

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Кібарова Олега Ігоровича на тему «Зниження забруднення ґрунту пестицидами на основі впровадження біотехнологічних заходів», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 18 Виробництво та технології за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища

Ступінь актуальності теми дисертаційної роботи. Глобальна інтенсифікація сільськогосподарського виробництва нерозривно пов'язана з формуванням критичного хімічного тиску на агроєкосистеми. Це зумовлено надмірним застосуванням неселективних гербіцидних препаратів, більшу частину яких становлять сполуки на базі дикамби та гліфосату. Доведено, що майже 99% внесених агрохімікатів потрапляє безпосередньо у ґрунтовий покрив, де вони активно акумулюються. Таке накопичення провокує тривалий ефект післядії, який проявляється у сильному пригніченні ростових процесів наступних культур у сівозміні та незворотній деградації мікробіому ґрунту. З огляду на це, питання очищення та детоксикації земель постає вкрай гостро. Його вирішення вимагає розробки та імплементації новітніх, екологічно збалансованих біотехнологічних підходів ремедіації. Найбільш перспективним напрямом є використання стимуляторів на основі гумінових фракцій (гумінові та фульвокислоти) у комбінації з мікробними інокулянтами. Враховуючи вищевикладене, дисертаційне дослідження Кібарова Олега Ігоровича є своєчасним, надзвичайно актуальним і характеризується вагомою теоретичною та прикладною значущістю.

Зв'язок теми дисертаційної роботи з науковими планами, програмами, фундаментальними та прикладними дослідженнями. Вектор дисертаційного дослідження повністю узгоджується з державними пріоритетами розвитку науки у сфері екологічної безпеки. Робота виконувалась як складова частина комплексних наукових програм кафедри екології та природоохоронних технологій факультету економіки та екології

моря Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Зокрема, дослідження інтегроване в держбюджетну тему «Розробка заходів та технологій захисту навколишнього середовища від забруднень» (номер державної реєстрації 0120U100038). Практичний блок роботи було реалізовано в межах господарсько-договірної тематики на замовлення ТОВ НВП «КАРАТ-БІО» — «Спосіб утилізації бурових шламів методом біоремедіації» (№ 1878). Дисертант брав безпосередню та активну участь у виконанні зазначених проєктів.

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях та відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

Для висвітлення результатів дисертаційного дослідження підготовлено 13 друкованих праць: 5 статей, дві з яких опубліковано в журналах науково-метричної бази Scopus, та 8 тез доповідей. Текст реферату відповідає основним положенням дисертації. Представлені наукові праці вичерпно відображають зміст і висновки роботи. Порушень принципів академічної доброчесності в публікаціях не виявлено.

Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій сформульованих у дисертації. Наукові концепції, підсумкові висновки та розроблені автором рекомендації відзначаються високим ступенем аргументованості та логічною стрункністю викладу. Вірогідність здобутих результатів гарантується використанням системного алгоритму, який гармонійно поєднує методи лабораторного фітотестування, польові випробування та застосування високоточної інструментальної апаратури: ED-XRF-спектрометрії та ATR-FTIR спектроскопії. Застосування методики переміщення ґрунтових монолітів у вегетаційні місткості без порушення їхньої природної архітекτονіки дозволило максимально наблизити експериментальні умови до реальних польових. Обґрунтованим є вибір суданської трави (*Sorghum bicolor*) як високочутливого біоіндикатора.

Наукова та практична цінність дисертації та наукова новизна.

Фундаментальна наукова новизна дисертаційної роботи базується на комплексному розв'язанні проблеми пестицидного забруднення ґрунтів шляхом адаптивного використання мікробних препаратів та різних фракцій гумінових речовин. Автором отримано низку інноваційних наукових результатів.

Вперше експериментально доведено існування геохімічної дихотомії під час дії гумусових препаратів: з'ясовано, що фульвокислоти виконують функцію агресивних мобілізаторів металів, у той час як гумати калію утворюють захисний геохімічний бар'єр, який надійно іммобілізує токсиканти у поверхневому шарі ґрунту. Відкрито феномен «відстроченої летальності» фітоіндикатора за умови внесення гумату калію на фоні критичних доз токсинів, що пролонгує життя рослин на 5 діб та надає фітоценозам час для активації репаративних механізмів. Вдосконалено наукову концепцію процесу біоремедіації: наочно продемонстровано прямо пропорційний зв'язок між концентрацією біопрепарату та рівнем очищення ґрунту. Крім того, розширено підходи до еколого-економічної калькуляції ремедіаційних стратегій за моделлю Cost-Benefit Analysis з урахуванням концепції "вартості бездіяльності". Практична цінність роботи полягає у створенні трирівневої технологічної схеми використання гумінових добрив. Результати успішно імплементовано у виробничий процес ТОВ НВП «КАРАТ-БІО» для покращення характеристик органічного добрива «BioFulvo». Окрім того, матеріали інтегровано в освітній процес НУК імені адмірала Макарова під час розробки профільних екологічних дисциплін.

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеності. Дисертація Кібарова О. І. складається зі вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Структура вибудована гармонійно і повною мірою розкриває заявлену тематику.

У вступній частині подано обґрунтування актуальності, виокремлено мету, предмет, об'єкт, а також окреслено наукову новизну та практичну

цінність роботи.

Перший розділ містить розгорнутий аналіз світових публікацій щодо міграції гліфосату в довкіллі та критичний огляд методів детоксикації з акцентом на потенціал гумусових речовин і мікроорганізмів.

У другому розділі викладено дослідницьку методологію: польові й лабораторні етапи на базі південного чорнозему та суданської трави, а також опис інструментальних методик (XRF, ATR-FTIR).

Третій розділ зосереджений на фізіологічних реакціях фітоіндикатора на хімічний стрес. Підтверджено, що найвищий рівень протекторного захисту забезпечує гумат калію, тоді як фульвокислоти можуть посилювати токсичність, діючи як транспортні агенти на ранніх етапах.

Четвертий розділ ілюструє геохімічні трансформації в ґрунті. Експериментально встановлено, що фульвокислоти спричиняють гіпермобілізацію елементів, а гумати фіксують токсиканти, формуючи геохімічний бар'єр.

П'ятий розділ пояснює деякі молекулярні механізми взаємодії препаратів з ґрунтовими комплексами. Дані ATR-FTIR спектроскопії свідчать про фізичну інкапсуляцію гербіцидів гуматами та їх активну біодеградацію мікрофлорою. На основі цього розроблено трирівневу технологічну схему біоре mediaції.

Шостий розділ присвячено економічному аналізу. Доведено, що завдяки збереженню врожайності та підвищенню коефіцієнта засвоєння добрив (на 10-15%), запропонована біотехнологія є фінансово безвитратною («cost-neutral»).

Висновки є чіткими та логічно впливають з результатів дослідження. Дисертація характеризується внутрішньою єдністю та високим рівнем завершеності.

Академічна доброчесність. Ознак порушення принципів академічної доброчесності (плагіату, фабрикації даних тощо) у дисертації та статтях здобувача не виявлено. Структура, мовне оформлення та стиль роботи

повністю відповідають нормативним приписам МОН України щодо оформлення дисертацій.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації: Оцінюючи дисертаційну роботу загалом дуже позитивно, вважаю за необхідне висловити кілька зауважень та рекомендацій:

1. При використанні специфічних аббревіатур (наприклад, ГПК, АФК) у вступі та першому розділі подекуди відсутня їхня первинна розшифровка безпосередньо у тексті.
2. В огляді літератури (перший розділ) було б доцільно навести коротку історичну довідку щодо початку масового застосування препаратів гліфосатної групи на території України для розширення загального контексту проблематики.
3. У другому розділі, описуючи методологію польового експерименту, бажано було б додати коротку зведену таблицю з метеорологічними даними (температурний режим, наявність опадів) за період проведення польових досліджень.
4. Низка графіків та гістограм у третьому розділі має різний масштаб та розмір шрифту на осях координат, що дещо погіршує загальне візуальне сприйняття емпіричного матеріалу.
5. Згідно з результатами дослідження, представленими на рис. 3.7, препарат «BioFulvo» продемонстрував дещо незвичний характер впливу на ріст та розвиток індикаторних рослин. Хоча на 8-у добу він показував стимулюючий ефект, на 14-у добу, після внесення гербіцидів, його захисна дія не була чітко вираженою. Як Ви вважаєте, що є основною причиною подібного ефекту?
6. Для кращого візуального сприйняття економічного ефекту в шостому розділі автору варто було б додати просту кругову діаграму розподілу витрат на запропоновані заходи ремедіації.
7. У списку використаних джерел присутні технічні недоліки форматування: окремі бібліографічні описи не повною мірою

відповідають вимогам ДСТУ 8302:2015, зокрема, у деяких монографіях та статтях відсутня інформація про загальну кількість сторінок.

Зазначені недоліки носять переважно редакційно-оформлювальний характер, не впливають на достовірність висновків і не применшують наукової вагомості дисертації, яка є одноособово виконаною кваліфікаційною працею.

Загальні висновки до дисертації. Дисертація Кібарова О.І. є завершеним науковим дослідженням, в якому викладено нові науково обґрунтовані результати, що сукупно вирішують важливе науково-практичне завдання, яке полягає у зниженні рівня забруднення ґрунтів пестицидами на основі впровадження біотехнологічних заходів. За критеріями актуальності виконаної роботи, ступенем обґрунтованості та достовірності експериментальних даних, науковою новизною та практичним значенням одержаних результатів дисертація повністю задовольняє вимоги чинного законодавства України, зокрема п. 6-9 «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 від 12 січня 2022 р. № 44. Її автор, Кібаров Олег Ігорович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри екології
та збалансованого природокористування
Національного університету
«Львівська політехніка»,
доктор технічних наук, професор

Мирослав МАЛЬОВАНІЙ

Підпис Мальованого М. С. посвідчую:
Вчений Секретар Національного
Університету «Львівська політехніка»

Роман БРИЛИНСЬКИЙ

