

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. Сучасні тенденції розвитку аграрного сектору зумовлюють безпрецедентне хімічне навантаження на довкілля через системне і масоване застосування неселективних гербіцидів, серед яких безперечно домінують сполуки гліфосату та дикамби. Оскільки до 99% цих хімікатів не досягає мети та акумулюється в ґрунтовому профілі, формується довготривалий токсичний фон. Це неминуче веде до деградації ґрунтової мікробіоти та суттєвого пригнічення подальших сільськогосподарських культур у сівозміні. Саме тому проблема ремедіації та детоксикації земель є надзвичайно актуальною. Залучення до цього процесу сучасних екологічно безпечних біотехнологічних інструментів, таких як препарати на основі фульвових і гумінових кислот у поєднанні з мікроорганізмами-деструкторами, є обґрунтованим рішенням. Зважаючи на це, дисертаційне дослідження О. І. Кібарова є необхідним, вчасним і таким, що має беззаперечне наукове та прикладне значення.

Зв'язок теми дисертаційної роботи з науковими планами, програмами, фундаментальними та прикладними дослідженнями. Обрана дисертантом тема тісно переплітається з пріоритетними напрямками національних наукових досліджень у сфері розробки технологій зі збереження довкілля. Роботу виконано в рамках теми кафедри екології та природоохоронних технологій НУК імені адмірала Макарова за темою: «Розробка заходів та технологій захисту навколишнього середовища від забруднень» (реєстраційний № 0120U100038). Також матеріали дисертації є

частиною успішно завершеного господарсько-договірного проєкту «Спосіб утилізації бурових шламів методом біоремедіації» (№ 1878) на замовлення ТОВ НВП «КАРАТ-БІО». Особиста участь дисертанта у виконанні зазначених досліджень є підтвердженою та значною.

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

Основні положення дисертації викладено в 13 наукових працях, серед яких 5 статей (включно з 2 публікаціями у виданнях, що індексуються наукометричною базою даних Scopus) та 8 робіт апробаційного характеру. Зміст реферату повністю збігається з дисертаційної роботи. Опубліковані матеріали в повному обсязі висвітлюють результати проведеного дослідження. Фактів порушення академічної доброчесності не зафіксовано.

Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій сформульованих у дисертації. Усі висновки, наукові положення та практичні рекомендації, сформульовані автором, відзначаються послідовністю викладу, внутрішньою логічною узгодженістю та належним рівнем обґрунтованості. Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням комплексного підходу до проведення досліджень, який поєднує лабораторні фітотести, польові експерименти та сучасні високоточні фізико-хімічні методи аналізу, зокрема ATR-FTIR-спектроскопію та ED-XRF-спектрометрію. Важливим методичним аспектом роботи є використання ґрунтових зразків зі збереженням їх природної структури у вегетаційних місткостях, що сприяло підвищенню об'єктивності та репрезентативності експериментальних результатів. Обґрунтованим також є вибір суданської трави (*Sorghum bicolor*) як тест-культури, зважаючи на її високу чутливість до дії гербіцидних навантажень.

Наукова та практична цінність дисертації та наукова новизна. Новітність одержаних здобувачем результатів визначається всебічним розв'язанням екологічної проблеми пестицидного забруднення через диференційоване застосування різних видів гумінових фракцій і мікробних

інокулянтів. Вперше в науковій практиці виявлено геохімічну дихотомію поведінки гумусових речовин: експериментально доведено, що фульвокислоти відіграють роль агресивних агентів мобілізації елементів, тоді як гумати калію формують надійний бар'єр, який іммобілізує та фізично зв'язує забруднювачі. Встановлено феномен «відтермінованої летальності» рослин за умови внесення гумату калію на тлі дії летальних доз гербіцидів. Це явище здатне забезпечити рослинам додаткові 5 діб життєздатності для активізації репаративних процесів. Розвинуто концепцію біоре mediaції, де беззаперечно підтверджено безпосередній вплив концентрації мікробного інокулянту на кінцеву ефективність очищення ґрунту. Також удосконалено методичні принципи аналізу Cost-Benefit Analysis з інтеграцією поняття "вартості бездіяльності". Практична цінність роботи полягає в розробці трирівневої схеми використання гумінових добрив. Результати ефективно впроваджено на виробничих потужностях ТОВ НВП «КАРАТ-БІО» при створенні лінійки добрив «BioFulvo», а також в освітній процес НУК імені адмірала Макарова.

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеності.

Дисертаційна робота Кібарова О.І. «Зниження забруднення ґрунту пестицидами на основі впровадження біотехнологічних заходів» є цілісним, логічно структурованим і завершеним науковим дослідженням, у якому послідовно розв'язано поставлені наукові та прикладні завдання.

Структура дисертації відповідає вимогам до кваліфікаційних наукових праць рівня доктора філософії та включає вступ, шість розділів, висновки, список використаних джерел і додатки. Зміст роботи побудований послідовно: від аналізу сучасного стану проблеми та літературних джерел — до експериментального підтвердження запропонованих підходів, узагальнення результатів та економічного обґрунтування їх практичного впровадження.

У першому розділі здійснено ґрунтовний аналіз сучасних наукових підходів до дослідження поведінки пестицидів у ґрунтовому середовищі,

розглянуто механізми їх міграції, деградації та методи зниження фітотоксичності. Автором виявлено наукові прогалини у дослідженні впливу різних фракцій гумусових речовин на міграцію гербіцидів, що стало підґрунтям для формування мети та завдань роботи.

Другий розділ характеризується високим рівнем методичної опрацьованості. Автором детально описано об'єкти дослідження, схеми лабораторних і польових експериментів, а також застосовані інструментальні методи аналізу, зокрема XRF та ATR-FTIR спектроскопію. Це свідчить про належний рівень обґрунтованості та відтворюваності отриманих результатів.

У третьому–п'ятому розділах наведено результати власних експериментальних досліджень автора, які мають як теоретичне, так і практичне значення. Робота містить комплексну оцінку впливу гумінових та фульвових речовин на процеси деградації гербіцидів, життєздатність рослин-індикаторів, міграцію елементів у ґрунтовому профілі та молекулярні механізми взаємодії ксенобіотиків із ґрунтовим середовищем. Особливої уваги заслуговує встановлення протилежного впливу гуматів і фульвокислот на процеси міграції елементів та обґрунтування механізмів іммобілізації токсикантів у ґрунті.

Важливою перевагою дисертації є поєднання фундаментальних досліджень із прикладною складовою. У роботі не лише встановлено закономірності поведінки гербіцидів у ґрунтовому середовищі, а й запропоновано практичну трирівневу технологічну схему застосування гумінових препаратів та мікробних деструкторів для біоремедіації ґрунтів.

Шостий розділ присвячено економічному обґрунтуванню запропонованих технологічних рішень. Автором проведено аналіз «витрати–вигоди», оцінено економічну ефективність біотехнологічних заходів та доведено їх доцільність для агровиробництва. Наявність економічного блоку значно підсилює практичну цінність роботи та свідчить про її комплексний характер.

Дисертація характеризується достатнім рівнем апробації результатів дослідження. Основні положення роботи опубліковані у фахових виданнях України, у тому числі у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus, а також апробовані на міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях.

Загалом зміст дисертаційної роботи свідчить про її наукову завершеність, внутрішню логічну узгодженість та відповідність поставленій меті й завданням дослідження. Отримані результати є достатньо обґрунтованими, мають наукову новизну, практичне значення та можуть бути використані у сфері екологічної безпеки, агроекології та технологій ремедіації забруднених ґрунтів.

Академічна доброчесність. Дисертація відповідає вимогам основних принципів академічної доброчесності. Текст не містить плагіату чи необґрунтованих запозичень. Оформлення, мова і науковий стиль викладу матеріалу відповідають вимогам МОН України.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації. Попри беззаперечні наукові та практичні переваги дисертації, вважаю за потрібне навести певні рекомендації та зауваження:

1. У дисертаційній роботі детально досліджено вплив гумінових та фульвових речовин на деградацію гербіцидів у ґрунті, однак недостатньо уваги приділено оцінці саме довгострокових екологічних ризиків можливого накопичення продуктів трансформації гербіцидів, зокрема АМРА (амінометилфосфонові кислоти), у ґрунтовому профілі та ґрунтових водах.
2. В огляді літератури (перший розділ) було б доцільно навести коротке порівняння національних українських екологічних стандартів з директивами Європейського Союзу щодо допустимих меж залишків пестицидів у ґрунтах і на основі цього зробити певні рекомендації.
3. У підрозділі 2.2.2, де описано вибір суданської трави як фітоіндикатора, було б корисно додати короткий абзац з базовим описом її біологічного

циклу розвитку для більш повного розкриття основного біоіндикатора.

4. Автором проведено комплексні лабораторні та польові дослідження, проте доцільним було б розширити перелік досліджуваних типів ґрунтів, оскільки отримані результати переважно стосуються чорнозему південного важкосуглинистого, що може обмежувати універсальність запропонованих технологічних рішень для інших ґрунтово-кліматичних зон і територій.
5. У тексті п'ятого розділу із посилань на графічні додатки не зрозуміло, результати якого саме дослідження представлено; деякі з них згадуються побіжно, без прямої прив'язки до конкретних результатів молекулярного аналізу.
6. У розділі 6 автор при моделюванні спирається на узагальнені економічні показники "модельного господарства". Вказання конкретної площі земель та кліматичної зони розташування (наприклад, Південь України чи Миколаївська область) додало б розрахункам більшої прикладної ваги.
7. У роботі наведено економічне обґрунтування застосування біотехнологічних заходів, однак потребує додаткового уточнення питання масштабування запропонованої технології у виробничих умовах великих агропідприємств та оцінки її ефективності за різних сценаріїв агрохімічного навантаження і кліматичних умов.

Загальні висновки до дисертації.

Дисертаційна робота Кібарова О.І. являє собою цілісне та завершене наукове дослідження, у межах якого отримано нові теоретично й експериментально обґрунтовані результати, спрямовані на вирішення актуального науково-практичного завдання щодо зменшення забруднення ґрунтів пестицидами шляхом застосування сучасних біотехнологічних підходів і впровадження ефективних заходів біоремедіації. За своєю актуальністю, високим ступенем обґрунтованості та достовірності отриманих

експериментальних даних, а також за науковою новизною та практичною значущістю представлена дисертація повністю відповідає вимогам 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, а її автор, Кібаров Олег Ігорович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Офіційний опонент:

Професор кафедри екології Івано – Франківського
національного технічного університету
нафти і газу,
доктор технічних наук, професор



Олег МАНДРИК

Підпис МАНДРИКА Олега посвідчую:

Вчений Секретар
Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу



Володимир ХОМИН

«22»

05.

2026 року