

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Жавриди Дар'ї Євгеніївни
«Екологічні особливості міграції ртуті (Hg^{2+}), хрому (Cr^{6+}) та
цинку (Zn^{2+}) в системі «вода–грунт–біота» (на прикладі екосистем
Обухівського району Київської області)»,
що подана на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 10 - природничі науки
за спеціальністю «101- Екологія»

Актуальність теми дисертаційної роботи. Наразі зростання антропогенного тиску на екосистеми як в усьому світі, так і в Україні, є загальноновизнаною тенденцією сьогодення. Міграція токсичних металів в довкіллі призводить до незворотних змін у функціонуванні живих організмів, порушується екологічна стійкість природних екосистем, що спричиняє глобальне забруднення біосфери на різних рівнях організації біосистем та деградацію природних ландшафтів. Особливо це стосується поведінки ртуті (Hg^{2+}), хрому (Cr^{6+}) та цинку (Zn^{2+}) в системі «вода–грунт–біота» на прикладі екосистем агломерацій.

Саме тому проведені наукові дослідження Жавриди Д.Є. присвячені екологічним особливостям міграції ртуті (Hg^{2+}), хрому (Cr^{6+}) та цинку (Zn^{2+}) в системі «вода–грунт–біота» на регіональному рівні є актуальними і перспективними з точки зору екологічного оцінювання стану довкілля та ризиків, пов'язаних з розповсюдженням токсичних металів Обухівського району Київської області.

Екологічні дослідження стану довкілля Обухівщини є беззаперечно важливими, враховуючи критичний стан цього регіону через значне антропогенне навантаження (діяльність Трипільської ТЕС ПАТ «Центренерго», негативний вплив полігону твердих побутових відходів № 5 ПрАТ «Київспецтранс», де територія площею 5 га зайнята стихійним місцем видалення відходів, що розташоване на землях лісового фонду, склади з непридатними пестицидами, горіння торфовищ тощо). В цьому аспекті

оцінювання екологічних особливостей міграції меркурію (Hg^{2+}), хрому (Cr^{6+}) та цинку (Zn^{2+}) в системі «вода–грунт–біота» є важливим кроком у розумінні впливу токсичних металів на наземні та водні екосистеми. Цей процес оцінки дозволяє встановити розподіл, трансформацію та акумуляцію зазначених металів у середовищі, а також їхній вплив на живі організми. В зв'язку з цим, актуальність обраної теми дисертаційних досліджень не викликає сумніву.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота Жавриди Д.Є. виконувалася згідно з Державною Програмою охорони довкілля в Обухівському районі Київської області на 2018–2020 рр, затвердженої Рішенням сесії Обухівської районної ради Київської області від 07.12.2017 № 590.25.VII та Програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення водних об'єктів на території Обухівського району Київської області до 2021 року, затвердженої Рішенням Обухівської районної ради Київської області від 12.06. 2015 № 629.43.VI. Наукові дослідження включено до програми наукових досліджень «Розробити методологію моніторингу біогенних елементів та полютантів ландшафтів в системі «грунт–атмосфера–рослина» (державна реєстрація № 6119U103966).

Наукова новизна одержаних результатів. Автором дисертаційної роботи проведено комплексне дослідження та розв'язано актуальну проблему щодо інтенсивності накопичення, біоаккумуляції та біодоступності меркурію, хрому та цинку у ґрунті та водному середовищі, у тест-організмах: *Taraxacum officinale* L., *Chelidonium majus* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) та *Esox lucius* (Linnaeus, 1758). Проведено комплексне дослідження щодо екологічного оцінювання міграції Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} у біосистемах «грунт–рослина», «вода–гідробіонт» у різних локалітетах Обухівського району Київської області. З'ясовано інтенсивність біоаккумуляції Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} у тест-організмах. Встановлено, що вища біодоступність у меркурія спостерігається у водному середовищі. Проаналізовано вміст та накопичення Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} в екосистемах

Обухівського району Київської області різного рівня антропогенного впливу. Доведено, що найбільшим вмістом токсичних металів Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} характеризувався ґрунт у с. Підгірці (полігон ТПВ №5), найменшим – територія об'єкту природно-заповідного фонду (ландшафтний заказник місцевого значення «Урочище «Калинове», с. Витачів).

Наукове та практичне значення. Дослідження, які проведено дисертанткою, вносять значний вклад в розробку моделей методів та засобів динамічних сценаріїв екологічного моніторингу довкілля Обухівського району Київської області, які забезпечують підвищення рівня управління антропогенним впливом на навколишнє природне середовище регіону. Результати дисертаційної роботи були використані в роботі сектору екології та природних ресурсів Обухівської районної військової (державної) адміністрації Київської області в 2019–2022 роках та слугували для прийняття управлінських рішень, покладені в звіти стану навколишнього природного середовища Обухівського району Київської області 2019–2022 років, матеріали роботи є базовою основою Паспорту екологічного стану Обухівського району 2019–2022 років.

Результативну оцінку вмісту Cr^{6+} у поверхневих водах Канівського водосховища (м. Українка), використано у випробувальній санітарно-промисловій лабораторії ПАТ «Київський картонно-паперовий комбінат», апробовано на підприємстві за акредитованою методикою МВВ № 081/12-0114-03 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації хрому загального, хрому (VI) та хрому (III) екстракційно-фотоколориметричним методом з дифенілкарбазидом».

Також отримані результати використано в 2021 році при реалізації проекту «Реконструкція та технічне переоснащення полігону твердих побутових відходів № 5 у с. Підгірці Обухівського району Київської області. Рекультивация ділянки № 1», а саме у виконанні заходів післяпроектного моніторингу згідно з висновком з оцінки впливу на довкілля задля попередження забруднень токсичними металами та покращення екологічної

ситуації регіону.

Результати дисертаційного дослідження використовуються при викладанні лекцій в ГУ Держпродспоживслужби в Київській області за темами: «Забруднення навколишнього середовища пестицидами і агрохімікатами», «Охорона атмосферного повітря, ґрунту, водних джерел від забруднення пестицидами і агрохімікатами».

Результати дисертаційної роботи на прикладі екологічного впливу токсичних металів на екосистеми Обухівського району Київської області використовуються при викладанні дисципліни «Основи екотоксикології». Практичне значення підтверджено відповідними Актами, Довідками апробації та впровадження результатів дослідження, відображено у Додатках Г, Д, Ж, Е. Застосування теоретичних узагальнень та практичних результатів дисертаційної роботи у навчальному процесі сприяло поглибленню тематичних знань та більш ефективній підготовці фахівців СВО «Магістр» за спеціальністю 101 - «Екологія».

Повнота викладення матеріалу дисертації у наукових публікаціях.

Результати досліджень висвітлено та опубліковано авторкою у 8 наукових працях (5 статей у наукових фахових виданнях, з яких 2 статті у *Polish Journal of soil science* та *Scientific Horizons*), які включені до наукометричної бази *Scopus* та 3 тези доповідей у збірниках матеріалів міжнародних та вітчизняних конференцій.

Ступінь обґрунтованості наукових положень. Жавридою Д.Є. використано широкий інструментарій наукового пізнання та дослідження, який поєднує загальноприйняті методи, новітні підходи до вирішення наукової проблеми, для виявлення причинно-наслідкових зв'язків використано належну статистичну обробку результатів та їх об'єктивну інтерпретацію. Експериментальна частина дисертації інформативно проілюстрована та має детальну візуалізацію. Результати, отримані в ході проведення наукових досліджень, мають високий рівень. Автором розроблено 10 схем, наведено 10 картографічних зображень, отримані

результати узагальнено у 22 діаграмах та 19 таблицях. Враховуючи вищевикладене, експериментальні дані, результати обчислень та висновки виглядають логічними, конкретними та обґрунтованими.

Структура та зміст дисертації, її завершеність та відповідність встановленим вимогам щодо оформлення. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 184 сторінки комп'ютерного тексту. Дисертація складається з анотації, вступу, 6 розділів, з яких 4 є експериментальною частиною роботи, загальних висновків та списку літературних джерел, що налічує 239 джерел, з них 107 – латиницею. Робота містить 32 рисунки та 19 таблиць, 9 додатків.

У **вступі** автором висвітлено актуальність обраної теми, мету та завдання досліджень, наукову і практичну новизну одержаних результатів, особистий внесок здобувача, дані про апробацію матеріалів дисертації на наукових зібраннях та публікації за її темою.

У **розділі 1 «Огляд літератури»** було вивчено сучасний стан проблеми та обґрунтовано вибір напрямів дослідження. Д.Є. Жавридою представлено критичний аналіз публікацій вітчизняних і закордонних авторів за темою дослідження (компетентно проаналізовано 239 літературних джерела, з них 107 англійських). Критичний аналіз результатів досліджень світових та вітчизняних вчених щодо екологічних проблем, що виникають через міграцію токсичних металів має глобальний характер і потребує пошуку шляхів його оцінювання. Забруднення атмосфери, водного басейну, ґрунтів цими небезпечними екотоксикантами можуть призвести до незворотних змін у біосфері. Автором переконливо доведена необхідність та своєчасність вирішення проблеми дослідження екологічних особливостей міграції ртуті (Hg^{2+}), хрому (Cr^{6+}) та цинку (Zn^{2+}) в системі «вода–ґрунт–біота» (на прикладі екосистем Обухівського району Київської області). Розділ 1 складається з 3 підрозділів, викладений на стор. 32-70.

Розділ 2 «Матеріали та методи проведення досліджень». Автором наведено ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень, в ілюстративній формі наведено об'єкти, місце та етапи дослідження, а також

використані методики. Детально описано матеріали та умови проведення лабораторних та натурних досліджень. Об'єктивно висвітлено всі методичні аспекти експериментальної роботи, які доводять компетентність та методичну підготовку дисертантки. Наведено структурно-логічну схему дослідження. Розділ 2 складається з 3 підрозділів, викладений на стор. 87-103.

Розділ 3 «Екологічне оцінювання стану навколишнього природного середовища Обухівського району Київської області» складається з 4 підрозділів (стор. 109 -125). Авторкою наведена на основі фактичного матеріалу характеристика Обухівського району Київської області, проаналізовано антропогенний вплив промисловості, сільського господарства, інфраструктури на екологічний стан природних ландшафтів та біорізноманіття. Висвітлено вплив сучасної досліджуваної агломерації на екологічний стан атмосферного повітря, забруднення водних екосистем. Всі зазначені фактори прямо чи опосередковано викликають забруднення компонентів екосистеми токсичними металами. Усунення наслідків та попередження забруднення металами можливе за умови не тільки всебічного моніторингу, включаючи спостереження за станом і функціонуванням біоорганізмів, але й встановлення закономірностей міграції політантів у системі «вода-гідробіонт», «грунт-рослина» тощо. Авторка робить висновок, що моніторинг стану екосистем є необхідною умовою як екологічного нормування з огляду на середовище життя людини, так і з огляду необхідності охорони природи. Вміст різних сполук металів, особливо, Cr^{6+} і Hg^{2+} у природному середовищі викликає велике занепокоєння, зокрема поблизу промислових майданчиків, смітників, хвостосховищ та відвалів, а також у міських районах та індустріальних центрах. Грунт, осад, вода та органічні сполуки на цих територіях можуть містити більше, ніж фонова кількість цих елементів, а також біодоступні форми цих елементів.

Розділ 4 присвячено результатам досліджень вмісту та накопичення Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} у системі «грунт-рослина». Він складається з 2 підрозділів,

викладений на стор. 127-137. Дисертанткою на основі проведених лабораторних аналітичних досліджень в підрозділі 4.1. було оцінено вміст Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} в ґрунті та трав'янистих рослинах *Taraxacum officinale* L. та *Chelidonium majus* L. В підрозділі 4.2. проаналізовано біоаккумуляцію токсичних металів Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} у системі «ґрунт–рослина». Доведено, що вміст меркурію, цинку, хрому у досліджуваних локалітетах та фітомасі *T. officinale* та *Ch. majus* не перевищував встановлених гранично допустимих концентрацій. Отримані результати лабораторних досліджень підтвердили, що найбільшим вмістом Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} характеризувався ґрунт полігону побутових відходів (полігон ПВ № 5, с. Підгірці), найменшим – проби ґрунту, які було відібрано на території об'єкту природно-заповідного фонду (ландшафтний заказник місцевого значення «Урочище «Калинове», с. Витачів), що, вочевидь, пов'язано із різним ступенем полікомпонентного антропогенного навантаження. Найбільший вміст Cr^{6+} у фітомасі *T. officinale* зафіксований у локалітеті полігону побутових відходів, у контрольному варіанті (території об'єкту ПЗФ), найбільшим був вміст Zn^{2+} . Виявлена тенденція щодо Cr^{6+} , вочевидь, пов'язана із довготривалим полікомпонентним забрудненням полютантами.

Доведено лінійну залежність вмісту Hg^{2+} та Cr^{6+} у фітомасі *T. officinale* від концентрації металів у ґрунті (коефіцієнт кореляції 0,99). Лінійна формалізація та високий коефіцієнт кореляції свідчать про тісний зв'язок між забрудненням ґрунту Hg^{2+} та Cr^{6+} та їхньою акумуляцією у рослинах *T. officinale*. Було встановлено, що Zn^{2+} характеризувався ступеневу формалізацією залежності вмісту у фітомасі *T. officinale* від концентрації металу в ґрунті. Коефіцієнт кореляції між вмістом цього металу в ґрунті та фітомасі *T. officinale* був від'ємним ($r = -0,32$), що свідчить про зворотній та нетісний зв'язок між вмістом цинку у ґрунті та рослинах цього виду. *Ch. majus* було запропоновано дисертанткою як тест-рослину для вивчення екологічних особливостей виключно Hg^{2+} . Відповідно встановлено, що у фітомасі *Ch. majus* максимальним вмістом Hg^{2+} характеризувався локалітет

полігону побутових відходів, мінімальним – локалітет об'єкту природно-заповідного фонду. За вмістом Hg^{2+} у фітомасі *Ch. majus* досліджувані території авторка ранжувала таким чином: «полігон ТПВ № 5» > «Трипільська ТЕС» > «Урочище Калинове». За інтенсивністю біоаккумуляції *T. officinale* політантів з ґрунту на досліджуваних територіях отримано такий ряд металів: Cr^{6+} > Hg^{2+} > Zn^{2+} . За інтенсивністю біоаккумуляції *Ch. majus* меркурію локації ранжовано таким чином: «Трипільська ТЕС» > «полігон ТПВ № 5» > «Урочище Калинове». Такі отримані результати та їх аналіз свідчать, що рослини можуть бути здатними взаємодіяти з токсичними металами у ґрунті та накопичувати їх у своїх тканинах, в свою чергу це призводить до негативних наслідків для екосистеми, оскільки рослини можуть бути посередниками передачі цих токсичних металів вищим рівням трофічного ланцюга.

В Розділі 5 «Вміст та біоаккумуляція Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} у водній екосистемі Канівського водосховища» Жавридою Д.Є. досліджено вміст токсичних металів Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} у поверхневих водах та гідробіонтах *Ceratophyllum demersum* L., *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) та вивчено особливості біоаккумуляції токсичних металів Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} в системі «вода–гідробіонт». Розділ складається з 2 підрозділів та викладено на стор.139-153. На основі отриманих даних авторка робить висновки, що концентрації токсичних металів не перевищують встановлених ГДК у водному середовищі та гідробіонтах *C. Demersum*, *B. Bjoerkna*, *E. Lucius*. Важливим є той факт, що вміст Hg^{2+} , Cr^{6+} та Zn^{2+} у донних відкладах значно більше, ніж у поверхневих водах Канівського водосховища. Донні відклади можна розглядати як своєрідне депо токсичних металів. Максимальну концентрацію Cr^{6+} зафіксовано у *B. bjoerkna*, в той же час, *C. demersum* характеризувався більшим вмістом Hg^{2+} та Zn^{2+} , порівняно з іншими досліджуваними гідробіонтами. Дисертанткою доведено, що накопичення токсичних металів у системі «вода–гідробіонт» зменшувалось у ряду: Hg^{2+} > Zn^{2+} > Cr^{6+} , найбільшими коефіцієнтами біоаккумуляції

характеризувався *C. demersum*. Коефіцієнти біоаккумуляції для Hg^{2+} у гідробіонтах зменшувались у ряду: *C. demersum* > *B. bjoerkna* > *E. lucius*.

Наступний **Розділ 6** присвячено оцінюванню екологічних особливостей міграції Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} в системі «вода–грунт–біота» складається з 2 підрозділів і викладено на стор. 155-167. Цей представлений матеріал можна розглядати як аналіз і обговорення отриманих результатів. Авторка оперує філософськими поняттями «соціоекосистема» та «алохтонні елементи». В контексті формування сучасної екологічної парадигми така термінологія є доречною та обґрунтованою. «Соціоекосистема» відображає взаємозв'язок між соціальними системами (людьми, суспільством) та екологічними системами (природними екосистемами). У випадку соціоекосистеми «вода–грунт–біота–людина», що взаємодіє між водою, ґрунтом, біотою (рослинами, тваринами, мікроорганізмами) та людиною визначає стан і функціонування даної системи. Алохтонні агенти, якими є досліджувані Hg^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} як зовнішній чинник, мають соціокультурне (техногенне) та природне походження. Результати проведених досліджень дозволять встановити рівень забруднення середовища металами, ідентифікувати джерела забруднення, оцінити потенційний ризик для екосистем та здоров'я людей, а також розробити план заходів для мінімізації впливу цих металів на довкілля. Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні екологічних стандартів та прийнятті заходів для зменшення впливу токсичних металів на систему «вода–грунт–біота».

Висновки до розділів та результатами роботи сформульовані достатньо чітко. Вони повністю розкривають зміст роботи, відповідають головній меті та завданням дисертаційної роботи.

Таким чином, ретельний аналіз змісту та тексту дисертації повністю відображає основні результати, отримані в дослідженні.

Дисертація Жавриди Дар'ї Євгеніївни є завершеним, самостійно виконаним науковим дослідженням, його експериментальний матеріал повністю оригінальний, теоретичний і практичний внесок дисертанта в

заявлену тему незаперечний. Підготовлена дисертація за комплексним підходом до дослідження і за практичним впровадженням отриманих результатів характеризується актуальністю, науковою новизною й практичною цінністю. Методи досліджень, які використовував здобувач, відповідають сучасним вимогам. Сформульовані висновки є логічним і обґрунтованим підсумком проведених експериментальних досліджень. Робота написана грамотною українською мовою, в достатній мірі ілюстративно оформлена.

Зауваження і побажання до дисертаційної роботи.

1. У розділі 1 «Огляд літератури» за аналізу наукових літературних джерел бажано було б більше уваги приділити висвітленню питання щодо дії важких металів на фізіологічний стан живих організмів.
2. У розділі 2.1. «Природно-кліматичні умови місць проведення досліджень» назви рослин не приведено латинською мовою. При першому вживанні в тексті назви рослини українською мовою завжди в дужках ставиться назва латинською мовою як це є загальноприйнятим.
3. В роботі детально охарактеризовані особливості надходження металів з ґрунту до рослин та розподіл їх у системі «ґрунт-рослина», бажано було б дослідити вплив екологічних чинників середовища на досліджувані процеси.
4. Враховуючи, що робота має чітко виражений прикладний напрям, варто було виділити окремий розділ «Практичне значення».

Відповідність дисертації спеціальності та профілю спеціалізованої вченої ради. Дисертація повністю відповідає галузі знань 10 "Природничі науки" спеціальності 101 - "Екологія".

Загальний висновок. Дисертаційна робота Жавриди Дар'ї Євгеніївни «Екологічні особливості міграції меркурію (Hg^{2+}), хрому (Cr^{6+}) та цинку (Zn^{2+}) в системі «вода–ґрунт–біота» (на прикладі екосистем Обухівського району Київської області)», яка подана до захисту у спеціалізовану вчену раду на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань (10) за спеціальністю (101) за своїми актуальністю, науково-

теоретичним рівнем, основними результатами обґрунтованості, основними положеннями і результатами опублікованими у фахових виданнях, новизна постановки та практичним значення відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та Постанові Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 341 від 21.03.2022, а її авторка Жаврида Дар'я Євгеніївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – «Екологія».

Офіційний опонент:

доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри фізіології та інтродукції рослин
Дніпровського національного університету
імені Олеся Гончара



Юрій ЛИХОЛАТ

Засвідчую:

Вчений секретар
Дніпровського національного університету
імені Олеся Гончара



Тетяна ХОДАНЕН