

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію **Михайлової Оксани Борисівни** на тему **«Біотехнологічні основи регуляції біосинтетичної активності лікарських макроміцетів за допомогою екологічно безпечних фізичних факторів»**, подану на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.20 – Біотехнологія

Актуальність теми дисертації

Розробка та впровадження біотехнологічних процесів для отримання ефективних і безпечних лікувальних біопрепаратів на основі їстівних та лікарських макроміцетів є одним з важливих напрямів сучасної біотехнології. Останнім часом лікарські макроміцети розглядаються науковцями та біотехнологам як перспективні продуценти міцеліальної маси та цінних біологічно активних речовин, які можуть використовуватися у харчовій та фармацевтичній промисловості, косметології.

Для успішної реалізації природного потенціалу штамів-продуцентів особливої актуальності набуває багаторівневий скринінг, а також комплексний аналіз і оцінка їхніх біологічних характеристик. Це дозволяє відібрати перспективні штами-продуценти та розробити ефективні методи їх культивування. У сучасній біотехнології значну увагу приділяють екологічно безпечним фізичним чинникам, які здатні цілеспрямовано регулювати синтез міцеліальної маси та біологічно активних сполук. До таких факторів належать низькоінтенсивне штучне світло (LED та лазерне світло) та колоїдні розчини НЧ металів. За певних умов ці фактори здатні впливати на метаболічні процеси макроміцетів, що відкриває нові можливості для підвищення продуктивності культивування та оптимізації синтезу біологічно активних сполук.

Незважаючи на значний потенціал, вплив низькоінтенсивного лазерного та LED світла та наночастинок металів на біосинтетичну активність макроміцетів залишається недостатньо вивченим. Особливу наукову цінність становить вивчення комбінованого впливу низькоінтенсивного штучного світла та колоїдних розчинів

наночастинок на метаболічні процеси лікарських макроміцетів за умов глибинного культивування. На сьогодні при культивуванні макроміцетів за умов глибинної культури штучне світло та колоїдні розчини наночастинок металів не застосовуються. Водночас розуміння механізмів дії цих незалежних чинників сприятиме не лише контрольованій регуляції біосинтетичних процесів під час глибинного культивування макроміцетів, а й підвищенню якості та біологічної цінності кінцевих продуктів на основі грибною сировини. Таким чином, дисертаційна робота, присвячена дослідженню впливу штучного світла та наночастинок металів на біосинтетичну активність лікарських макроміцетів, є актуальним і перспективним напрямом розвитку сучасних біотехнологій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Робота виконувалась протягом 2009–2024 рр. відповідно до науково-технічної роботи кафедри трансляційної медичної біоінженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського за державним замовленням на науково-технічні (експериментальні) розробки та науково-технічну продукцію (№ державної реєстрації – 0122U200933) «Розроблення методів підвищення біологічної активності харчових продуктів для спеціальних медичних цілей» (Договір № ДЗ/128 – 2022 від 27 вересня 2022р.), а також згідно з планами науково-дослідних програм роботи відділу мікології Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України: «Фізіолого-морфологічна характеристика лікарських макроміцетів та їх біосинтетична активність у культурі» (№ державної реєстрації – 0104U009743) (2005–2009 рр.), «Біологічні властивості сапротрофних макроміцетів в культурі» (№ державної реєстрації – 0110U001264) (2010–2014 рр.) «Біологічні властивості штамів колекції культур шапинкових грибів Інституту ботаніки *IBK*» (№ державної реєстрації – 0115U002001) (2015–2018 рр.), «Біологічна активність штамів колекції культур шапинкових грибів Інституту ботаніки (*IBK*)» (№ державної реєстрації – 0120U101111) (2019–2024 рр.), «Колекція культур шапинкових грибів *IBK*». Фінансування роботи підтримано грантом НАН України на виконання інноваційного проекту «Розробка та підготовка до впровадження інтенсивної технології вирощування їстівних та лікарських грибів на основі енергоефективних систем штучного освітлення» (№

державної реєстрації – 0111U003274) (2011 р.). Тема дисертації затверджена Вченою радою Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», протокол № 9 від 02.10.2023 року.

Наукова новизна одержаних результатів

Михайловою Оксаною Борисівною розроблено наукові основи застосування низькоінтенсивного LED- і лазерного світла, а також колоїдних розчинів НЧ металів у біотехнологіях глибинного культивування лікарських макроміцетів для регуляції біосинтетичної активності.

Запропоновано нові екологічно безпечні біотехнологічні рішення для цілеспрямованої регуляції біосинтетичної активності лікарських макроміцетів (*H. erinaceus*, *I. obliquus*, *L. officinalis*, *L. edodes*, *P. eryngii*) з використанням енергоефективних джерел низькоінтенсивного LED- та лазерного світла з контрольованими спектральними та енергетичними характеристиками, що дозволило підвищити синтез міцеліальної маси, полісахаридів, ненасичених жирних кислот, поліфенолів, меланіну, антиоксидантну та антимікробну активності у макроміцетів за умов глибинного культивування.

Дисертанткою вперше проведено комплексне дослідження впливу колоїдних розчинів AgНЧ, FeНЧ, MgНЧ на біосинтетичну активність лікарських макроміцетів за умов глибинного культивування та встановлено закономірності впливу колоїдних розчинів НЧ металів на синтез міцеліальної маси, біологічно активних речовин (полісахаридів, поліфенолів, меланінів, флавоноїдів), а також антиоксидантної та антимікробної активності міцеліальної маси та культуральної рідини.

Особливо цінним є те, що вперше одержано нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати та виявлено закономірності комбінованого впливу низькоінтенсивного лазерного світла та колоїдних розчинів НЧ металів на синтез міцеліальної маси та біологічно активних речовин (полісахаридів, поліфенолів, флавоноїдів). Все це формує основу для створення інноваційних біотехнологій, спрямованих на підвищення ефективності

культивування лікарських макроміцетів і оптимізацію їх використання у медичній промисловості.

Практичне значення отриманих результатів

Михайловою Оксаною Борисівною проведено комплексне дослідження та аналіз морфолого-культуральних особливостей 29 штамів 9 видів 8 родів базидієвих макроміцетів з Колекції культур шапинкових грибів (ІВК) Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Здобувач визначила для кожного штаму комплекс морфолого-культуральних характеристик, які дозволяють підтверджувати таксономічний статус чистих культур і забезпечувати контроль їхньої чистоти на різних етапах біотехнологічних процесів. Відповідно надано рекомендації щодо подальшого зберігання чистих культур, зокрема вказано умови культивування з огляду на біологічні особливості штамів.

Важливим є також, що видова приналежність 10 штамів 5 видів з родів *Hericium* Pers., *Laricifomes* Kotl. & Pouzar, *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm., *Sparassis* Fr. була підтверджена за допомогою молекулярно-генетичних методів, а відповідні нуклеотидні послідовності було депоновано до міжнародної бази даних GenBank NCBI, а отже інформація про штами колекції ІВК є доступною для світової спільноти. Здобувачем проведено багатоступеневий скринінг штамів-продуцентів, перспективних для біотехнологічного застосування із визначенням фізико-хімічних чинників, які регулюють життєдіяльність культур. За результатами досліджень для 15 штамів 9 видів лікарських макроміцетів складено паспорти чистих культур.

Розроблено методичні підходи для цілеспрямованої регуляції біосинтетичної активності шляхом модифікації існуючих біотехнологій отримання міцеліальної маси та біологічно активних сполук лікарських макроміцетів, що дозволило скоротити терміни культивування на дві доби та збільшити вихід міцеліальної маси з підвищеним вмістом біологічно активних сполук на 30–132%.

Особливо цінним є те, що на основі культивованої міцеліальної маси з підвищеним вмістом ендopolісахаридів, ненасичених жирних кислот, поліфенольних сполук, меланінів розроблено харчовий продукт: «МікоІмун

Комплекс»», «МікоІмун Геріцій», «МікоІмун Інонотус». Проведено гігієнічне регламентування показників якості та безпеки, розроблено технічні умови для харчових продуктів для спеціальних медичних цілей. Розроблено композицію готової форми у вигляді твердих желатинових капсул на основі грибної сировини. Виготовлено дослідні партії продуктів та створено проекти інструкцій із застосування.

Практичне значення результатів підтверджено патентом України на корисну модель № 155038: «Спосіб одержання засобу на основі грибної біомаси для нормалізації функціонального стану імунної системи».

Відсутність порушення академічної доброчесності

Дисертація Михайлової О.Б. є самостійним науковим дослідженням, яке містить авторські ідеї та інноваційні підходи, що сприяли успішному вирішенню поставлених завдань. У роботі представлено результати власних досліджень, аргументовані положення та висновки, сформульовані на основі проведених експериментальних досліджень. Дисертаційне дослідження Михайлової О.Б. виконано у відповідності до вимог щодо наукових робіт та з дотриманням принципів академічної доброчесності. Усі залучені джерела коректно процитовані з відповідними посиланнями на першоджерела. матеріали інших авторів мають відповідні посилання на першоджерела.

Обґрунтованість наукових положень, висновків, рекомендацій в дисертації, їхня достовірність

Дисертаційна робота Михайлової О.Б. виконана на високому науковому рівні та є завершеною науково-дослідницькою працею. Ґрунтовний аналіз розділів, застосування сучасних методик і використання авторських розробок для вирішення поставлених завдань свідчать про високий рівень основних наукових результатів, представлених до захисту. Достовірність висновків підтверджується значним обсягом експериментальних даних, які ретельно обґрунтовані та можуть бути відтворені. Проведений аналіз дисертації та реферату не виявив жодних суперечливих чи сумнівних положень, що підтверджує наукову коректність і достовірність представлених матеріалів.

Повнота викладення основних наукових положень дисертації в опублікованих працях

Основні положення дисертації Михайлової О.Б. опубліковано 49 наукових праць, з них 15 статей у наукових періодичних виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України (в т.ч. 2 статті, що включені до міжнародної наукометричної бази SCOPUS, 1 стаття до Web of Science Core Collection); 10 статей у наукових періодичних виданнях інших держав з наряду, з якого підготовлено дисертацію, (в т.ч. 1 стаття включена до наукометричної бази даних SCOPUS, 7 статей, що включені до наукометричних баз даних SCOPUS та Web of Science Core Collection та віднесені до другого – третього квартилів (Q2–Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports), 3 статті, які додатково відображають наукові результати дисертації, 1 колективна монографія, 1 розділ у колективній монографії, 1 патент на корисну модель, 18 тез доповідей у матеріалах міжнародних і всеукраїнських наукових конференцій.

Оцінка структури, змісту та форми дисертаційної роботи та її завершеності

Дисертаційна робота Михайлової О.Б. є завершеною науковою працею. Робота складається з анотацій (українською та англійською мовами), вступу, семи розділів, висновків, списку використаної літератури (635 найменувань) та додатків А – Г. Дисертація викладена на 527 сторінках комп'ютерного тексту, проілюстрована 87 рисунками і 49 таблицями.

Анотація відображає основні положення дисертації, стисло характеризує зміст дисертаційної роботи та не містить інформації, відсутньої в основному тексті роботи.

У **Вступі** обґрунтована актуальність і важливість обраної теми досліджень, вказано мету та завдання роботи, наведено перелік використаних методів і зв'язок з відповідними науковими темами, подано наукову новизну, теоретичне та практичне значення роботи, показано особистий внесок здобувачки та здійснену апробацію матеріалів дисертації.

У Розділі 1 «Сучасний стан і перспективи використання їстівних та лікарських макроміцетів» проведено аналіз актуального рівня досліджень та перспектив використання їстівних та лікарських макроміцетів як продуцентів харчової міцеліальної маси та біологічно активних речовин. Описано поживну цінність біотехнологічно важливих видів грибів, а також основні ефекти та механізми дії їхніх фармакологічно важливих компонентів. Окрему увагу приділено досягненням і проблемам у дослідженні механізмів фоторецепції, зокрема ролі штучного світла в регуляції морфогенезу та біосинтетичної активності грибного метаболізму. Розглянуто сучасні підходи до використання LED та лазерного світла у біотехнологіях культивування грибів, що сприяють оптимізації синтезу біологічно активних речовин і покращенню їхніх харчових властивостей. Крім того, проаналізовано сучасні дані щодо застосування наночастинок металів у різних сферах, а також основні механізми їхнього впливу на клітини живих організмів. Визначено потенційні можливості використання штучного світла та наночастинок металів як інструменту для спрямованої регуляції біосинтетичної активності макроміцетів.

Другий розділ «Матеріали і методи досліджень», містить детальний розгорнутий опис застосованих експериментальних підходів, модельних об'єктів і методології дослідження. В основу роботи покладено сучасні наукові методи, зокрема мікологічні, мікробіологічні, молекулярно-генетичні, фізіолого-біохімічні. Дослідження виконано із залученням сканувальної та трансмісійної електронної мікроскопії, рентгеноструктурного аналізу наночастинок металів. Жирнокислотний профіль міцеліальної маси аналізували методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот (ISO 5508:1990, IDT) із використанням газового хроматографа «Кристаллюкс-4000М». Проведено фармакогностичний аналіз грибної сировини. Особливо цінним є використання авторських фотобіологічних методів, розроблених і вдосконалених спеціально для цього наукового дослідження. Також у роботі використано запатентовану в Україні методику отримання колоїдних розчинів наночастинок металів (срібла –AgНЧ,

заліза –FeНЧ, магнію – MgНЧ) шляхом об'ємного електроіскрового диспергування металів у рідині.

Розділ 3 «Морфолого-культуральні особливості біотехнологічно важливих штамів їстівних та лікарських макроміцетів *in vitro*». У Розділі представлено результати експериментальні дані щодо молекулярно-генетичних та морфолого-культуральних досліджень. Досліджено мікоморфологічні та морфолого-культуральні характеристики вегетативного міцелію 29 штамів, що належать до 9 видів і 8 родів базидієвих макроміцетів. Молекулярно-генетичний аналіз дозволив підтвердити видовий статус 9 штамів, що належать до 5 видів і 4 родів відділу *Basidiomycota*. Отримані нуклеотидні послідовності штамів з колекції IBK зареєстровано в NCBI GenBank, що є важливим внеском у наукову базу даних. Особливу увагу приділено вивченню *Laricifomes officinalis* – за допомогою сканувальної електронної мікроскопії отримано нові дані щодо мікоморфології вегетативного міцелію *in vitro*. Проведений аналіз дозволив встановити морфолого-культуральні ознаки для кожного дослідженого виду, що є важливим для їхньої ідентифікації на вегетативній стадії розвитку. Це також доповнює критерії таксономічної класифікації чистих культур макроміцетів при їх тривалому збереженні в умовах колекції. У розділі описано морфологічні характеристики міцеліальних колоній, проаналізовано ростові показники та визначено оптимальні умови культивування. Зокрема, встановлено склад агаризованих живильних середовищ, температурні режими.

Розділ 4 «Фізіологічні особливості росту та біосинтетичної активності їстівних та лікарських макроміцетів *in vitro*». У розділі представлено результати багатоступеневого скринінгу штамів макроміцетів, які мають біотехнологічний потенціал. Проведений аналіз дозволив визначити ключові фізико-хімічні чинники, що регулюють життєдіяльність досліджених штамів. Для 20 штамів, що належать до 8 видів і 7 родів, встановлено оптимальні параметри для росту, зокрема кислотність середовища, джерела вуглецю та азоту. Окрім того, проведено порівняльний аналіз динаміки росту перспективних штамів-продуцентів за умов глибинного культивування. У дослідженні також визначено вміст загальних

фенольних сполук у екстрактах міцеліальної маси, а їхню антиоксидантну активність. Для штамів *I. obliquus* проаналізовано вміст меланінів у міцеліальній масі та культуральній рідині. Отримано нові данні щодо наявності цитокінів у міцеліальній масі *H. erinaceus*, *L. officinalis* та *S. crispa* цитокінінів.

Особливу наукову цінність становить те, що на основі багатоступеневого скринінгу було відібрано перспективні штами лікарських макроміцетів для подальших досліджень, що має важливе значення для розвитку сучасної біотехнології.

Розділ 5 «Фоторегуляція біосинтетичної активності їстівних та лікарських макроміцетів *in vitro*». У розділі представлено результати досліджень, присвячених вивченню спектральної чутливості відібраних штамів-продуцентів цінних лікарських макроміцетів: *I. obliquus*, *H. erinaceus*, *L. officinalis*, *L. edodes* *P. eryngii*. Представлено закономірності та індивідуальні особливості реакцій досліджених штамів на LED та лазерне опромінення різного спектрального складу. На основі проведених досліджень були розроблені методи фотоактивації інокуляту для модельних об'єктів з метою його подальшого використання для інтенсифікації синтезу міцеліальної маси та певних біологічно активних сполук, що дозволяє скоротити тривалість культивування, а також збільшити вихід міцеліальної маси й біологічно активних речовин для всіх досліджених видів.

Максимальний вплив на синтез міцеліальної маси спостерігався при використанні синього лазерного світла ($\lambda=488$ нм), яке забезпечувало збільшення синтезу міцеліальної маси на 31,3% до 132,1% залежно від виду гриба. Крім того, світлова обробка інокулюму синім та червоним світлом сприяла інтенсифікації синтезу полісахаридів, фенольних сполук, меланінів, а також впливала на жирнокислотний профіль міцеліальної маси. Крім того, досліджено вплив низькоінтенсивного LED та лазерного опромінення на антиоксидантну та антимікробну активність екстрактів міцеліальної маси. Фармакогностичний аналіз культивованої міцеліальної маси за допомогою розроблених методів фотоактивації інокуляту підтвердив її високу біологічну цінність.

На основі отриманих експериментальних даних дисертантом розроблено вітчизняний харчовий продукт для спеціальних медичних цілей, виготовлений на основі грибної сировини їстівних та лікарських макроміцетів. Проведено гігієнічне регламентування показників якості та безпеки, розроблено технічні умови для харчових продуктів для спеціальних медичних цілей у формі твердих капсул. За результатами державної санітарно-епідеміологічної експертизи, проведеної Львівським національним медичним університетом ім. Данила Галицького, ТУ У 10.8-022070921-001:2023 «Харчові продукти для спеціальних медичних цілей на основі рослинної та грибної сировини» технічні характеристики відповідають вимогам чинного санітарного законодавства України. На основі результатів досліджень отримано Патент України на корисну модель № 155038 «Спосіб одержання засобу на основі грибної біомаси для нормалізації функціонального стану імунної системи».

Розділ 6 «Використання світлового фактору і колоїдних розчинів наночастинок металів для регуляції біосинтетичної активності макроміцетів» – містить нові дані щодо впливу наночастинок срібла (AgHЧ), заліза (FeHЧ) та магнію (MgHЧ) на біосинтетичну активність (синтез міцеліальної маси, полісахаридів, фенольних сполук, меланінів, флавоноїдів) штамів-продуцентів. Також вперше проаналізовано дію фотоактивованих НЧ металів на біологічні властивості чистих культур: *H. erinaceus* IBK 977, *I. obliquus* IBK 1877, *L. officinalis* IBK 5004, *L. edodes* IBK 2541, *P. eryngii* IBK 2035.

Встановлено, що AgHЧ , FeHЧ та MgHЧ сприяли синтезу міцеліальної маси досліджених видів. Водночас фотоактивація НЧ низькоінтенсивним лазерним світлом знижувало ростову активність порівняно з контролем (без НЧ та опромінення).

Оцінка впливу AgHЧ , FeHЧ та MgHЧ та фотоактивованих НЧ на синтез полісахаридів виявила різні ефекти залежно від виду макроміцетів та типу застосованих НЧ металів. Додавання НЧ металів у середовище інгібувало синтез екзополісахаридів для всіх досліджених видів, тоді як FeHЧ , MgHЧ стимулювали утворення ендополісахаридів у *H. erinaceus*, *I. obliquus*, *L. officinalis*.

Фотоактивовані AgНЧ пригнічували синтез екзополісахаридів майже у всіх випадках, за винятком *P. eryngii*, тоді як фотоіндуковані FeНЧ і MgНЧ сприяли зростанню рівня ендополісахаридів.

Застосування FeНЧ, MgНЧ та фотоактивованих FeНЧ, MgНЧ сприяло синтезу фенольних сполук і підвищенню антиоксидантної активності міцеліальної маси. Запропоновано нові методичні підходи до використання колоїдних розчинів AgНЧ, FeНЧ, MgНЧ та фотоіндукованих наночастинок для оптимізації технологій культивування грибів-продуцентів, що дало змогу підвищити антимікробні властивості культуральної рідини та міцеліальної маси.

Встановлено, що додавання AgНЧ та FeНЧ до інокуляту підсилювало антибіотичну активність екстрактів культуральної рідини порівняно з контролем (без наночастинок і опромінення). Діаметри зон пригнічення росту тестових культур мікроорганізмів перевищували значення позитивного контролю (гентаміцин сульфат). Застосування AgНЧ та фотоіндукованих AgНЧ продемонстрували антимікробний ефект щодо резистентних бактеріальних штамів, що підтверджує їх перспективність для використання в медичній практиці.

Розділ 7 «Практичне використання отриманих результатів» – присвячений практичним питанням використання результатів дисертаційної роботи. Відзначено роль лабораторних досліджень, які забезпечують перехід від експериментальних до промислових масштабів, позитивну роль колекцій культур у збереженні та виборі перспективних штамів для біотехнологічних досліджень, систематизовано узагальнено закономірності впливу світлового фактору та колоїдних розчинів AgНЧ, FeНЧ та MgНЧ на біосинтетичні процеси лікарських макроміцетів за умов глибинного культивування. На основі отриманих даних розроблено практичні рекомендації для регуляції синтезу міцеліальної маси та певних біологічно активних речовин. Застосування цих результатів може мати перспективне значення для харчової та фармацевтичної промисловості, при розробці засобів на основі грибної сировини лікарських макроміцетів.

Висновки, наведені в роботі, є цілком логічними, чітко сформульованими і підтверджують, що дисертантка повною мірою виконала заплановані завдання.

Зауваження, питання та пропозиції до дисертаційної роботи

Під час ознайомлення з дисертаційною роботою виникли такі зауваження та пропозиції:

1. У Розділі 1 (рис. 1.1 –1.7) відсутні посилання на авторів відповідних рисунків.
2. На сторінці 76 у таблиці 1.7 бракує позначки *Продовження таблиці*. Аналогічне зауваження стосується таблиці 6.3.
3. У підрозділі 2.6 (стор. 120–124) надто детально описано процес отримання колоїдних розчинів наночастинок металів методом об'ємного електроіскрового диспергування, який запатентовано в Україні. Чи було це безпосереднім завданням Ваших досліджень?
4. На сторінці 131, у розділі «Матеріали та методи», у рисунку 2.6 підписи подані англійською мовою. Аналогічне зауваження стосується рисунка 3 у тексті реферату.
5. У розділі 3 (стор. 166–167) у підписах до рис. 3.9 та 3.10 не вказано, при якому збільшенні зроблено фотографії мікроструктур вегетативного міцелію, отримані за допомогою світлового мікроскопа.
6. У підрозділі 5.3 «Вплив низькоінтенсивного штучного світла на жирнокислотний профіль міцеліальної маси» на рис. 5.7 та 5.8 (стор. 248–249) не зазначено назву осі ординат. Те саме зауваження стосується рис. 5.10, 5.11, 5.13, 5.14. Також у тексті реферату на рис. 8, 9 також не має назви осі.
7. У практичному значенні своєї роботи Ви зазначили, що склали паспорти для 15 штамів 9 видів лікарських макроміцетів. Чи плануєте Ви розмістити ці данні на сайті Колекції культур шапинкових грибів ІВК?

Зроблені зауваження та побажання не є принциповими і не зменшують загальне позитивне враження від дисертаційної роботи.

Висновок офіційного опонента щодо відповідності дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота Михайлової Оксани Борисівни «Біотехнологічні основи регуляції біосинтетичної активності лікарських макроміцетів за допомогою

екологічно безпечних фізичних факторів» є завершеною науковою працею, що виконана на високому науковому і методичному рівнях. За комплексом актуальності, наукової новизни, обґрунтованості та достовірності наукових положень, отриманими новими науково-обґрунтованими результатами, висновками, практичними рекомендаціями та реалізацією відповідає паспорту спеціальності 03.00.20 – Біотехнологія.

Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам п. 7, 8, та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 р. (з доповненнями), а також вимогам Міністерства освіти і науки України до докторських дисертацій, а її автор Михайлова Оксана Борисівна, заслуговує присудження наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.20 – Біотехнологія.

Офіційний опонент
декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології,
Національного університету біоресурсів
і природокористування України,
доктор сільськогосподарських наук,
професор

Юлія КОЛОМІЄЦЬ



ЗАСВІДЧУЮ
... відділу кадрів

С.ГРИЩЕНКО