

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора біологічних наук, провідного наукового співробітника відділу водної радіоекології Інституту гідробіології Національної академії наук України

Волкової Олени Миколаївни

на дисертаційну роботу Лапань Оксани Володимирівни
на тему: «Очищення водойм від ^{137}Cs та важких металів наземними рослинами», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія» в галузі знань 09 «Біологія»

Актуальність теми дисертації.

Інтенсивна індустріалізація сучасного суспільства призвела до значного підвищення рівня забруднення водних ресурсів планети різноманітними забруднюючими речовинами, серед яких одними з найбільш небезпечних та проблемних для вилучення є радіонукліди та важкі метали. Вказані забруднювачі через їхню високу міграційну здатність та внаслідок радіаційної і хімічної токсичності чинять шкідливий вплив на живі організми, що викликає істотну небезпеку для навколишнього середовища.

Незважаючи на існування великої кількості методів очищення стічних вод від важких металів та ^{137}Cs , залишається невирішеним завдання покращення стану водних об'єктів, які забруднені стічними водами недостатньо очищеними від даних токсикантів. Насамперед, важливою умовою сьогодення є безпека для навколишнього середовища та економічність будь-якого виду очищення водойм, що можна забезпечити за рахунок використання методів фіторе mediaції.

Для визначення характеру впливу наявності макрокатионів, величини рН, а також загального солевмісту водних середовищ, що можуть впливати на ефективність вилучення того чи іншого токсиканта рослинами, дисертантка обрала системний підхід з використанням сучасних методів дослідження, що має важливе теоретичне та науково-практичне значення.

У зв'язку з цим, дисертаційна робота Лапань Оксани Володимирівни на тему «Очищення водойм від ^{137}Cs та важких металів наземними рослинами», метою якої є оцінювання ефективності використання вищих наземних рослин

для вилучення ^{137}Cs , Cr(VI) , Zn(II) та Cd(II) із забруднених водних середовищ, відзначається високою актуальністю.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

За результатами проведеного аналізу дисертаційної роботи О. В. Лапань зроблено висновок, що отримані авторкою наукові положення, висновки та рекомендації є достатньо обґрунтованими, поставлена мета досягнута, а завдання виконані у повному обсязі. Висновки дисертації логічно сформульовані, а їхній зміст повною мірою розкриває основну сутність проведеного дослідження.

Текст дисертації подано структурно пов'язаними між собою п'ятьма розділами та характеризується логічною послідовністю, достатнім рівнем аргументованості та обґрунтованості основних змістовних положень.

У розділі 1 «Стан поверхневих вод України та методи їх покращення» розглянуто дані наукової літератури щодо стану поверхневих вод України, джерел їхнього забруднення ^{137}Cs та іонами токсичних металів. Проаналізовано особливості існуючих методів вилучення зазначених токсикантів, їх основні переваги та недоліки. В окремих підрозділах наведено дані наукових джерел про вплив важких металів на протікання фізіологічних процесів у рослин, особливості їхнього поглинання рослинами та можливі методи підвищення сорбційної здатності наземних рослин щодо ^{137}Cs та важких металів.

У розділі 2 «Матеріали і методи дослідження», відповідно до мети та завдання роботи, подано характеристику матеріалів дослідження (наземних видів рослин, субстратів, водопровідної води), етапів дослідження та методи визначення концентрації токсикантів у водних розчинах. Слід зазначити чіткий та детальний опис методів конструювання запропонованої гідрофітної споруди типу біоплато, а також методик визначення впливу важких металів на фізіологічні показники рослин, УФ-С-опромінення рослин та вилуговування іонів ^{137}Cs із донних відкладів.

У розділі 3 «Застосування сорбційних властивостей наземних рослин та їх модифікація стресовими чинниками для очищення водойм від ^{137}Cs » дисертантка наводить результати поглинальних властивостей різних видів та сортів наземних рослин щодо ^{137}Cs , а також вплив макрокатіонів на ефект очищення водного середовища від радіонукліда. Авторкою досліджено вплив УФ-С-опромінення та щільності вирощування рослин на їх сорбційні властивості та показано, що процес очищення водних середовищ від ^{137}Cs можна пришвидшити застосуванням даних модифікуючих факторів. Висловлено думку, яку підтверджено лабораторними дослідженнями, щодо очищення донних відкладів шляхом зведення технології фітоекстракції радіонуклідів із ґрунтів до технології ризофільтрації із водних середовищ.

У розділі 4 «Очищення водойм від важких металів наземними рослинами», з урахуванням результатів, отриманих у розділі 3, вивчаються поглинальні властивості різних видів наземних рослин щодо іонів токсичних металів. Спочатку проведено дослідження з визначення діапазону концентрацій важких металів, у якому доволі ефективно відбуватиметься процес очищення водного середовища рослинами. В цьому розділі також наведено результати дії рН середовища, щільності вирощування рослин, вихідної концентрації та примусової аерації на сорбцію іонів важких металів. Також у розділі наведені результати досліджень розподілу важких металів по органах рослин.

У розділі 5 «Розроблення гідрофітної споруди типу біоплато для цілей фіторемедіації водойм» дисертанткою запропоновано нову конструкцію типу біоплато, яка поєднує в собі біотичний (наземні рослини) і абіотичний (гранульований пінополістирол) компоненти, та апробовано дану споруду для цілей очищення водного середовища від ^{137}Cs та важких металів. Автором проведено дослідження розподілу ^{137}Cs по компонентах біоплато – корені та стебла рослин, пінопласт та перліт. Зроблено висновок, що домінуюча роль у поглинанні радіонукліда належить саме рослинній складовій біоплато. Із застосуванням математичного моделювання, визначено динаміку накопичення

^{137}Cs в системі «експериментальна водойма–рослини», що дає можливість оцінити (спрогнозувати) динаміку дезактивації водних середовищ у діапазоні величин об'ємної активності, що не були використані в експерименті, а також передбачити подальшу поведінку біоплато під час здійснення технології очищення, а саме визначити, яку частину рослин (або все біоплато) видаляти і на якому етапі процесу дезактивації.

Використані в дисертації наукові методи відповідають сучасному рівню досліджень, що дозволило отримати результати, які характеризуються науковою новизною та практичною цінністю, що підтверджено відповідними актами про впровадження. 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; використовуються в практичній діяльності ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», що дало можливість значно підвищити ефективність роботи інституту у вирішенні актуальних задач 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» та лягли в основу колективної монографії «Використання гідрофітних систем для відновлення якості забруднених вод». Вищенаведена інформація дозволяє зробити висновок про теоретичну та практичну значущість наукових і практичних результатів, які виносяться на захист дисертації О. В. Лапань.

Достовірність одержаних особисто дисертанткою результатів наукового дослідження підтверджується їх апробацією на шістнадцяти наукових конференціях.

Вищевикладене дозволяє зробити висновок про всебічну обґрунтованість і достовірність представлених у дисертаційній роботі наукових положень, висновків і рекомендацій, про високий науковий рівень та грамотність дисертантки.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

у перше:

– проведено оцінювання ефективності очищення водного середовища шляхом використання нової конструкції (типу біоплато), біотичним компонентом якої є вищі наземні рослини (*Secale cereale* L. (сорт Забава), *Hordeum vulgare* L. (сорт Ластер), *Phleum pratense* L. (сорт Люлинецька 1), *Triticum vulgare* L. (сорт Миронівська 808), *Festuca pratensis* Huds. (сорт Діброва), *Pisum sativum* L. (сорт Ароніс), *Dactylis glomerata* L. (сорт Муравка), *Avenasativa* L. (сорт Саргон) 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 ступеня аерації водного середовища, а також від значення pH;

– показано вплив конкуруючих іонів (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+) на вилучення цезію із водного розчину рослинами *Zea mays* L.;

– визначено діапазон концентрацій кадмію, цинку та хрому, 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. проведено оцінювання ефективності очищення водних середовищ шляхом використання нової конструкції (типу біоплато), біотичним компонентом якої є вищі наземні рослини, від ^{137}Cs , Cr(VI) , Zn(II) та Cd(II) , ступінь вилучення яких становив понад 90 %. Показано, що коефіцієнти накопичення ^{137}Cs та важких металів наземними рослинами перевищують коефіцієнти накопичення даних забруднюючих речовин вищими водяними рослинами.

Встановлено, що УФ-С-опромінення та збільшення щільності вирощування наземних рослин підвищує їх сорбційні властивості щодо ^{137}Cs та важких металів на 8–22 %. Показано, що наявність макрокатіонів, які характерні для природних вод, та різна їх концентрація суттєво не впливали на ступінь очищення водного середовища від ^{137}Cs ;

- показано вплив видових та сортових сорбційних особливостей рослин, рН середовища, примусової аерації та вихідної концентрації екологічно небезпечних сполук металів на сорбційні властивості наземних рослин;

- удосконалено систему очищення водних об'єктів за рахунок розроблення й застосування гідрофітної споруди з новим біотичним та абіотичним компонентами, що зменшує навантаження на природні водні екосистеми та підвищує їх екологічну безпеку; набули подальшого розвитку наукові засади застосування гідрофітної споруди типу біоплато для покращення характеристик водного середовища.

Практичне значення отриманих результатів

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. Запропонована конструкція типу біоплато є ефективним засобом для практичного використання задля очищення або доочищення великих об'ємів води з метою ліквідації наслідків аварійних емісій радіонуклідів на атомних електростанціях, для очищення ґрунтів від радіонуклідного забруднення шляхом фітоекстракції розчинів після етапу вилуговування, для видобування цінних металів із водних середовищ.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих наукових працях.

За матеріалами дисертації опубліковано 30 наукових праць: колективна монографія, 11 статей, серед яких: 6 статей у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку (серед яких 4 статті індексуються у наукометричних базах даних «Scopus» та «Web of science»), 5 статей у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України (усі включені до міжнародних наукометричних баз даних, в т.ч. 1 стаття індексується у наукометричній базі даних «Scopus»), 16 публікацій за матеріалами міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій; 2 патенти України на корисну модель.

Положення дисертації, які розкривають її наукову новизну, висвітлені у публікаціях у фахових виданнях та обговорені на науково-практичних конференціях. Повнота викладення результатів дисертаційної роботи Лапань Оксани Володимирівни, обсяг і кількість друкованих праць 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».

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

У дисертаційній роботі відсутні порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Оцінюючи роботу позитивно, слід відзначити певні зауваження та побажання загального характеру:

1. У роботі, зокрема на с. 26, згадуються прізвища науковців без посилання на їхні праці.
2. Не зовсім коректно сформульовано одне з завдань роботи «підвищити поглинальні властивості наземних рослин щодо іонів ^{137}Cs ...». Мабуть, здобувачка мала на увазі поглинальну властивість біоплато.
3. У тексті використовується вираз «питома активність водного середовища», замість «об'ємна активність».
4. Для деяких варіантів експериментів, зокрема у підрозділі 3.1. не наведена щільність посадки рослин.
5. У тексті мають місце описки та стилістичні помилки, наприклад: у тексті підрозділу 1.3.2. мають місце помилки у переліку вищих водяних рослин.

Під час розгляду роботи виникли запитання:

1. Чим, на думку автора, пояснюються різні рівні накопичення ^{137}Cs на 1-шу добу експериментів рослинами тимофіївки на рис. 3.2 та 3.3?
2. З підрозділу 2.3.8. не зрозуміло, з урахуванням природної чи абсолютно сухої маси проведені розрахунки?

ВИСНОВОК

Дисертацію Лапань Оксани Володимирівни «Очищення водойм від ^{137}Cs та важких металів наземними рослинами» виконано під керівництвом доктора біологічних наук, старшого наукового співробітника Олександра Миколайовича Міхеєва. За своїм обсягом, новизною дослідження, науковою і практичною значущістю є завершеною науково-дослідною роботою, яка повною мірою містить вирішення поставлених завдань із застосуванням сучасних та адекватних методів досліджень. Основні положення і висновки дисертації впливають з отриманих даних.

Зазначені недоліки та зауваження не знижують загальної позитивної оцінки проведених досліджень та безсумнівних здобутків роботи, яка є завершеним, актуальним науково-кваліфікаційним дослідженням.

Отже, дисертаційна робота Лапань Оксани Володимирівни цілком відповідає вимогам «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанови Кабінету Міністрів України № 167 від 06 березня 2019 року), а її автор **Лапань Оксана Володимирівна** заслуговує присудження ступеня **доктора філософії** за спеціальністю 091 «Біологія».

Офіційний опонент:

доктор біологічних наук,
старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
відділу водної радіоекології

Інституту гідробіології НАН України



Волкова
Підпис засвідчую
секретар
12 05 2020

О. М. Волкова