

РЕЦЕНЗІЯ

доцента кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
кандидата біологічних наук, доцента **ІЛЛЕНКА Володимира Віталійовича**
на дисертацію **ПАВЛЕНКО Поліни Максимівни** на тему:
«Наукове обґрунтування та розробка заходів
щодо зменшення радіоактивного забруднення риби ^{90}Sr та ^{137}Cs »,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 091 «Біологія»
галузі знань 09 «Біологія»

Актуальність теми дослідження. Дисертація Поліни Павленко присвячена апробації захисних заходів задля зменшення радіоактивного забруднення прісноводної риби ^{137}Cs і ^{90}Sr . Дослідженнями багатьох учених доведено ефективність використання сполук Берлінської лазури для сорбції ^{137}Cs у шлунково-кишковому тракті тварин та блокування надходження радіонукліду у м'язову тканину і молоко. Дисертанткою цей контрзахід вперше було перевірено при вирощуванні прісноводної риби у природній водоймі забрудненій радіонуклідами.

Так склалося, що в радіобіологічних дослідженнях не так багато уваги приділяється ^{90}Sr . Пов'язано це зі складнощами щодо вимірювань активності цього радіонукліду у зразках. Проте міграційна здатність ^{90}Sr у навколишньому середовищі є значно вищою, порівняно з ^{137}Cs , і ця тенденція з часом тільки зростає. У роботі Поліни Павленко приділено багато уваги визначенню параметрів надходження, виведення та можливості використання контрзаходів щодо зменшення активності ^{90}Sr в організмі риб, що тільки посилює її актуальність. Отримані закономірності в рамках лабораторних експериментів перевірялися в природніх умовах озер Глибоке та Старуха Чорнобильської зони відчуження

Вказані вище дослідження дають інструментарій для науково-обґрунтованого реагування у разі виникнення радіаційних аварій, ризик виникнення яких, на тлі повномасштабного вторгнення росії в Україну та подальшої окупації Запорізької та Чорнобильської атомних станцій, а також супутніх ядерних об'єктів, різко зріс. Крім того, все частіше почали лунати погрози щодо застосування ядерної зброї, у тому числі з уст осіб, що займають державні посади країни-агресора.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації, їх новизна та практичне значення. Дисертація Поліни Павленко містить нові результати щодо оптимізації застосування захисних контрзаходів, спрямованих на зменшення доз опромінення населення в умовах радіаційних аварій при споживанні риби та рибних продуктів. Багаторічний досвід подолання наслідків аварії на Чорнобильській АЕС практично не містить інформації щодо заходів для зменшення радіоактивного забруднення риби, окрім заборони та обмеження її споживання. Дана робота покликана заповнити існуючі прогалини.

Зокрема, вперше у світі у було визначено радіологічну ефективність застосування в природних умовах забрудненого радіонуклідами озера Глибоке корму для риб виготовленого з додаванням сполуки залізо-гексаціаноферату калію.

Показано, що глибоко зафіксований у кістковій тканині аборигенної риби ^{90}Sr не виводиться з організму після перенесення з радіоактивно забрудненої водойми в «чисту». Тому такий контрзахід авторка рекомендує тільки для риб, які накопичили ^{90}Sr в організмі за короткий проміжок часу.

В контрольованих умовах лабораторного експерименту отримано нові дані для параметрів надходження і виведення ^{90}Sr з води в організм риб при різній температурі води і режимах годівлі.

Встановлено, що при варінні бульйону ^{90}Sr з кісткової тканини аборигенної риби з радіоактивно забрудненої водойми практично не переходить в бульйон – коефіцієнт утримання не перевищує 0,01.

Всі результати достовірні та належним чином науково обґрунтовані. Застосовано сучасні методи, що показали свою ефективність у попередніх дослідженнях інших авторів. Серії лабораторних експериментів у контрольованих умовах, що поєднувалися з наступними дослідженнями в природних озерах Чорнобильської зони відчуження дозволили накопичити великий масив даних для розрахунків та відповідних статистичних тестів, якими підкріплено висновки даного дослідження. Наукова обґрунтованість та достовірність результатів підкріплюються публікаціями результатів дисертації у журналі *Journal of Environmental Radioactivity*, що відноситься до категорії Q2 (Scopus).

У цілому дисертацію Павленко Павленко можна охарактеризувати як фундаментальну наукову роботу з чітким практичним спрямуванням. Вона виконана на високому сучасному рівні. Проведені дослідження уже знайшли застосування на практиці – було розроблено «Методичні рекомендації щодо застосування контрзаходів з метою забезпечення неперевищення гігієнічних нормативів за вмістом ^{137}Cs та ^{90}Sr у рибі (ДР-2006)», які було впроваджено в практику ведення рибного господарства в ПЗ «Древлянський». Також для національної «Системи підтримки прийняття рішень при ядерних і радіаційних аваріях для сільського господарства України» підготовлено коригування застосування таких контрзаходів, як «29 Використання чистих кормів» та «24 Використання препаратів залізо (III)-гексаціаноферату калію в раціоні харчування».

Практично всі експериментальні результати були перевірені в природних умовах, де підтверджена ефективність обраних контрзаходів, що є надзвичайно цінним з практичної точки зору.

Результати, отримані в рамках виконання дисертаційного дослідження доцільно використовувати у ЗВО для підготовки екологів у навчальних курсах: «Радіобіологія та радіоекологія» (ОС «Бакалавр»), «Експериментальна радіобіологія» (ОС «Магістр»).

Структура дисертації, повнота викладення основних результатів у наукових публікаціях. Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків, що містять протоколи вимірювань, методичні рекомендації розроблені здобувачкою у співавторстві та опис рекомендованих контрзаходів. Загальний обсяг дисертації 209 сторінок, список використаних джерел містить 141 найменувань, з них 23 кирилицею та 118 латиницею.

У *Вступі* обґрунтовано актуальність обраної тематики в контексті розроблення нових та вдосконалення вже існуючих контрзаходів, через дослідження механізмів впливу на перехід радіонуклідів з води, для зниження рівнів радіоактивного забруднення риби, задля забезпечення радіаційної безпеки людей. Наведено зв'язок із науковими проектами та грантами, сформульовано мету та завдання дослідження, подано короткий огляд застосованих методів. Також наведено відомості щодо наукової новизни, ступеню апробації результатів дослідження та публікацій.

У *першому розділі* викладено огляд літератури, детально проаналізовано сучасні розуміння науковців щодо надходження до організму риб основних радіонуклідів – ^{137}Cs та ^{90}Sr . Також розглянуто попередні дослідження щодо вмісту радіонуклідів у рибі водойм, які піддалися радіоактивному забрудненню. Проаналізовано дослідження ефективності різноманітних контрзаходів у тваринництві та рибному господарстві.

У *другому розділі* наведено методи, які було використано під час виконання дисертаційного дослідження, описано схеми проведення експериментів, протоколи відбору зразків та карти із розташуванням озер, де проводили польові експериментальні роботи. Наведено протоколи підготовки зразків перед вимірюванням питомої активності ^{137}Cs і ^{90}Sr та детально описано процедуру налаштування приладів і самого вимірювання з урахуванням особливостей отриманих зразків. Описано математичні та статистичні (критерій Манна-Уїтні, коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, тощо) методи аналізу отриманих результатів.

У *третьому розділі* наведено детальний аналіз результатів експериментів з оцінки ефективності різних контрзаходів, які націлені на зменшення накопичення радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у організмі риб. Встановлено ефективність застосування корму із додаванням залізо-гексаціаноферату калію для зменшення накопичення ^{137}Cs у м'язовій тканині риб (коефіцієнти зменшення до 27 разів) та вивчено особливості поведінки в даних умовах ^{90}Sr . Доведено, що витримування риби в «чистій» воді для зменшення активності ^{90}Sr в їстівній м'язовій тканині може застосовуватися як контрзахід лише після нетривалого перебування риби у воді, забрудненій цим радіонуклідом.

У *четвертому розділі* узагальнено ефективність і особливості застосування такого контрзаходу як застосування додаткового годування риби з різними кількостями залізо-гексаціаноферату калію у природних умовах, та вказано на обмеження застосування утримання риби у водоймі, яка незабруднена радіонуклідами перед виловом, що не дає

достатнього ефекту через тривалі періоди напіввиведення досліджуваних радіонуклідів. Про що далі було уточнено в межах результатів лабораторних акваріумних експериментів. ^{90}Sr при кулінарній обробці риби практично не переходить зі скелету у бульйон, тому ризик надходження до організму людини цього радіонукліду таким шляхом є мінімальним. Також дисертанткою надано інформацію про використання отриманих в результаті досліджень даних при розробленні науково-методичних рекомендацій та внесення коригування щодо застосування двох контрзаходів до Національної системи підтримки прийняття рішень при ядерних і радіаційних аваріях для сільського господарства України. Що безсумнівно вказує на високий рівень проведених досліджень та довіру до отриманих результатів.

Результати дисертації відображено у 14 публікаціях, з яких 5 статей у періодичних наукових виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та/або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus та/або Web of Science Core Collection, стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, стаття у колективній монографії, 7 тез наукових доповідей. За результатами дослідження також підготовлено науково-методичні рекомендації.

Відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. У роботі Поліни Павленко відсутні ознаки академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації. Наукові результати інших авторів використовуються лише в порівняльному аспекті та містять посилання на відповідне джерело.

Питання для дискусійного обговорення:

1. В пункті 3.3 описуєте результати лабораторного експерименту з вивчення параметрів надходження і виведення ^{90}Sr при різній температурі і режимі годівлі риб. Наскільки я зрозумів, то мета цього експерименту – це підтвердити результати польового експерименту в ЧЗВ з аборигенними линами. Чи досягли Ви поставленої мети? Який кінцевий висновок сформовано за результатами цього лабораторного експерименту?

2. Основний шлях надходження ^{90}Sr з води через зябра. Чи вірним буде припустити, що пропорційно збільшенню питомої активності радіонукліду у воді, буде зростати його питома активність у м'язовій тканині риби? Наскільки, на Ваш погляд, є критичним забруднення м'язової тканини риби саме цим радіонуклідом для споживання людиною в порівнянні, наприклад, із ^{137}Cs ?

3. На Ваш погляд, чому не відбувалося суттєвого зниження питомої активності ^{90}Sr у м'язовій тканині аборигенних риб при утриманні в «чистій» воді озера Старуха протягом 45 діб?

4. Бажаною була б схема експериментальних досліджень для полегшення сприйняття усього масиву отриманих даних.

Зазначені положення та питання не знижують наукової новизни та практичного значення проведених досліджень у рамках даної роботи.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертація Поліни Павленко на тему: «Наукове обґрунтування та розробка заходів щодо зменшення радіоактивного забруднення риби ^{90}Sr та ^{137}Cs » за актуальністю, ступенем новизни та практичним значенням представлених результатів, їх обґрунтованості, повноти викладення в опублікованих наукових працях відповідає вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 261 від 23 березня 2016 року (із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 283 від 03 квітня 2019 року, № 502 від 19 травня 2023 року та № 507 від 03 травня 2024 року), наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31 травня 2019 року) і 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 № 44 від 12 січня 2022 року (із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 341 від 21 березня 2022 року, № 502 від 19 травня 2023 року та № 507 від 03 травня 2024 року), а її авторка заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 091 «Біологія» галузі знань 09 «Біологія».

Рецензент доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України, кандидат біологічних наук, доцент Володимир ІЛЛЄНКО