

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

кандидата сільськогосподарських наук, старшого дослідника, завідувачки  
відділу радіоекології та дистанційного зондування ландшафтів  
Інституту агроєкології і природокористування НААН

**РАЙЧУК Людмили Анатоліївни**

на дисертаційну роботу

**КУЦЕНКА Миколи Ігоровича**

на тему: **«Оцінка ефективності фіторе mediaції радіоактивно забруднених  
ґрунтів територій Полісся Північного»,**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 201 Агрономія

галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство

**Актуальність обраної теми дослідження.** Наслідки аварії на Чорнобильській АЕС, з урахуванням масштабного надходження радіоактивних елементів у ґрунти, продовжують обумовлювати небезпечний екологічний стан окремих територій Українського Полісся. Особливу наукову та практичну значимість ця проблема набуває в сучасних умовах, коли Україна стикається з гострою необхідністю максимального введення в експлуатацію сільськогосподарських угідь, що постраждали від радіоактивного забруднення. Це пов'язано з тимчасовою та довготривалою втратою значних площ родючих земель на півдні та сході країни внаслідок військових дій.

Серед різноманітних радіонуклідів особливу увагу привертає  $^{137}\text{Cs}$  через його тривалий період напіврозпаду, високу мобільність у ґрунтах та здатність активно включатися в трофічні ланцюги. Дослідження останніх років свідчать, що на частині територій, які раніше були виведені з обороту через високий рівень забруднення, спостерігається зниження питомої активності до умовно допустимих значень. Однак проблема полягає в плямистому характері забруднення та відсутності системного фінансування для повноцінного радіологічного обстеження цих територій, що робить традиційні методи реабілітації малодоступними. У цих умовах метод фіторе mediaції набуває особливої актуальності як економічно доцільний та екологічно безпечний

спосіб відновлення продуктивності земель. Важливим аспектом є те, що використання нектаропилконосних трав у процесі фіторе mediaції не лише сприяє виведенню радіонуклідів з ґрунту, але й забезпечує покращення екологічного стану угідь через створення біорізноманітних агроценозів та розвиток бджільництва.

Окрему наукову цінність становить комплексний підхід до оцінки ефективності фіторе mediaції, який враховує не лише штучні радіонукліди ( $^{137}\text{Cs}$ ), але й природні радіоізотопи ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ), концентрація яких може зростати внаслідок агрохімічних втручань. Це особливо актуально в умовах інтенсифікації землеробства, коли внесення мінеральних добрив може призводити до кумулятивного зростання радіаційного навантаження.

Таким чином, проведене дослідження відповідає пріоритетним напрямкам розвитку аграрної науки, сприяючи вирішенню актуального суспільного завдання – поверненню до господарського використання радіоактивно забруднених земель при дотриманні принципів радіаційної безпеки та сталого розвитку територій.

**Оформлення дисертації та дотримання академічної доброчесності.** Дисертаційна робота Куценка М.І. написана українською мовою і оформлена відповідно до чинних вимог Міністерства освіти і науки України, є завершеною науковою працею і містить результати власних наукових досліджень. Зміст дисертаційного дослідження Куценка М.І. відповідає Стандарту вищої освіти з галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство за спеціальністю 201 Агрономія. Дослідження виконано у Вінницькому національному аграрному університеті у період 2021-2024 рр. і є складовою науково-дослідної роботи: «Оптимізація способів підвищення якості і безпеки продукції рослинництва в умовах забруднення сільськогосподарських угідь Вінниччини різними токсикантами, зумовленого інтенсифікацією галузі» (№ державної реєстрації 0121U109037, 04.21–11.2024 р.). Робота подана у вигляді кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису. Рукопис має класичну структуру і

складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списків використаних літературних джерел до кожного розділу та додатків. Дисертація має логічно підпорядковану структуру, рукопис написаний з використанням переважно загальноприйнятої фахової термінології. Аналіз дисертації та наукових публікацій Куценка М.І. не дає підстав для сумнівів щодо академічної доброчесності здобувача. Використання ідей, результатів, текстів і рисунків мають відповідні посилання і не порушують правил академічної доброчесності.

**Наукова новизна положень, результатів та висновків дисертації.** У дисертаційній роботі отримано нові результати, що свідчать про значний внесок автора у розвиток радіоекологічних досліджень. Вперше після 37 років після аварії на Чорнобильській АЕС проведено комплексне дослідження питомої активності  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$  та  $^{226}\text{Ra}$  у системі "грунт-рослина-продукція бджільництва" на дерново-підзолистих ґрунтах з різною інтенсивністю (типом) використання. Отримано оригінальні дані про розподіл радіонуклідів у вегетативній масі та насінні шести видів нектаропилконосних рослин, що мають важливе значення для оцінки трофічних ланцюгів переносу радіоактивних речовин.

Особливої наукової цінності набувають результати щодо визначення питомої активності радіонуклідів у бджолиному обніжжі, що дозволяє оцінити рівень забруднення природними та штучними радіонуклідами продуктів бджільництва на радіоактивно забруднених територіях Полісся України у віддалений період після Чорнобильської катастрофи. Важливим науковим досягненням є розробка еколого-економічного підходу до фіторе mediaції забруднених ґрунтів, який поєднує ефективне зниження радіаційного навантаження з отриманням продуктів рослинництва та бджільництва. Отримані результати розширюють наукові уявлення про особливості міграції радіонуклідів у агроекосистемах у віддалений період після аварії на ЧАЕС та відкривають нові можливості для реабілітації радіоактивно забруднених територій.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації.** Дисертаційна робота Куценка М.І. виконана на належному науковому та теоретичному рівні. Розроблені наукові положення, висновки і рекомендації виробництву мають теоретичне обґрунтування та підтвердженні експериментальним дослідженнями. Аналізи та спостереження проведено у лабораторних і польових умовах. Достовірність отриманих результатів досліджень доведена їх статистичною обробкою.

**Наукове та практичне значення отриманих результатів дослідження.** Отримані результати дисертаційної роботи мають важливе значення для розвитку наукових підходів до реабілітації радіоактивно забруднених територій Полісся України. Проведене дослідження вносить нові дані щодо особливостей міграції  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$  та  $^{226}\text{Ra}$  в системі "грунт-нектаропилконосні рослини-продукти рослинництва та бджільництва", що значно розширює можливості прогнозування радіаційних ризиків при сільськогосподарському використанні таких земель. Отримано комплексні дані про накопичення радіонуклідів у бджолиному обніжжі, що є важливим для оцінки безпечності продуктів бджільництва на забруднених територіях.

Практична цінність роботи полягає в розробці ефективних підходів до фіторе mediaції, які поєднують екологічну безпеку з економічною доцільністю. Запропонована методика вирощування нектаропилконосних рослин (зокрема головатня круглоголового) дозволяє одночасно знижувати радіаційне навантаження на ґрунти та отримувати корисну продукцію для насінництва і бджільництва. Отримані результати можуть бути використані при розробці регіональних програм реабілітації сільськогосподарських угідь, що зазнали радіоактивного забруднення, з урахуванням принципів сталого розвитку територій. Особливе значення мають рекомендації щодо обробітку вегетативної маси після збирання насіння та обґрунтований вибір культур для фіторе mediaції, що сприятиме підвищенню ефективності відновлення продуктивності ґрунтів при мінімальних витратах.

**Характеристика основних положень роботи.** Дисертація оформлена відповідно до чинних вимог Міністерства освіти і науки України. Структура дисертації виправдана логікою дослідження. Рукопис складається із анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел до кожного з підрозділів та додатків. Дисертація Куценка М.І. містить авторські висновки, наукові положення і рекомендації. Такий поділ роботи, на нашу думку, дав змогу логічно відобразити цілісний процес наукового пошуку автора. Робота викладена на 161 сторінках комп'ютерного тексту, містить 27 таблиць, 28 рисунків та додатки. Список використаних джерел нараховує 210 пунктів, у т. ч. 22 – закордонних.

В **анотації** висвітлено узагальнений короткий виклад основного змісту дисертації, зокрема: стисло представлено загальні відомості про дисертацію, мету та поставлені наукові завдання, основні отримані наукові результати дослідження із зазначенням наукової новизни та практичного значення. Анотація написана державною та англійською мовами.

У **Вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання, визначено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів досліджень та особистий внесок у розв'язанні даних питань.

У **Розділі 1 «Радіаційне навантаження на ґрунти Полісся та заходи щодо підвищення безпеки ефективності їх використання в сучасному землеробстві»** проаналізовано зарубіжні та вітчизняні праці та на основі них сформульовано завдання дослідження, що передбачають їх удосконалення з урахуванням сучасної екологічної ситуації на території Північного Полісся України. Зокрема, проаналізовано особливості накопичення радіонуклідів у ґрунтах, досліджено способи очищення ґрунтів від радіаційного забруднення, висвітлено заходи щодо підвищення ефективності використання ґрунтів, які потрапили під радіаційне забруднення, у рослинництві.

У **Розділі 2 «Умови, програма та методика проведення досліджень»** здобувачем охарактеризовано і проаналізовано природно-кліматичні умови

регіону та детально охарактеризовано дерново-підзолистий ґрунт. Представлено програму, схему та методику досліджень.

У Розділі 3 «Оцінка фіторемедіації дерново-підзолистого ґрунту в умовах радіаційного навантаження за вирощування нектаропилконосних рослин» представлено результати експериментальних досліджень щодо екологічної та економічної ефективності застосування фіторемедіації на дерново-підзолистих ґрунтах шляхом вирощування нектаропилконосних культур. Детально досліджено рівень накопичення радіонуклідів ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$  та  $^{226}\text{Ra}$ ) у вегетативній масі рослин, а також проаналізовано показники їх винесення з ґрунту разом із рослинною біомасою. Окрему увагу приділено можливості використання частини врожаю – насіння, нектару, квіткового пилку – для потреб насінництва та бджільництва, що робить фіторемедіацію більш привабливою для практичного впровадження.

**Висновки та пропозиції виробництву**, наведені у дисертаційній роботі, відзначаються високим практичним значенням, оскільки базуються на отриманих експериментальних даних і підтверджені результатами виробничої перевірки, що засвідчує їхню достовірність. У дисертації обґрунтовано екологічну та економічну доцільність застосування фіторемедіації шляхом вирощування нектаропилконосних рослин, що дає змогу одночасно зменшувати вміст радіонуклідів у ґрунтах та отримувати цінну сільськогосподарську продукцію. Окремо висвітлено результати досліджень щодо впливу застосування добрив на ефективність фіторемедіації дерново-підзолистого ґрунту.

Запропоновані у дисертації висновки та практичні рекомендації мають наукове обґрунтування, значний практичний потенціал і повністю відповідають змісту виконаної роботи.

**Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.** Основні положення та висновки дисертації Куценка М.І. знайшли відображення у 7 наукових працях, з яких: 1 стаття в міжнародному науковому фаховому виданні, що

індексується в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science, 2 статті в наукових фахових виданнях України категорії «Б», включених до міжнародної наукометричної бази даних Index Copernicus, 4 тези доповідей на науково-практичних конференціях.

**Особистий внесок здобувача.** Наукова концепція, яка лягла в основу дисертаційної роботи, була розроблена здобувачем самостійно. В рамках дослідження автором було проведено: критичний аналіз наукової літератури з виділенням актуальних невирішених проблем у сфері зниження радіоактивного забруднення ґрунтів, організацію та виконання експериментальних досліджень, а також статистичну обробку, аналіз та інтерпретацію отриманих даних, формулювання висновків та пропозицій виробництву. Визначення методології дослідження здійснювалося у співпраці з науковим керівником.

**Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.** Як будь-яка наукова праця, присвячена дослідженню недостатньо вивчених міждисциплінарних наукових феноменів, дисертація М.І. Куценка містить певні неточності та дискусійні положення. Тому, оцінюючи загалом позитивно дисертацію Миколи Ігоровича, вважаю за доцільне вказати на певні недоліки та висловити побажання:

1. Деякі завдання сформульовані скоріше як процес, а не результат, що призвело до недостатньої теоретичної обґрунтованості отриманих практичних результатів і неповного розкриття причинно-наслідкових зв'язків.

2. У Розділі 2 не зазначено, які саме види добрив було застосовано, що ускладнює оцінку їхнього забруднення радіонуклідами і відповідно рівень повторного забруднення ґрунту.

3. Доцільно було б замінити поняття «інтенсивність використання ґрунту» на «характер використання» або «функціональне призначення» ґрунту, що краще відображало б суть досліджень.

4. З таблиці 3.27 не зовсім зрозуміло, яким чином було визначено економічну ефективність фіторе mediaції, оскільки подається ефективність

виращування нектаропилконосних культур з виробництвом насіння і меду без прив'язки до рівня забруднення радіонуклідами до і після фітореMediaції.

5. В Розділі 3 при ілюструванні отриманих даних присутні деякі помилки чи неточності. Так, в назвах табл. 3.7, 3.9, 3.11 та ін., де вказано безрозмірний показник коефіцієнти накопичення, вказано також і одиниці вимірювання (Бк/кг). В заголовках деяких таблиць вказано похибку, однак в самих таблицях вони не вказані. В табл. 3.25 не вказано одиниці вимірювання. Також в деяких рисунках (3.11-3.16) бажано було б вказати похибку середнього.

6. Опис табл. 3.12 не зовсім відповідає її вмісту.

7. В описі табл. 3.24 (ст. 148) її зміст охарактеризовано як «зміни агроєкологічного стану», хоча в даному випадку йдеться лише про агрохімічні показники і питому активність  $^{137}\text{Cs}$ .

8. У тексті дисертаційної роботи трапляються науково та змістовно некоректні і/чи розмовні вислови («інтенсивність забруднення», «кількість радіонуклідів» (замість «сумарна (питома) активність»), «безпека ефективності використання», «період розпаду (радіонуклідів)», «радіологічна оцінка еколого-економічної ефективності» тощо), змістовні неузгодженості в реченнях, граматичні та друкарські помилки, повторення в списку літературних посилань.

Виявлені недоліки не мають принципового характеру і можуть слугувати підґрунтям для наукової дискусії, подальших досліджень і вдосконалення, суттєво не впливаючи на загальну наукову і практичну цінність дисертаційної роботи.

**Загальний висновок про дисертаційну роботу.** Вважаю, що представлена дисертаційна робота **Куценка Миколи Ігоровича** на тему: **«Оцінка ефективності фітореMediaції радіоактивно забруднених ґрунтів територій Полісся Північного»** виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням, теоретичні та практичні результати якого вирішують поставлене

наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство за спеціальністю 201 Агрономія.

Дисертаційна робота за своєю актуальністю, науковою новизною, практичним значенням одержаних результатів, обґрунтованістю основних положень та висновків відповідає вимогам чинного законодавства України, які передбачені в 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 12.01.2022 р. № 44 (зі змінами), а її автор – **Куценко Микола Ігорович**, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство.

**Офіційний опонент:**

кандидат сільськогосподарських наук,  
старший дослідник, завідувач відділу  
радіоекології та дистанційного  
зондування ландшафтів  
Інституту агроекології і  
природокористування НААН

Людмила РАЙЧУК

ПІДПИС ЗАСВІДЧЕНО

Зам. зав. відділу (В.М.С.)  
Сисана ЗАХАРЕНКО

