

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003785

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-07-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондарук Світлана Володимирівна

2. Svitlana V. Bondaruk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2052-8641

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 091

Назва наукової спеціальності: Біологія

Галузь / галузі знань: біологія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 39145 Підготовка докторів філософії в галузі біології (091 Біологія)

Дата захисту: 08-09-2026

Спеціальність за освітою: Біотехнології та біоінженерія

Місце роботи здобувача: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417199

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16556

Повне найменування юридичної особи: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417199

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417199

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 34, 62.13.63, 62.99.37

Тема дисертації:

1. Біотрансформація біологічно активних речовин чистими культурами базидієвих грибів
2. Biotransformation of biologically active compounds by pure culture of basidiomycetes

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню біотрансформації біологічно активних речовин міцелієм обраних штамів видів базидієвих грибів: *Fomitopsis pinicola* 361, *Ganoderma sichuanense* 1848, 2566, *Laricifomes officinalis* 2497, 2498, 5004, *Pleurotus ostreatus* 297, *Schizophyllum commune* 1768, 1769. Для досягнення цієї мети було обрано такі речовини (ксенобіотики): 2,6-, 3,5-дихлоранілін, адамантан, адамантан-1-ол, адамантан-2-ол, диклофенак, напроксен, N-фенілциклогексанкарбоксамід, N-циклогексилбензамід та N-циклопентилбензамід. Для забезпечення відтворюваності та стабільності процесів біотрансформації було проведено додаткові дослідження для верифікації обраних штамів, вивчення процесу накопичення грибної біомаси, впливу виду субстрату на тривале зберігання міцелію базидієвих грибів при низьких температурах та підбір умов глибинного культивування для збільшення концентрації біомаси трьох штамів *L. officinalis*. Для проведення експериментальної роботи було обрано дев'ять штамів п'яти видів базидієвих грибів із Колекції

культур шапинкових грибів (IBK). Для восьми штамів за допомогою методів молекулярної біології здійснено верифікацію культур на основі двох ядерних ділянок: внутрішнього транскрибованого спейсера ядерної рДНК та генів, що кодують другу субодиницю РНК-полімерази II. Отримані нуклеотидні послідовності було використано для побудови філогенетичних дерев. У результаті підтверджено видову приналежність восьми штамів базидієвих грибів; штами IBK 1848 та 2566 переідентифіковано як штами *G. sichuanense*. Вивчено вплив виду субстрату на тривале кріозберігання міцелію обраних штамів базидієвих грибів. Міцелій окремих штамів, таких як *F. pinicola* 361 та *S. commune* 1769, краще зберігав життєздатність при використанні дерев'яного субстрату, тоді як для міцелію решти досліджених штамів кращим був зерновий субстрат, що проявлялося у розмірі колонії та радіальній швидкості росту міцелію після 1 року кріозберігання. Відповідно до залежності накопичення біомаси від часу культивування для кожного штаму визначено час внесення досліджених ксенобіотиків у грибну культуру. Встановлено, що концентрація лецитину 20 мл/л у складі живильного середовища сприяє отриманню найбільшої концентрації біомаси штамів цього виду. Ми вперше повідомляємо про позитивний ефект від додавання лецитину до складу живильного середовища на накопичення біомаси *L. officinalis*. Уперше наведено дані, що міцелій штамів *F. pinicola* 361, *G. sichuanense* 1848, 2566, *L. officinalis* 2498, *S. commune* 1768, 1769 та *P. ostreatus* 297 здатний до деградації N-циклогексилбензаміду з утворенням N-(4-гідрокси-циклогексил)-бензаміду. Міцелій штаму *P. ostreatus* 297 проявив високу стеріоселективність у біотрансформації N-циклогексилбензаміду. Проте стереоселективність не спостерігалася при перетворенні інших представників гомологічного ряду N-циклобензамідів. Встановлено, що міцелії штамів *F. pinicola* 361, *G. sichuanense* 1848, 2566, *L. officinalis* 2497, *S. commune* 1768, 1769 та *P. ostreatus* 297 успішно здійснюють біотрансформацію 2,6- та 3,5-дихлоранілінів. Рівень деградації 2,6-дихлораніліну становив від $97,56 \pm 2,04$ до $99,85 \pm 0,05$ % залежно від штаму, а рівень біодеградації 3,5-дихлораніліну був нижчим – від $83,95 \pm 5,05$ до $95,32$ % залежно від штаму. Уперше нами повідомляється про біотрансформацію 3,5-дихлораніліну в 3,5-дихлороацетанлід, 4-аміно-2,6-дихлоранілін, 2-аміно-4,6-дихлорфенол, 3,5-дихлорфенол та 3,5-дихлорнітробензол міцелієм базидіоміцетів. Вперше повідомляється про утворення гідроксильованого метаболіту – 4-аміно-3,5-дихлорфенолу – у результаті біотрансформації 2,6-дихлораніліну міцелієм базидієвих грибів. Рівень деградації напроксену міцелієм досліджених штамів коливався від 78,1 до 97,1 % залежно від штаму, що свідчить про високу здатність міцелію вказаних штамів до деградації цієї сполуки. Встановлено утворення гідроксинапроксену та деметилнапроксену. Здійснено аналіз біотрансформації диклофенаку міцелієм штамів з показником деградації від 55,6 до 92,3 %. Вперше встановлено утворення конденсованих метаболітів під час біотрансформації диклофенаку міцелієм штамів базидієвих грибів. Перетворення диклофенаку на гідроксидиклофенак здійснювалося міцелієм п'яти штамів. Визначено, що біотрансформацію адамантану на адамантанол здійснює лише міцелій шести досліджених штамів базидієвих грибів. Міцелій штаму *L. officinalis* 2498 характеризувався здатністю утворювати найбільшу кількість адамантанолу уже на 4-ту добу після внесення ксенобіотика, однак не біотрансформував адамантан-1-ол та адамантан-2-ол. Одержані результати дозволили дослідити біотрансформацію десяти речовин міцелієм обраних штамів видів базидієвих грибів та отримати результати, що свідчать про перспективу використання міцелію досліджених базидієвих грибів у біотрансформації ксенобіотиків.

2. The dissertation focuses on the biotransformation of biologically active substances by the mycelium of selected basidiomycete strains: *Fomitopsis pinicola* 361, *Ganoderma sichuanense* 1848, 2566, *Laricifomes officinalis* 2497, 2498, 5004, *Pleurotus ostreatus* 297, *Schizophyllum commune* 1768, 1769. To achieve this goal, the following substances (xenobiotics) were selected: 2,6-, 3,5-dichloroaniline, adamantane, adamantan-1-ol, adamantan-2-ol, diclofenac, naproxen, N-phenylcyclohexanecarboxamide, N-cyclohexylbenzamide and N-cyclopentylbenzamide. To ensure the reproducibility and stability of biotransformation processes, additional studies were conducted to verify the selected strains, study the process of fungal biomass accumulation, the effect of the type of substrate on long-term storage of basidiomycete mycelium at low temperatures, and selection of deep cultivation conditions to increase the biomass concentration of three *L. officinalis* strains. Nine strains of five species of basidiomycetes from the the IBK Mushroom Culture Collection were selected for experimental work. For eight strains, verification

of cultures was carried out using molecular biology methods based on two nuclear regions: the internal transcribed spacer of nuclear rDNA and genes encoding the second subunit of RNA polymerase II. The obtained nucleotide sequences were used to construct phylogenetic trees. As a result, the species affiliation of eight basidiomycetes strains was confirmed; strains IVK 1848 and 2566 were reidentified as strains of *G. sichuanense*. The effect of the type of substrate on long-term cryopreservation of mycelium of selected strains of basidiomycetes was studied. The mycelium of individual strains, such as *F. pinicola* 361 and *S. commune* 1769, retained viability better when using a wooden substrate, while for the mycelium of the remaining strains studied, grain substrate was preferable, which was manifested in the colony size and radial growth rate of mycelium after 1 year of cryopreservation. In accordance with the dependence of biomass accumulation on the cultivation time, the time of introduction of the studied xenobiotics into the mushroom culture was determined for each strain. We report for the first time the positive effect of adding lecithin to the nutrient medium on the accumulation of *L. officinalis* biomass. For the first time, data are presented that the mycelium of strains *F. pinicola* 361, *G. sichuanense* 1848, 2566, *L. officinalis* 2498, *S. commune* 1768, 1769 and *P. ostreatus* 297 is capable of degrading N-cyclohexylbenzamide with the formation of N-(4-hydroxy-cyclohexyl)-benzamide. The mycelium of strain *P. ostreatus* 297 showed high stereoselectivity in the biotransformation of N-cyclohexylbenzamide. However, stereoselectivity was not observed in the transformation of other representatives of the homologous series of N-cyclobenzamides. It was found that the mycelia of strains *F. pinicola* 361, *G. sichuanense* 1848, 2566, *L. officinalis* 2497, *S. commune* 1768, 1769 and *P. ostreatus* 297 successfully carried out the biotransformation of 2,6- and 3,5-dichloroanilines. The level of degradation of 2,6-dichloroaniline ranged from 97.56 ± 2.04 to 99.85 ± 0.05 % depending on the strain, while the level of biodegradation of 3,5-dichloroaniline was lower – from 83.95 ± 5.05 to 95.32 %. For the first time, we report on the biotransformation of 3,5-dichloroaniline into 3,5-dichloroacetanilide, 4-amino-2,6-dichloroaniline, 2-amino-4,6-dichlorophenol, 3,5-dichlorophenol and 3,5-dichloronitrobenzene by the mycelium of basidiomycetes. For the first time, we report on the formation of a hydroxylated metabolite – 4-amino-3,5-dichlorophenol – as a result of the biotransformation of 2,6-dichloroaniline by the mycelium of basidiomycetes. The level of degradation of naproxen by the mycelium of the studied strains ranged from 78.1 to 97.1% depending on the strain. The formation of hydroxynaproxen and demethylnaproxen was established. The analysis of diclofenac biotransformation by the mycelium of strains with a degradation rate from 55.6 to 92.3% was carried out. The formation of condensed metabolites during the biotransformation of diclofenac by the mycelium of basidiomycete strains was established for the first time. The transformation of diclofenac into hydroxydiclofenac was carried out by the mycelium of five strains. It was determined that the biotransformation of adamantane into adamantanol is carried out only by the mycelium of six studied basidiomycete strains. The mycelium of the *L. officinalis* 2498 strain was characterized by the ability to form the largest amount of adamantanol already on the 4th day after introduction of the xenobiotic, but did not biotransform adamantan-1-ol and adamantan-2-ol. The obtained results allowed us to investigate the biotransformation of ten compounds by the mycelium of selected basidiomycete strains, indicating the prospects for using the mycelium of the studied basidiomycota in biotransformation.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Bondaruk S.V., Korzh R.A., Al-Maali G.A. 2025. Biotransformation of xenobiotics by mycelium of *Laricifomes officinalis* (Polyporales, Basidiomycota). *Ukrainian Botanical Journal*, 82(4): 336–344. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj82.04.336>
- Bondaruk S.V., Bulava S.O., Korzh R.A., Lesyk D.S., Polovynko V.V., Fedyk A.V., Al-Maali G.A. 2025. Biotransformation of 2,6-dichloroaniline and 3,5-dichloroaniline by the mycelium of basidiomycetes. *Ukrainian Botanical Journal*, 82(6): 594–603. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj82.06.594>
- Бондарук, С., & Аль-Маалі, Г. 2025. Вплив субстрату на кріозберігання міцелію дереворуйнівних базидіоміцетів. *Chornomorski Botanical Journal*, 21(4), 330–337. <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2025-21-4-2>
- Бондарук С.В., Булава С.О., Аль-Маалі Г.А. 2022. Дослідження біотрансформації дихлоранілінів базидієвими грибами. Матеріали IV Науково-практичної конференції PLANTA+. Наука, практика та освіта з міжнародною участю, 1 (с. 156–157).
- Бондарук С.В., Булава С.О., Аль-Маалі Г.А. 2023. Дослідження біотрансформації адамантану чистими культурами базидієвих грибів. Матеріали міжнародної конференції молодих учених «Актуальні проблеми ботаніки та екології». (с. 49).
- Al-Maali G., Volovenko O., Lesyk D., Korzh R., Bondaruk S., Velbovets A., Fedyk A., Borysko P., Ryabukhin S., Volochnyuk D. 2025. Biotransformation of bicyclic amides by *Cunninghamella elegans*. *Biotrans 17th International Symposium on Biocatalysis and Biotransformations*. (p. 192).
- Bondaruk S.V., Korzh R.A., Al-Maali G.A. 2025. The biotransformation of naproxen by the mycelium of wood decay basidiomycetes. Матеріали міжнародної конференції молодих учених «Актуальні проблеми ботаніки та екології». (с. 58).

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0120U101111, 0125U001329

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Аль-Маалі Галєб Аднанович

2. Halieb A. Al-Maali

Кваліфікація: к.б.н., с.н.с., 03.00.21

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7489-6466

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417199

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Джаган Вероніка Володимирівна
2. Veronika V. Dzhahan

Кваліфікація: к. б. н., доц., 03.00.21

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7229-5878

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сухомлин Марина Миколаївна
2. Maryna M. Sukhomlyn

Кваліфікація: д.б.н., професор, 03.00.21

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6573-9699

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державна установа "Інститут еволюційної екології Національної академії наук України"

Код за ЄДРПОУ: 33593908

Місцезнаходження: вул. Академіка Лебедева, Київ, 03143, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шевченко Марія Василівна

2. Mariya V. Shevchenko

Кваліфікація: к. б. н., н.с., 03.00.21

Ідентифікатор ORCID ID: 000-0001-8621-0890

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417199

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Придюк Микола Павлович

2. Mykola P. Prydyuk

Кваліфікація: д. б. н., с.н.с., 03.00.21

Ідентифікатор ORCID ID: 000-0001-5083-014X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417199

Місцезнаходження: вул. Терещенківська, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заклучні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Ходосовцев Олександр Євгенович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Ходосовцев Олександр Євгенович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Бондарук Світлана Володимирівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна