

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Паренюк Олени Юріївни

«Комплексна оцінка мікробіомів забруднених радіонуклідами ґрунтів і субстратів антропогенних систем»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук

за спеціальністю 03.00.01 – радіобіологія

Ступінь актуальності обраної теми докторської дисертації. Дисертаційна робота Паренюк Олени Юріївни присвячена актуальній проблемі сучасної радіобіології, радіоекології та екології мікроорганізмів – комплексній оцінці мікробіомів ґрунтів і техногенних субстратів, забруднених радіонуклідами, у природних та антропогенних системах, пов'язаних із наслідками аварій на Чорнобильській АЕС та АЕС Фукусіма-1.

Актуальність роботи визначається тим, що мікробні угруповання є однією з ключових функціональних ланок екосистем, які забезпечують трансформацію органічної речовини, участь у біогеохімічних циклах і підтримання екологічної рівноваги ґрунтового середовища. За умов радіонуклідного забруднення мікроорганізми можуть не лише реагувати на дію іонізуючого випромінювання, а й впливати на фізико-хімічний стан, рухомість і біодоступність радіонуклідів.

Особливо цінним є те, що дисертація охоплює три принципово різні типи об'єктів: ґрунти Чорнобильської зони відчуження, ґрунти зон, які важко повернути у господарювання навколо АЕС Фукусіма-1, та техногенні субстрати приміщень об'єкта «Укриття» ЧАЕС. Таке поєднання об'єктів дозволяє розглядати мікробіоми не ізольовано, а у широкому екологічному контексті – від сформованих ґрунтових екосистем до техногенних субстратів, що перебувають під впливом підвищених дозових навантажень, особливого хімічного складу та обмеженої доступності поживних речовин.

З огляду на сучасні потреби радіоекологічного моніторингу, оцінки стану радіонуклідно забруднених територій і прогнозування екологічних наслідків радіаційних аварій тема дисертаційної роботи є безперечно актуальною, науково обґрунтованою та практично значущою.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у докторській дисертації, їх новизна і загальнонаціональне або світове значення

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, є достатньо обґрунтованими і ґрунтуються на значному обсязі експериментального

матеріалу. Достовірність результатів забезпечена використанням комплексу сучасних методів: агрохімічних, фізико-хімічних, радіометричних, молекулярно-генетичних, біоінформатичних і статистичних.

Дисертанткою застосовано секвенування 16S рРНК, повногеномний аналіз, оцінку альфа- і бета-різноманіття, функціональну реконструкцію мікробіомів, а також статистичне оцінювання зв'язків між структурою мікробних угруповань і параметрами середовища. Така методична база відповідає сучасному рівню досліджень у галузі екології мікроорганізмів і радіобіології.

Наукова новизна роботи полягає в отриманні нових даних щодо таксономічної структури, біорізноманіття і функціонального потенціалу мікробіомів радіонуклідно забруднених ґрунтів і техногенних субстратів. Уперше в роботі здійснено комплексне порівняння мікробіомів трьох різних радіонуклідно забруднених систем, що мають відмінне походження, різний рівень дозового навантаження, агрохімічні властивості та ступінь сформованості субстрату.

Особливе значення має проведення повногеномного секвенування зразків з об'єкта «Укриття» ЧАЕС, що дозволило розширити уявлення про таксономічний склад і функціональні можливості мікробіомів техногенних субстратів. Одержані результати мають значення не лише для радіобіології, а й для екології мікроорганізмів, агроекології, радіоекологічного моніторингу та оцінки стану ґрунтових екосистем, які тривалий час перебувають під впливом радіонуклідного забруднення.

Загальнонаціональне значення роботи полягає у формуванні наукових підходів до оцінки мікробіомів радіонуклідно забруднених територій України, насамперед Чорнобильської зони відчуження та об'єкта «Укриття» ЧАЕС. Світове значення роботи визначається включенням до порівняльного аналізу матеріалу із зон, які важко повернути у господарювання навколо АЕС Фукусіма-1, що дозволяє зіставляти закономірності формування мікробіомів у двох пост аварійних системах.

Оцінка основного змісту та оформлення роботи. Дисертаційна робота має логічну структуру і складається з анотації українською та англійською мовами, переліку умовних позначень, вступу, шести розділів, висновків і списку використаної літератури. Зміст роботи відповідає заявленій темі, меті та завданням дослідження.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, визначено наукову новизну, практичне значення та особистий внесок здобувачки. Мета роботи сформульована коректно і спрямована

на встановлення закономірностей формування таксономічної структури та функціонального потенціалу мікробіомів ґрунтів і техногенних субстратів за умов хронічного радіонуклідного забруднення.

У першому розділі узагальнено сучасний стан проблеми щодо комплексної оцінки мікробіомів радіонуклідно забруднених ґрунтів і субстратів антропогенних систем. Розділ містить характеристики радіонуклідного забруднення Чорнобильської зони відчуження та зон навколо АЕС Фукусіма-1, огляд ролі мікроорганізмів у біотичних колообігах речовин, міграції стронцію і цезію, а також питання радіостійкості мікроорганізмів. Позитивно слід відзначити, що авторка розглядає мікроорганізми як активну функціональну ланку екосистем, а не лише як пасивний об'єкт радіаційного впливу.

У другому розділі наведено об'єкти, умови та методи проведення досліджень. Розділ має важливе методичне значення, оскільки в ньому описано відбір проб, визначення фізико-хімічних і агрохімічних характеристик ґрунтів і субстратів, вимірювання радіоактивності, розрахунок дозових навантажень, виділення та секвенування ДНК, біоінформатичну і статистичну обробку результатів. Сильною стороною розділу є поєднання класичних методів радіоекології та агрохімії із сучасними молекулярно-генетичними підходами.

У третьому розділі досліджено мікробіоми приміщень об'єкта «Укриття» ЧАЕС. Розділ є одним із найбільш оригінальних у роботі, оскільки стосується унікальних техногенних субстратів, складних для біологічних досліджень через низьку біомасу, гетерогенність матеріалу, наявність продуктів корозії та підвищені рівні іонізуючого випромінювання. Авторкою охарактеризовано мікробіоми різних зон доступу, проаналізовано їхню таксономічну структуру, показники різноманіття, а також проведено повногеномний аналіз окремих зразків. Цей розділ має важливе значення для розуміння можливості формування мікробних угруповань у техногенних середовищах ядерно-паливного циклу.

У четвертому розділі представлено результати дослідження мікробіомів ґрунтів Чорнобильської зони відчуження. Авторка поєднує агрохімічні, радіометричні та мікробіомні дані, що дозволяє оцінювати структуру мікробних угруповань з урахуванням властивостей ґрунту, рівнів радіонуклідного забруднення і поживного режиму. Важливим результатом є виявлення зв'язку структури мікробіомів із вмістом амонійної форми азоту та ^{137}Cs , що свідчить про багатофакторний характер формування мікробних угруповань у хронічно забруднених ґрунтах.

П'ятий розділ присвячено мікробіомам ґрунтів зон, які важко повернути у господарювання навколо АЕС Фукусіма-1. Цей розділ розширює екологічний масштаб роботи, оскільки дозволяє порівняти результати, отримані для Чорнобильської зони відчуження, з іншою пост аварійною системою, що має відмінні кліматичні, ґрунтові, гідрологічні та сезонні умови. Цінним є аналіз сезонної динаміки мікробіомів та її зв'язку з рівнями радіонуклідного забруднення і властивостями ґрунту.

У шостому розділі наведено моделювання поглинутої дози для ґрунтових мікроорганізмів. Розділ є важливим для радіобіологічної інтерпретації результатів, оскільки дає змогу перейти від характеристики радіонуклідного забруднення середовища до оцінки потенційного дозового навантаження на мікробні клітини. Поєднання дозиметричних розрахунків із даними про структуру мікробіомів підсилює наукову цінність роботи.

Висновки дисертації загалом відповідають поставленій меті та завданням, відображають основні результати дослідження і містять узагальнення щодо формування мікробіомів у радіонуклідно забруднених природних і техногенних системах. Оформлення роботи відповідає вимогам до дисертацій такого рівня.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації. Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлено у наукових публікаціях здобувачки. Опубліковані праці відображають основні положення дисертації, зокрема результати дослідження мікробіомів радіонуклідно забруднених ґрунтів, мікробіомів приміщень об'єкта «Укриття» ЧАЕС, особливості дозового навантаження та методичні підходи до аналізу мікробіомних даних.

Матеріали роботи були представлені на міжнародних і вітчизняних наукових конференціях, що свідчить про достатній рівень апробації результатів у науковому середовищі. Зміст опублікованих праць відповідає темі дисертаційної роботи, а їх кількість і рівень є достатніми для представлення результатів докторської дисертації.

Відсутність академічного плагіату, фабрикацій, фальсифікацій. Дисертаційна робота Паренюк О.Ю. є самостійною завершеною науковою працею. Використані в роботі ідеї, результати і тексти інших авторів супроводжуються відповідними посиланнями на джерела. За результатами ознайомлення з текстом дисертації ознак академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікації не виявлено.

Наведені в дисертації результати викладено послідовно, методи дослідження описано достатньо повно, а висновки випливають із представленого експериментального матеріалу та статистичної обробки даних.

Зауваження та дискусійні питання щодо положень докторської дисертації.

1. У дисертації представлено значний обсяг даних щодо бактеріальних мікробіомів, однак у подальших дослідженнях доцільно було б розширити аналіз грибної складової мікробіому, зокрема мікроміцетів, які відіграють важливу роль у трансформації органічної речовини, формуванні фітопатогенного фону і стійкості агроєкосистем.

2. У роботі показано важливість азотного режиму та інших агрохімічних характеристик для формування структури мікробіомів. Доцільно було б ширше обговорити можливість використання отриманих мікробіомних показників у системах екологічного моніторингу деградованих або радіонуклідно забруднених ґрунтів.

3. Для ґрунтів ЗВП ФАЕС показано виражену сезонну динаміку мікробних угруповань. Було б корисно окремо деталізувати, які саме сезонні фактори, зокрема вологість, температура, органічна речовина та перерозподіл радіоцезію, мають найбільший внесок у формування структури мікробіомів.

4. У розділах, присвячених біоінформатичній обробці, подано значний обсяг методичних деталей. Частину суто технічної інформації щодо команд і програмних процедур доцільно було б винести в додатки, щоб основний текст більше фокусувався на біологічній та екологічній інтерпретації результатів.

5. У роботі розглянуто мікробіоми техногенних субстратів ОУ ЧАЕС. З огляду на екологічне значення мікроорганізмів, перспективним є подальше вивчення їхньої ролі у процесах біокорозії, деструкції техногенних матеріалів і можливого впливу на довготривалу безпеку об'єктів ядерно-паливного циклу.

6. У подальших публікаціях за матеріалами дисертації бажано чіткіше відокремлювати експериментально встановлені факти, статистично підтверджені зв'язки та ширші екологічні узагальнення, що випливають із отриманих результатів.

Зазначені зауваження мають дискусійний і рекомендаційний характер, не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи, її наукового рівня та практичного значення.

Загальна оцінка дисертації та висновок. Дисертаційна робота Паренюк Олени Юріївни «Комплексна оцінка мікробіомів забруднених радіонуклідами

Зазначені зауваження мають дискусійний і рекомендаційний характер, не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи, її наукового рівня та практичного значення.

Загальна оцінка дисертації та висновок. Дисертаційна робота Паренюк Олени Юріївни «Комплексна оцінка мікробіомів забруднених радіонуклідами ґрунтів і субстратів антропогенних систем» є завершеною самостійною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані результати щодо структури, біорізноманіття та функціонального потенціалу мікробіомів радіонуклідно забруднених ґрунтів і техногенних субстратів.

Робота має важливе значення для розвитку радіобіології, радіоекології, екології мікроорганізмів та агроекологічного моніторингу. За актуальністю, науковою новизною, методичним рівнем, обсягом виконаних досліджень, достовірністю отриманих результатів і практичним значенням дисертація відповідає вимогам до докторських дисертацій.

Вважаю, що за актуальністю обраної теми, науково-методичним рівнем здійснення досліджень, науковою новизною і практичною значимістю їх результатів, за рівнем обґрунтованості зроблених висновків і пропозицій, дисертаційна робота Олени Юріївни Паренюк за темою «Комплексна оцінка мікробіомів забруднених радіонуклідами ґрунтів і субстратів антропогенних систем» є завершеною науковою працею, оформленою відповідно до вимог наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» та відповідає вимогам Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, а її автор Паренюк О.Ю. заслуговує на присудження наукового ступеня доктора біологічних наук зі спеціальності 03.00.01 – радіобіологія.

Офіційний опонент

доктор біологічних наук, старший дослідник,
завідувач відділу агробіоресурсів і
екологічно безпечних технологій

Інституту агроекології і природокористування
Національної академії аграрних наук України

Ірина Т. Безноска
Др. сесар. НАН України
Безноска І.Т.

