентурело (Venturella G.). Але беззаперечними лідерами науково-практичної мікології є китайські вчені на чолі з всесвітньо відомим професором С.-Т. Чангом (Shu-Ting Chang), результатом діяльності яких є впровадження у Китаї впродовж останніх 10 років промислових технологій культивування 60 видів їстівних та лікарських грибів. Українська школа практичної мікології стала відомою в світі за рахунок вивчення змін мікробіотичних сукцесій впродовж компостування (виготовлення субстратів) та їх впливу на ефективність вирощування таких відомих культур як печериця двоспорова та глива звичайна. Роботи Дудки І.О., Бухало А.С., Соломко Е.Ф., Бісько Н.А., Білай В.Т., Митропольської Н. Ю. та цілої когорти сучасних вітчизняних мікологів започаткували сталий розвиток практичного грибівництва в Україні. Складність технології вирощування грибів полягає в об'єднанні елементів інженерії, агрономічних заходів та, навіть, технік тваринництва. Регламенти сталого вирощування грибів мають враховувати застосування локальних джерел агровідходів, фактори оточуючого середовища, морфологічні та фізіологічні особливості нових видів та штамів, а також показники ефективності виробництва якісних плодових тіл, особливості збирання та здійснення післязбиральних процедур.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана впродовж 2014–2020 рр. згідно з планами науково-дослідних програм Науково-дослідного інституту агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного м. Мелітополя: «Розробка технологій вирощування та первинної обробки продукції рослинництва в степовій зоні України за умов глобального потепління» 2011–2015 рр. (ДР №0111U002553), «Обґрунтування та розробка нових і вдосконалення існуючих технологій охолоджених та консервованих рослинних продуктів» 2016–2020 рр. (ДР №0116U002734).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи була розробка та обґрунтування наукових засад енергозберігаючих технологій промислового культивування ксилотрофних видів їстівних грибів, які дозволяють керувати процесами формування харчової та споживчої якості плодових тіл.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- визначити загальні та індивідуальні агротехнологічні фактори, що впливають на біологічну ефективність, особливості морфогенезу та біохімічний склад плодових тіл штамів *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, *P. pulmonarius* (Fr.) Quél., *P. eryngii* (DC.) Quél, *P. citrinopileatus* Singer, *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini та *Calocybe indica* Purkay. & A. Chandra;

- провести скринінг високопродуктивних штамів *P. ostreatus*, *F. velutipes*, *P. eryngii*, *C. aegerita* щодо перспектив впровадження у промислове виробництво;

- визначити вплив складу субстратних композицій на біологічну ефективність, технологічні характеристики та біохімічний склад плодових тіл досліджених штамів;

- проаналізувати особливості складу мікробіоти культиваційних приміщень тривалого використання як елемента забезпечення якості отриманого урожаю;

- адаптувати технологію культивування нового для вітчизняного грибівництва штаму тропічного виду *C. indica* з можливістю використання доступної рослинної сировини;

- розрахувати коефіцієнти виходу напівфабрикатів під час післязбиральних операцій плодових тіл ксилотрофних видів їстівних грибів різного ступеня стиглості;

- здійснити промислову апробацію розроблених регламентів культивування відібраних високоврожайних штамів досліджених видів грибів, оцінити економічну та соціальну ефективність їх впровадження у грибівництво України.

Об'єкт досліджень – процес формування складових якості урожаю ксилотрофних їстівних грибів родів *Pleurotus*, *Flammulina*, *Cyclocybe* та *Calocybe* в умовах адаптованих технологій штучного вирощування.

Предмет досліджень – закономірності змін морфологічних, біохімічних та інших квалітативних показників промислових культур ксилотрофних базидіоміцетів за впровадження сучасних методів вирощування в штучних умовах.

Методи досліджень. Методи дослідження: загальнонаукові – аналіз існуючих даних та синтез методичних настанов, узагальнень та спостережень за процесами зміни якості предметів досліджень; експериментальні – складання схем та здійснення лабораторних дослідів: фізичних, мікробіологічних, біохімічних, мікроскопічних, тощо; спеціальні – математично статистичні для визначення варіативності морфологічних показників зростків та плодових тіл, точності та вірогідності досліджень; порівняльно-розрахункові – для визначення економічної ефективності впровадження розроблених регламентів вирощування ксилотрофних видів.

Наукова новизна отриманих результатів: Розроблено наукові засади високоефективних методів регуляції формування якості субстрату та технологічних режимів культивування, які дозволяють отримувати плодові тіла ксилотрофних видів грибів з високою харчовою цінністю та лікарськими властивостями.

Уперше:

- оптимізовано склад елективних субстратів та проведено скринінг вітчизняних штамів для отримання високих показників біологічної ефективності в умовах промислового культивування грибів *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*, *P. eryngii*, *P. citrinopileatus*, *F. velutipes*, *C. aegerita*, *C. indica*.

– проведено комплексну оцінку ефективності культивування відібраних високоврожайних штамів видів роду *Pleurotus* та післязбиральних процедур за умов застосування енергозберігаючої технології, що передбачає сезонну зміну культиварів;

– визначено коефіцієнти втрати сировини в післязбиральних операціях та виходу напівфабрикатів досліджених видів ксилотрофних грибів, що залежать від складу субстрату та біологічних особливостей об'єкту культивування. Обґрунтовано строки збирання урожаю відповідно до подальшого використання плодових тіл.

– доведено ефективність цілорічного культивування штаму *P. pulmonarius* 2314 як складової промислового процесу, що враховує сезонні коливання попиту на гриби;

– проаналізовано кількісний та якісний склад мікробіологічних сукцесій у повітрі приміщень, де тривалий час вирощуються гриби, та класифіковано типи взаємодії домінуючих плісневих форм та міцелію штамів *P. ostreatus*;

– розраховано динаміку збільшення титру колонієутворюючих одиниць плісень на поверхні плодових тіл *P. ostreatus* в залежності від стану мікробіологічної забрудненості культиваційних приміщень;

– доведено вплив комплексу агротехнологічних операцій з просторового розміщення одиниць субстрату та проведення перфорацій певного розміру на біотехнологічні показники культивування та морфологію зростків і плодових тіл *P. ostreatus*. Визначено заходи, що дозволяють формувати зростки бажаного розміру з прогнозованою кількістю плодових тіл та визначають форму шапинок;

– розраховано втрати маси субстрату впродовж інкубації та виявлено вплив складу субстрату на цей показник, що обґрунтовує розрахунки собівартості субстратів для різних варіантів реалізації досліджених видів ксилотрофних грибів;

– проведено успішну апробацію технології промислового вирощування тропічного виду *C. indica* в умовах помірного клімату з використанням субстратів, виготовлених з локальних агровідходів та рослинних компонентів, методами аеробної ферментації у високому шарі та стерилізації. Визначено ефективність застосування техніки скретчингу як операції, що впливає на збільшення урожайності та позитивні зміни хімічного складу плодових тіл *C. indica*.

Удосконалено:

– методи збалансування агрохімічних властивостей субстратів та агротехнологічні прийоми з підвищення біологічної ефективності штамів;

– наукові основи вибору методу підготовки субстратів для промислового вирощування їстівних грибів та розрахунку формул субстратних композицій;

– елементи технології вирощування 7 видів грибів з доведеною їстівною та лікарською цінністю.

Набули подальшого розвитку:

– наукові засади адаптивних технологій штучного вирощування ксилотрофних видів;

– методичні аспекти формування якості плодових тіл вищих базидіоміцетів шляхом удосконалення формул субстратних композицій.

Наукова новизна результатів досліджень підтверджена 2 свідоцтвами про державну реєстрацію сорту рослин та 4 патентами України.

За результатами проведених досліджень сформульовано наступні наукові положення, що висуваються до захисту:

1) формування якості урожаю промислових культур нових для грибівництва України ксилотрофних видів вищих базидіоміцетів базується на прогнозованих змінах

фенотипічних та біохімічних характеристик продуктивних штамів шляхом застосування технічних елементів адаптаційних технологій.

2) елективність субстратних композицій є основним фактором, який визначає продуктивність та біохімічний склад отриманого урожаю, вона може прогнозуватися за рахунок регулювання складу основних органічних та мінеральних речовин рослинної сировини та методів термічної підготовки субстрату.

3) впродовж морфогенезу відбуваються зміни біохімічного складу плодових тіл, які є суто індивідуальними для кожного штаму, тому терміни збирання урожаю мають визначатися індивідуально відповідно до подальших шляхів переробки урожаю.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблено промислові регламенти адаптованих енергоефективних технологій вирощування плодових тіл високопродуктивних штамів ксилотрофних грибів родів *Pleurotus*, *Flammulina*, *Cyclocybe* та *Calocybe*, які передбачають формування необхідних параметрів якості за рахунок збалансування формул субстратних композицій та виготовлення одиниць субстрату певної маси, застосування відповідних технік формування розмірів плодових тіл, визначення термінів збирання урожаю відповідно до способу подальшої переробки зібраного урожаю.

Матеріали досліджень використано при написанні методичних вказівок для підготовки здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» за спеціальністю 201 «Агрономія» (2020) та 181 «Харчові технології»; навчального посібника «Малопоширені овочеві рослини та гриби» (2021), Методики наукових досліджень у грибівництві (2022).

Особистий внесок здобувача. Наведені результати отримані автором самостійно: теоретично обґрунтовано напрями досліджень, визначено наукову проблему та сформульовано основні робочі гіпотези, розроблено програму досліджень і методи вирішення завдань. Під керівництвом та за безпосередньої участі автора проведено експериментальні дослідження в лабораторних та виробничих умовах, проаналізовано одержані дані, розроблено регламенти і настанови, розраховано економічну ефективність запропонованих технологій та підготовлено практичні рекомендації. За результатами роботи підготовлені відповідні статті, доповіді та презентації на наукові конференції, оформлені патенти. Автором особисто здійснено апробацію результатів роботи на промислових підприємствах України.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації та отримані результати обговорено на щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (2014–2021 рр.) та інших конференціях: 11-й Міжнародній конференції медичних грибів (11th International medicinal mushroom conference: IMMS-11) 27-30 вересня 2022 р. у Белграді (Belgrad, Serbia); Другій міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інновації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв», 23 листопада 2021 р., Мелітополь; II Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві» (06 жовтня 2021 р., сел. Селекційне Харківської обл.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів», 13-14 травня 2021 р., м. Житомир; Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні питання виробництва плодоовочевої продукції та винограду», 22 квітня 2021 р., м. Мелітополь; Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інновації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв», 24 листопада 2020 р., м. Мелітополь; 8-й Міжнародній науково-практичній конференції

«Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій», 29–30 червня 2020 р., м. Полтава; 10-й Міжнародній конференції медичних грибів (The 10th International medicinal mushroom conference :IMMC-10), 19-22 вересня 2019 р. Нантонг, Китай (Nantong, China); III Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності», 4–6 вересня 2019 р. м. Кирилівка; III міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності», 14-15 березня 2019 р., м. Херсон; VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» 19-20 квітня 2018 року, м. Кривий Ріг; на Міжнародній конференції «Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences», 27-28 грудня 2017 р. м. Люблін, Польща (Lublin, Republic of Poland); 9-й Міжнародній конференції медичних грибів («The 9th International medicinal mushroom conference»), яка відбулася в м. Палермо, Італія (Palermo, Italy) 24-28 вересня 2017 р.; Другій міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності» 5–7 вересня 2017 р., м. Харків; III Міжнародній науково-практичній конференції «Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва», 24-25 травня 2017 р., м. Умань; Международной научно-практической конференции, посвященной памяти член-корр. КазАСХН, д.т.н., профессора Тулеуова Елемеса Тулеуовича, 1 марта 2016 г., г. Семей, Казахстан;

Результати роботи обговорювались на практичних конференціях «Сучасне грибівництво 2017-2019», які організовано і проведено за підтримки Українського проекту бізнес-розвитку плодоовочівництва (UHBDP) (Кирилівка–Мелітополь) та Днях українського грибівництва (міжнародних виставках- конференціях) 2017-2021 років, які організувала агенція УМДІС за підтримки Асоціації грибовиробників України (Одеса–Київ).

Публікації. а матеріалами дисертації опубліковано 59 наукових праць, з них 5 статей у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection, Scopus, 15 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав з напрямку, з якого підготовлено дисертацію, 3 статті в інших виданнях, які додатково відображають наукові результати дисертації, 4 патенти та 2 свідоцтва про державну реєстрацію сорту рослин, 2 навчальних посібника, 26 тез доповідей на міжнародних та вітчизняних наукових конференціях.

Структура і обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з анотацій (українською та англійською мовами), вступу, 7 розділів із списками використаних джерел до них, висновків, рекомендації виробництву та додатків. Дисертаційну роботу виконано на 444 сторінках основного тексту, вона містить 56 таблиць, 109 рисунків, 95 сторінок додатків. Список використаних джерел налічує 679 найменувань, у тому числі 559 іноземних.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ СПОЖИВЧОЇ ЯКОСТІ

КСИЛОТРОФНИХ ГРИБІВ (огляд літератури)

У розділі проаналізовано сучасні особливості розвитку світового та вітчизняного виробництва їстівних грибів ксилотрофних видів: гливи звичайної (*P. ostreatus*), гливи легеневої (*P. pulmonarius*), гливи степової (*P. eryngii*), гливи золотої (*P. citrinopileatus*),

опенька тополевого (*C. aegerita*), опенька зимового (*F. velutipes*), тропічного виду калоцибе індійського (*C. indica*), або як його називають в інших країнах «*milky mushroom*». Розглянуто загальні складові системи ефективного виробництва грибів, такі як: сучасні методи виготовлення елективних субстратів, використання енергозберігаючих технологій культивування, контролю біологічної та харчової цінності грибної сировини. Обґрунтовано необхідність створення колекцій промислових штамів та наведено основні критерії оцінки ефективності вирощування та споживчої якості промислових культур вищих базидіоміцетів. Проаналізовано шляхи забезпечення якості посівного матеріалу та оптимального складу субстратних композицій. Визначено роль мікрокліматичних умов та мікробіологічних факторів у формуванні якості та харчової безпеки зібраного врожаю грибів. Окреслено сучасні тенденції забезпечення якості післязбиральних процедур, особливості зберігання та переробки різних видів грибів. Представлено головні напрями розширення промислового асортименту ксилотрофних видів грибів на вітчизняному та європейському ринках, шляхи покращення органолептичних та біохімічних параметрів якості виробленої грибної сировини, а також забезпечення її належної харчової безпеки.

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріал і методика досліджень. Загальна наукова проблема сучасного грибівництва полягає у визначенні заходів, які формують основні елементи якості зібраного урожаю: привабливий зовнішній вигляд, сталий баланс органічних, мінеральних та біоактивних речовин, харчову безпечність. Особливості фізіології окремих видів, що вводяться в культуру, потребують індивідуальних рішень щодо організації ефективної технології та адаптації її до локальних умов штучного вирощування з метою отримання грибної сировини найвищої якості. Для вирішення цих питань було сформульовано основні *робочі гіпотези*:

1) перспективу впровадження у промислову культуру мають штами зі сталими морфологічними та фізіологічними ознаками, з високою толерантністю до мікрокліматичних умов вирощування і достатньою резистентністю до відомих хвороб;

2) збалансування формул субстратних композицій, методи їх термічної підготовки та маса одиниць субстрату мають певний вплив на технологію вирощування та загальні критерії якості отриманого урожаю, які можливо визначити та попередити;

3) застосовані технічні заходи, такі як: позиційне розташування субстрату в камерах вирощування, розмір перфорацій та способи їх виконання, зняття повітряного міцелію або скретчинг, наявність та висота покривного ґрунту впливають на ефективність культивування окремих культур, змінюють їхні морфологічні характеристики та хімічний склад плодових тіл;

4) визначення оптимальних термінів збору урожаю та особливостей післязбиральних процедур є важливим фактором підвищення ефективності штучного вирощування певного виду і формування якості отриманого урожаю.

Представлена програма теоретичних та експериментальних досліджень мала за мету довести дієвість визначених гіпотез та визначити адаптивні засади технології вирощування ксилотрофних видів їстівних та лікарських грибів (рис. 1).

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2014-2021 років в умовах лабораторій технології первинної обробки і зберігання продуктів рослинництва, практичної мікології та мікробіології НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного м. Мелітополя, в промислових умовах ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» (с. Садове Мелітопольського р-ну),

ТОВ «ЕСМАШ -3» та ТОВ «Фунгіterra» (м. Київ), ТОВ ЕКО-ГРИБ (с/мт Добровеличківка Кіровоградської обл.) КФГ Жовтневе (м. Дніпро) та ФОП Гончаров (м. Дніпрорудний), ТОВ Друїди (м. Кривий Ріг).

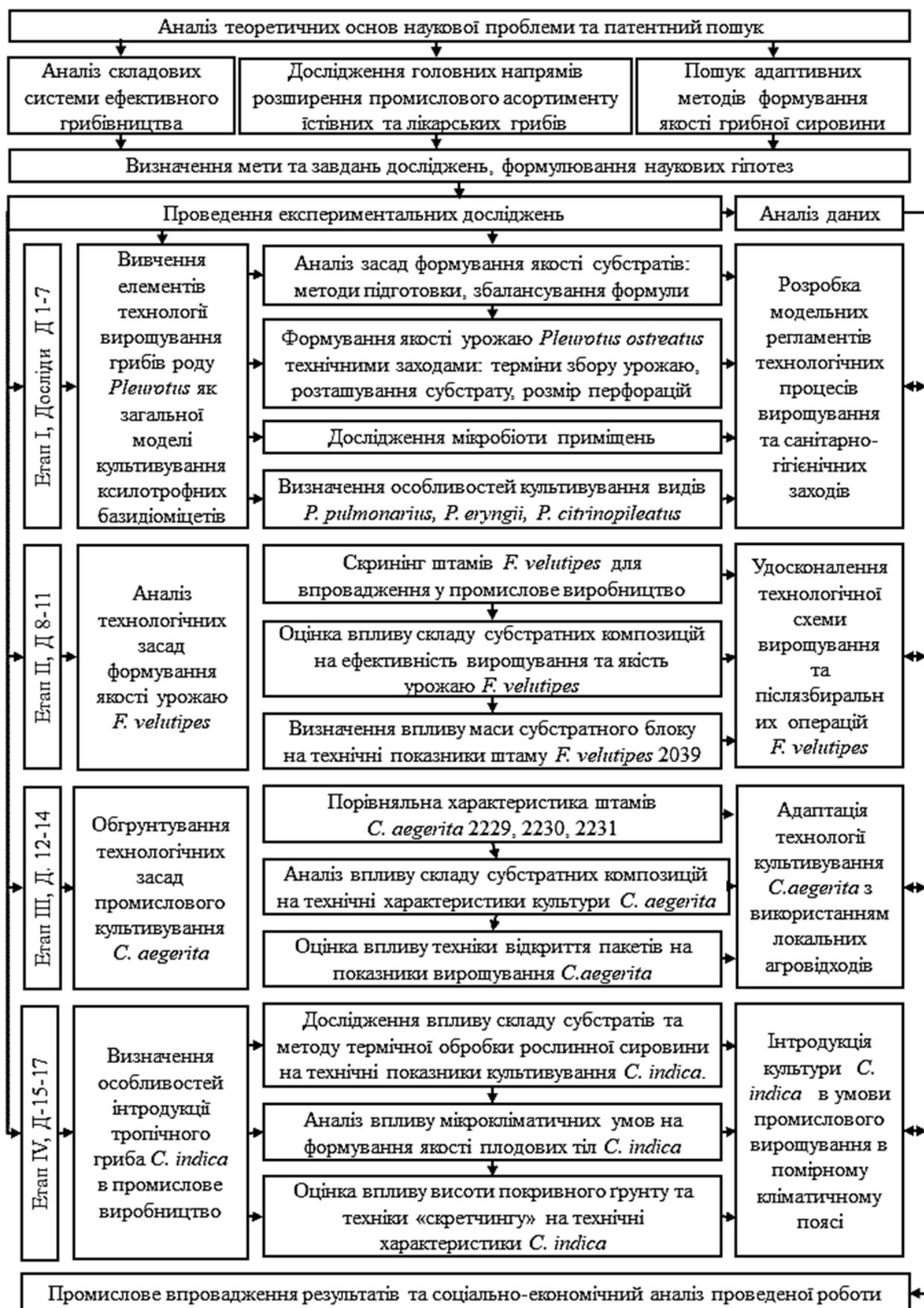


Рис. 1 Програма теоретичних та експериментальних досліджень

Культури 24 штамів (7 видів) вищих ксилотрофних базидіоміцетів отримували з Колекції культур шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. Н. Г. Холодного НАН України (ІВК) та колекції промислових штамів ТДАТУ (табл.1). Штами *P. ostreatus* 2301 та *P. pulmonarius* 2314, внесені до Державного реєстру сортів рослин, було обрано як контрольні (к).

Таблиця 1 – Класифікаційні назви культиварів відповідно до Index Fungorum

№ з/п	Вид	Штам	Колекція	Країна походження
1	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	431	ІВК	Туркменістан
2		2301 (к)	ІВК	Україна
3		2316	ІВК	Україна
4		2456	ІВК	Україна
5		2317	ТДАТУ	Китай
6	<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél.	2314 (к)	ІВК	Україна
7	<i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quél	2600	Mycelia nv	Бельгія
8		2032	ІВК	Україна
9		2033	ІВК	Україна
10	<i>Pleurotus citrinopileatus</i> Singer	2161	ІВК	Україна
11	<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	1860	ІВК	Ізраїль
12		1880	ІВК	Україна
13		1884	ІВК	Україна
14		1885	ІВК	Україна
15		1974	ІВК	Японія
16		1994	ІВК	Японія
17		2038	ІВК	Україна
18		2039	ІВК	Україна
19		2337	ІВК	Україна
20		FV	ТДАТУ	Україна
21	<i>Cyclocybe aegerita</i> (V. Brig.) Vizzini	2229	ІВК	США
22		2230	ІВК	США
23		2231	ІВК	США
24	<i>Calocybe indica</i> Purkay. & A. Chandra	2598	ІВК	Індія

Методика передбачала проведення попередніх лабораторних дослідів з використанням твердих живильних середовищ (ТЖС), наступної перевірки впливу дослідних факторів через симуляцію виробничих умов культивування в спеціалізованій лабораторії ТДАТУ імені Дмитра Моторного загальною площею 100 м², та апробації отриманих результатів в промислових умовах ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» (загальна площа культиваційних приміщень 5000 м², с. Садове Мелітопольського р-ну Запорізької обл.), ТОВ Друїди (м. Кривий Ріг Дніпропетровської обл.), ТОВ НВП «Еко-Гриб» (с. Карбівка, Добровеличківського р-ну Кіровоградської обл.), с загальними площами культивування 10000 м². Загальна повторність лабораторних дослідів була трикратною з не менш ніж п'ятикратним повторюванням. Повторність промислових дослідів трикратна (три технологічних цикли культури за умовами досліду).

Для оцінки впливу досліджуваних факторів використовували розширену систему характеристик культури за показниками, які фіксувати та аналізувати у необхідному для досліду обсязі. Їх умовно поділили на групи:

а) *технологічні*: тривалість вегетаційного циклу культури (ВЦ); дата утворення примордіїв; тривалість морфогенезу (ТМ); тривалість кожної хвили плодоношення; загальний цикл культури; врожайність культури (біологічну продуктивність - БП); біологічну ефективність (БЕ); коефіцієнти виходу напівфабрикату ($K_{внф}$) після очищення, бланшування та висушування;

- *врожайність культури* (біологічну продуктивність - БП) визначали за відношенням маси зібраних грибів до маси виготовленого субстрату. Виражають у грамах на 1000 г субстрату або у відсотках:

$$B_p = \frac{m_{гр}}{m_{суб}} \times 100\%,$$

де $m_{гр}$ – маса зібраних грибів; $m_{суб}$ – маса субстрату.

- *біологічну ефективність* (БЕ) культури розраховували як відношення маси отриманих грибів до маси сухих речовин:

$$B_E = \frac{m_{гр}}{m_{ср}} \times 100\%,$$

де $m_{гр}$ – маса зібраних грибів; $m_{ср}$ – маса сухих речовин у субстраті.

- *коефіцієнт втрати маси після очищення* (виходу напівфабрикату) або інспектування отриманої маси грибів розраховували за відношенням маси очищених (інспектованих) грибів до загальної маси зібраних (з окремої одиниці субстрату, площі, об'єму);

- *коефіцієнт виходу напівфабрикату* (втрати маси при первинній переробці) визначали за відношенням маси отриманого продукту (напівфабрикату) до маси сировини (свіжих інспектованих грибів).

б) *біологічні*: швидкість вегетативного росту міцелію (ШВР) у міліметрах на добу (мм/доба); морфологічні особливості плодових тіл (ПТ) грибів визначали за Методикою проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на відмінність, однорідність і стабільність (Наказ Мінекономіки від 27 жовтня 2020 № 2162-20).

в) *фізичні та хімічні*: аналіз *фізичних показників* – щільності, окисно-відновного або редокс-потенціалу, активної кислотності (рН) тощо, та аналіз *хімічного і біохімічного* складу – вміст мінеральних складових (золи), вміст загального нітрогену, карбону, полісахаридів (целюлози та лігніну), жирів проводили відповідно до алгоритмів стандартизованих методів, опублікованих у рецензованих наукових журналах, ДСТУ, методичних збірниках.

Вміст загального нітрогену (азоту) визначали проведенням озоленням зразка за К'ельдалем, закінчували титрометричним хлорамінним методом, запропонованим Починком для визначення загального нітрогену у рослинних залишках. Розрахунок енергетичної цінності грибів та продуктів їхньої переробки (калорійності) проводили відповідно до показників їхньої засвоюваності в організмі людини ($K_{засв}=4,38$). Для сировини: рослинних залишків, зерна, тощо використовували коефіцієнт 6,25. Відношення C/N визначали за формулою $C/N = 0,50 \times (100 - a) / N$, де a – показник зольності, %; 0,50 – середній коефіцієнт вмісту вуглеводів, корегований з урахування біохімічних особливостей сировини, може набувати значень від 0,45 до 0,53; N – вміст загального нітрогену у субстраті.

Масу одиниць субстрату (прямокутних брикетів, циліндричних блоків) визначали шляхом прямого зважування на вагах 2-3-го класів точності. Визначали початкову вагу субстратної одиниці в грамах; вагу після інкубації, після першої хвили плодоношення, після останнього збору.

Щільність субстратів визначали за формулою:

$$\rho = m / V$$

де ρ – щільність субстрату, кг/м³;

V – об'єм субстратного блока, м³;

m – маса субстратного блока, кг.

Об'єм одиниці субстрату (ОС) визначається залежно від форми пакування, найбільш вживаними є прямокутна та циліндрична. Об'єм прямокутного пакування субстрату визначали за формулою:

$$V = a \times b \times h,$$

де a – ширина, b – довжина, h – висота брикету.

Об'єм циліндричного блоку (наближений) визначали за формулою:

$$V = \pi \times r^2 \times h,$$

де V – об'єм субстратного блока, м³;

π – 3,14;

r – радіус блока, м;

h – висота блока, м.

За умов нанесення покривного ґрунту (ПГ) визначали його вологість, а потім середню масу нанесеного ґрунту відповідної вологості (звичайно – 75 %) за даними не менше ніж з 5 одиниць субстрату, або дослідної ділянки (полиці). На проміжних етапах (після певної хвили плононошення); по закінченню досліду визначали масу покривного ґрунту та субстрату окремо.

Усі дослідження проводили за оптимальних мікрокліматичних умов, які зазначені в наукових та науково-практичних публікаціях, якщо це не суперечило поставленій меті чи задачам. Методика оцінки характеристик культур під впливом експериментальних факторів була загальною, втім, особливості організації та проведення окремих дослідів наведено нижче.

Дослід 1. Побудова модельного регламенту вирощування ксилотрофних грибів на прикладі роду Pleurotus. Для досліду було обрано 5 штамів *P. ostreatus* 2301 (контроль), 2317, 2316, 2456, 431 та 1 штам *P. pulmonarius* 2314 (контроль), які були найбільш поширеними серед виробників України та Європейських країн (Бельгія, Іспанія, Італія). Штами умовно були розділені на дві групи: зимового (А) та літнього (В) сезону культивування, які відрізнялися між собою температурними режимами вирощування: А - 16 ± 2 °С та В - 24 ± 3 °С. Вирощування проводили паралельно в умовах лабораторії ТДАТУ (по 30 одиниць субстрату (ОС) кожного штаму) та ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» (с. Садове Мелітопольського р-ну Запорізької області) партіями субстрату масою не менше 5000 кг на кожен штам.

Дослід 2. Оцінка можливості застосування води з підвищеною концентрацією NaCl у технології вирощування Pleurotus. Дослід проводили у два етапи. На першому етапі вивчали вплив концентрації NaCl на швидкість вегетативного росту міцелію *P. ostreatus* 2301 та *P. pulmonarius* 2314. на твердих живильних середовищах з концентрацією NaCl від 0 % до 5 % (8 варіантів). На другому етапі отримані дані використовували для моделювання двофакторного промислового досліду по визначенню впливу концентрації хлориду натрію у різних за складом субстратах виготовлених методом аеробної ферментації у високому шарі (АФВШ) (табл. 2.)

Таблиця 2 – Схема промислового досліду

Концентрація NaCl, %	Склад субстрату	
0 (контр) \approx 0,04	лушпиння соняшнику / солома ячменю	75/25
0 (контр) \approx 0,04	солома ячменю	100
0,1	лушпиння соняшнику / солома ячменю	75/25
0,1	солома ячменю	100
0,5	лушпиння соняшнику / солома ячменю	75/25
0,5	солома ячменю	100

*Дослід 3. Моделювання субстратних композицій збагачених жирами і визначення їхнього впливу на культуральні характеристики та технічні показники вирощування плодових тіл *Pleurotus ostreatus*. У досліді ставили мету визначення оптимального вмісту жирів для можливості підвищення ефективності вирощування гливи шляхом збагачення рослинних залишків, зокрема соломи зернових культур, відходами олійних культур (соняшнику, ріпаку, гірчиці тощо).*

Дослід проводили в 2 етапи: 1) визначення впливу концентрації олії у щільних живильних середовищах на лінійний ріст міцелію штамів *P. ostreatus* 2301 та *P. pulmonarius* 2314; 2) оцінка ефективності використання збагачених жирами субстратних композицій культурою *P. ostreatus* 2301 (табл.3).

Таблиця 3 – Схема досліді «Вплив концентрації рослинної олії на біологічну ефективність *P. ostreatus* 2301»

Фактор	№ варіанту	Склад субстратів
А (склад)	1	Солома ячменю – лушпиння соняшнику 1:3 (кг)
	2	Солома ячменю – лушпиння соняшнику 1:1 (кг)
	3	Солома ячменю – лушпиння соняшнику 3:1 (кг)
В (вміст олії)	1	0 % соняшникової олії “Олейна”, 1г гірчиці/10 кг субстрату (6,5 л води) (контроль)
	2	0,3% - 30 г олії (або 33 мл) та 1 г гірчиці на 10 кг
	3	0,4% 44 мл та 1 г гірчиці на 10 кг
	4	0,5% 55 мл та 1 г гірчиці на 10 кг

*Дослід 4. Аналіз кількісних та якісних характеристик мікробіоти приміщень тривалого культивування грибів роду *Pleurotus*. Моніторинг мікробіологічного складу повітря проводили впродовж 2015–2019 рр. у 8 господарствах Запорізької, Херсонської, Донецької, Дніпропетровської, Чернівецької та Кіровоградської областей України та м. Київ, а також одного господарства з республіки Молдова. Для визначення кількості мікроорганізмів у повітрі використовували загально-відомий метод седиментації на поверхню селективних середовищ у чашці Петрі. Змиви з поверхні плодових тіл (ПТ) проводили стерильними ватними паличками, змоченими у стерильній воді, які повертали по поверхні, обмеженій підготовленим лекалом 5 на 5 см. Змив ретельно вимивали у скляній ємності з 10 мл стерильної води, проводили пластинчаті розведення за Кохом у $10^2 \dots 10^5$ разів та отримані розчини (1 мл) висівали на підготовлені живильні середовища: безпосередньо на сусло-агар з додаванням антибіотику (ампіциліну натрієвої солі 0,5 г/л), та модифікованим методом розведень за Пастером у середовищі з ГРБ (гідролізатом рибного борошна). Мікроскопію проводили методом прямого спостереження методом висячої краплі та мікротомних зрізів поверхонь на мікроскопі Granum L 2002 з об’єктивами 4x, 10x, 40x з фотофіксацією за допомогою цифрової камери DC-2 (Китай).*

*Дослід 5. Визначення впливу розташування субстрату та розміру перфорацій на морфологію зростків та плодових тіл *P. ostreatus* 2301. Досліджували вплив факторів: розташування блоків на полицях (А) та розміру перфорацій (В). Для цього блоки виставляли на полицях рандомно у 3-х положеннях: горизонтально; вертикально, та з нахилом під кутом біля 60°. У кожному варіанті розташування на субстратних блоках робили перфорації різного розміру від 30 до 150 мм з кроком у 20 мм (7 варіантів). Загальна площа перфорацій складала в середньому 0,2 % від загальної площі поверхні блоку. Загальна кількість варіантів 21, кількість повторень у кожному варіанті – 5 одиниць субстрату (ОС). Для повторень досліді зменшували кількість варіантів до 9: по 30 ОС розташовували у 3-х положеннях, після чого робили перфорації з розміром 50, 100, та 150 мм (по 10 ОС на кожен варіант).*

Дослід 6. Оцінка технічних характеристик *P. pulmonarius* 2314 як об'єкту безперервного культивування. Аналізували результати культивування *P. pulmonarius* 2314 за 5 «зимових» та 5 «літніх» циклів за 3-ма хвилями плодоношення. Середня температура формування ПТ в, так званий, «зимовий» період (жовтень- березень) складала 16 ± 2 °С, тоді як влітку (квітень – вересень) у середньому 24 ± 2 °С.

Дослід 7. Оцінка варіативності морфологічних параметрів плодових тіл *P. eryngii*. Культура штаму *P. eryngii* 2600 була отримана з колекції бельгійської компанії Mycelia nv. (<https://www.mycelia.be/en/strain-list/m-2600-pleurotus-eryngii>), а штами *P. eryngii* 2032 та 2033 виділено із карпофорів, зібраних з природніх об'єктів в Дніпропетровській та Харківській областях України.

Дослід 7. Аналіз впливу складу стерильних субстратів на ефективність культивування та якість плодових тіл *P. citrinopileatus* 2161. У якості головного показника під час теоретичного розрахунку формули субстрату враховували співвідношення вуглецю до азоту (C/N) (табл.4).

Таблиця 4 – Композиції субстратів (СК) для виготовлення методом стерилізації, кг

Варіант	Солома ячменю	Лушпиння соняшнику	Паливні гранули з лушпиння	Насіння ріпаку	Борошно кукурудзяне	Крейда (CaCO ₃)	Вода
СК1	250	311	563	164	138	8	2100
СК2	333	0	688	182	188	8	2600
СК3	0	522	625	164	213	8	2300

Дослід 8. Скринінг штамів *F. velutipes* (ІВК) для впровадження у промислове виробництво. За результатами лабораторних експериментів були відібрані 10 штамів *F. velutipes* з Колекції культур шапинкових грибів ІВК Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України які перевіряли на відмінність, однорідність і стабільність за «Методикою проведення експертизи сортів рослин...».

Дослід 9. Визначення впливу складу субстратних композицій на технічні показники штамів *F. velutipes* 2038, 2039, 2337. Складали формули субстратів відповідно до даних попередніх дослідників, але з урахуванням особливостей місцевої сировини. Аналізували зміни технічних характеристик штамів під впливом 8 варіантів субстратів: 1) контрольний - за даними літератури: тирса 400 г, солома подрібнена 400 г, висівки пшеничні 180 г, крейда 20г на один кг сухої суміші; 2) солома ячменю (400 г), лушпиння соняшнику (590 г), крейда (10 г); 3) лушпиння соняшнику (990 г), крейда (10 г); 4) тирса (500 г), лушпиння соняшнику (490 г), крейда (10 г); 5) тирса (800 г), пшеничні висівки (100 г), подрібнені кукурудзяні початки (90 г), крейда (10 г); 6) лушпиння соняшнику (500 г), гранули з лушпиння соняшнику (300 г), кукурудзяне борошно (190 г), крейда (10 г); 7) лушпиння (500 г), гранули з лушпиння (300 г), зерно ріпаку (190 г), крейда (10 г); 8) лушпиння (400 г), гранули з лушпиння (300 г), кукурудзяна крупа (200 г), зерно ріпаку (90 г), крейда (10 г). Зволоження отриманих сумішей проводили у співвідношенні 600 мл води (температура 18-20 °С) на 400 г суміші, для отримання показника 60...67 % відносної вологості у підготовленій сировині.

Дослід 10. Оцінка впливу складу субстратних композицій на вихід напівфабрикатів *F. velutipes* 2039 у післязбиральних процесах. Для визначення втрат урожаю під час післязбиральних процедур отримували плодові тіла *F. velutipes* 2039, вирощені на 3-х варіантах субстратів за складом, що наведено у табл. 4.

Дослід 11. Визначення впливу маси одиниці субстрату на технічні показники штаму *F. velutipes* 2039. Для фасування субстратів використовували поліпропіленові пакети виробництва компанії «Технофільтр-Україна» двох типорозмірів: 1) 580 × 490 мм, та 2) 580 × 250 мм (висота/ширина) з чотирма повітряними фільтрами.

Відповідно в пакети першого типорозміру поміщали біля 3 кг субстрату, в іншого розміру – 1,5 кг.

*Дослід 12. Порівняльний аналіз технічних та біологічних характеристик штамів *C. aegerita* 2229, 2230, 2231 ІВК.* Культури *C. aegerita* перевіряли на відмінність, однорідність і стабільність. Коефіцієнт зниження маси після інкубації визначали за відношенням маси ОС після інкубації до маси ОС після інокуляції.

*Дослід 13. Аналіз впливу складу субстратних композицій на загальні показники культивування *C. aegerita* 2231 ІВК.* Для досліджень плодів тіла *C. aegerita* 2231 вирощували на 3-х варіантах субстратів, склад яких наведено у табл. 4.

*Дослід 14. Оцінка впливу техніки відкриття пакетів на показники вирощування *C. aegerita* 2231 ІВК.* Відкривання одиниць субстрату проводили після появи перших примордіїв двома шляхами: 1) відрізанням або відвертанням верхньої частини пакету з повітряними фільтрами таким чином, щоб залишалася стінка висотою 50...80 мм над поверхнею відкритого субстрату; 2) розрізання плівки таким чином, щоб над поверхнею субстрату була поліпропіленова стінка висотою 200... 250 мм, а отвір був не більше 30 мм завширшки, тобто створювали відповідні комірки.

*Дослід 15. Дослідження впливу складу субстратів та методу термічної обробки рослинної сировини на технічні показники культивування *C. indica*.* Культуру зберігали за температури не нижче 18 ± 2 °С. Композиції субстратів (СК) виготовляли 2-ма вищенаведеними методами: 1) АФВШ (СК1) та 2) стерилізації з однаковою формулою з соломи ячменю, лущиння соняшнику, гранул лущиння соняшнику, насіння ріпаку, кукурудзяного борошна та крейди у співвідношенні 30:40:70:20:17:1 (за масою сирих складових – СК2). Додатково методом стерилізації виготовляли 2 варіанти субстрату з підвищеним вмістом нітрогену за рахунок введення до формули гранул люцерни замість певної частки паливних гранул з лущиння соняшнику Співвідношення перерахованих вище інгредієнтів у варіантах СК3 і СК4 було 30:40:60:20:17:10(люцерна):1 та 30:40:50:20:17:20(люцерна):1 відповідно.

*Дослід 16. Аналіз впливу мікрокліматичних умов на формування якості плодів тіл *C. indica*.* На першому етапі досліджень перевіряли вплив температури на швидкість вегетаційних процесів. Для цього ОС розміщували за різних варіантів температури 1) 26 ± 1 °С; 2) 30 ± 1 °С та 3) 34 ± 2 °С. На другому етапі за визначеної оптимальної температури (30 ± 1 °С) проводили спостереження за морфологічними змінами плодів тіл відповідно до змін відносної вологості повітря за варіантами 1) 76 ± 1 %, 2) 86 ± 2 %, 3) 95 ± 3 %, які підтримували по 3 доби кожен та піднімали поступово за рахунок регуляції режиму роботи форсунок високого тиску.

*Дослід 17. Оцінка впливу висоти покривного ґрунту та техніки «скретчингу» на технічні характеристики *C. indica*.* Для вивчення впливу висоти покривного ґрунту (фактор А) та ефекту техніки скретчингу (фактор В) підготовлений субстрат з визначеною масою кожної ОС виставляли на полиці у камерах вирощування, рандомно маркували пакети за варіантом дослідження (табл. 5), після чого проводили скретчинг та наносили шар ПП певної висоти відповідно до маркування.

Таблиця 5 – Варіанти дослідження 17

Варіант	Висота покривного ґрунту, мм	Скретчинг
1 (контроль)	10	не проводили
2	20	не проводили
3	30	не проводили
4	10	проводили
5	20	проводили
6	30	проводили
7	без нанесення ґрунту	не проводили

Для статистичного аналізу отриманих результатів застосовували сучасні комплекси дисперсійного та кореляційного аналізів, що розроблені вітчизняними та зарубіжними науковцями. Статистичний аналіз груп даних проводили за допомогою Microsoft Office Excel 2016 MSO (16.0.4266.1001) код ліцензії 00339-10000-00000-AA963 та надбудови до неї QI Macros (2021). Одно та двохфакторні дослідження аналізували за допомогою ANOVA Single Factor і ANOVA, Two Factors with replications (з повтореннями) відповідно. Для порівняння середніх між групами даних застосовували непараметричні тести: 1) Mann-Whitney (або U) тест – між двома групами; 2) тести Шеффе, Даннета та Дункана між декількома групами. Для аналізу даних промислових досліджень з повтореннями використовували Надбудову до Excel статистичної оцінки й аналізу результатів польових і лабораторних дослідів та програмно-інформаційний комплекс “Agrostat New” (2013). Для перевірки статистичного підтвердження гіпотез використовували *p*-значення (англ. *p-value*) – значення ймовірності або асимптотичну значимість. Відмінності між сукупностями даних вважалися істотними за $p < 0,05$.

АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТІВ АДАПТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ РОДУ *PLEUROTUS* (FR.) P. KUMM. ЯК МОДЕЛІ КУЛЬТИВУВАННЯ КСИЛОТРОФІВ

Оцінка впливу субстратів, виготовлених методом аеробної ферментації у високому шарі (АФВШ), на ефективність вирощування *Pleurotus ostreatus*. За результатами експериментального аналізу елементів технології промислового культивування штамів: *P. ostreatus* 2301 (контроль групи А зимового культивування), 2317, 2316, 2456, 431 та *P. pulmonarius* 2314 (контроль групи В літнього культивування) визначено модельні підходи до формування якості урожаю ксилотрофних видів: а) застосування елективних субстратів; б) вирощування адаптованих штамів, які задовольняють вимоги споживачів за органолептичними показниками, мають задовільну біологічну ефективність та короткий вегетаційний період; в) введення додаткових технічних операцій, які дозволяють корегувати вищезначені технічні параметри та прогнозувати морфологічні характеристики урожаю; г) забезпечення харчової безпеки; д) оптимізація збору урожаю та післязбиральних процедур.

За результатами семирічного аналізування технічних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників субстратів, виготовлених методом аеробної ферментації у високому шарі (АФВШ) на трьох дослідних промислових підприємствах, не виявлено суттєвих відмінностей в показниках якості, що дозволяє говорити про сталість результатів такого методу обробки сировинних компонентів та рекомендувати його для промислового виробництва більшості видів роду *Pleurotus*, а також для інших видів ксилотрофних грибів, які здатні до колонізації субстратів з такими технічними показниками: вологість 70...75 %, вміст нітрогену 0,54...0,9 %, вміст золи 5,6...9,4 %, співвідношення C/N – 57...98 частин карбону до 1-єї частини нітрогену.

У досліджених 6 штамів, які культивували на субстратах, виготовлених методом АФВШ, виявили суттєві розбіжності за показником біологічної ефективності (БЕ). Так, найвищий результат у 79 % було визначено за вирощування штаму *P. ostreatus* 2316, а найнижчу (40 %) у штаму *P. ostreatus* 2317, обидва культивари були здатні до утворення плодових тіл (ПТ) за низьких температур (рис. 2). У групі штамів, які буди здатні до плодоношення при 22 ± 2 °C (адаптовані до високих температур) найвищу БЕ виявлено у штаму *P. ostreatus* 431 (78,4 %), тоді як найнижчу у штаму *P. pulmonarius* 2314 (42,1%).

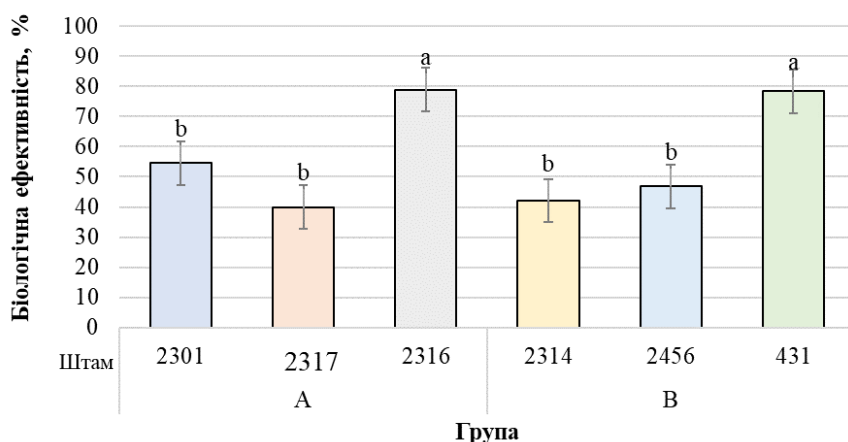


Рис. 2 Біологічна ефективність штамів *Pleurotus ostreatus* та *Pleurotus pulmonarius* за групами А – зимового, В – літнього сезонів культивування
(за I хвилино плодоношення, середнє за 2011-2019 рр., статистична відмінність між результатами за $p < 0,05$ показана різними буквами латинського алфавіту)

Визначено, що для отримання сталого урожаю необхідно корегувати формули субстратних композицій відповідно до результатів попереднього аналізу складу сировини, який залежить від кліматичних умов року та застосованих агротехнологічних заходів. Потрібно враховувати, що адаптивні показники штамів є індивідуальними, тому потребують детальної перевірки перед введенням в промислову культуру в умовах певного виробництва.

Аналіз елементів технологічної якості плодових тіл штамів *Pleurotus ostreatus* та *Pleurotus pulmonarius*. За результатами оцінки параметрів габітусу та органолептичних показників ПТ були виявлені суттєві недоліки найбільш високоврожайних штамів *P. ostreatus* 2316 і 431. Обидва штаму мали жорстку ніжку, структура якої не пом'якшувалась навіть після бланшування (табл. 6).

Таблиця 6 – Органолептична оцінка плодових тіл досліджених штамів

Ознака	Штами					
	2301	2317	2316	2314	2456	431
Колір	темно-сірий	темно-сірий	сірий	світло-коричневий	темно-бежевий	темно-бежевий
Текстура	м'яка	м'яка	жорстка	м'яка	середня	жорстка
Аромат	слабкий	слабкий	слабкий	насичений	слабкий	слабкий
Шапінка	товста	товста	середня	тонка	тонка	середня
Діаметр ніжки	великий	великий	великий	маленький	середній	середній

Тому, за відсутності можливості переробки у грибний фарш чи борошно, виробництво таких культиварів, на жаль, є обмеженим. На відміну від вищезазначених, менш продуктивні штами *P. ostreatus* 2301 та 2317 мали привабливий (для українського споживача) темний колір шапинки, щільну, але ніжну текстуру ніжок, яка, незважаючи на товщину, не ставала жорсткою навіть після теплового впливу (рис. 3).

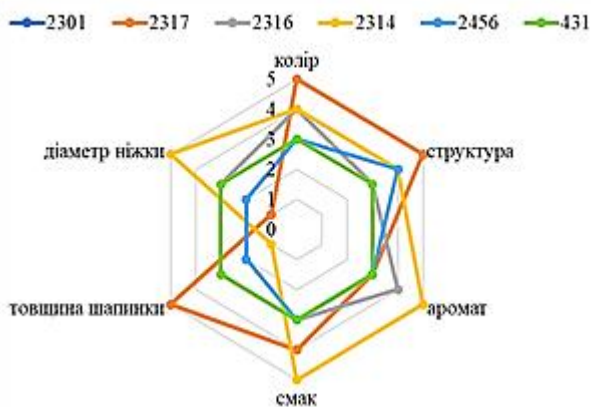


Рис. 3 Оцінка органолептичних показників плодових тіл досліджених штамів *Pleurotus ostreatus* та *Pleurotus pulmonarius*

За експертним аналізом органолептичних показників сировини після відварювання найбільш високу оцінку отримали плодові тіла штаму *P. pulmonarius* 2314, діаграма якості якого за рахунок вищих балів за аромат мала більшу площу, як порівняти зі штамами *P. ostreatus* 2301 та 2317, графіки оцінки яких збігалися і накладалися один на одного (рис. 4). Отже, пошук

оптимального балансу між показниками продуктивності культивуру та зовнішньою привабливістю і смаковими характеристиками грибів є нагальною потребою для організації ефективної системи управління якістю урожаю.

Оптимізація термінів збирання. Важливою складовою у формуванні якості грибів є контроль харчової цінності та вмісту біоактивних речовин. За результатами аналізу було визначено істотні зміни макронутрієнтного складу грибів зібраних за різного ступеня стиглості (рис. 4). Так, у штамів групи А (2301, 2317, 2316) та штаму *P. pulmonarius* 2314 (В) було виявлено загальну тенденцію до зниження вмісту сухих речовин за досягнення ступеня біологічної стиглості, тоді як у штамів *P. ostreatus* 2456 та 431 (групи В) спостерігали протилежні зміни.

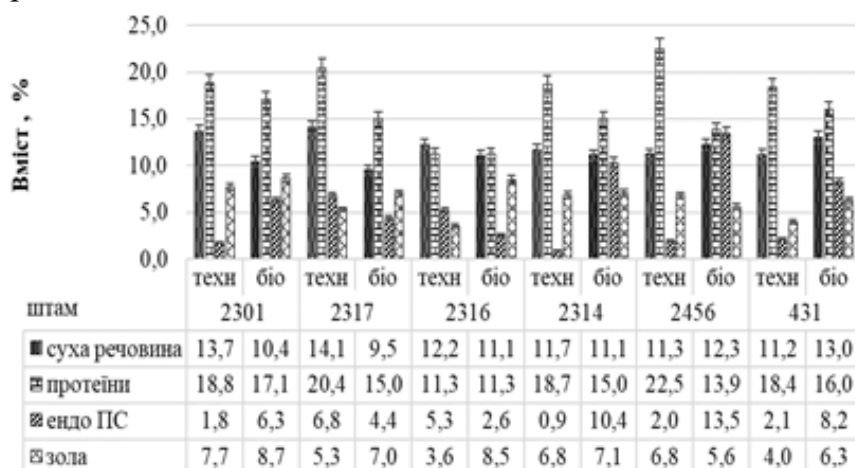


Рис. 4 Вміст сухих речовин, протеїнів, ендополісахаридів (ендоПС) та золи в плодових тілах досліджених штамів *Pleurotus ostreatus* та *Pleurotus pulmonarius* технічної (техн) та біологічної (біо) стиглості (за середнім, $n = 5$)

Найвищу кількість сухих речовин визначали у плодових тілах *P. ostreatus* 2301 ($13,7 \pm 0,7$ %) технічної стиглості, тоді як найменшу було зафіксовано за аналізування урожаю штаму 2317 біологічної стиглості ($9,5 \pm 0,7$ %). Найбільші втрати сухих речовин після дозрівання було визначено у штамів *P. ostreatus* 2317 та 2301 – 4,6 та 3,3 % відповідно. У штамів *P. ostreatus* 2456 та 431 навпаки, з віком кількість сухих речовин у плодових тілах підвищувалась на 1 та 2 % відповідно. Плодові тіла штамів *P. ostreatus* 2317 і 2456 технічної стиглості містили найбільшу кількість протеїнів: $20,4 \pm 1,1$ та $22,5 \pm 1,9$ % відповідно, кількість яких знижувалась до $15,0 \pm 0,8$ та $13,9 \pm 1,0$ % при подальшому дозріванні. Найменший вміст протеїнів ($11,3 \pm 1,3$ %) було визначено в плодових тілах штаму *P. ostreatus* 2316, але за середніми значеннями цей показник залишався сталим на різних стадіях стиглості грибів. Визначено, що для інших штамів в обох групах показник вмісту протеїнів знижувався з часом дозрівання. Було виявлено, що вміст ендополісахаридів в 4 - 10 разів зростав у зрілих плодових тілах штамів групи В та більше ніж в 3 рази в ПТ штаму *P. ostreatus* 2301 (група А). Навпаки, у штамів *P. ostreatus* 2317 і 2316 (група А) відзначали зменшення вмісту глюканів у зрілих ПТ, але ці зміни були менш значимими (в 1,5–2 рази). Загальний вміст золи в плодових тілах усіх вивчених штамів варіював від $3,6 \pm 0,7$ % (2316 - технічна стиглість) до $8,7 \pm 1,0$ % (2301 – біологічна) та мав позитивну кореляцію з терміном досягнення, за винятком штаму 2456, зрілі плодові тіла якого містили золи на 1,3% менше проти молодих.

В організації системи контролю якості урожаю одним з елементів є мінімізація втрат грибної сировини на післязбиральному етапі, під час ручного очищення та сортування, коли видаляють основу зростку із залишками субстрату та розділяють його на окремі плодові тіла. Виготовлення фаршу такого розділення не потребує, але для інших видів переробки воно є необхідною складовою процесу, що суттєво підвищує як якість грибних напівфабрикатів, так і їхню вартість. Найбільші коефіцієнти виходу напівфабрикатів після ручного очищення та сортування ($K_{\text{виф}}$) визначено після обробки зростків *P. pulmonarius* 2314 (В) в обох варіантах

стигlostі: $K_{\text{внф}} = 0,9879 \pm 0,001$ (технічна) та $0,9812 \pm 0,004$ (біологічна). Виявлено суттєве зменшення втрат сировини біологічної стигlostі у штамів групи (В) після очищення - до 8% як порівнювати зі штамми зимового культивування. Такий результат, з урахуванням сезонного зниження споживання свіжих грибів улітку, гарантує економічну перевагу вироблення консервів чи інших продуктів переробки грибів у літній сезон.

Додатковим обґрунтуванням цього висновку є результати визначення $K_{\text{внф}}$ після бланшування. Найвищі $K_{\text{внф}} = 1,39 \pm 0,02$ (технічна стигlostь) та $K_{\text{внф}} = 1,18 \pm 0,03$ (біологічна) отримували для урожаю штаму *P. ostreatus* 2456, відварювання збільшувало початкову масу сировини на 39% та 18% відповідно (рис. 5). Найменший $K_{\text{внф}}$ визначили для грибів штаму *P. ostreatus*. 2301 з $K_{\text{внф}} = 0,92 \pm 0,02$ (технічна стигlostь) та $0,97 \pm 0,01$ (біологічна).

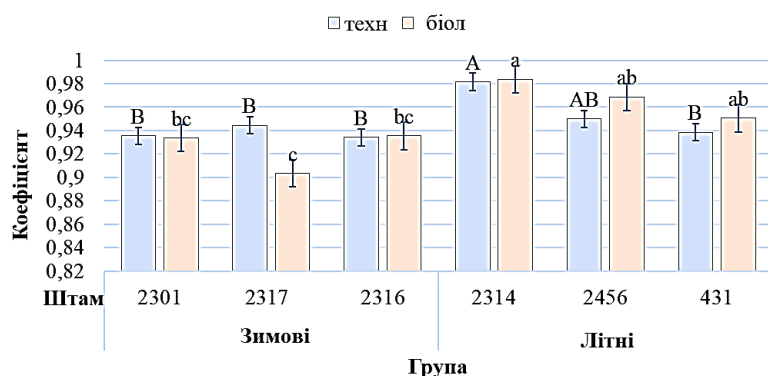


Рис. 5 Коefіцієнт виходу грибного напівфабрикату після відварювання плодкових тіл впродовж 5 хвилин;
«техн» - технічна, «біол» - біологічна стигlostь; статистична відмінність між результатами за $p < 0,05$ показана різними буквами латинського алфавіту: А, В, С для технічної стигlostі; а, b, с, д – для біологічної

Потрібно додати, що тенденцію підвищення $K_{\text{внф}}$ з настанням біологічної стигlostі спостерігали для усіх досліджених штамів, за виключенням *P. ostreatus* 2456. Отримані результати підтверджують важливість вивчення базових факторів, що визначають якість майбутнього урожаю та шляхи післязбиральних операцій: генетичних особливостей штамів, варіативності їх морфологічних ознак та хімічного складу плодкових тіл.

Аналіз ефективності застосування води з підвищеною концентрацією NaCl у технології вирощування видів роду *Pleurotus*. Для забезпечення фізіологічних потреб живлення грибної культури компоненти субстратів мають бути зволоженими до 65-75%. Втім, якість технічної та питної води погіршується через тенденцією підвищення її солоності. Для розуміння динамічних процесів адаптації культур штамів *P. ostreatus* 2301 та *P. pulmonarius* 2314 до використання субстратів різного складу за підвищеної концентрації NaCl було попередньо визначено середню швидкість вегетативного росту (ШВР) міцелію на щільних живильних середовищах (табл. 7).

Таблиця 7 – Середня швидкість вегетативного росту міцелію видів роду *Pleurotus* на живильних середовищах з додаванням рослинної сировини та NaCl (мм/доба)

за результатами 3-х циклів культивування, 2016-2017 рр.

Конц ентра ція, NaCl %	Штам/основа поживного середовища (середнє ± ст. помилка)			
	<i>P. ostreatus</i> 2301		<i>P. pulmonarius</i> 2314	
	солома ячменю	лушпиння соняшнику	солома ячменю	лушпиння соняшнику
0,00 (к)	10,00 ^а ± 0,26	6,59 ^{аb} ± 0,26	7,94 ^д ± 0,23	6,70 ^а ± 0,17
0,05	9,33 ^а ± 0,17	6,55 ^{аb} ± 0,11	9,19 ^б ± 0,14	6,15 ^б ± 0,04
0,10	8,95 ^а ± 0,38	7,03 ^а ± 0,14	9,50 ^б ± 0,12	5,85 ^с ± 0,13
0,50	9,81 ^а ± 0,14	6,26 ^б ± 0,20	10,02 ^а ± 0,18	5,09 ^д ± 0,06
1,00	9,12 ^а ± 0,07	4,28 ^с ± 0,08	8,52 ^с ± 0,17	4,18 ^е ± 0,15
2,00	6,55 ^б ± 0,11	3,35 ^д ± 0,16	5,83 ^ф ± 0,15	3,42 ^ф ± 0,09
3,00	4,42 ^с ± 0,09	2,22 ^ф ± 0,12	3,67 ^е ± 0,17	2,12 ^з ± 0,13
<i>p-value</i>	0,001	0,001	0,001	0,001

Примітка: к – контроль, **p-value* значення імовірності або асимптотична значимість; статистично доведена відмінність між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми.

Обидва культивари краще росли на середовищі з додаванням соломи ячменю. Найвищу ШВР мала культура *P. pulmonarius* 2314 ($10,02 \pm 0,18$ мм/доба) на середовищі з 0,5 % вмістом хлориду натрію, тоді як таку ж ШВР штаму *P. ostreatus* 2301 ($10,0 \pm 0,26$ мм/доба) спостерігали у контрольному варіанті (0 %). Втім, на середовищі з додаванням лушпиння соняшнику спостерігали протилежний ефект: найвищий показник ШВР штаму *P. ostreatus* 2301 виявлено на середовищі з вмістом 0,1% NaCl ($7,03 \pm 0,14$ мм/доба), тоді як культура *P. pulmonarius* 2314 мала суттєво вищий результат ($6,70 \pm 0,17$ мм/доба) за 0 % NaCl у середовищі (контроль).

Отже, перевірені культивари мали різні межі адаптування до середовищ з підвищеною концентрацією хлориду натрію, які залежали від природи рослинних складових живильних середовищ. Ці результати було підтверджено у промисловому досліді вирощування *P. pulmonarius* 2314, коли за додавання хлориду натрію у воду для зволоження однокомпонентного субстрату з соломи ячменю до концентрації 0,5 % отримували підвищення БЕ штаму у середньому на 9 % за 3 цикли вирощування, тоді як на субстратах з суміші лушпиння соняшнику і соломи ячменю відмінностей не спостерігали (табл. 8).

Таблиця 8 – Біологічна ефективність *Pleurotus pulmonarius* 2314 на субстратах, виготовлених методом АФВШ з додаванням хлориду натрію
(промисловий дослід за результатами 3-х циклів культивування, 2016-2017 рр.)

Склад субстрату		солома ячменю		лушпиння соняшнику / солома ячменю (3:1)	
NaCl, %		0,0 (контроль)	0,5	0,0 (контроль)	0,5
Цикл виро- щува- ння	1	60,77	68,88	63,26	61,07
	2	66,12	75,11	62,54	61,33
	3	59,98	69,06	59,96	60,15
Середнє		$62,29 \pm 1,93$	$71,02 \pm 2,05$	$61,92 \pm 1,0$	$60,85 \pm 0,4$
<i>p-value</i>		0,036		0,37	

Отже, для зволоження рослинних складових субстратів можливо використовувати воду, яка містить не більше 0,5 % NaCl у загальній концентрації. Втім, якщо природна концентрація хлориду натрію у воді є низькою (у випадках, коли використовують дистильовану воду) потрібно підвищувати концентрацію NaCl штучно у відповідності до фізіологічних потреб штамів.

Оцінка впливу субстратів, збагачених рослинною олією на культуральні характеристики та технічні показники вирощування штамів *Pleurotus ostreatus* 2301 та *P. pulmonarius* 2314. Аналізуванням експериментальних даних визначено позитивний ефект збагачення олією (до 0,5 %) субстратів на основі соломи ячменю та лушпиння соняшнику у різних співвідношеннях (рис. 6).

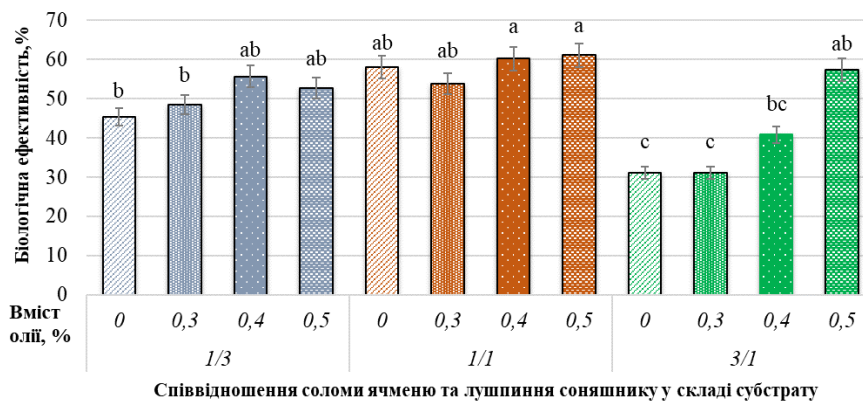


Рис. 6 Біологічна ефективність *Pleurotus ostreatus* 2301 на субстратах різного складу з додаванням рослинної олії

(статистична відмінність між результатами 3х циклів вирощування за $p < 0,05$ показана різними буквами латинського алфавіту, 2016-2018 рр.)

Найвищий результат (61 % БЕ) було отримано за співвідношення компонентів 1:1 з додаванням олії 0,5 %, найнижчий (31,2 %) було отримано на субстраті солома ячменю/лушпиння соняшнику у пропорції 3:1 без додавання олії (контроль). Істотного підвищення БЕ на субстраті з еквівалентними частками компонентів у варіантах досліді не спостерігали, тоді як на субстраті у співвідношенні солома/лушпиння 3:1 було визначено найвищий ефект. Отриманий результат говорить про важливість збалансування природної сировини у формулі субстрату та можливості збагачення складу субстратів за рахунок додавання олієвмісних відходів переробки сільськогосподарської сировини.

Аналіз кількісних та якісних характеристик мікробіоти приміщень тривалого культивування штамів видів роду *Pleurotus*. За результатами кількісного та якісного аналізу мікробіологічних сукцесій, присутніх у повітрі приміщень, де тривалий час культивуються штами *P. ostreatus*, визначено домінуючі форми конкурентних мікроміцетів родів: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Alternaria* та *Cladobotryum*, а також грамнегативних бактерій *Pseudomonas* spp., та грампозитивних бактерій: *Bacillus* spp., *Staphylococcus* spp., *Enterococcus*. Розраховано динаміку збільшення титру КУО на поверхні плодівих тіл *P. ostreatus* в залежності від стану мікробіологічної забрудненості культиваційних приміщень та встановлено формулу, яка дозволяє прогнозувати цей процес: $y = 4148071 + 299 \times x$, де x – кількість КУО у повітрі приміщення на початок культивування, y – в кінці циклу на 40...45 добу (рис. 7).

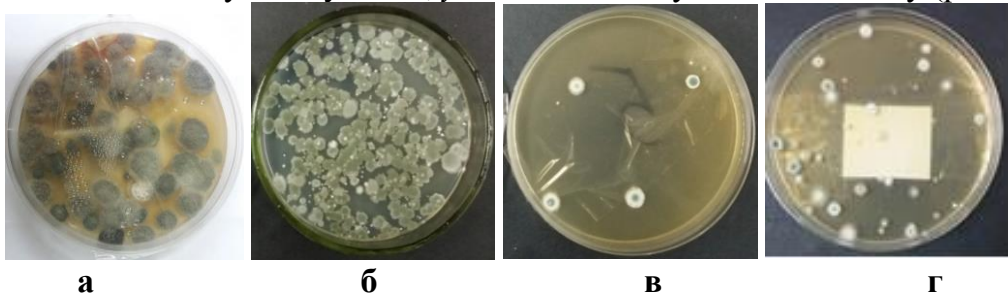


Рис.7 Результати седиментаційного аналізу мікробіоти повітря в камері вирощування с. Хутірське Дніпропетровської обл. (а, б) та ТОВ «ЕКО-ГРИБ» (с. Карбівка, Кіровоградської обл.) (в, г): а), в) перед загрузкою камери; б), г) закінчення 2-ї хвили плодоношення (фото зроблені на 4-ту добу інкубації)

Вперше виявлено різні типи взаємного впливу культур ізольованих плісневих грибів та штаму *P. ostreatus* 2301: 1) відсутність конкуренції (*Aspergillus* ssp., *Coniothyrium pyrimum*, *Alternaria alternate*); 2) виражена конкуренція (*Penicillium* ssp., *Fusarium oxysporum*); 3) антагонізм (*Cladobotryum mycophilum*, *Trichoderma pleuroticola*, *Tr. harzianum*, *Tr. atroviride*) (рис. 8).

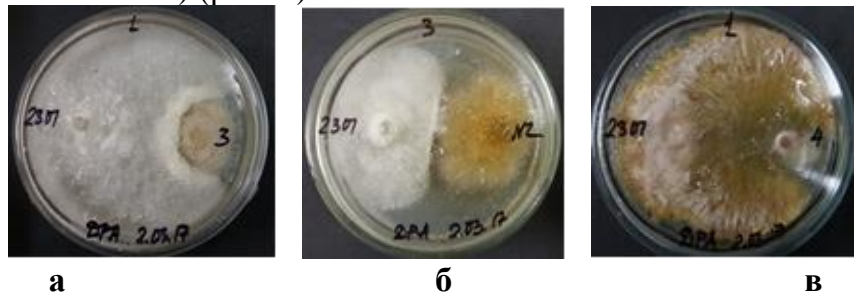


Рис. 8 Взаємодія *Pleurotus ostreatus* 2301 (зліва) та колоній плісневих грибів на 10 добу інкубації: а) *Coniothyrium pyrimum* (Sacc.) J. Sheld.; б) *Fusarium oxysporum* Schldl. в) *Cladobotryum mycophilum* (Oudem.) W. Gams & Hooz

За результатами проведеного обстеження обґрунтовано необхідність впровадження системи контролю мікробіологічної забрудненості виробничих приміщень та очищення повітря шляхом постійної фільтрації.

Визначення впливу розташування субстрату та розміру перфорацій на морфологію зростків та плодових тіл *P. ostreatus* 2301. Апробовано ефективність технічних заходів, які дозволяють формувати зростки *P. ostreatus* 2301 бажаного розміру з прогнозованою кількістю плодових тіл та корегувати розміри ніжок та форму шапинок. Зростки найбільшої маси (703 ± 86 г) отримували за горизонтального розташування блоків з отворами 150 мм, тоді як найменший результат (404 ± 44 г) – з вертикально розташованих блоків з отворами 50 мм (табл.9).

Таблиця 9 – Біологічна ефективність та характеристика зростків *Pleurotus ostreatus* 2301 за умов різного розташування блоків з різним розміром перфорацій (2016-2019 рр., 6 циклів культивування)

Варіант	Чинники*		БЕ, %	Показники зростків**			
	А	В		Маса, г	Ширина, мм	Висота, мм	Кількість ПТ
1	1	1	73,01±6,81	435 ^b ±51	191 ^b ±9	122 ^c ±8	26 ^{bc} ±3
2		2	71,35±7,62	471 ^b ±44	206 ^b ±7	138 ^{bc} ±6	30 ^{bc} ±2
3		3	77,70±6,08	703 ^a ±86	236 ^a ±13	157 ^b ±11	39 ^{ab} ±4
4	2	1	77,76±3,24	404 ^b ±44	186 ^b ±6	149 ^b ±8	26 ^{bc} ±2
5		2	83,71±6,53	443 ^b ±52	188 ^b ±5	158 ^b ±8	31 ^b ±6
6		3	88,04±5,74	617 ^{ab} ±76	216 ^{ab} ±10	194 ^a ±12	43 ^a ±4
7	3	1	81,68±5,18	455 ^b ±49	196 ^b ±6	154 ^b ±7	25 ^{bc} ±3
8		2	92,36±6,48	438 ^b ±50	191 ^b ±8	151 ^b ±8	30 ^{bc} ±3
9		3	79,81±6,81	585 ^{ab} ±60	206 ^b ±5	184 ^a ±10	40 ^a ±3

Примітки: * А – розташування блоків у камері вирощування: 1- горизонтальне, 2-вертикальне, 3 - похиле; В – розмір отворів на блоках 1 - 50мм; 2 - 100мм; 3 - 150мм; ** кількість вибірки $n=3 \times 25$; ПТ – плодові тіла; abc – результати статистичного аналізу ANOVA: статистична відмінність між результатами 3х циклів вирощування за $p < 0,05$.

Найвищу БЕ у 92 % визначено за похилого розташування блоків з перфораціями 100 мм. Порівнянням середніх між групами за U-критерієм Манна-Уїтні визначено, що біологічна ефективність у варіанті з горизонтальним розміщенням блоків була значимо нижчою ($p = 0,03$), ніж у варіантах з вертикальним і похилим положеннями та становила близько 10 %. Плодові тіла були найважчими ($21 \pm 1,2$ г) за вирощування у похилому положенні з перфораціями 50 та 150 мм; найлегші ПТ отримували у вертикальному положенні з аналогічними розмірами перфорацій ($9 \pm 0,5$ та $8 \pm 0,5$ г відповідно). Шапинки найбільшої площі та маси зі сталим діаметром ніжки (4368 ± 212 мм², $221 \pm 1,2$ г та $12 \pm 0,4$ мм відповідно) отримували за похилого розташування (рис. 9).

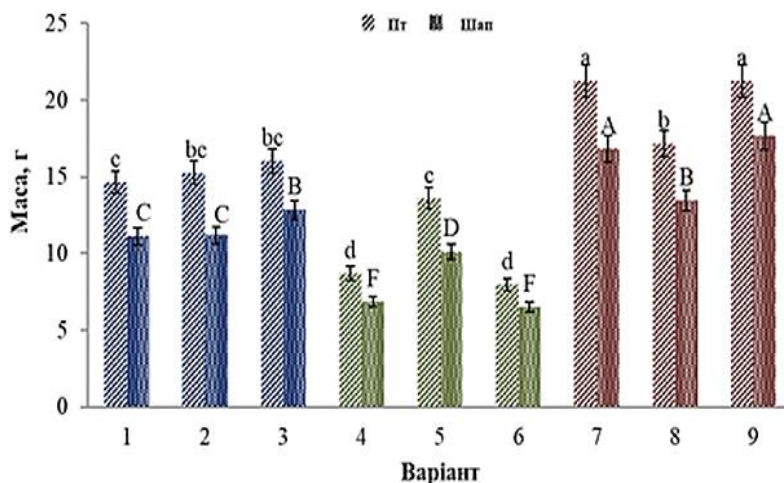


Рис. 9 Вплив розташування субстрату та розміру перфорацій на середню масу плодових тіл (ПТ) та окремих шапинок (Шап) *Pleurotus ostreatus* 2301:

горизонтальне, з розміром перфорацій 1 - 50; 2 - 100; 3 - 150 мм; вертикальне, 4 - 50; 5 - 100; 6 - 150 мм; похиле, 7 - 50; 8 - 100; 9 - 150 мм; статистично доведена відмінність між результатами за $p < 0,05$ показана різними буквами латинського алфавіту (маленькими буквами позначено результати порівняння середньої маси плодових тіл, великими – середньої маси шапинок), 2016-2019 рр., 6 циклів культивування.

Можливість регулювати розміри зростків та плодових тіл дає змогу оптимізувати процеси пакування на шляху збереження тендітної грибної сировини та забезпечити відповідність зовнішнього вигляду продукції вимогам споживачів.

Оцінка технічних характеристик *Pleurotus pulmonarius* 2314 як об'єкту безперервного культивування. Обґрунтовано доцільність впровадження цілорічного культивування штаму *P. pulmonarius* 2314, який характеризується коротким вегетаційним періодом (12-15 діб) та відсутністю суттєвої різниці біологічної ефективності за різних температурних режимів вирощування: 80,6 % за температури 16 ± 2 °C та 79,5 % при 26 ± 2 °C (рис. 10).

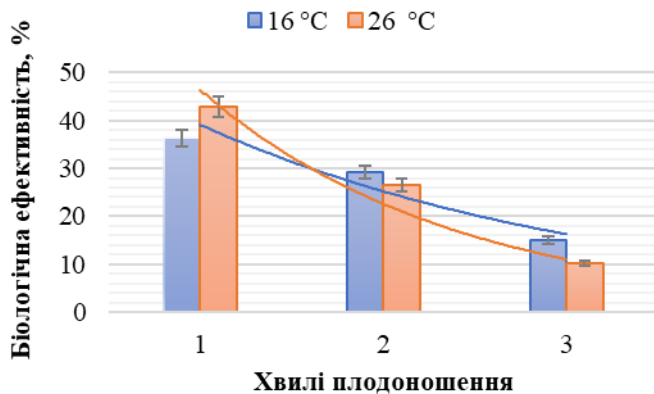


Рис. 10 Біологічна ефективність штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314 за різної температури культивування (за три хвили плодоношення, 3 цикли культивування, 2015-2017 рр.). три хвили плодоношення)

Для обох режимів урожай першої хвилі складав приблизно половину від загального урожаю за 3-ї хвилі плодоношення: $53,8 \pm 3,9$ % (26 ± 2 °C) і $45,0 \pm 4,8$ % (16 ± 2 °C). За обсягами другої хвилі варіанти досліду суттєво не відрізнялись, тоді як урожай 3-ї хвилі був вищим за температури вирощування 16 ± 2 °C ($18,75 \pm 1,82$ %). Отримані дані обґрунтовують доцільність подовження технологічного циклу культивування до третьої хвилі (30...35 діб у цілому).

Середня маса зростків технічної стиглості, отриманих за температури 16 ± 2 °C, була в 1,4 рази більшою, а біологічної – у 1,7 рази, як порівняти з результатами літнього вирощування. Відповідно різнилися і розміри зростків, що свідчить про ймовірність отримання більш крупних зростків *P. pulmonarius* 2314 споживчої якості при культивуванні в умовах низьких температур (табл.11).

Таблиця 11 – Характеристика параметрів зростків плодових тіл штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314 за різних температур культивування

(середнє \pm ст. помилка, 3 цикли культивування, 2015-2017 рр.).

Температура		26 \pm 2 °C		16 \pm 2 °C	
Стадії стиглості		Т	Б	Т	Б
Ознаки зростків	Маса, г	34,9 \pm 2,5	40,7 \pm 5,5	50,4 \pm 5,2	70,0 \pm 9,5
	Ширина, мм	94,6 \pm 2,4	104,1 \pm 3,1	115,5 \pm 5,3	124,8 \pm 5,74
	Висота, мм	68,5 \pm 2,0	74,5 \pm 2,3	82,3 \pm 2,8	88,8 \pm 3,4
	Кількість ПТ	22 \pm 6,2	22 \pm 4,8	19 \pm 5,1	20 \pm 5,4

Примітки: Т -технічна, Б- біологічна стиглість

Будо доведено, що збирання зростків *P. pulmonarius* . 2314 у технічній стиглості за температури 26 ± 2 °C потрібно проводити 2 рази на добу, тоді як за 16 ± 2 °C достатньо одноразового збору. Для обґрунтування квалітативних показників якості сировини за розширення асортименту продажу грибів зростками, окремими плодовими тілами, чи лише шапинками, як вимагає ринок Європи, було проведено аналіз вмісту сухих речовин (СР) в окремих частинах плодових тіл. Кількість СР з настанням біологічної стиглості у шапинках, отриманих при 26 ± 2 °C, зменшувалась на 12%, а при 16 ± 2 °C – на 14 %. Втім, у цілих плодових тілах за обох режимів культивування відмінностей за вмістом СР не визначено (табл.12).

Таблиця 12 – Вміст сухих речовин (%) у плодових тілах штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314 (середнє ± ст. помилка за 3 цикли культивування, 2015-2017 рр.)

Варіант	Температура культивування			
	26 ±2 °С		16 ±2 °С	
	Стадії стиглості			
	Технологічна	Біологічна	Технологічна	Біологічна
Плодове тіло (в цілому)	11,14 ±0,14	11,71 ±0,28	11,48 ±0,14	10,98 ±0,27
Шапинка	11,27 ^a ±0,27	9,89 ^b ±0,12	10,51 ^{ab} ±0,36	9,08 ^{bc} ±0,11

Примітка: статистично доведена відмінність між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння чи відсутність букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми.

Результати досліджу доводять можливість ефективного вирощування штаму *P. pulmonarius* 2314 та отримання плодових тіл задовільної якості за різних температурних умов культивування, що дає змогу впровадити цей штам у технологічний графік виробництва для отримання додаткового врожаю у час пікового попиту. За планування реалізації важливо враховувати погіршення зовнішнього вигляду плодових тіл з настанням біологічної стиглості.

Варіативний аналіз морфологічних особливостей штамів *Pleurotus eryngii*. За результатами аналізу отриманих даних з урожайності природних ізолятів *P. eryngii* 2032 і 2033 в промислових умовах доведено перспективність впровадження їх у промислову культуру (табл.13).

Таблиця 13 – Врожайність штамів *Pleurotus eryngii* (за 3 цикли культивування, 2018-2019 рр.)

Штами	Характеристика ОС		Середнє ± ст. помилка врожаю, грам			Середнє ±ст. помилка БЕ, %		
	Середня маса, г субстрату	Суша речовина, г	II - IV 2018	X - XII 2018	I - III 2019	II - IV 2018	X - XII 2018	I - III 2019
2600 (к)	3412±6	1262±3	289,6 ^c ±16,0	297,4 ^c ±4,3	312,2 ^c ±7,8	23,0 ^{cb} ±0,1	23,6 ^{cb} ±0,5	24,8 ^{ca} ±0,4
2032	3414±6	1263±5	568,4 ^a ±12,6	603,5 ^a ±9,2	525,8 ^a ±15,2	45,0 ^{ab} ±0,2	47,8 ^{ab} ±1,2	41,7 ^{ab} ±1,3
2033	3408±4	1261±3	396,2 ^b ±10,3	396,2 ^b ±5,1	387,9 ^b ±10,4	31,4 ^b ±0,2	31,4 ^b ±1,1	30,8 ^b ±1,9

Примітки. ОС – одиниці субстрату, різні індекси, що позначені латиницею - це статистично доведена різниця ($p < 0,01$; малі – порівняння між штамми, великі – за циклами). Відсутність індексу – відсутність статистичної різниці).

Досліджені штамви відрізнялися скороченою тривалістю вегетативного розвитку 2032 - 49 діб, 2033 - 53 доби як порівняти з комерційним штамом 2600 (контроль) – 68 діб. Було виявлено сталі тенденції варіативності морфологічних характеристик плодових тіл *P. eryngii* 2600, 2032 та 2033 з чіткими штамовими відмінностями (рис.11).

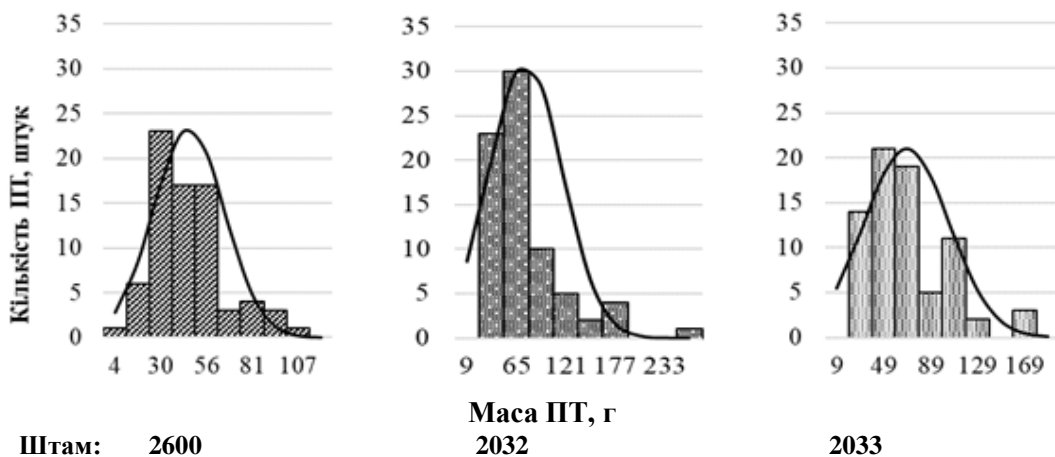


Рис. 11 Варіативність маси плодових тіл (ПТ) досліджених штамів *Pleurotus eryngii* ($n=75$, $HP_{05}=10,94$ за 3 цикли культивування у 2018-2019 рр.)

Найбільшу масу мали плодові тіла штаму 2032 ($61,3 \pm 4,8$ г), найменшу – ПТ штаму 2600 ($39,0 \pm 2,3$ г). Маса ПТ штаму 2600 мала найменшу дисперсію результатів середнього та найнижчий коефіцієнт асиметрії вибірки – 1,09. Штами 2032 і 2033 відрізнялись ширшим розподілом цієї ознаки зі значною додатною асиметрією з коефіцієнтами 1,73 і 1,31 відповідно, що свідчить про тенденцію до утворення крупних плодових тіл. За аналізуванням варіативності морфологічних параметрів ПТ впродовж трьох циклів вирощування визначена прогнозованість розмірів грибів та кількості ПТ з певними ознаками, що є важливим для оптимізації післязбиральних процедур.

Вплив складу стерильних субстратів на ефективність культивування та якість плодових тіл *Pleurotus citrinopileatus* 2161. За порівнянням результатів вирощування гливи золотої на різних за складом субстратах, виготовлених методом стерилізації, визначено позитивний вплив багатокomпонентного субстрату з соломи ячменю, паливних гранул з лушпиння соняшнику, збагаченого насінням ріпаку та кукурудзяним борошном, з додаванням крейди у співвідношенні 42:86:23:24:1 (за масою) на показники продуктивності: скорочення вегетаційного періоду на 8 діб, підвищення БЕ у 4 рази як порівняти з контролем (табл. 14).

Таблиця 14 – Технічні показники культивування *Pleurotus citrinopileatus* 2161 на різних за складом субстратах (середнє \pm ст. помилка за 3 цикли культивування, 2019–2020 рр.)

СК	Утворення примордіїв, доба	Збирання врожаю, доба	Загальна врожайність, г/кг	Біологічна ефективність, %
1	$26,3^b \pm 1,62$	$31,18^b \pm 2,43$	$167,5^a \pm 27,2$	$42,95^a \pm 6,96$
2	$24,8^b \pm 1,02$	$30,00^b \pm 2,51$	$170,5^a \pm 15,2$	$48,71^a \pm 4,35$
3 (к)	$32,0^a \pm 0,95$	$39,60^a \pm 1,25$	$45,5^b \pm 4,6$	$11,66^b \pm 1,18$
<i>p-value</i>	0,001	0,156	0,013	0,007

Примітка: СК – субстратна композиція; статистично доведена відмінність між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми.

За вирощування культивару на субстраті названої формули спостерігали збільшення маси окремих плодових тіл у 1,7 рази, збільшення кількості ендopolісахаридів у 1,9 рази у зіставленні з контролем (рис. 12).

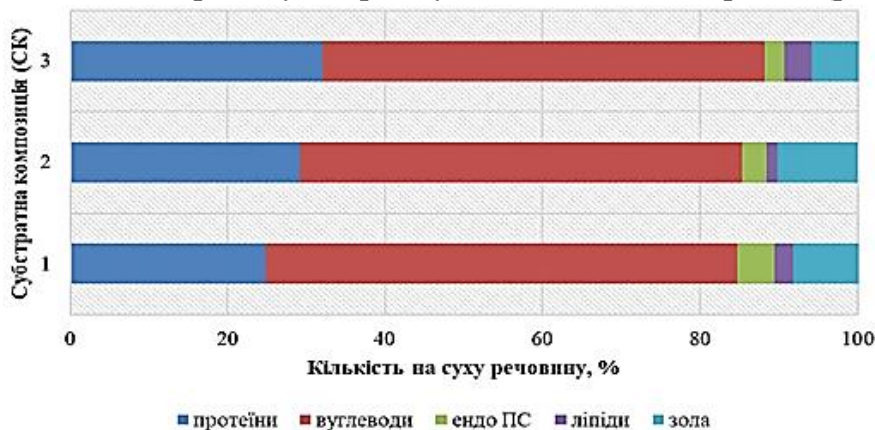


Рис. 12 Хімічний склад плодових тіл *Pleurotus citrinopileatus* 2161 на різних за складом субстратах: ендopolісахариди; середнє за 3 цикли культивування, 2019–2020 рр.

Втім, кількість протеїнів (32 %) та ліпідів (3,4 %) в плодових тілах гливи золотої, вирощених на субстраті контрольного варіанту з суміші лушпиння соняшнику, паливних гранул з лушпиння соняшнику, насіння ріпаку, кукурудзяного борошна та крейди у співвідношенні 65:78:20: 27:1 було істотно вищим як порівняти з іншими варіантами дослідження. Отже, склад СК має суттєвий вплив на хімічний склад урожаю, тому його зміни можуть обумовлювати зміни органолептичних показників урожаю, що потрібно враховувати у прогнозуванні загальної якості грибної сировини.

Визначено втрати сировини у післязбиральних процедурах, що не перевищували 5...9 %, але були більш суттєвими як порівнювати зі штамми гливи звичайної та легеневої, можливо за рахунок руйнування крихких шапинок культивару (табл. 15).

Таблиця 15 – Коефіцієнти залишку сировини на етапах первинної переробки та виготовлення напівфабрикатів з плодових тіл *Pleurotus citrinopileatus* 2161, отриманих з різних субстратів (середнє ±ст. помилка)

СК	Очищення та сортування	Сушіння	Бланшування
1	0,910 ^c ±0,009	0,097 ±0,005	0,803 ±0,006
2	0,934 ^b ±0,014	0,096 ±0,005	0,843 ±0,017
3 (к)	0,947 ^a ±0,013	0,100 ±0,007	0,912 ±0,034
<i>p-value</i>	0,002	0,08	0,302

Примітка: СК – субстратна композиція; статистично доведена відмінність між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння чи відсутність букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми.

Високий відсоток втрат сировини після бланшування: від 9 % (СК3) до 20 % (СК1) говорить про значний вміст водорозчинних речовин в плодових тілах цього культивару та недоцільність виготовлення маринадів з такої сировини. Цей висновок підтверджується фактом негативних візуальних змін кольору шапинок після п'ятихвилинного бланшування (рис. 13).



а



б

Рис. 13 Зміна забарвлення шапинок *Pleurotus citrinopileatus* 2161 після бланшування:

а) свіжі; б) після занурення в окріп на 5 хвилин

Оцінка елементів культивування грибів роду *Pleurotus* як модельних суб'єктів сприяла визначенню рівня впливу застосованих методів та технічних операцій на органолептичні показники та харчову цінність плодових тіл, їх морфологічні параметри, а також, на результати первинної переробки урожаю. Такий підхід обумовив визначення основних шляхів формування якості грибної сировини: виробництво елективних субстратів з необхідною структурою, підбір культиварів з високими адаптивними характеристиками, планування термінів збору урожаю відповідно до визначених шляхів його переробки, постійний контроль мікробіологічної чистоти культиваційних приміщень.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСАД ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ УРОЖАЮ ОПЕНЬКА ЗИМОВОГО *FLAMMULINA VELUTIPES* (CURTIS) SINGER

Скринінг штамів *F. velutipes* (ІВК) щодо перспектив впровадження у промислове виробництво. За результатами скринінгу 10 штамів *F. velutipes* з Колекції культур шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. Н. Г. Холодного НАН України визначено технічні характеристики та особливості морфологічних ознак 4-х культиварів, придатних для промислового виробництва плодових тіл. Найкоротшу вегетацію визначено у штамів 2337 (26±4 доби), 2039 (30±2) та 2347 (30±3). Найвищий показник БЕ (52,6±4,1 %) було визначено за культивування штаму 2337. Штам 2037 мав привабливі морфологічні характеристики (табл. 16).

Таблиця 16 – Морфологічні ознаки плодівих тіл штамів *Flammulina velutipes*

(середнє ± ст. помилка за 3 цикли культивування, 2015-2018 рр.)

Штам	Довжина ніжки, мм	Kv, %	Діаметр шапинки, мм	Kv, %	Маса ПТ, г	Kv, %
2038	115,6 ±3,9	29,6	12,3 ±1,2	83,2	1,01 ±0,11	91,4
2039	98,6 ±1,7	17,4	13,9 ±0,9	63,5	1,02 ±0,06	58,0
2337	76,9 ±1,0	12,5	14,2 ±0,4	29,3	0,79 ±0,04	44,7
2347	126,7 ±1,1	8,8	20,3 ± 0,7	35,9	2,22 ±0,09	39,4
<i>p-value*</i>	<0,001		<0,001		<0,001	

Примітка: **p-value* значення імовірності або асимптотична значимість, Kv – коефіцієнт варіації

Штами 2038 (біла раса), 2039 та 2337 (жовта раса) з успіхом пройшли інтродукцію в умовах господарств КФК «Жовтневе», ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» та ФОП Гончаров С.М., де отримували від 50 до 200 кг готової продукції на добу (рис.14)

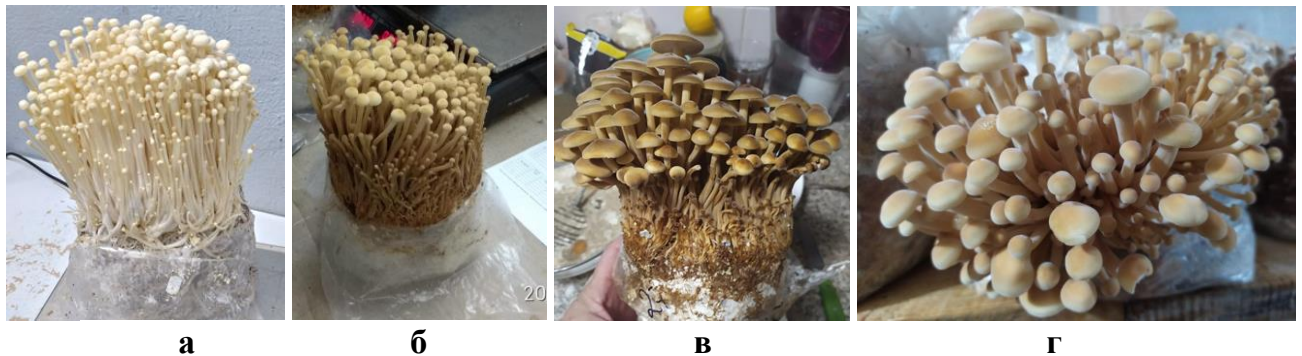


Рис. 14 Плодоношення штамів *Flammulina velutipes*: 2038 (а), 2039 (б) та 2337 (в), 2347 (г)

Визначення впливу складу субстратних композицій на технічні показники штамів *F. velutipes* 2038, 2039, 2337. Найвищий показник біологічної ефективності (81,2%) за результатами першої хвилі плодоношення було отримано на субстраті формули 8: лущиння соняшнику/паливні гранули з лущиння соняшнику /кукурудзяне борошно/зерно ріпаку/крейда у співвідношенні 40:30:20:9:1 за вирощування штаму *F. velutipes* 2039 (рис.15). Додавання паливних гранул з лущиння соняшнику (формули 6-8) або соломи сприяє утворенню щільної структури та спрощенню процесу зволоження компонентів субстрату. З урахуванням початкової вологості гранул на рівні 7%, додавання розрахункової кількості води з температурою 36-40 °С давало змогу отримати рівномірно зволожені рослинні компоненти впродовж кількох хвилин.

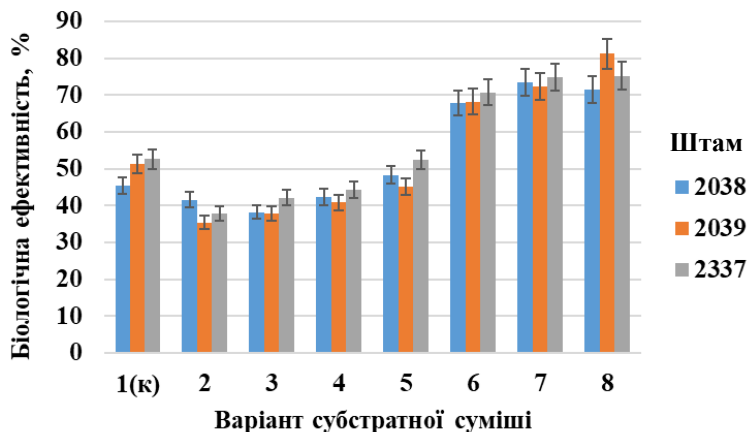


Рис. 15 Біологічна ефективність досліджених штамів *Flammulina velutipes* на субстратах різного складу.

Примітка: Субстрати: 1 (контроль) тирса 400 г, солома подрібнена 400 г, висівки пшеничні 180 г, крейда 20г на один кг сухої суміші [30]; 2) солома (400 г), лущиння соняшнику (590 г), крейда (10 г); 3) лущиння соняшнику (990 г), крейда (10 г); 4) тирса (500 г), лущиння соняшнику (490 г), крейда (10 г); 5) тирса (800 г), пшеничні висівки (100 г), подрібнені кукурудзяні початки (90 г), крейда (10 г); 6) лущиння соняшнику (500 г),

гранули з лущиння соняшнику (300 г), кукурудзяна мука (190 г), крейда (10 г); 7) лущиння соняшнику (500 г), гранули з лущиння соняшнику (300 г), зерно ріпаку (190 г), крейда (10 г); 8) лущиння соняшнику (400 г), гранули з лущиння соняшнику (300 г), кукурудзяна крупа (200 г), зерно ріпаку (90 г), крейда (10 г).

Використання соломи локальних сортів потребує попереднього подрібнення до часточок розміром 2-3 мм, що з оглядом на високий вміст силікатів у її структурі є енерговитратною операцією. Отже, відходи соняшника, що є доступними рослинними залишками на більшості території України, мають найвищі перспективи щодо використання у вітчизняному виробництві *F. velutipes*. За технічними, морфологічними та органолептичними характеристиками штам *F. velutipes* 2039 мав переваги над іншими дослідженими культиварами.

Оцінка впливу складу субстратних композицій на вихід напівфабрикатів *F. velutipes* 2039 у післязбиральних процесах. За результатами вирощування штаму *F. velutipes* 2039 на субстратах, виготовлених методом стерилізації, підтверджено вплив складу субстрату на $K_{\text{внф}}$ після переробки. Найвищий $K_{\text{внф}}$ (1,21) отримано після бланшування плодівих тіл, вирощених на СК1: солома/лушпиння соняшнику/гранули з лушпиння/ріпак/кукурудза/крейда у співвідношенні 31:39:108:21:17:1. Зростки грибів, які збирали з СК3 (найбільш щільного варіанту) мали цупке з'єднання субстратом, що змушувало відрізати основу зростку і зумовлювало суттєве зниження $K_{\text{внф}}$ (0,64). Тому втрати сировини були на 20 % вищими, ніж в інших варіантах дослідження, результати яких не відрізнялись (табл. 17).

Таблиця 17 – Коефіцієнти залишку сировини *Flammulina velutipes* 2039 на етапах первинної переробки та виготовлення напівфабрикатів (середнє \pm ст. помилка за 3 цикли вирощування 2019-2020 рр.)

Субстратна композиція (СК)	Очищення та сортування	Сушіння	Бланшування
1	0,84 ^a \pm 0,04	0,123 ^{ab} \pm 0,001	1,21 ^a \pm 0,01
2	0,85 ^a \pm 0,02	0,120 ^b \pm 0,002	1,09 ^{ab} \pm 0,08
3 (к)	0,64 ^b \pm 0,04	0,127 ^a \pm 0,002	1,03 ^b \pm 0,01
<i>p-value</i>	0,002	0,086	0,089

Примітка: статистично доведена відмінність між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння букв означає відсутність суттєвої різниці).

У цілому, визначений прибуток маси відварених грибів свідчить про високий потенціал використання урожаю штаму *F. velutipes* 2039 у технології переробки та виготовлення консервів, де маса напівфабрикату може бути збільшена до 20 % за вирощування на субстраті відповідної формули.

Визначення впливу маси субстратного блоку на технічні показники штамів *F. velutipes* 2039. Дослідженнями встановлено, що зменшення маси одиниць субстрату у 2 рази збільшувало біологічну ефективність *F. velutipes* 2039 у 1,6 рази (табл. 18). В експерименті використовували існуючі на вітчизняному ринку типорозміри пакувань, втім отримані дані є співставними з результатами зарубіжних дослідників.

Таблиця 18 – Технічні показники штаму *Flammulina velutipes* 2039 при використанні одиниць субстрату різної маси (середнє \pm ст. помилка за 3 цикли вирощування 2019-2020 рр.)

Показники	Маса субстрату, г		<i>p-value</i>
	1535 \pm 51	3078 \pm 39	
Термін інкубації, доба	28 \pm 3	32 \pm 2	0,02
Термін морфогенезу, доба	11 \pm 3	12 \pm 3	0,71
Біологічна ефективність, %	121,2 \pm 17,3	75,8 \pm 9,4	0,001
Втрати маси субстрату під час інкубації, %	2,24 \pm 0,2	2,27 \pm 0,1	0,08
Втрати маси субстрату після першої хвилі плодоношення, %	24,3 \pm 5,3	19,2 \pm 4,3	0,16

Потрібно зазначити, що для оптимізації технологічного процесу промислового вирощування опенька зимового пошук оптимальної маси пакетів має ґрунтуватися на підрахунках сумарної доходності впроваджуваних змін, тобто збільшення урожаю та

підвищення його якості повинно компенсувати зростання трудовитрат на виготовлення субстрату в пакуваннях меншої маси, витрат на тару, тощо.

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ПРОМИСЛОВОГО КУЛЬТИВУВАННЯ ОПЕНЬКА ТОПОЛЕВОГО

Порівняльна характеристика штамів *Cyclocybe aegerita* 2229, 2230, 2231 щодо перспективи впровадження у промислове виробництво. Найвищі результати було отримано за вирощування штаму *C. aegerita* 2231 з тривалістю вегетації та морфогенезу 42...43 доби і з БЕ 59...60 %, а штам *C. aegerita* 2229 відрізнявся найдовшим вегетаційним періодом (49 діб) та найнижчими показниками БЕ (20 %) (табл. 19)

Таблиця 19 – Технічні показники за три цикли культивування досліджених штамів *Cyclocybe aegerita* (середнє ± ст. помилка, 2018-2020 рр.)

Штам	Цикл	Дата отримання ПТ, доба	Урожайність, г/кг субстрату	Біологічна ефективність, %
2231	1	42,6 ^{bc} ± 0,6	219,5 ^a ± 11,3	59,32 ^a ± 3,04
	2	42,9 ^{bc} ± 0,4	216,8 ^a ± 15,1	58,54 ^a ± 2,85
	3	43,3 ^b ± 0,3	220,1 ^a ± 9,7	60,42 ^a ± 3,31
2230	1	41,1 ^c ± 0,3	215,5 ^a ± 9,5	57,89 ^a ± 2,37
	2	42,2 ^{bc} ± 0,5	218,1 ^a ± 10,1	58,89 ^a ± 3,14
	3	42,7 ^{bc} ± 0,4	214,4 ^a ± 9,8	57,63 ^a ± 1,97
2229	1	48,7 ^a ± 1,2	73,2 ^b ± 12,5	19,87 ^b ± 3,37
	2	49,2 ^a ± 1,3	75,1 ^b ± 10,2	20,2 ^b ± 4,06
	3	48,8 ^a ± 0,8	72,8 ^b ± 14,1	19,78 ^b ± 3,88
<i>p-value</i>		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Однак, штам *C. aegerita* 2229 відрізнявся привабливою оксамитовою поверхнею та світлим кольором шапинки, найбільшою масою плодових тіл (7,5 ± 0,4 г) та діаметром ніжки (10,8 ± 0,3 мм) (рис.16)

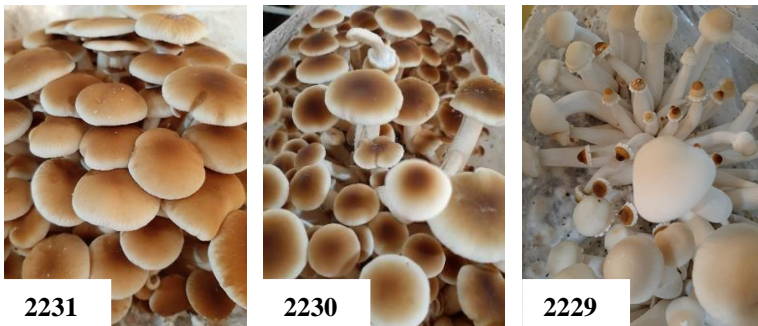


Рис. 16 Зовнішній вигляд зростків плодових тіл першої хвилі плодоношення штамів *Cyclocybe aegerita* 2229, 2230, 2231

На додаток, плодові тіла цього культивару мали найвищий вміст сухих речовин (11,23 ± 0,38 %), що робить його цікавим для вирощування у невеликих об'ємах, які здатні задовільнити вимоги вибагливих рестораторів та поціновувачів екзотичних видів грибів з хрусткою фактурою (табл. 20).

Таблиця 20 – Хімічний склад плодових тіл досліджених штамів *Cyclocybe aegerita*, (середнє ± ст. помилка за 3-и цикли культивування, 2018-2020 рр.)

Штам	Суха речовина, %	Вміст, % (суха речовина)			
		Протеїни	Ліпіди	Вуглеводи	Зола
2231	8,49 ± 0,49 ^b	19,36 ± 0,17 ^a	2,59 ± 0,08 ^{ab}	70,73 ± 0,04 ^b	7,33 ± 0,22 ^a
2230	10,95 ± 0,33 ^a	12,31 ± 1,76 ^b	3,29 ± 0,34 ^a	79,85 ± 1,32 ^a	4,54 ± 0,42 ^b
2229	11,23 ± 0,38 ^a	13,37 ± 1,61 ^b	2,31 ± 0,09 ^b	77,50 ± 1,23 ^a	6,83 ± 0,53 ^{ab}
<i>p-value</i>	0,006	0,023	0,04	0,002	0,007

Плодові тіла штаму *C. aegerita* 2231 характеризувалися найбільшим вмістом протеїнів (19 % по СР) та золи (7 %) як порівнювати з іншими культиварами, у ПТ штаму *C. aegerita* 2230 виявлено 3,3 % ліпідів (найвищий варіант у досліді). Отже, за

хімічним складом штами мали суттєві відмінності, що може пояснюватися різною природою культиварів, їх генетичними та фізіологічними особливостями.

Аналіз впливу складу субстратних композицій на загальні показники культивування штаму *Cyclocybe aegerita* 2231. Оцінку впливу складу субстрату на технічні та органолептичні показники провели при вирощуванні найбільш продуктивного штаму *C. aegerita* 2231 (табл. 21).

Таблиця 21 – Показники культивування штаму *Cyclocybe aegerita* 2231

(середнє ± ст. помилка за 5 циклів вирощування, 2018–2020 рр.)

СК	Утворення примордіїв (доба)	Збір урожаю (доба)	Загальна урожайність (г/кг)	Біологічна ефективність (%)
1	25,3 ^b ±1,5	35,2 ^b ±1,7	116,1 ^b ±6,9	33,18 ^b ±1,96
2	29,8 ^a ±0,8	38,6 ^a ±0,4	173,5 ^a ±8,0	49,57 ^a ±2,29
3 (к)	28,2 ^a ±0,4	38,2 ^a ±1,4	123,5 ^b ±22,7	35,28 ^b ±6,48
HP _{0,05}	2,6	2,94	4,45	12,72
<i>p-value</i>	0,001	0,033	0,013	0,032

Примітки: СК – субстратна композиція; статистично доведена відмінність ($p < 0,05$) між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми; співвідношення солома/лушпиння сояшнику/ паливні гранули з лушпиння сояшнику/ насіння ріпаку/ борошно кукурудзяне/ крейда/ вода у СК1: 250:311:563:164:138:8:2100; в СК2: 333:0:688:182:188:8:2600; в СК3: 0:522:625:164:213:8:2300.

Найкоротший вегетативний період вирощування (35 діб) було зафіксовано при вирощуванні на СК1, тоді як біологічна ефективність використання штамом субстрату цієї формули була найнижчою (33 %). Формула СК2 виявилась найефективнішою для вирощування даного культивару з БЕ 50 % по першій хвилі та вегетаційним періодом у 38...39 діб. Отже, незважаючи на збільшення вегетативного періоду, формулу субстрату СК2 (табл.4) можна рекомендувати для промислового виробництва *C. aegerita* 2231.

При вирощуванні *C.aegerita* 2231 було підтверджено раніше визначену закономірність суттєвого впливу складу субстрату на склад ПТ культивару. Найвищий вміст протеїнів (21,8 %), ендополісахаридів (6,8 %) та золи (7,5 %), було виявлено за використання СК3, тоді як найбільшу кількість ліпідів (2,8 %) містили ПТ зібрані з СК2 (табл.22).

Таблиця 22 – Хімічний склад плодівих тіл *Cyclocybe aegerita* 2231, отриманих з субстратних композицій (СК) різного складу(середнє за 3 цикли культивування ± ст. помилка, 2018-2020 рр.)

Показники, % (за СР)	СК			<i>p-value</i>
	1	2	3	
Сирий протеїн	19,62 ±0,30	20,53 ±0,6	21,78 ±0,52	0,111
Ліпіди	2,59 ^{ab} ±0,08	2,77 ^a ±0,56	2,30 ^b ±0,1	0,021
ЕнПС	3,38 ^{bc} ±0,89	1,38 ^c ±0,25	6,81 ^a ±0,41	0,001
Інші ПС	72,79 ^a ±1,15	73,86 ^a ±0,83	61,45 ^b ±1,12	0,012
Зола	1,64 ^b ±0,55	1,47 ^b ±0,35	7,47 ^a ±0,17	<0,0001
Суха речовина	8,67 ^b ±0,49	10,52 ^a ±0,15	10,11 ^a ±0,23	<0,0001

Примітки: СР – суха речовина, ЕнПС – ендополісахариди, ПС – полісахариди, СК – субстратна композиція (див. примітки до табл.21) ; статистично доведена відмінність ($p < 0,05$) між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння або відсутність букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми.

Отже, склад субстратів є одним з елементів формування хімічних, а отже і органолептичних показників майбутнього урожаю грибів.

Оцінка впливу техніки відкриття пакетів на технічні та морфологічні показники штаму *Cyclocybe aegerita* 2231. За аналізом результатів попередніх дослідів доведено, що важливим елементом прогнозування кваліметричних показників

культивару є техніка формування зони плодоношення. Звичайно, для вирощування опенька тополевого застосовують техніку повного відкриття поверхні одиниць субстрату. Втім, такий підхід вимагає підтримання високої відносної вологості повітря, що, в свою чергу, ускладнює процес дихання, а отже і живлення плодкових тіл культувару. Застосування техніки верхнього розрізу на висоті від 150 до 300 мм над поверхнею субстрату обумовлювало збільшення біологічної ефективності культувару на 10 % (табл. 23).

Таблиця 23 – Результати статистичного порівняння показників вирощування *Cyclocybe aegerita* 2231 за різної техніки розкриття пакетів
(середнє ± ст. помилка за 3 цикли культивування, 2018–2020 рр.)

Показник	Техніка		<i>p-value</i>
	відвертання	надріз	
Втрати маси субстрату після плодоношення, г	873,2 ^a ±48,0	681,6 ^b ±35,5	0,003
Біологічна ефективність, %	49,57 ^b ±2,29	59,43 ^a ±0,6	0,018
Маса ПТ, г	7,4 ±0,9	6,3 ±0,6	0,312
Висота ПТ, мм	70,7 ^b ±2,2	78,2 ^a ±2,3	0,001
Діаметр шапинки, мм	34,1 ^a ±0,9	28,6 ^b ±1,2	0,0001
Діаметр ніжки, мм	9,7 ^a ±0,2	8,3 ^b ±0,3	0,042
Вміст сухих речовин, %	10,52 ^a ±0,15	8,49 ^b ±0,49	0,015

Примітки: ПТ – плодове тіло, статистично доведена відмінність ($p < 0,05$) між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння або відсутність букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми.

Втім, за такого заходу відмічали негативні зміни габітусу плодкових тіл: збільшення висоти ніжки на 7,5 мм, зменшення діаметру шапинки 5,5 мм та діаметру ніжки на 1,5 мм. Отже, за рахунок гнучкості технологічних підходів можливо забезпечити різні показники зовнішнього виду урожаю *C. aegerita* 2231: для отримання великих плодкових тіл, з візуально привабливими характеристиками, рекомендовано застосовувати техніку відкриття поверхні субстрату (зрізання чи відвертання плівки), тоді як для отримання максимального урожаю більш ефективною буде техніка надрізів. Отримані результати підтверджують загальні закономірності впровадження в культуру їстівних шапинкових грибів, дають змогу розширити список придатних для культивування штамів *C. aegerita* та прогнозувати практичні результати їхнього впровадження.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ІНТРОДУКЦІЇ ТРОПІЧНОГО ГРИБА *CALOCYBE INDICA* У ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО

Дослідження впливу складу субстратних композицій та методу термічної обробки рослинної сировини на технічні показники культивування *Calocybe indica*.

Тропічний вид *C. indica* є наймолодшою культурою, яку впроваджено в промислове виробництво грибів у світі. Він відрізняється високотемпературними режимами культивування (30...35 °C), привабливими органолептичними ознаками та можливістю зберігання урожаю за кімнатної температури. Такі характеристики, з оглядом на зростання енерговитрат влітку для охолодження камер вирощування та зберігання урожаю, актуалізують впровадження цього культувару у промислове виробництво їстівних грибів в регіонах зі значним підвищенням середньодобових температур влітку.

За результатами дослідження доведено підвищення БЕ *C. indica* більше ніж у 2 рази при застосуванні стерильних субстратів з підвищеним вмістом нітрогену, як порівняти з вирощуванням на субстратах, виготовлених методом АФВШ (табл. 24).

Таблиця 24 – Технічні показники культивування *Calocybe indica* в умовах промислового виробництва (середнє ± ст. помилка за 3 цикли культивування, 2017–2020 рр.)

Показник	Варіант субстратної композиції				p-value
	СК1 (АФВШ)	СК2 (к)	СК3	СК4	
Дата утворення примордіїв, доба	34,7 ^a ± 1,2	30,7 ^b ± 0,9	30,3 ^b ± 0,3	29,3 ^b ± 0,9	0,03
Дата отримання ПТ, доба	44,7 ± 4,5	42,0 ± 2,5	44,7 ± 2,9	42,7 ± 3,2	0,32
Тривалість технологічного циклу, доба	83,7 ± 2,7	84,3 ± 1,7	85,7 ± 1,2	83,7 ± 1,8	0,81
Біологічна ефективність, %	60,1 ^d ± 8,0	95,6 ^c ± 2,1	120,6 ^b ± 1,7	134,4 ^a ± 7,2	0,00

Примітки: СК – субстратні композиції; АФВШ – аеробна ферментація у високому шарі, ПТ – плодові тіла статистично доведена відмінність ($p < 0,05$) між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння або відсутність букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми; СК1, виготовлена методом АФВШ та СК2 (контроль) – методом стерилізації мали однакові формули солома ячменю/ лушпиння соняшнику/ гранули з лушпиння соняшнику/ насіння ріпаку/ кукурудзяне борошно/крейда у співвідношенні 30:40:70:20:17:1. Збагачені сіном люцерни СК3 та СК4 (стерилізація) мали співвідношення вищеперахованих складових: 30:40:60:20:17:10 (люцерна):1 та 30:40:50:20:17:20 (люцерна):1 відповідно.

Найвищий результат ВЕ культивару (134,4 ± 7,2 %) отримали за вирощування на СК4 (вміст азоту 1,36 ± 0,07 %), а найнижчий з ВЕ 60,1 ± 8,0 % у варіанті СК1 (контроль, вміст нітрогену 0,74 ± 0,12). За збагачення субстратів додаванням насіння ріпаку та кукурудзяного борошна біологічна ефективність *C. indica* зростала на 38 %. Також, за вирощування на субстраті з соломи ячменю, лушпиння соняшнику, гранул лушпиння соняшнику, насіння ріпаку, кукурудзяного борошна, сіна люцерни і крейди у співвідношенні 30:40:50:20:17:20:1 (СК4) було визначено суттєве скорочення вегетаційного періоду (на 5 діб) порівняно з результатами вирощування на ферментованому субстраті (АФВШ), що свідчить про переваги впровадження у технологічний регламент методу стерилізації та збалансування формули субстрату додаванням сіна люцерни.

Аналіз впливу мікрокліматичних умов на формування якості плодових тіл *Calocybe indica*. Доведено, що режим інкубації з температурою приміщення на рівні 30 ± 1 °С позитивно впливає на вегетативний ріст міцелію *C. indica*: перші примордії почали формуватися на 20 ± 2 добу, що на 7 та 6 діб скорочувало вегетаційний період як порівнювати з результатами інкубації за температури 26 та 34 °С відповідно (табл.25).

Таблиця 25 – Тривалість вегетації *Calocybe indica* відповідно до температурних умов (середнє ± ст. помилка за 3 цикли культивування, 2017 - 2020 рр.)

Цикл культивування (рік)	Температура, °С			p-value
	26 ± 1	30 ± 1	34 ± 2	
2018, кількість діб	29 ^a ± 3	21 ^c ± 1	25 ^b ± 3	0,02
2019, кількість діб	25 ^b ± 1	19 ^c ± 2	28 ^a ± 5	0,01
2020, кількість діб	28 ^a ± 4	21 ^b ± 3	26 ^a ± 3	0,04
Середнє, кількість діб	27 ± 3	20 ± 2	26 ± 3	0,02

Примітка: статистично доведена відмінність ($p < 0,05$) між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми

Також визначено, що важливим елементом формування споживчої якості ПТ *C. indica* було підтримання високого рівня відносної вологості повітря та оптимальної вологості покривного ґрунту (рис. 17).



Рис. 17 Поверхня шапинок *Calocybe indica* за різної відносної вологості повітря:

а) 76 ± 1 %, б) 86 ± 2 %, в) 95 ± 3 %

Через аналізування отриманих даних визначено оптимальні параметри мікрокліматичних умов, які забезпечують формування задовільних морфологічних показників плодів тіл *C. indica*: температура 30 ± 1 °C відносна вологість повітря на рівні 95...98 %, вміст вологи у покривному ґрунті до 75 %, вміст CO₂ на рівні 0,125...0,15 % (1250-1500 ppm).

Оцінка впливу висоти покривного ґрунту та техніки «скретчингу» на основні технічні характеристики *Calocybe indica*. Технологія вирощування *C. indica*, започаткована виробниками Індії, передбачає нанесення покривного ґрунту (ПГ). Втім, отримані результати свідчать про можливість отримання урожаю *C. indica* без застосування ПГ. Такий регламент вирощування зумовлює зменшення загальної маси урожаю на 16 %, але може бути застосований з урахуванням економічної доцільності, бо сприяє скороченню технологічного циклу на 8 ± 1 діб як порівнювати з варіантом з 10 мм ПГ та на 22 доби ніж у варіанті з 30 мм. З іншої сторони усунення операції нанесення ПГ забезпечує зменшення витрат на технічні процедури формування урожаю та післязбиральні операції (рис.18, 19).

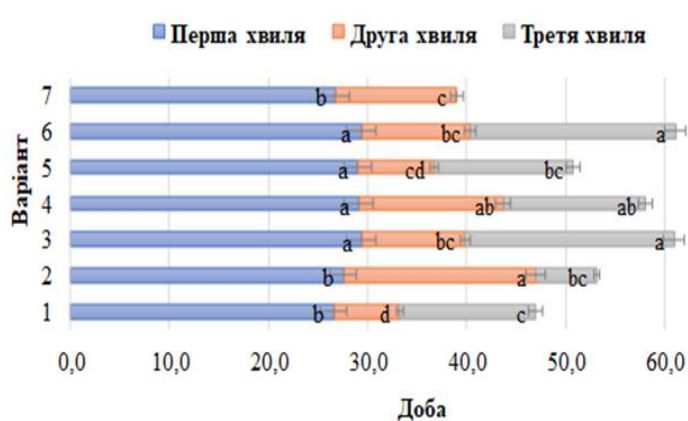


Рис.18 Вплив висоти покривного ґрунту (ПГ) на тривалість загального циклу вирощування *Calocybe indica* (три хвилі) за варіантами дослідів: за варіантами дослідів за 3 цикли культивування, 2017-2020 рр.: 1 - висота ПГ 10 мм; 2 - 20 мм; 3 - 30 мм, без скретчингу; 4 - 10 мм ПГ + скретчинг (Ск); 5 - 20 мм + Ск; 6 - 30 мм + Ск та 7 – без нанесення ПГ та проведення Ск; статистично доведена відмінність ($p < 0,05$) між результатами показана різними буквами латинського алфавіту, співпадіння букв означає відсутність суттєвої різниці між середніми.

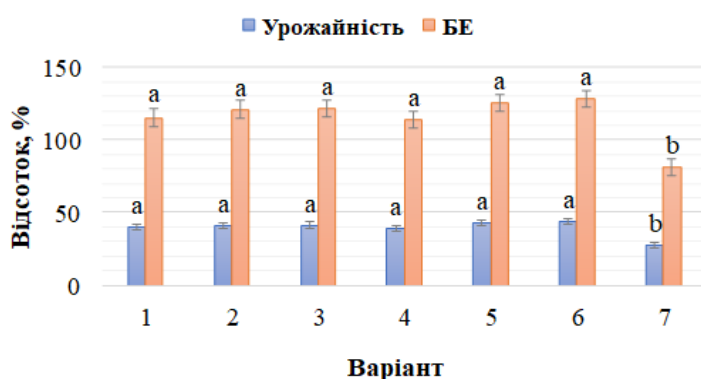


Рис. 19 Урожайність та біологічна ефективність (БЕ) *Calocybe indica* за різної висоти покривного ґрунту (ПГ) та застосування техніки скретчингу: за варіантами дослідів за 3 цикли культивування, 2017-2020 рр.: 1 - висота ПГ 10 мм; 2 - 20 мм; 3 - 30 мм, без скретчингу; 4 - 10 мм ПГ + скретчинг (Ск); 5 - 20 мм + Ск; 6 - 30 мм + Ск; 7 – без нанесення ПГ та проведення Ск

Додатковою операцією, яка сприяє формуванню зони плодоношення, є проведення скретчингу (Ск), або, так званого, «масажу» поверхні субстрату, що полягає у видаленні повітряного міцелію. За результатами дослідів доведено позитивний вплив висоти ПГ та застосування техніки скретчингу на біологічну ефективність *C. indica*, яка була найвищою ($128,1 \pm 5,0$ %) в експерименті за нанесення 30 мм ПГ та проведення скретчингу.

Виявлено вплив висоти ПГ на масу урожаю за хвилями плодоношення, який до збору урожаю спостерігали навіть візуально: за збільшення висоти до 30 мм плодів тіла першої хвилі починали рости тільки по периферії, тоді як у варіанті з шаром ПГ у 10...20 мм плодів тіла розвивалися рівномірно по всій поверхні (рис. 20).



Рис. 20 Розвиток плодових тіл *Calocybe indica* першої хвилі плодоношення на поверхні субстрату з різною висотою покривного ґрунту: а) 20 мм, б) 30 мм

Було визначено загальну тенденцію до зменшення маси зібраних грибів з наступними хвилями плодоношення, що є характерною для будь-яких видів що культивуються. Маса першої хвилі плодоношення *C. indica* коливалась від 56,7 (ПГ 20 мм+ Ск) до 63,3 % (ПГ 10 мм та 20 мм, без Ск); а вихід плодових тіл на другій хвилі складав від 22,1 (ПГ 30 мм + Ск) до 28,4 % (ПГ 20 мм без Ск) від загального урожаю. Третя хвиля плодоношення в усіх варіантах дослідів була найменшою та набувала значень від 8,2 (ПГ 20 мм без Ск) до 16,5 % (ПГ 30 мм + Ск) (рис. 21)

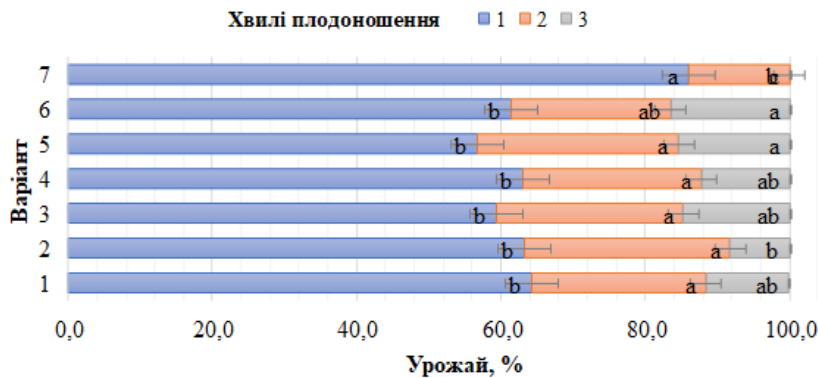


Рис. 21 Розподілення урожаю *Calocybe indica* за хвилями плодоношення: за 3 цикли культивування, 2017-2020 рр.; 1 – висота ПГ 10 мм; 2 – 20 мм; 3 – 30 мм, без скретчингу; 4 – 10 мм ПГ + скретчинг (Ск); 5 – 20 мм + Ск; 6 – 30 мм + Ск; 7 – без нанесення ПГ та проведення Ск.

Отримані дані дозволяють розрахувати доцільність подовження технологічного циклу відповідно до індивідуальних умов виробництва та задіяних ресурсів.

За результатами дослідів не визначено суттєвого впливу досліджених факторів на масу плодових тіл *C. indica*. Однак, у варіантах без проведення скретчингу найбільшу масу ($90,7 \pm 4,4$ г) мали плодові тіла зібрані з субстрату, де ПГ наносили шаром 30 мм, тоді як за проведення скретчингу – навпаки, найважчі плодові тіла зібрано у варіанті з шаром ПГ 10 мм. У цілому, плодові тіла цього культивару були істотно важчими, як порівнювати з іншими видами їстівних грибів, що культивуються (табл. 26).

Таблиця 26 – Морфологічні характеристики плодових тіл *Calocybe indica* (середнє \pm ст. помилка 3 цикли культивування, 2017-2020 рр.)

Варіант дослідів	Параметр (середнє \pm ст. похибка)				
	Маса, г	Діаметр шапинки, мм	Товщина шапинки, мм	Висота ніжки, мм	Діаметр ніжки, мм
1 (контроль)	87,8 \pm 5,3	75,8 ^c \pm 1,8	27,5 ^c \pm 0,7	99,7 ^{bc} \pm 2,3	39,5 ^a \pm 1,3
2	84,9 \pm 4,7	83,9 ^{ab} \pm 2,0	28,0 ^c \pm 0,6	98,5 ^c \pm 2,0	34,2 ^b \pm 1,1
3	90,7 \pm 4,4	82,5 ^{ab} \pm 1,7	31,7 ^b \pm 1,1	108,4 ^a \pm 2,3	32,9 ^{bc} \pm 0,9
4	86,0 \pm 5,2	83,3 ^{ab} \pm 2,2	29,4 ^{bc} \pm 1,2	95,3 ^c \pm 2,6	34,9 ^b \pm 1,2
5	78,9 \pm 4,3	80,5 ^b \pm 1,9	30,1 ^b \pm 0,6	97,1 ^c \pm 2,5	32,8 ^c \pm 1,0
6	79,7 \pm 4,7	78,0 ^{bc} \pm 2,0	30,1 ^b \pm 0,7	105,0 ^{ab} \pm 2,2	31,1 ^{cd} \pm 1,0
7	90,0 \pm 3,2	86,0 ^a \pm 3,3	43,3 ^a \pm 1,6	80,6 ^d \pm 1,3	29,0 ^d \pm 1,6
<i>p-value</i>	0,60	0,03	0,0001	0,0001	0,0001

Примітка: Варіанти дослідів: 1 - висота ПГ 10 мм; 2 - 20 мм; 3 - 30 мм, без скретчингу; 4 - 10 мм ПГ + скретчинг (Ск); 5 - 20 мм + Ск; 6 - 30 мм + Ск; 7 – без нанесення ПГ та проведення Ск.

Найбільші плодові тіла за масою, діаметром та товщиною шапинки отримували на субстраті без ПП та скретчингу, втім вони мали найнижчі за висотою та найтонші за діаметром ніжки: $80,6 \pm 1,3$ та $29,0 \pm 1,6$ мм відповідно, і суттєво відрізнялися від інших варіантів досліду. Визначено тенденцією позитивного впливу висоти ПП на висоту ніжки в обох групах досліду, отже цей фактор потрібно враховувати при прогнозуванні необхідних параметрів цієї ознаки.

Визначено суттєвий вплив застосування техніки скретчингу на підвищення вмісту сухих речовин в плодових тілах культивару на 1...3 %, також ця операція зумовлювала зниження вмісту ліпідів у 2 і золи у 1,4 рази, тому може застосовуватися для певного коригування хімічного складу урожаю (табл.27).

Таблиця 27 – Хімічний склад плодових тіл *Calocybe indica*

(середнє \pm ст. помилка 3 цикли культивування, 2017-2020 рр.)

Варіант	Протеїни	Вуглеводи	ЕндоПС	Ліпіди	Зола	СР
1 (контроль)	$8,1^c \pm 0,7$	$67,8^{bc} \pm 1,6$	$8,1^a \pm 0,4$	$7,8^a \pm 1,0$	$8,3^{ab} \pm 0,3$	$11,2^{ab} \pm 1,0$
2	$12,3^{ab} \pm 0,4$	$64,9^c \pm 0,3$	$5,9^b \pm 0,2$	$8,8^a \pm 0,2$	$9,1^a \pm 0,4$	$10,2^{bc} \pm 0,8$
3	$11,5^{abc} \pm 1,2$	$69,7^b \pm 1,5$	$5,2^c \pm 0,1$	$4,7^b \pm 0,6$	$8,7^a \pm 0,1$	$9,0^c \pm 0,6$
4	$14,6^a \pm 0,8$	$71,3^{ab} \pm 1,1$	$5,0^c \pm 0,7$	$3,3^c \pm 0,0$	$5,7^d \pm 0,1$	$12,6^a \pm 0,5$
5	$13,2^{bc} \pm 1,0$	$69,9^b \pm 1,0$	$5,8^{bc} \pm 0,3$	$4,3^{bc} \pm 0,7$	$6,7^c \pm 0,4$	$12,0^{ab} \pm 0,7$
6	$10,6^{bc} \pm 0,6$	$74,3^a \pm 1,2$	$4,9^c \pm 0,2$	$3,2^c \pm 0,8$	$6,7^c \pm 0,2$	$12,2^{ab} \pm 0,8$
7	$11,5^{abc} \pm 0,8$	$71,1^{ab} \pm 0,4$	$6,3^b \pm 0,3$	$3,6^{bc} \pm 0,2$	$7,4^{bc} \pm 0,1$	$8,2^c \pm 0,1$
НР _{0,05}	3,59	3,97	1,08	1,87	0,96	2,13
<i>p-value</i>	0,029	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,003

Примітка. Вміст складових визначено у відсотках на суху речовину; ЕндоПС– ендополісахариди; СР – сухі речовини; *p-value* - значення імовірності або асимптотична значимість; варіанти досліду: 1 - висота ПП 10 мм; 2 - 20 мм; 3 - 30 мм, без скретчингу; 4 - 10 мм ПП + скретчинг (Ск); 5 - 20 мм + Ск; 6 - 30 мм + Ск; 7 – без нанесення ПП та проведення

Кількість ендополісахаридів у ПП з підвищенням рівня ПП лінійно зменшувалась у варіантах без проведення скретчингу від $8,1 \pm 0,4$ % (найвищий результат отримували у контролі) до $5,2 \pm 0,1$ % (ПП 30 мм, без Ск). Такої чіткої тенденції за проведення скретчингу не спостерігали, але найменшу у досліді кількість полісахаридів ($4,9 \pm 0,2$ %) визначено у ПП, отриманих на субстраті з ПП шаром у 30 мм та скретчингом.

Проведено успішну апробацію технології промислового вирощування тропічного виду *C. indica* в умовах помірного клімату з використанням субстратів, виготовлених з локальних агровідходів, та розроблено виробничий регламент культивуації.

АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ГРИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Аналіз особливостей розвитку українського ринку ксилотрофних грибів. За результатами аналітичної оцінки стану вітчизняного виробництва грибів екзотичних видів визначено основні обмеження його розвитку: сезонні коливання в ціні на свіжі гриби (рис. 22), постійно зростаючі тарифи на енергоносії, складність отримання кредитів на розвиток грибного бізнесу та відсутність достовірної інформації про реальний обсяг ринку грибів в країні.

Основними причинами зменшення попиту на гриби влітку виробники називають: появу дешевої овочевої продукції навесні; складність збереження якості грибів за високої температури; сезон відпусток, коли виготовлення домашніх страв зводиться до мінімуму. Отже, виробництво грибів влітку значно знижує загальну рентабельність підприємства та змушує виробників зупинятися, що провокує важливі соціальні наслідки: постійну текучість кадрів, відсутність коштів на відкриття нового сезону, тощо.

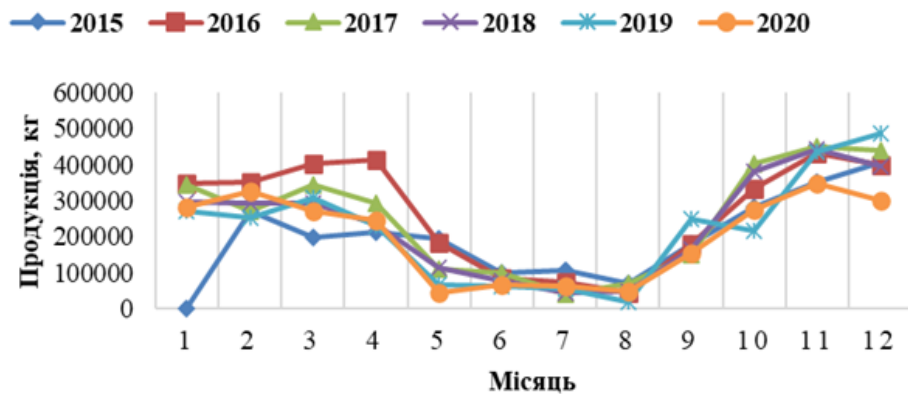


Рис. 23 Аналіз сезонних коливань виробництва екзотичних видів грибів, у тому числі, гливи звичайної в Україні (2015-2020 рр.)

Важливою особливістю ринку грибів України є прив'язка до православної традиції дотримання посту та суспільних свят, зокрема, новорічних та Святого Воскресіння, що викликає надвиробництво грибів у цей період з метою отримання максимального прибутку, що, як наслідок, зумовлює значне падіння цін у січні та квітні. Зменшення виробництва екзотичних грибів в Україні в останні 5 років обумовлено: погіршенням купівельної спроможності населення, слабкою поінформованістю споживачів про функціональні властивості та переваги грибів в оздоровчих дієтах, а також, підвищенням собівартості грибів і відсутністю енергоефективних адаптованих технологій вирощування грибів у необхідному асортименті. Втім, високі оптові ціни на гриби екзотичних видів на сучасному ринку країни та Європи, науковий прогрес в адаптації відомих технологій викликали значний інтерес вітчизняних підприємців до цієї теми.

Організація системи контролю якості процесу виробництва грибів. Для визначення переваг технологічних новацій у системі формування якості процесу виробництва грибів проводили аналітичну оцінку результатів постійного моніторингу наступних параметрів:

а) витрат на енергоспоживання для підтримки мікрокліматичних умов в камері вирощування: температурні режими (опалення); вологість повітря (насоси); склад повітря (вентилятори); освітлення (кількість на потужність ламп на тривалість їхнього використання). У разі застосування інших джерел енергії (тверде паливо) потрібно визначати витрати на організацію такої альтернативи: логістику (доставку, зберігання); заробітну плату, екологічні податки.

б) тривалості вегетації (технологічного циклу) культивування; цей показник впливає на кількість енергоспоживання (кВт/год) та заробітну плату обслуговуючого персоналу;

в) продуктивності культури (відношення маси грибів до маси субстрату). Для розрахунку цього параметру, потрібно враховувати як витрати на виготовлення субстрату, так і логістичні операції: 1) транспортування до виробничих потужностей 2) розташування в камерах, переміщення з камери інкубації до камери плодоношення (за двозонального варіанту культивування); 3) витрат на забезпечення умов плодоношення, таких як: відкриття пакетів, виконання скретчингу, нанесення покривних матеріалів, проведення поливів, тощо; 4) вивезення відпрацьованого субстрату та його переробку (утилізацію);

г) витрат на виконання санітарно-гігієнічних вимог: забезпечення технічним одягом та засобами захисту; проведення регулярної та позапланової дезінфекції та мікробіологічного контролю; обробку інсектицидами та дератизацію тощо;

д) витрат на ремонт та обслуговування технічного парку та обладнання, що складаються як з витрат на придбання запасних частин, які не враховуються в загальну амортизацію обладнання, так і оплати праці виконавців. Часто до виконання таких робіт залучаються тимчасові найманці, тому їх заробітну плату враховують окремою складовою.

е) витрат на утилізацію субстрату: які розраховують за сумою транспортних витрат, заробітної плати, податку на використання сміттєсховищ та екологічного податку. Якщо відпрацьований субстрат використовується для реалізації чи для переробки, в цей стовпчик додається баланс підрахованих витрат і прибутку. Прибуток записують зі знаком «мінус» для коректного розрахунку;

ж) позапланові витрати, які виникають за необхідності закупівлі необхідного інструментарію, який буде використано лише один раз для даного циклу: пакувальних матеріалів, живильних середовищ для контролю, залучення консультантів, тощо;

з) ціна (u) реалізації, яку(i) розшаровують (додатковими стовпчиками) за необхідності врахувати варіанти різних цінових категорій (оптова, роздрібна, знижена тощо). Втім, за такого рішення для коректного розрахунку потрібно вводити відповідні коефіцієнти;

і) прибуток від реалізації продукції, який визначають за формулою (1): Загальну вартість реалізованої продукції у випадку розшарування за цінами розраховувати за скорегованою формулою (2):

$$x = y \times f - \sum a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, c, d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \quad (1)$$

$$x = y \times (k_1 \times f_1 + k_2 \times f_2 + k_3 \times f_3 + k_n \times f_n) - \sum a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, c, d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_n \quad (2)$$

де x – прибуток;

y – маса отриманого урожаю (загальна, по всіх хвилях);

f – ціна реалізації;

$f_1..f_n$ – ціни реалізації у тому випадку, якщо необхідно їх розшарувати за категоріями: оптова, роздрібна, акційна, тощо;

$k_1..k_n$ – коефіцієнт реалізації (відсоток реалізованої продукції за відповідною ціною, розділений на 100);

a_1 – вартість організації мікроклімату на етапі інкубації;

a_2 – вартість організації мікроклімату на етапі плодоношення;

b_1 – тривалість етапу інкубації;

b_2 – тривалість етапу плодоношення;

c – вартість субстрату (виготовлення);

d_1 – вартість логістичних операцій;

d_2 – вартість технологічних операцій;

d_3 – вартість ремонтних робіт;

d_4 – витрати на санітарно-гігієнічні заходи;

d_5 – позапланові витрати;

d_6 – вартість утилізації субстрату

d_n – невраховані вище витрати, які можуть бути суто індивідуальними для конкретного виробництва.

Такий алгоритм було реалізовано шляхом розробки технологічних карт. Перевірка використання розроблених карт та їх модифікованих варіантів впродовж 3 - 5 циклів вирощування в промислових умовах ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» та інших підприємствах України дозволила визначити економічні показники вирощування перевірених культиварів і порівняти їх з класичними технологіями чи результатами

виращування відомих культиварів (контролем), отже, визначити доцільність їхнього впровадження.

Розв'язання задачі оптимізації виготовлення багатокомпонентних субстратів. Важливим елементом прогнозування якості багатокомпонентних субстратів є попереднє теоретичне моделювання можливості використання доступної рослинної сировини чи сільськогосподарських залишків. Цільовою функцією таких розрахунків може бути вміст певних інгредієнтів, зокрема, нітрогену або співвідношення карбону до нітрогену (C/N), що звичайно розраховують практики у MS Excel. Втім, з оглядом на постійні коливання цін на сировинні матеріали та на кінцеву продукцію – свіжі гриби, було запропоновано за основу таких розрахунків ввести оптимізацію вартості субстратів, які є найбільш вагомим витратою у загальній формулі розрахунку загального прибутку виробництва (табл.28).

Таблиця 28 – Задача оптимізації вартості та складу субстратних композицій для вирощування гливи звичайної

Дані для розрахунків	Загальна масова частка	Сировина сира (масова доля у суміші)						Цільова функція, обмеження		
		вода	солома	лушпиння	сіно	шрот	ріпак	Вартість, грн/кг	Обмеження	
	1,35	0,6	0,3	0,238	0,15	0,03	0,03	5,51	мінімум	максимум
Показники	нітроген, %	0	0,3	0,5	2,5	4	3,2	0,80	0,8	1,0
	вміст вологи	100	12	8	15	5	12	68,00	60	70
	вартість, грн	0,25	3	7	10	25	18	-	Без обмежень	
	зола, %	0	4	2	7	12	4	-	Без обмежень	
	співвідношення	0	160	98,0	18,6	11	15	74,89	40	80
Обмеження, частка	мінімум	0,6	0,15	0,15	0,05	0,005	0,005	-		
	максимум	0,7	0,3	0,4	0,15	0,03	0,03	-		

Примітка: вартість сировини за цінами 2021 р.

Зазначений спосіб моделювання дозволяє технологю (власнику малооб'ємного виробництва) передбачити можливі витрати матеріалів, спрогнозувати показники хімічного складу субстрату, а також визначити вартість суми складових частин субстрату для подальших економічних розрахунків.

Оцінка економічних особливостей розширення асортименту ксилотрофних видів грибів в Україні. Економічні переваги сучасних технологій грибовництва базуються на поступовій адаптації до використання локальної сировини, застосуванні ефективних технологій виготовлення субстрату та технік вирощування, які дозволяють підвищити ефективність виробництва ксилотрофних видів грибів:

а) застосування методу стерилізації субстратів за рахунок досягнення їх максимальної елективності дало змогу підвищити рентабельність виробництва окремих культиварів від 14 до 230 %;

б) технологія сезонної зміни резистентних до підвищених температур штамів дало змогу підвищити рентабельність виробництва грибів влітку в 1,5 рази, а введення у «зимовий» графік штаму *P. pulmonarius* 2314 зі скороченим вегетаційним циклом обумовило зростання рентабельності на 21 %;

в) скринінг та впровадження в культуру високопродуктивних штамів досліджених ксилотрофних видів та збалансування субстратних композицій для їхнього промислового культивування збільшувало біологічну ефективність від 20 до 60 %, що сприяло підвищенню рентабельності;

г) адаптація культури тропічного виду *C. indica* у промислових умовах вирощування грибів на півдні України дозволила отримати високоякісний продукт з привабливими органолептичними показниками за низької собівартості 18,3 грн/кг, яка є

нижчою проти результатів культивування гливи звичайної, на сьогодні найбільш поширеної на ринку екзотичних видів грибів культури.

ВИСНОВКИ:

У дисертації визначено наукові засади високоефективних методів формування якості плодових тіл ксилотрофних видів грибів з оглядом на шляхи подальшої переробки отриманого врожаю, обґрунтовано елементи адаптивних технологій вирощування грибів чотирьох родів *Pleurotus*, *Cyclocybe*, *Flammulina* та *Calocybe*.

1. Проведено скринінг 24 культиварів *P. ostreatus* (5 штамів), *P. eryngii* (3), *P. pulmonarius* (1), *P. citrinopileatus* (1), *F. velutipes* (10), *C. aegerita* (3), *C. indica* (1) в умовах промислових виробництв, за результатами якого визначено технічні характеристики продуктивності, параметри фенотипічних ознак, біохімічний склад плодових тіл, коефіцієнти виходу напівфабрикатів у післязбиральних операціях і первинної переробки, що дає змогу відібрати найбільш перспективні для промислового впровадження штами.

2. Визначено, що елективність субстратних композицій, яка досягається збалансуванням складу органогенних та есенціальних елементів, відсутністю патогенних мікроорганізмів та відповідною структурою, є найважливішим загальним фактором формування якості врожаю ксилотрофних видів. Досліджені культивари мали індивідуальні потреби до ступеня елективності субстратів, які, насамперед, залежали від притаманних їм фізіологічних особливостей.

3. Доведено, що застосування відповідних технічних операцій: виготовлення субстратних одиниць необхідної маси, техніки розкриття пакетів, формування перфорацій певного розміру, розташування субстрату на полицях, нанесення оптимальної висоти покривного ґрунту, проведення «скретчингу» має суттєвий вплив на фенотипічні та біохімічні характеристики культиварів та може використовуватись для отримання врожаю з прогнозованими параметрами якості.

4. Виявлено, що впродовж морфогенезу *P. ostreatus* відбуваються зміни біохімічного складу плодових тіл, які є суто індивідуальними для кожного штаму, тому терміни збирання врожаю мають визначатися індивідуально відповідно до подальших шляхів його переробки. Було визначено загальну тенденцію зниження протеїнів максимально на 8,6 % (*P. ostreatus* 2456) і збільшення кількості зольних елементів максимально на 4,9 % (*P. ostreatus* 2316) (по сухій речовині) при досягненні плодовими тілами біологічної зрілості. Зафіксовано значне (від 6 до 10 % по сухій речовині) збільшення кількості біоактивних ендополісахаридів в плодових тілах *P. ostreatus* 431, 2314 та 2456 при повному дозріванні.

5. Виявлено факт підвищення коефіцієнта виходу напівфабрикату після бланшування плодових тіл біологічної стиглості більшості досліджених штамів на 3-6 % як порівнювати з переробкою сировини технічної стиглості.

6. Проведено кількісний та якісний аналіз мікробіологічних сукцесій у повітрі приміщень, де тривалий час культивуються *P. ostreatus* та розраховано динаміку збільшення титру КУО на поверхні плодових тіл *P. ostreatus* залежно від стану мікробіологічної забрудненості культиваційних приміщень ($y = 4148071 + 299 \times x$). Виявлено антагоністичний вплив виявлених видів *Cladobotryum mycophilum*, *Trichoderma pleuroticola*, *Tr. harzianum*, *Tr. atroviride* на розвиток *P. ostreatus* 2301.

7. Доведено доцільність цілорічного культивування штаму *P. pulmonarius* 2314 у широких температурних межах від 14 до 28 °C з показниками біологічної ефективності 80,6 % (16 ± 2 °C) та 79,5 % (26 ± 2 °C). За аналізом показників якості плодових тіл,

отриманих за різних температур, рекомендовано для реалізації у свіжому вигляді збирати їх на стадії технічної стиглості.

8. Науково обґрунтовано перспективи впровадження природних ізолятів *P. eryngii* 2032 та 2033 у промислову культуру, урожай яких отримували швидше ніж комерційного штаму 2600 на 19 та 15 діб відповідно, а біологічна ефективність була на 22,4 % та 7,6 % відповідно вищою, як порівнювати з культиваром 2600. Промисловою апробацією доведено економічну ефективність культивування штаму 2032 з рентабельністю 110 % (за цінами 2019 р.)

9. Визначено позитивний вплив багатокомпонентних субстратних композицій (солома ячменю, лушпиння соняшнику, ріпак, кукурудза) на показники продуктивності, морфологічні характеристики та вміст біоактивних речовин в плодкових тілах *P. citrinopileatus*, що дозволило скоротити вегетаційний період цього культивару на 9 діб, підвищити біологічну ефективність у 4 рази, досягти збільшення маси окремих плодкових тіл в 1,7 рази та підвищення вмісту ендополісахаридів в 1,9 рази.

10. За результатами скринінгу 10 штамів *F. velutipes* було визначено перспективні для промислового культивування штами 2038 (біла раса) та 2039 (жовта раса) з найкоротшими вегетаційними періодами, які склали 45 та 38 діб відповідно, та мали найвищу біологічну ефективність: 45,4 та 51,3 % відповідно. Втім, збалансування субстратної формули додаванням ріпаку та кукурудзяної крупи сприяло підвищенню біологічної ефективності штаму 2039 до 81,2 % зі зростанням рентабельності виробництва у 3 рази (до 184 %).

11. Обґрунтовано регламенти впровадження в промислову культуру трьох штамів *C. aegerita* 2229, 2230 та 2231 за порівнянням їх технічних, морфологічних та хімічних характеристик: штам *C. aegerita* 2231 характеризувався найкоротшим вегетаційним циклом (43 доби) та найвищою БЕ - 59,4 % у досліді, штам *C. aegerita* 2230 мав найвищий коефіцієнт виходу сировини після очищення ($0,971 \pm 0,001$) та виходу напівфабрикату після бланшування ($1,020 \pm 0,013$); штам *C. aegerita* 2229 відрізнявся найвищим вмістом сухих речовин ($11,23 \pm 0,38$ %).

12. Адаптовано технологію культивування тропічного виду *C. indica* з використанням субстратів, виготовлених методом стерилізації, з підвищеним вмістом нітрогену за рахунок комбінації локальних агровідходів. Це дозволило скоротити термін вегетації до 29 діб та підвищити біологічну ефективність на 38 %, що обумовило отримання грибів з собівартістю 18,3 грн/кг і рентабельністю виробництва 63 %.

13. Економічна ефективність сучасних технологій грибівництва формується на адаптації до використання доступної сировини, застосуванні енергоефективних технологій виготовлення субстрату та впровадженні інноваційних технік, які дозволяють підвищити результативність вирощування досліджених культиварів. Соціальний ефект запропонованих шляхів розширення асортименту їстівних грибів на вітчизняному та світовому ринку визначається зростаючими потребами споживачів у функціональних продуктах, сталим розвитком культури споживання грибів та продуктів їхньої переробки.

Рекомендації виробництву:

1. Для формування якості майбутнього врожаю необхідно забезпечити організацію системи управління якістю основних складових технологічного процесу вирощування: виготовлення якісного субстрату, посівного матеріалу, створення оптимальних умов культивування та збору врожаю і післязбиральних операцій.

2. Для досягнення елективної якості субстратів необхідно розраховувати та забезпечувати баланс основного нутрієнтного складу, мінеральних речовин та води шляхом моделювання та апробації отриманих результатів, віддавати перевагу багатокомпонентним сумішам, таким як: солома ячменю, паливні гранули з лушпиння соняшнику чи власне лушпиння, насіння ріпаку, кукурудзяне борошно, крейда у співвідношенні 42:86:23:24:1. Усі розрахунки проводити на основі результатів хімічного аналізу складу рослинної сировини та води за стандартизованими методиками.

3. Проводити процес термічної обробки рослинної сировини до досягнення мікробіологічної чистоти (для стерильних субстратів) чи формування необхідної бактеріальної сукцесії термофільних мікроорганізмів (для субстратів отриманих методом аеробної ферментації у високому шарі) відповідно до рекомендованих раніше режимів. Стерилізацію субстратних одиниць масою 1,5 кг проводити за температури 125 °C впродовж 2х годин, якщо використовується термостійка поліпропіленова тара, а у разі використання пакетів з поліетилену, процес стерилізації проводити за температури 110 °C, подовжуючи режим до 3,5 годин. Експрес-контроль мікробіологічної чистоти або однорідності термофільної мікробіоти проводити методами прямої мікроскопії перед інокуляцією субстратів.

4. Інокуляцію субстратів різних методів виготовлення здійснювати в асептичних умовах, для досягнення яких проводити фізичну (опромінення) та хімічну дезінфекції перед початком інокуляції, механічну (видалення органічних залишків з обладнання та приміщення) і хімічну після роботи. Забезпечити безпечність працівників цеху інокуляції шляхом дотримання режимів вентиляції приміщення очищеним повітрям (НЕРА фільтр не менше 12 класу) після дезінфекційних заходів та під час роботи, використовувати для дезінфекції лише речовини, які дозволені чинним законодавством.

5. Щільність матеріалів у субстратних одиницях повинна відповідати біологічним особливостям культиварів. Для вирощування гливи звичайної, легеневої та золотої, калоцибе індійського підтримувати щільність на рівні від 400 до 600 кг/м³; для опеньків зимового, тополевого та гливи степової (королівської) від 600 кг/м³ до 800 кг/м³.

6. Масу субстратних одиниць обирати відповідно біологічним особливостям культиварів: для опеньків (тополевого та зимового), гливи степової рекомендуємо виготовляти субстратні одиниці масою до 2 кг. Для гливи звичайної, легеневої, золотої та калоцибе індійського масу субстратних одиниць (циліндричних чи сплюснених блоків) тримати до 14 кг, з діаметром (висотою) не вище 250 мм та довжиною не більше 900 мм.

7. Віддавати перевагу посівному матеріалу, виготовленому на основі багатокомпонентних зернових сумішей, зокрема: пшениці (ячменю), вівса та проса у співвідношенні 1:1:1 та з додаванням насіння ріпаку.

8. Мікрокліматичні умови інкубації підтримувати у відповідності до біологічних особливостей базидіоміцетів, що культивуються. Для більшості видів за відносної вологості повітря не менше 75 %, відсутності освітлення, з температурою в приміщенні 22 ± 2 °C, рівень CO₂ до 7000 ppm. Для вегетативного росту міцелію калоцибе індійського потрібно підвищувати температуру приміщення до 32 ± 1 °C.

9. Розташовувати субстратні одиниці циліндричної форми з культурами гливи звичайної, легеневої та золотої у камерах вирощування рекомендуємо на полицях з нахилом 60...70°. Для інших видів враховувати необхідність забезпечення ефективного проведення планових технологічних операцій, таких як: формування зони плодоношення методом перфорацій, відкриття чи видалення плівки, створення «комірців», нанесення покривного ґрунту, тощо

10. Нанесення перфорацій певної довжини чи діаметру є дієвим інструментом для отримання зростків запланованої маси і розміру. Для отримання зростків масою 700 г і більше потрібно робити перфорації довжиною 150 мм. Такий розмір рекомендовано лише за горизонтального розташування субстрату. Розрізи більше 100 см для блоків у вертикальному положенні робити небажано, бо покривна плівка розходиться і в містах отворів субстрат швидко втрачає вологу. Для отримання зростків масою 300...400 г, яка оптимально відповідає ємності стандартною тари рекомендуємо робити перфорації розміром до 50 мм на субстратних одиницях похилого розташування, що забезпечуватиме максимальний розвиток шапинкам.

11. Для забезпечення безперервного енергоефективного процесу культивування грибів гливи рекомендуємо сезонну зміну штамів: для вирощування за температури 11...14 °С штамми *P. ostreatus* 2316, 2317; при 16...19 °С - штамми *P. ostreatus* 2301 та 2456, вище 20 °С – штамми *P. ostreatus* 431 та *P. pulmonarius* 2314.

12. Для збільшення маси врожаю у періоди максимального попиту рекомендуємо впровадити загальне культивування штамів *P. ostreatus* 2316, 2317; 2301 та *P. pulmonarius* 2314, свіжевиготовлені субстратні одиниці якого додають на 8...10 добу інкубації в однозональні камери вирощування. За рахунок швидкого вегетативного розвитку плодів тіла цього штаму отримують одночасно з початком плодоношення штамів *P. ostreatus*.

13. Рекомендуємо проводити збирання плодів тіл *P. pulmonarius* 2314 у технічній стиглості 2 -3 рази на добу за температури 26 ± 2 °С, тоді як за 16 ± 2 °С достатньо одноразового збору.

14. Для реалізації у свіжому вигляді гриби роду *Pleurotus* збирати на стадії технічної стиглості, до початку спороношення, а для переробки на консерви краще проводити збір урожаю за настання біологічної стиглості.

15. Для профілактики мікробіологічних захворювань культиварів та виконання вимог харчової безпеки запровадити постійний моніторинг мікробіологічної чистоти повітря в камерах вирощування. Після кожного циклу вирощування обов'язково проводити механічне очищення стін, вентиляційної системи та поверхні стелажів, білити вапном або обробляти дозволеними чинним законодавством хімічними препаратами. У період активного плодоношення міняти фільтри на вентиляційній системі 2-3 рази на добу, в інший час по мірі забруднення.

16. Для розширення асортименту їстівних грибів екзотичних видів для вітчизняного грибівництва рекомендуємо штамми гливи степової *P. eryngii* 2032 та 2033; штам гливи золотої *P. citrinopileatus* 2161; штам опенька зимового *F. velutipes* 2038 (біла раса) та 2039 (жовта раса); штам опенька тополевого *C. aegerita* 2229, 2230 та 2231 з Колекції культур шапинкових грибів (ІВК) Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного Національної академії наук України. Тропічний вид *C. indica* штам 2598 ІВК рекомендуємо вирощувати влітку без підтримання примусової вентиляції виробничих приміщень.

17. Для проведення аналітичних розрахунків щодо перспектив впровадження культивару у виробництво, або аналізування перспектив виробництва рекомендуємо використання технічних карт, які були розроблені з урахуванням можливості автоматичного розрахунку прибутку з реалізації продукції за різними ціновими категоріями в Excel.

18. Цільовою функцією задачі оптимізації формули субстрату є зниження його собівартості, а також збалансування за вмістом нітрогену та співвідношенням карбону до нітрогену. Для її вирішення необхідно проводити попередній хімічний аналіз

доступної сировини та застосовувати запропонований в роботі метод моделювання субстратних композицій.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

Статті у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних

Web of Science Core Collection, Scopus

1. Myronycheva O., **Bandura I.**, Bisko N., Gryganskyi A., Karlsson O. Assessment of the growth and fruiting of 19 oyster mushroom strains for indoor cultivation on lignocellulosic wastes. *BioResources*. 2017. Vol.2, №3. С.4606–4626. Retrieved from <https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/10469> (40% авторства: розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів, підготовка до публікації).

2. **Bandura I.**, Isikhuemhen O.S., Kulik A., Serduk M., Sucharenko O., Jukova V., Koliadenko V., Gaprindashvili N. (2021) Effect of perforation size and substrate bag fruiting position on the morphology of fruiting bodies and clusters in *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. *J App Biol Biotech.*, Vol.9, №3. С.35–40. doi:<https://doi.org/10.7324/JABB.2021.9305> (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів, підготовка до публікації).

3. **Bandura I.**, Isikhuemhen O.S., Kulik A., Bisko N.A., Serdyuk M., Khareb V., Khareba O., Ivanova I., Priss O., Tsyz O., Makohon S., Chausov S. Biology and nutritional contents in the culinary-medicinal Milky white mushroom, *Calocybe indica* (Agaricomycetes), during cultivation involving casing and scratching treatments. *Int J Med Mushrooms*. 2021. Vol. 23, №12. С.53–63. <https://doi.org/10.1615/intjmedmushrooms.2021040535>. (60% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів, підготовка до публікації).

4. **Bandura I.**, Isikhuemhen O.S., Kulik A., Bisko N., Serduik M., Khareba V., Khareba O., Ivanova I., Tsyz O., Makohon S., Chausov S. Mushroom fruiting body yield and morphological characteristics from different strains of *Pleurotus eryngii*. *J Appl Biol Biotech*. 2022. Vol.10, №01. С.1–8. <https://doi.org/10.7324/JABB.2021.100101> (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів, підготовка до публікації).

5. **Bandura I.**, Isikhuemhen O., Kulyk A., Bisko N., Serdyuk M., Khareba V., Khareba O., Ivanova I., Tsyz O., Makohon S., Chausov S. Effect of different grain spawn materials on *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. mushroom cultivation under unregulated and regulated fruiting conditions. *Acta Agriculturae Slovenica*. 2022. Vol. 118, №1. С.1–13. <http://dx.doi.org/10.14720/aas.2022.118.1.1862>. (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів, підготовка до публікації).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

6. **Bandura I.**, Kulyk A., Baibierova S., Zhukova V., Sukharenko, O. Оцінка впливу технік культивування на зміну морфологічних ознак зростків плодових тіл *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2019. №0 (286), С.283–293.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/10872/9516> (80% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

7. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Макогон С.В., Синяговський С.С. Дослідження особливостей інтродукції продуктивних штамів екзотичних грибів *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini та *Pleurotus eryngii* (DC.) Qué. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. №8(2). С.1–11. <http://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/116/113> (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

8. Кулик А.С., **Бандура І.І.**, Сердюк М.Є., Севастьянович О.С., Булгаков І.В., Гапріндашвілі Н.А. Розробка рецептури м'ясних консервів з грибами. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. №9(1) С.1–9. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2019-1-60> (25% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень).

9. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Гапріндашвілі Н.А., Макогон С.В. Аналіз морфологічних характеристик гливи легеневої штаму *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Qué. 2314 ІВК як складових якості грибної сировини. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. №19 (3), С.241–250 (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

10. Кулик А.С., **Бандура І.І.**, Булгаков І.В., Макогон С.В., Загорко Н. П. Розробка рецептури пресервів на основі бичка азовського та гливи звичайної. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Технічні науки. 2019. №19(3). С.251–261. (30% авторства: загальний задум, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

11. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Коляденко В.В. Ксилотрофні гриби як джерело біоактивних речовин для функціонального харчування. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету ім. Д. Моторного*. ТДАТУ. Мелітополь. 2020. № 20 (2). С.132–140. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-20-2-132-141> (80% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

12. Бандура І.І. Перспективи інтродукції тропічного гриба *Calocybe indica* Purkau. & A. Chandra в українське грибопроизводство. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. №96 (1). С. 319–342, <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-319-342>.

13. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Чаусов С.В., Цизь А.М. Влияние состава растительных субстратов на эффективность культивирования съедобных грибов *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.), *Pleurotus eryngii* (DC.) Quel., *Pleurotus citrinopileatus* Singer и *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. №3(107). С. 62–70. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3\(107\)-8](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3(107)-8) (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

14. **Бандура І.І.**, Бісько Н.А., Кулик А.С. Цизь О.М., Чаусов С.В., Василенко О.Ю., Гончаров С.М. Технологічні засади впровадження опенька зимового *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer у промислову культуру. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. №05(87). С.1–17. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.004> . (50% авторства:

загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

15. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Хареба Е.В., Хареба В.В., Ковтунюк З.І. Фактори підвищення ефективності технології вирощування іпереробки грибів роду вешенка *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. *Овочівництво і багтанництво*. 2021. №69. С.63–78. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2021-69-63-78> (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

16. **Bandura I.I.**, Kulyk A.S., Makohon, S.V., Khareba O.V., Khareba V.V. Influence of the substrate composition on the yield and nutritional value of the fruiting bodies of the edible mushrooms *Pleurotus citrinopileatus* and *Cyclocybe aegerita*. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2021. №17(2), С.130–138. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.2.2021.236519> (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

17. **Bandura I.I.**, Kulyk A.S., Bisko N.A., Khareba O.V., Tsyz O.M., Khareba V.V.. Analysis of the biological efficiency and quality factors of mushrooms of the genus *Pleurotus* (Fr.) P.Kumm as a model of effective cultivation of lignicolous fungi with high functional value. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. №16(4) С.334–342. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.4.2020.224047> (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

18. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Хареба О.В., Хареба В.В., Цизь О.М., Чаусов С.В., Макогон С.В. Вплив складу субстратів на морфологічні та біохімічні показники *Pleurotus citrinopileatus* Singer. *Вісник аграрної науки*. 2021. №99(2). С.11–18. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-02> (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

19. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Хареба О.В., Хареба В.В., Ковтунюк З.І., Макогон С.В. Якісні характеристики гриба *Cyclocybe aegerita* штамів 2229, 2230, 2231 ІВК за умов промислового культивування. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2021. №12(3). С.85–99. <http://dx.doi.org/10.31548/agr2021.03.085> (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

20. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Хареба О.В., Хареба В.В., Цизь О.М. Оцінка мікробіоти приміщень під час культивування гливи як фактор впливу на формування якості урожаю. *Овочівництво і багтанництво*. 2021. №70. С. 6–15. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2021-70-6-15> (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав з напрямку, з якого підготовлено дисертацію

21. **Bandura I.**, Myronycheva E., Kyurcheva L Selection of the *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel strains which are resistant to high temperatures of cultivation. *Sci Agric.* 2014. №2. С.56–59. (30% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів).

22. **Bandura I.**, Myronycheva O., Karlsson O. Assessment of raw plant material and substrate for efficient production of Oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.). *Ochrana Drevín a Dreva 2016: Zborník Recenzovaných Vedeckých Prác a Abstraktov*, 2016. С.27–33. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ltu:diva-63206> (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

Статті в інших виданнях, які додатково відображають наукові результати дисертації

23. Пріс О.П., Жукова В.Ф. **Бандура І.І.** Мікробіологічні хвороби плодів овочів під час зберігання. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. №5. С.35–38 (30% авторства: проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

24. Бандура І.І. Грибоводство заменит тихую охоту. *Агроіндустрія*. 2018. №4. С.12–16.

25. Бандура І.І. Экзотические грибы в Украине. Анализ рынка. *Каталог Дні українського грибівництва*. IV Міжнародна виставка-конференція, Київ, Україна, 20-21 жовтня 2021 р. С.17–20.

**Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації
Монографії, книги, навчальні посібники**

26. Хареба О.В., Улянич О.І., Хареба В.В., Ковтунюк З.І., **Бандура І.І.**, Воробйова Н.В., Цизь О.М., Яценко В.В. Малопоширені овочеві рослини та гриби: навчальний посібник. 2-е вид. допов. і перероб., Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 256 с. (20% авторства: систематизація наукової інформації, узагальнення та статистичний аналіз власних результатів, підготовка до публікації).

27. **Бандура І.І.**, Бісько Н.А., Хареба В.В., Куц О.В., Хареба О.В., Цизь О.М., Кулик А.С. Методика наукових досліджень у грибівництві. За ред. докт. с.-г. наук, проф., академіка НААН України Хареби В.В. Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Київ, 2022. 128 с. (50% авторства: аналіз та систематизація наукової та методичної інформації, візуальний супровід, підготовка до публікації).

Отримання українських охоронних документів на об'єкти інтелектуальної власності:

28. Пат. 160350 на сорт рослин ІВК 2314 *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. «Глива легенева». Бісько Н. А., Мироничева О. С., **Бандура І. І.** Заявка № 13627001 Назва сорту: ІВК 2314 Заявник і власник Таврійський державний агротехнологічний університет. заявл.: 17.10.2013, опубл. 17.06.2016. Патент № 160350. (40% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

29. Свідоцтво №160829 про державну реєстрацію сорту рослин ІВК 2314 *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. «Глива легенева». Бісько Н. А., Мироничева О. С., **Бандура І. І.** Дата державної реєстрації майнового права інтелектуальної власності на поширення: 25.04.2016. (40% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

30. Пат № UA 127654 U. Україна, МПК51, A23B 7/16, A01F 25/14, B65B 25/02. Спосіб підготовки грибів роду Глива - *Pleurotus* (Fr.)Р.Kumm до зберігання. **Бандура І.**

I., Кулік А. С., Чаусов С. В., Прісс О. П.. Заявник і власник Таврійський державний агротехнологічний університет: №u201803761, заявл.: 06.04.2018, опубл.10.08.2018; Бюл. №15. (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

31. Свідоцтво №171270 про реєстрацію сорту рослин ІВК 2301 *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm «Глива звичайна». Бісько Н. А., Мироничева О. С., **Бандура І. І.** Дата державної реєстрації майнового права інтелектуальної власності на поширення: 12.10.17р. (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

32. Пат № UA 149075 U МПК51 А01G 18/20 (2018.01) Спосіб отримання зернового міцелію грибів. **Бандура І.І.**, Севастьянович В.М., Кулік А.С., Макогон С.В., Чаусов С.В., Єременко О.А.: Заявник і власник Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного: № u 2021 02929: заявл. 01.06.2021, опубл.13.10.2021; Бюл. №41. (40% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

33. Пат № 149076 U МПК51, А23В 7/14 (2006.01). Спосіб вирощування дереворуйнівних грибів. **Бандура І.І.**, Кулік А.С., Чаусов С.В., Макогон С.В. Заявник і власник Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного: № u 2021 02930, заявл. 01.06.2021, опубл.13.10.2021; Бюл. №41 (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

34. Бандура І.І. Анализ технологических показателей зерновых смесей для изготовления посевного зернового мицелия. «*Инновационные подходы и технологии для повышения эффективности производств в условиях глобальной конкуренции*» международная научно-практическая конф-я, посв. памяти член-корр-а КазАСХН, д.т.н., профессора Тулеуова Елемеса Тулеуовича. 01 марта 2016 г., Семей: Государственный университет имени Шакарима. 2016. №2. С.339–341

35. Шаховський П. **Бандура І.І.** Зміни якісних показників плодівих тіл гливи легеневої *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quéł. в процесі переробки за різних термінів температурного впливу. III Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2015 «*Інноваційні агротехнології*». Мелітополь, ТДАТУ. 2016. С.25–27. (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

36. Бісько Н.А., **Бандура І.І.** Вплив добрива Аватар (комплекс наночитратів мікроелементів) на продуктивність та якість печериць та гливи. *Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences*, Lublin, Republic of Poland, Dec 27-28, 2017. С.92–94 (50% авторства: узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

37. **Bandura I.**, Isikhuemhen O.S. Pretreatment of the wheat straw and solid state fermentation improves yield and biological efficiency in *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm mushroom production *The 9th International medicinal mushroom conference*, Book of abstract, Palermo, Italy Sep 24-28. 2017. тези доповіді. С. 41–43. (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

38. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Байберова С.С. Сучасні способи зберігання грибів. *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*, 24-25 травня 2017 р., м. Умань, Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції, Умань, Видавець «Сочінський М. М.», 2017. С 134–135. (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

39. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Каліцинський С.С., Сербова І.О. Особливості зберігання грибів родини глива. *Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності*: друга міжнародна науково-практична конференція, 5–7 вересня 2017 р.. Харків, ХДУХТ. 2017. С.213–214. (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів)

40. Кулик А.С., **Бандура І.І.**, Кльонова А.О. Новий спосіб підготовки грибів роду глива *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. до зберігання. Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Сучасні тенденції розвитку харчових технологій в умовах європейської інтеграції», 16 травня 2018 року, м. Київ. 2018. С.38–39. (30% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

41. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Байберова С.С. Економічна ефективність зберігання грибів гливи звичайної. *Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції*: матеріали Міжнародної студентської науково-практичної конференції, м. Мелітополь, 2018 р. 2018. С.30 (40% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів, підготовка до публікації).

42. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Макогон С.В., Сокот О.Є. Перспективи використання грибної сировини для підвищення біологічної цінності продуктів харчування. *Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності*, 14-15 березня 2019 р., м. Херсон, Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції, Херсон: Видавничий дім «Гельветика».2019. С.14–17 (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

43. **Бандура І.І.**, Сокот О.Є., Кулик А.С. Використання грибних полісахаридів у технології страв функціонального призначення. *Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції*, 28-29 травня 2019 року, м. Мелітополь, Міжвузівська студентська науково-практична конференція, Видавничополіграфічний центр «Lux». 2019. С.57–59 (80% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

44. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Макогон С.В., Орлова Т.Ю., Севастьянович. О.С. Перспективи використання грибної сировини для підвищення біологічної цінності продуктів харчування. *Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції*. 28–29 травня 2019 року, м. Мелітополь, Міжвузівська студентська науково-практична конференція, Видавничо-поліграфічний центр «Lux». 2019. С.51–56. (60% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

45. Кулик А.С., Загорко Н.П., **Бандура І.І.**, Булгаков І.В. Сучасні продукти функціонального призначення з додаванням рослинної сировини. *Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності*: третя

Міжнародна науково-практична конференція, Харків, Мелітополь, Кирилівка, 4–6 вересня 2019 р., тези доповідей, 2019. С.207–209. (20% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів.).

46. **Bandura I.**, Isikhuemhen O.S., Kuli A.S. 2019. Fruiting position and length of incisions on substrate bags affect fruit body yield and cluster characteristics in *Pleurotus ostreatus*. *Abstract of the 10th International medicinal mushroom conference :IMMC-10* (Nantong, China, September 19–22, 2019., тези доповіді С.97–98 (80% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

47. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Макогон С.В. Особливості інтродукції лікарських ксилотрофних грибів в промислову культуру. Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали восьмої Міжнародної науково–практичної конференції. 29–30 червня 2020 р., м. Полтава. РВВ ПДАА. 2020. С.262 <http://doi.org/10.5281/zenodo.4054586> С.15-17 (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

48. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Isikhuemhen O.S. Оцінка мікробіоти рослинних субстратів для промислового культивування їстівних грибів. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв*: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р., матеріали конференції під заг. ред. В.М. Кюрчева, Мелітополь: ТДАТУ. 2020. С.188–191. (80% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

49. **Бандура І.І.**, Кулик А.С., Вакасова К.А, Сокот О.Е. Основи ефективної технології вирощування та зберігання поживної цінності грибів родів *Pleurotus*, *Cyclospore* та *Calocybe*. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання плодоовочевої продукції*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 18 листопада 2020 р.. Миколаїв: МНАУ, 2020. С.121–123. (30% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів).

50. Сокот О.Є., **Бандура І.І.**, Кулик А.С. Зміна вмісту ендополісахаридів в плодових тілах грибів роду *Глива* під час зберігання та після термічної обробки. Матеріали I Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С.83–84. (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів, підготовка до публікації).

51. Бандура І.І. Аналіз особливостей ринка екзотических грибів в Україні. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв*, Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р., матеріали конференції під заг. ред. В.М. Кюрчева., Мелітополь, ТДАТУ. 2020. С.206–208.

52. **Бандура І.І.**, Кулик А.С.. Особливості виготовлення напівфабрикатів з плодових тіл *Гливи золотої* та *опенька тополевого*. Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція, 22 квітня 2021 р. *Актуальні питання виробництва плодоовочевої продукції та винограду*. ТДАТУ. 2021. С.136–139 (80% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

53. **Бандура І.І.**, Кулик А.С. Органолептичний аналіз грибів роду Глива (*Pleurotus* (Fr.) P. Kumm) як моделі ефективного культивування ксилотрофів з високою функціональною цінністю. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якості і безпечності харчових продуктів*, збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф., 13-14 травня 2021 р., м. Житомир, Поліський національний університет. 2021. С.30–33. (60% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

54. **Bandura I.**, Kulik A.. Effect of casing and scratching treatments on nutritional contents in cultivated *Calocybe indica*. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв*: друга міжнародна науково-практична інтернетконференція, 23 листопада 2021 р., матеріали конференції під заг. ред. В.М. Кюрчева, Мелітополь, ТДАТУ.2021. С.152–154 (80% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

55. **Бандура І.І.**, Кулик А.С. Особливості застосування рослинної олії як фактору ефективності вирощування *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв*: друга міжнародна науково-практична інтернетконференція, 23 листопада 2021 р., матеріали конференції під заг. ред. В.М. Кюрчева, Мелітополь, ТДАТУ. 2021. С.79–81 (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

56. **Бандура І.І.** Мікроскопія поверхні плодових тіл у системі формування якості грибів роду глива. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв*: друга міжнародна науково-практична інтернетконференція, 23 листопада 2021 р., матеріали конференції під заг. ред. В.М. Кюрчева, Мелітополь, ТДАТУ. 2021. С.139–141.

57. **Бандура І.І.**, Кулик А.С. Аналіз мікробіоти камер вирощування гливи як фактора формування якості плодових тіл. *Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві*: Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції, 06 жовтня 2021 р., сел. Селекційне Харківської обл., Інститут овочівництва і баштанництва НААН, Вінниця, ТОВ «ТВОРИ». 2021. С.6–7 (70% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

58. **Бандура І.І.**, Кулик А.С. Використання нетрадиційної сировини у складі м'ясних тефтелей у закладах ресторанного господарства. *Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності*. II Міжнародна науково-практична конференція. 7–8 жовтня 2021 року. Львів. 2021. С.120–122. (50 % авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів).

59. **Bandura I**, Isikhuemhen O.S., Kulyk A., Bisko N., Makohon S. Microbiota in mushroom fruiting houses and the effect of isolated organisms on *P. ostreatus* mycelia growth and development in vitro *Abstract of the 11th International medicinal mushroom conference: IMMS-11*. Belgrad, Serbia.2022. тези доповіді С.69. (50% авторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення та статистичний аналіз результатів, підготовка до публікації).

ANOTATION

Bandura I.I. Scientific principles of formation culinary mushrooms *Pleurotus*, *Cyclocybe*, *Flammulina* and *Calocybe* genres quality – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of agricultural sciences on a specialty 06.01.06 – vegetable growing (20 Agrarian sciences and food). Uman National University of Horticulture, Uman, 2022.

The qualitative scientific work is substantiated scientific bases for formation the quality of xylotrophic mushroom species with proved food and medicinal value: oyster mushroom, lung mushroom, king oyster mushroom, lemon or gold oyster mushroom, winter needle mushroom, poplar mushroom or “piopinno” and tropical exotic species “milky mushroom”. In this work, the technological components of the cultivation process of the above species were investigated to obtain fruiting bodies with predictable qualitative characteristics by the requirements of post-harvest procedures. A comprehensive screening of 24 strains under industrial production conditions, based on the results of which technical characteristics of productivity, parameters of phenotypic traits, biochemical contains of fruiting bodies, yield ratios of semi products in postharvest operations and primary processing were determined, allowing selection of the most promising strains for industrial implementation.

The necessity of achieving substrate selectivity by balancing the composition of organogenic and essential elements, elimination of pathogenic microorganisms and creating a certain structure of substrates as the most crucial factor in the formation of yield quality of xylotrophic species is proven. The individual requirements of the studied cultivars for the degree of substrate electivity, their biological efficacy, and the nature of changes in the biochemical composition of the yield obtained in accordance with the composition of substrate compositions were determined.

The possibility of predicting the quality phenotypic and biochemical characteristics of cultivars through the necessary technical operations has been revealed: making substrate units of the required mass, forming the fruiting zone through the perforations of a given size, or opening area, spatial position on the shelves, applying the best height of the cover soil, and conducting scratching technic.

A general trend of protein decreases to 8.6% and increase of ash elements amount to 4.9% of dry matter was revealed as well as the significant increase of the bioactive endopolysaccharides amount (from 6 to 10% in dry matter) at the achievement of biological ripeness by fruiting bodies. The fact of increase in a factor of a half-finished product yield after blanching of fruiting bodies of biological ripeness by 3-6% in comparison with the processing of raw materials collected at a level of technical ripeness is fixed.

The quantitative and qualitative analysis of microbiological successions in the air of premises where *P. ostreatus* was cultivated for a long time was conducted and the dynamics of the increase of CFU titer on the surface of *P. ostreatus* fruiting bodies depending on the state of microbiological contamination of cultivation premises ($y=4148071+299 \times x$) were calculated.

The economic benefits of the developing adaptation technologies and implemented technical operations was improved. The variants of definition of profit in mushroom growing using technical cards and the solution of a problem of optimization of manufacture of multicomponent substrates with the balanced formula and the minimum cost are offered.

Keywords: *mushroom industrial cultivation, quality of mushrooms, biological efficiency, morphology of fruiting bodies, modelling of substrate compositions, oyster mushroom, lung oyster mushroom, gold oyster mushroom, king oyster mushroom, winter mushroom, poplar mushroom, milky mushroom.*

Підписано до друку 06.06.2023. Формат 60×90/16
Обсяг 2,0 умов. друк. арк. Наклад 100 прим.
Замовлення №

ВПЦ «Візаві»
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19
Свідоцтво об'єкта видавничої справи
ДК № 2521 від 08.06.2006