

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Лапань Оксани Володимирівни

на тему: «Очищення водойм від ^{137}Cs та важких металів наземними рослинами»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 091 «Біологія» (галузь знань 09 «Біологія»)

Актуальність теми дослідження.

Виявлення закономірностей поведінки поллютантів у системі «середовище-біота» розв'язує актуальну прикладну проблему прогнозування наслідків забруднення та детоксикації забрудників у екосистемах. Через високий ступінь токсичності для біоти та людини, а також широкій розповсюдженості у навколишньому природному середовищі внаслідок антропогенної діяльності ^{137}Cs , Cd^{2+} , Cr^{6+} , Zn^{2+} відносяться до пріоритетних забрудників сьогодення. В зв'язку з цим актуальність удосконалення фітореємедіаційної методології не викликає сумнівів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відділі біофізики і радіобіології Інституту клітинної біології і генетичної інженерії НАН України під керівництвом д-ра біол. наук. О.М. Міхеєва в рамках бюджетних тем: «Роль відновлювального та адаптаційного потенціалу біоти екосистем у формуванні їх надійності та стійкості за умов комбінованої дії іонізуючого опромінення та хімічних стресорів» (державний реєстраційний номер 0113U000227, 2013–2017 рр.), «Теорія, методи та алгоритми управління радіоємністю та надійністю біосистем засобами фітореємедіації з метою мінімізації екологічних ризиків» (державний реєстраційний номер 0118U00315, 2018–2021 рр.), де дисертантка була виконавицею окремих розділів за планом науково-дослідних робіт.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Ознайомлення зі змістом та структурою дисертаційної роботи Лапань Оксани Володимирівни дає підстави стверджувати, що в ній чітко сформульовано актуальність теми, мету і завдання дослідження, об'єкт і предмет аналізу, а також обґрунтовано наукову новизну та практичне значення результатів дослідження. Аргументованість, достовірність та обґрунтованість висновків і рекомендацій визначається сукупністю викладених наукових результатів, що базуються на глибокому аналізі фахової літератури, у тому числі праць зарубіжних науковців. Обґрунтованість та достовірність основних наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи Лапань О. В. підтверджуються також використанням широкого спектра загальнонаукових та спеціальних методів наукового дослідження: Дисертаційне дослідження Лапань О. В. будується на комплексному, системному підході, характеризується відповідним рівнем наукових узагальнень. Аналіз змісту роботи свідчить про те, що дисертація становить наукове, прикладне, самостійне, завершене, аргументоване, комплексне дослідження, що має високий науково-теоретичний та прикладний рівень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у створенні наукових засад очищення водойм від ^{137}Cs та токсичних металів наземними рослинами, а саме *уперше*:

- проведено оцінювання ефективності очищення водного середовища шляхом використання нової конструкції (типу біоплато), біотичним компонентом якої є вищі наземні рослини (*Secale cereale* L. (сорт Забава), *Phleum pratense* L. (сорт Люлинецька 1), *Triticum vulgare* L. (сорт Миронівська 808), *Pisum sativum* L. (сорт Ароніс) та *Zea mays* L. (сорт Достаток)), від ^{137}Cs , Cr(VI), Zn(II) та Cd(II);

- встановлено, що УФ-С-опромінення та збільшення щільності вирощування наземних видів рослин (*Zea mays* L., *Secale cereale* L., *Phleum pratense* L., *Pisum sativum* L.) суттєво підвищує інтенсивність фітосорбції щодо ^{137}Cs та металів. Виявлено, що ефективність вилучення рослинами *Secale cereale* L. металів з водних розчинів залежала від ступеню аерації водного середовища, а також від значення значення pH;

- показано вплив конкуруючих іонів (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^{+} , K^{+}) на вилучення цезію із водного розчину рослинами;

- визначено діапазон концентрацій кадмію, цинку та хрому для I класу води із джерел централізованого водопостачання – поверхневих вод, у якому ефективно відбувається процес очищення водного середовища досліджуваними рослинами (*Secale cereale* L., *Phleum pratense* L., *Avena sativa* L.).

Удосконалено систему очищення водних об'єктів від ^{137}Cs та металів за рахунок розроблення й застосування гідрофітної споруди з новим біотичним та абіотичним компонентами, що зменшує навантаження на природні водні екосистеми;

Набули подальшого розвитку уявлення про фіторе mediaційну методологію, а саме застосування гідрофітної споруди типу біоплато з метою зменшення забруднення водних середовищ.

Наукова і практична цінність дисертації. Аналіз роботи свідчить про самостійну, завершену, аргументовану, комплексну роботу і дозволяє констатувати високий науково-теоретичний та прикладний рівень проведеного дослідження. Отримані результати теоретичних і практичних напрацювань автора можуть бути використані для детоксикації великих об'ємів води від металів та радіоцезію, зокрема, у разі ліквідації наслідків аварійних викидів радіонуклідів на атомних електростанціях, для очищення ґрунтів від радіонуклідного забруднення шляхом фітоекстракції розчинів після етапу вилуговування, для видобування цінних металів із водних середовищ.

Результати досліджень доповнюють сучасні уявлення про сорбційну здатність деяких трав'янистих наземних видів рослин для застосування у фіторе mediaційній практиці, зокрема створення ефективної сорбційної споруди типу біоплато для очищення водних об'єктів від ^{137}Cs та іонів металів до рівня, що відповідає вимогам чинних нормативних документів для джерел питного водопостачання.

Результати теоретичних та практичних досліджень:

– використовуються в практичній діяльності ТОВ «БІЗНЕС АБСОЛЮТ» шляхом впровадження у проектну документацію та під час розроблення очисних споруд промислових підприємств, що дозволило модернізувати технологічні схеми очисних споруд та підвищити ефективність очищення стічних вод промислового підприємства;

– застосовуються в практичній діяльності ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», що дало можливість значно підвищити ефективність роботи інституту у вирішенні актуальних завдань екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів України;

– впроваджені в навчальний процес Національного авіаційного університету під час проведення лабораторних робіт з дисципліни «Радіоекологія»;

– впроваджені в навчальний процес Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління під час проведення лабораторних робіт з дисципліни «Біологічна безпека»;

– лягли в основу монографії «Використання гідрофітних систем для відновлення якості забруднених вод».

Розроблено новий біоінженерний пристрій у формі біоплато (деклараційний патент України №107555) для покращення екологічного стану водних об'єктів шляхом очищення водою від радіонуклідів.

Розроблено нову комплексну біоінженерну систему типу біоплато (деклараційний патент України №117067) для забезпечення покращення екологічного стану всіх складових гідроекосистеми малих та середніх річок, шляхом очищення поверхневого, придонного шару води та донних відкладів, що створює екологічно безпечні умови їх розвитку.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих наукових працях. Проведений аналіз публікацій дозволяє стверджувати про те, що вони в повній мірі відображають результати дисертаційного дослідження. За темою дисертації опубліковано 30 наукових праць: 1 колективну монографію у співавторстві, 11 статей (у т.ч. 5 статей, які індексуються у наукометричних базах даних «Scopus» та «Web of science»), серед яких: 6 статей у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку, 5 статей у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, 16 публікацій за матеріалами міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій; 2 патенти України на корисну модель.

Праці Лапань О. В. відповідають вимогам «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06 березня 2019 року на здобуття наукового ступеня доктора філософії (за спеціальністю 091 «Біологія»).

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку літературних джерел, який налічує 233 найменування. Обсяг роботи складає 193 сторінки. Дисертація містить 62 рисунки, 6 таблиць та 11 додатків.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Дисертація являє самостійно написану кваліфікаційну наукову працю, яка містить сукупність нових наукових результатів, які виставлені автором для публічного захисту. Дисертаційна робота не містить запозичених результатів інших авторів, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку. В роботі відсутні порушення академічної доброчесності (Довідка Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАНУ № 271-89/4 від 16 березня 2020).

Питання для дискусійного обговорення та недоліки дисертаційної роботи щодо її змісту та оформлення

- На мою думку, терміну «важкі метали», який був загально прийнятим у вітчизняній науковій та популярній літературі слід уникати. У технічній доповіді IUPAC термін «важкі метали» був названий «безглуздом та таким, що збиває з пантелику» через суперечливі визначення та відсутність «когерентної наукової основи» (John H. Duffus «„Heavy metals“ a meaningless term? (IUPAC Technical Report)» Pure and Applied Chemistry, 2002, Vol. 74, pp. 793—807. doi:10.1351/pac200274050793). У наукових фахових виданнях, які входять до наукометричних баз, зокрема, WoS та Scopus, цей термін, практично, не зустрічається. Натомість використовується термін “trace metals”, “toxic metals”, “hazardous metals” тощо.
- У тексті дисертаційної роботи зустрічається термін «екологічний стан водойм» із різними значеннями. Що авторка все ж таки вкладає у поняття «екологічний стан водойм» конкретно стосовно власних досліджень?
- Розділ 1, який містить 6 підрозділів, носить надто загальний характер. Натомість бракує, на мою думку, літературного аналітичного огляду видової фітофільтраційної здатності щодо досліджуваних поллютантів. Адже фіторемедіаційна методологія передбачає виявлення та впровадження насамперед видів рослин, які мають біокумуляційні особливості завдяки бар’єрним (безбар’єрним) механізмам. Назва підрозділу 1.6. *«Модифікація наземних рослин для підвищення їх поглинальних властивостей»*, на мою думку, є невдалою. Що авторка вкладає у поняття *«Модифікація наземних рослин»*?
- У підрозділі 2.2. авторка зазначає, що були проведені дослідження *«впливу виду і концентрації іонів ВМ на ростові та транспіраційні характеристики наземних рослин»*. Що мається на увазі під терміном «видом іонів металів»? Постановка експерименту передбачала схему досліду із металами (Розділ 2 підрозділ 2.3.1. *«Методика визначення впливу важких металів на фізіологічні показники рослин»*) із різними концентраціями внесених штучних фонів металів у водне середовище. Чим пояснюються обрання такого діапазону різних концентрацій, а також солей металів із різними аніонами? Чи, на думку авторки, можна нехтувати результатами впливу аніонів на сорбційні властивості рослин?

- У підрозділі 2.3.8. «Розрахунок ступеня очищення водного середовища та коефіцієнта накопичення екотоксикантів рослинами» авторка зазначає спосіб розрахунку ступеню очищення водного розчину після сорбції (СО, %). Чи можна стверджувати саме про сорбцію рослинами із водного розчину без урахування вмісту металу у фітомасі? Адже зміна концентрації у водному розчині може бути результатом інших причин, наприклад, комплексоутворення тощо. У підрозділі 2.3.8. «Розрахунок ступеня очищення водного середовища та коефіцієнта накопичення екотоксикантів рослинами» не вказано спосіб розрахунку коефіцієнтів накопичення металів у системі «рослина-водне середовище».
- Розділи 3-4 не містять первинних експериментальних даних, середніх значень та відхилень, відсутнє представлення статистичної достовірності отриманих результатів. В зв'язку з цим важко зрозуміти, які саме результати досліджень (середні або одне з повторень) представлено на рисунках 3 та 4 цих розділів. Так, наприклад, на яких статистичних аргументах ґрунтується таке твердження авторки у підрозділі 3.1.3: «Встановлено, що сортова приналежність рослин пшениці зрештою практично не впливала на нагромадження радіоцезію», або у підрозділі 4.2.1. «Спостерігали пряму залежність між транспіраційною активністю та розвитком біомаси рослин» як і аналогічні твердження в розділах 3-4? Аналогічно підрозділ 3.5.1. «Дія УФ-С-опромінення на ростові процеси наземних рослин» не містить статистично обґрунтованого висновку. З рисунку 4.18. не зрозуміло, на скільки достовірно відрізнялась фітосорбційна здатність досліджуваних рослин щодо цинку у розчині води. На мою думку, висвітлена та обґрунтована різниця у сорбційній здатності рослин щодо металів мала би бути одним з ключових висновків дисертаційної роботи.
- Усі рисунки розділів 3-5 містять експериментальні результати, які на мою думку, слід було б формалізувати. Всі експериментальні результати доцільно було б представити у вигляді математичних залежностей, які дали б можливість математично обґрунтувати ефективність фітосорбції.
- У підрозділі 4.6. «Вплив примусової аерації на сорбцію іонів важких металів» доцільно було б вказати ступінь аерації у вимірюваній величині, оскільки у експерименті дисертантка досліджує вплив ступеня аерації на фітосорбцію рослин. Висновок до розділу 4 слід було б конкретизувати, особливо у частині фітосорбційної здатності обраних досліджуваних рослин.
- У тексті дисертаційної роботи зустрічаються лексичні помилки, невдало використані терміни (наприклад, *продовольчі* рослини) та низка невдалих назв підрозділів, рисунків тощо. Так, наприклад, у розділі 3 назва підрозділу 3.1.1. «Перевірка сорбційної здатності рослин гороху щодо ^{137}Cs », рис. 3.1. «Динаміка поглинання ^{137}Cs без ... та з рослинами гороху...», рис. 3.8. «Вплив твердості води на сорбцію ^{137}Cs », рис. 3.9. «Вплив концентрації іонів K^+ на ступінь очищення водного середовища від

¹³⁷Cs», рис. 4.34. «Вплив тривалості очищення водного середовища та вихідної концентрації Cd(II) на ефективність процесу», на мою думку є невдалими. Назва розділу 4 «Очищення водойм від важких металів наземними рослинами» є надто загальною.

Висновок

У цілому дисертаційна робота Лапань Оксани Володимирівни на тему: «Очищення водойм від ¹³⁷Cs та важких металів наземними рослинами» є актуальним та своєчасним дослідженням, оригінальною, самостійною, завершеною науковою працею, в якій отримано нові теоретичні положення та науково-обґрунтовані експериментальні результати.

Дисертаційна робота Лапань Оксани Володимирівни повністю відповідає вимогам МОН України до кваліфікаційних наукових праць, а саме Наказу МОН України № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» від 12.01.2017 р. та «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанови Кабінету Міністрів України № 167 від 06 березня 2019 року).

Вважаю, що здобувач Лапань Оксана Володимирівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія» (галузь знань 09 «Біологія»).

Офіційний опонент:

доктор біологічних наук,
старший науковий співробітник,
завідувач кафедри екології та екологічного контролю
ДЗ «Державна екологічна академія післядипломної
освіти та управління»

Підпис Н.О. Риженко засвідчую
Начальник відділу кадрового забезпечення
ДЗ «Державна екологічна академія післядипломної
освіти та управління»



Н.О. Риженко

О.А. Аксьонова

20.05.2020 р.