

**ВІДГУК**  
**наукового керівника**  
**на дисертаційну роботу Гаврилюк Олесі Анатоліївни**  
**«Поширення купрумрезистентних мікроорганізмів та перспективи**  
**їх використання для охорони довкілля» яка подається до захисту на**  
**здобуття освітньо-наукового ступеня «Доктор філософії» за**  
**спеціальністю**  
**091 Біологія**

Дисертаційна робота Гаврилюк Олесі Анатоліївни присвячена дослідженню поширення купрумрезистентних мікроорганізмів у природних екосистемах та перспектив їх застосування для охорони довкілля.

Проблема забруднення довкілля токсичними металами, зокрема Купромом, є актуальною для промислових регіонів України та світу. Діяльність металургійних та хімічних підприємств призводить до накопичення в довкіллі сполук Купруму. Це порушує функціонування природних екосистем та згубно впливає на організми, що їх населяють. Тому суттєве фундаментальне та прикладне значення має вивчення біотехнологічно перспективних мікроорганізмів та їх біоремедіаційного потенціалу.

Підґрунтям для проведення досліджень було термодинамічне прогнозування шляхів взаємодії мікроорганізмів зі сполуками Купруму. Термодинамічне прогнозування дозволило обґрунтувати можливість росту мікроорганізмів за надвисоких концентрацій  $Cu^{2+}$  (до 1 моль/л), а також охарактеризувати теоретично допустимі шляхи взаємодії мікроорганізмів зі сполуками Купруму (мобілізація та іммобілізація). Дисерантка вперше у світі виділила надстійкі до 1 моль/л  $Cu^{2+}$  мікроорганізми та довела можливість регуляції їх взаємодії зі сполуками Купруму.

Авторка обґрунтувала актуальність теми дисертації, визначила об'єкт, предмет, мету, завдання, а також охарактеризувала теоретичний та

методологічний підходи дослідження. У дисертації визначено наукову новизну отриманих результатів, їх практичне значення, особистий внесок здобувачки, а також висвітлена апробація результатів у наукових публікаціях (статтях та тезах).

У роботі О.А. Гаврилюк представила результати власних наукових досліджень, які доводять наявність купрумрезистентних мікроорганізмів у природних екосистемах. Важливою частиною роботи є виділення, ідентифікація та характеристика купрумрезистентних штамів мікроорганізмів. Дослідниця виділила 10 мікробних штамів, що були не лише стійкими до Купруму, а також взаємодіяли з ним: акумулювали та іммобілізували у формі нерозчинних та нетоксичних сполук. На прикладі штаму *Pseudomonas lactis* UKR1, виділеного із чорноземного ґрунту України, показано можливість реалізації усіх термодинамічно допустимих шляхів взаємодії з Купрумом та регуляції мікробного метаболізму для іммобілізації або мобілізації сполук  $Cu^{2+}$ . Отримано дані щодо розподілу розчинних та нерозчинних сполук Купруму у культуральній рідині. Дисерантка дослідила не лише взаємодію виділених купрумрезистентних штамів з  $Cu^{2+}$ , а також їх фізіолого-біохімічні та молекулярно-біологічні особливості, що дозволило цілісно охарактеризувати біотехнологічно-перспективні штами. Було секвеновано геноми чотирьох надстійких до Купруму бактеріальних штамів та виявлено ряд генетичних детермінант, що кодують стійкість до Купруму. Крім того, проведено ряд біохімічних тестів на наявність ферментів, здатність трансформувати різні субстрати та синтезувати специфічні екзометаболіти. Показано, що штами *Pseudomonas lactis* UKR1, *P. veronii* UKR3 та *P. veronii* UKR4 здатні синтезувати пігмент флюоресцеїн за росту на середовищі кінга В.

Особливої уваги заслуговують дослідження детоксикації Купруму неадаптованими до нього мікроорганізмами. Дисерантка довела можливість застосування облігатно-анаеробних штамів, а також мікробних угруповань для швидкої та ефективної іммобілізації  $Cu^{2+}$  з утворенням

нерозчинних та нетоксичних сполук. Метаногенне мікробне угруповання іммобілізувало Купрум з ефективністю 100% за зброджування екологічно-небезпечних водних рослин *Pistia stratiotes* L. протягом 3 та 10 діб за вихідної концентрації 100 та 200 мг/л  $Cu^{2+}$  відповідно. Воденьсинтезувальне мікробне угруповання швидко та ефективно відновлювало  $Cu^{2+}$  до нерозчинного  $Cu_2O\downarrow$  за зброджування твердих багатокомпонентних харчових відходів. Відновлення тривало всього 5 та 30 годин з ефективністю 99% та 99,5% за вихідної концентрації 50 та 100 мг/л  $Cu^{2+}$  відповідно. Отже, відповідно до термодинамічного прогнозу, неадаптовані анаеробні мікроорганізми більш швидко та ефективно іммобілізували Купрум, ніж надстійкі до Купруму аеробні. Результати дисертації свідчать про ефективність використання фундаментальних підходів для досягнення практичних результатів - створення нових природоохоронних біотехнологій. Незалежно від географічного положення і комплексу екстремальних факторів, що діють в екосистемах, а також від рівня стійкості до факторів, усі мікроорганізми здатні взаємодіяти з  $Cu^{2+}$  за визначеної концентрації та у прогнозованих умовах. Отримані результати можуть слугувати підґрунтям для розробки новітніх природоохоронних біотехнологій очищення води від сполук Купруму та біоремедіації контамінованих ґрунтів.

Гаврилюк О.А. повністю виконала освітньо-наукову програму у галузі знань 09 «Біологія» за спеціальністю 091 «Біологія» у Інституті мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. За результатами досліджень дисерантка опублікувала 19 наукових праць (8 статей у фахових журналах, з яких 3 статті входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science та другого квартиля Q2, 10 тез матеріалів національних та міжнародних наукових конференцій), а також 1 лабораторний практикум, які відповідають вимогам п. 9. «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора

філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №44 зі змінами від 21 березня 2022 року. Гаврилюк О.А. виконала індивідуальний навчальний план на відмінно та у повному обсязі. Вона характеризується наполегливістю, старанністю, ініціативністю та прагненням до нових знань. Дисертантка на практиці застосовує сучасні наукові підходи для вирішення поставлених задач та відповідає освітньо-науковому ступеню «Доктор філософії» за спеціальністю 091 Біологія. Дисертація Гаврилюк О. А. містить результати та висновки, що у повному обсязі відповідають поставленими завданням та може бути рекомендована до захисту у спеціалізованій вченій раді.

Науковий керівник:

кандидат біологічних наук,  
старший науковий співробітник відділу біології  
екстремофільних мікроорганізмів  
Інституту мікробіології і вірусології  
ім. Д.К. Заболотного НАН України

Віра ГОВОРУХА

