ВІДГУК

офіційного опонента, доктора біологічних наук Веденичової Н.П., на дисертаційну роботу Зайченко Тетяни Олександрівни «Особливості росту та біосинтетичної активності штамів *Fomitopsis betulina* в культурі in vitro», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – біологія

Актуальність теми. Останнім часом зростає зацікавленість у технологіях отримання біомаси культивованих грибів, що використовуються в якості сировини в харчовій і фармакологічній промисловості. Вирощування грибів у культурі є важливим не тільки для збереження рідкісних видів лікарських грибів, але й являє собою зручний спосіб отримання у значній кількості грибної міцеліальної біомаси, яка володіє усіма цінними властивостями, притаманними плодовим тілам грибів. Такий продукт має суттєві переваги перед грибами, зібраними у природі, оскільки останні здатні акумулювати шкідливі речовини, у тому числі радіонукліди, тоді як культивований міцелій є чистою білковою субстанцією, складом якої можна маніпулювати, додаючи корисні добавки до поживного середовища. Змінюючи умови культивування міцеліальної біомаси грибів, можливо досягти значного підвищення їхньої продуктивності й біосинтетичної активності щодо цінних харчових і лікарських сполук. Це зумовлює високу актуальність робіт, спрямованих на комплексне дослідження лікарських грибів *in vitro*, які поєднують з'ясування впливу умов культивування на ріст міцеліальної біомаси і накопичення біологічно активних речовин з вивченням антибактеріальної й антиоксидантної активності. Саме такою є дисертаційна робота Тетяни Олександрівни Зайченко «Особливості росту та біосинтетичної активності штамів *Fomitopsis betulina* в культурі in vitro». Робота містить як теоретичні, так і практичні аспекти, її актуальність і важливість не викликає сумніву.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. В основу роботи покладено результати, отримані авторкою в рамках виконання двох держбюджетних тематик в Державній установі «Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України» (м. Київ) впродовж 2021-2025 рр.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Для досягнення мети, яка полягала в дослідженні біологічних особливостей культивованих штамів *Fomitopsis betulina,* Т.О. Зайченко сформулювала конкретні завдання й опрацювала низку сучасних методик проведення лабораторних досліджень, необхідних біохімічних аналізів. Отримані дані оброблено статистично, їхня достовірність не викликає сумнівів. Сформульовані висновки і наукові положення ґрунтуються на значному фактичному матеріалі, цілком відповідають змісту роботи й одержаним результатам. Отримана інформація значно розширює сферу практичного застосування штамів *Fomitopsis betulina,* а також суттєво доповнює теоретичні відомості щодо культивування лікарських грибів загалом.

Наукова новизна одержаних результатів. Науковий доробок Т.О. Зайченко відрізняється високим ступенем новизни. Комплексне дослідження *Fomitopsis betulina* в культурі проводилося вперше, встановлено оригінальні закономірності щодо впливу умов вирощування міцеліальної біомаси гриба на акумуляцію екзополісахаридів, біосинтез фенолів, антиоксидантну та антифунгальну активність.

Практичне значення одержаних результатів. Дисертанткою виділено і введено в культуру 11 нових штамів березової губки. Проведене нею дослідження дозволило виокремити штам *Fomitopsis betulina* з найкращими показниками для подальшого використання у виробництві, за допомогою молекулярно-біологічних методів підтверджено його ідентичність й визначено умови для оптимізації промислового вирощування. Розроблено теоретичні засади управління продуктивністю й біосинтетичною активністю

березової губки, які можуть бути корисними для розробки умов культивування інших видів лікарських трутовиків. Отримані відомості становлять як теоретичний інтерес для розширення уявлень щодо штучного культивування грибів, так і практичну значущість, оскільки можуть бути використані при розробці фармакологічних біотехнологій для отримання цінних для фунготерапії продуктів.

Висвітлення результатів у наукових публікаціях. За результатами дисертаційної роботи Т.О. Зайченко опубліковано 2 статті у фахових виданнях, що включені до наукометричних баз даних Scopus та Web of Science, а також 8 тез доповідей, представлених на конференціях. Публікації вичерпно відображають основні отримані результати, відмічають їхню новизну та вказують на наукову значущість.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація Т.О. Зайченко складається із вступу, огляду літератури, опису матеріалів і методів дослідження, чотирьох експериментальних розділів з обговоренням отриманих результатів, висновків, списку використаної літератури (174 найменування), 4 додатків. Дисертацію викладено на 197 сторінках комп'ютерного друкованого тексту, проілюстровано 48 рисунками і 6 таблицями.

У вступі викладено актуальність проблеми, зв'язок роботи з науковими програмами, мету і завдання дослідження, його об'єкт, предмет та методи, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, апробацію результатів дослідження та публікації.

Розділ 1 є оглядом літературних джерел відповідно до теми дослідження. Авторка представила сучасні відомості з робіт вітчизняних та закордонних дослідників щодо загальної характеристики гриба *Fomitopsis betulina,* його філогенетичного положення, морфологічної структури та біоекологічних особливостей, терапевтичних властивостей та біотехнологічних аспектів культивування. Огляд справляє позитивне

враження і свідчить про те, що Т.О. Зайченко у достатній мірі проаналізувала всі сторони проблеми, якій присвячена її дисертаційна робота.

Розділ 2 присвячено опису матеріалів і методів дослідження, зокрема описано спосіб введення різних штамів гриба у культуру, склад поживних середовищ, методики визначання кількості екзополісахаридів та фенольних сполук, оцінки антагоністичної та антибактеріальної активності, тощо. Обрана методична база відповідає тим завданням, які були поставлені для досягнення мети дослідження.

У розділі 3 «Морфологічна характеристика та культуральні особливості штамів *Fomitopsis betulina*» описано результати дослідження морфології штамів *Fomitopsis betulina* за культивування на середовищах різного складу. Було зроблено висновок, що мальтоза була найбільш придатним джерелом вуглецю для росту більшості штамів. Окреслено штами з найбільшою швидкістю росту на певних середовищах. Мальт-екстракт був також найкращим для продукування міцеліальної біомаси більшості штамів. Встановлено, що склад середовища культивування впливав на біосинтез екзополісахаридів різними штамами гриба, скринінг за цим показником виявив найбільш перспективний штам 311 при культивуванні на сабуро-декстрозному середовищі. Проведені експерименти засвідчили необхідність визначення штамоспецифічних умов культивування для досягнення максимальної продуктивності біомаси й екзополісахаридів.

В розділі 4 «Антагоністична активність штамів *Fomitopsis betulina* відносно деяких мікро- та макроміцетів» представлено результати оцінки антагоністичної активності *Fomitopsis betulina* по відношенню до ряду інших грибів, зокрема пліснявих (*Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Penicillium polonicum*), фітопатогенних (*Fusarium poae*, *Microdochium nivale*), дереворуйнівних базидіоміцетів (*Heterobasidion annosum*, *Inonotus obliquus*) та дріжджоподібних (*Pichia kudriavzevii*, *Candida albicans*). Досліджено 22

штами *Fomitopsis betulina*, ступінь їхньої антагоністичної дії проти більшості грибів становив 69,2–84,6 %.

У розділі 5 «Біосинтетична активність штамів *Fomitopsis betulina*» представлено інформацію щодо антибактеріальної активності етилацетатних екстрактів міцеліальної біомаси і культуральної рідини штамів *Fomitopsis betulina*. Всі штами продемонстрували затримку росту тест-бактерій *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*. За результатами скринінгу окреслено штами з найширшим спектром активності проти усіх тест-бактерій (978 та 2778). Досліджені штами виявили досить високий рівень антиоксидантної активності, який значно корелював з вмістом фенольних сполук (підтверджено корелятивним аналізом із розрахунком коефіцієнта Пірсона). Отримані дані дозволяють високо оцінити біологічний потенціал різних штамів *Fomitopsis betulina* для фармакологічних розробок.

В розділі 6 «Оптимізація умов культивування штаму *Fomitopsis betulina* ІВК 2777 з метою підвищення рівня антиоксидантної активності та загального вмісту фенольних сполук» висвітлено результати поглибленого вивчення впливу умов культивування штаму 2777 на основні показники, за якими він переважав інші штами - накопичення міцеліальної біомаси, вміст фенолів, набуття антиоксидантної активності. Встановлено оптимальні значення pH культурального середовища, температури, джерел вуглецю та азоту, способу та тривалості культивування даного штаму. Підібрано найкращий екстрагент для виділення фенолів і визначення антиоксидантної активності в його міцеліальній біомасі.

Завершується дисертаційна робота доволі детальним узагальненням отриманих результатів та викладенням загальних **висновків**, які експериментально та теоретично обґрунтовані і відповідають меті та завданням дослідження, а достовірність не викликає сумніву. Висновки сформульовано чітко і лаконічно.

Запитання, зауваження, побажання:

1. Бажано було б більш детально описати розповсюдження *Fomitopsis betulina* в Україні (розділ 1.1), а також стисло охарактеризувати умови локалітетів, в яких було зібрано плодові тіла гриба.

2. Не зрозуміло, чому з 16 плодових тіл *Fomitopsis betulina* виділено лише 11 штамів (стор. 44).

3. На рис. 3.4 (стор. 62) представлено морфологію різних штамів на різних культуральних середовищах і за різної тривалості культивування. За яким принципом було обрано саме ці ілюстрації? В чому полягала доцільність цієї вибірковості? Чи не варто було продемонструвати динаміку росту одного штаму на різних середовищах? Або різних штамів на одному середовищі?

4. В підрозділі 4.1 відсутній ілюстративний матеріал до поданих результатів, тоді як всі інші підрозділи 4 розділу проілюстровано чудово. Чому?

5. Некоректно називати міцелій «продуктом вирощування березової губки» (стор. 119). Це невдалий вираз, оскільки міцелій – це і є власне сам гриб.

6. Узагальнення результатів варто було б представити в більш лаконічній формі.

Загальний висновок. Дисертаційна робота **«Особливості росту та біосинтетичної активності штамів *Fomitopsis betulina* в культурі in vitro»** є актуальним й обґрунтованим завершеним науковим дослідженням, яке характеризується новизною, високим науковим рівнем отриманих результатів, значною практичною цінністю і відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про

присудження ступеня доктора філософії» від 12 січня 2022 р. № 44 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 3 травня 2024 р. № 507) та вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», а її авторка – **Зайченко Тетяна Олександрівна** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – біологія.

Провідний науковий співробітник
відділу фітогормонології
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України,
доктор біологічних наук, с.н.с. Н.П. Веденичова

23 липня 2025 року