

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **КУЦЕНКА Миколи Ігоровича**

на тему: «**Оцінка ефективності фіторе mediaції радіоактивно забруднених ґрунтів територій Полісся Північного**» представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія

Актуальність теми дисертації. Наслідки аварії на Чорнобильській АЕС, зважаючи на масштаби поширення радіоактивних елементів у навколишньому середовищі, становлять значну загрозу для аграрного виробництва, особливо на територіях, що безпосередньо прилягають до зони техногенного впливу, зокрема, в Житомирській області та інших регіонах. Серед радіоактивних елементів особливу небезпеку становить ^{137}Cs через його значну кількість і активну циркуляцію в екосистемі ґрунт $\rightarrow$ рослинна продукція $\rightarrow$ організм людини. За даними Б.С. Пристера (1996), в Україні понад 9 млн га територій забруднено ^{137}Cs із щільністю понад 1 Ки/км^2 , зокрема: 3,1 млн га орних земель, 1,5 млн га природних лук та 4,4 млн га лісових угідь. Після потрапляння в ґрунти радіонукліди вбудовуються в трофічні ланцюги, накопичуючись у тканинах рослин, що призводить до погіршення їх якості та безпечності. У зв'язку з цим території, що зазнали радіаційного забруднення, розподілені на спеціальні зони, які визначають рівень безпеки проживання населення та рівень радіаційного опромінення.

Значні території, забруднені ^{137}Cs понад 15 Ки/км^2 , були залишені для природного самоочищення ґрунтів унаслідок радіоактивного розпаду цього ізотопу. Наразі рівень забруднення поступово знижується, що дає можливість повернення цих земель в аграрне використання. Однак, зважаючи на здатність рослин накопичувати в кілька разів більше радіоактивних речовин у своїй біомасі порівняно з їхньою концентрацією в ґрунті, а також необхідність зменшення дози опромінення населення до 1 мЗв/рік (що відповідає

природному радіаційному фону до аварії на Чорнобильській АЕС), постає нагальна потреба у впровадженні заходів для зниження накопичення радіонуклідів рослинністю.

Водночас особливої уваги потребує контроль та зменшення вмісту в ґрунтах радіоактивних елементів природного походження, зокрема ^{40}K , ^{232}Th та ^{226}Ra , які додатково підсилюють радіаційне навантаження на агроєкосистеми та вироблену продукцію. Дослідження показують, що вміст цих радіоізотопів у рослинництві помітно зростає під впливом агрохімічних заходів, зокрема, через застосування мінеральних добрив, що може сприяти підвищенню рівня радіаційного забруднення сільськогосподарських угідь.

Одним із ефективних агротехнічних заходів для зниження радіаційного навантаження на ґрунти є фітореMediaція. Цей метод передбачає накопичення радіоактивних елементів у вегетативній масі рослин із подальшим видаленням їх із забруднених територій, що сприяє поступовому зменшенню концентрації токсичних речовин у ґрунті. Аналіз практичного застосування фітореMediaції на забруднених угіддях, які постраждали внаслідок техногенної діяльності, свідчить про її високу ефективність. Проте, попри позитивні результати, цей метод поки не отримав широкого розповсюдження. Основною причиною є, зокрема, недостатнє фінансування заходів, спрямованих на покращення екологічного стану ґрунтів. Це зумовлює необхідність пошуку більш ефективних шляхів упровадження фітореMediaції в умовах значного техногенного навантаження, що потребує як наукового обґрунтування, так і державної підтримки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до плану наукових досліджень і розробок Вінницького національного аграрного університету і є складовою частиною науково-дослідної теми «Оптимізація способів підвищення якості і безпеки продукції рослинництва в умовах забруднення сільськогосподарських

угідь Вінниччини різними токсикантами зумовленого інтенсифікацією галузі» (№ державної реєстрації 0121U109037, 04.2021 – 11.2024 рр.), в межах якої автором було вивчено ефективність фіторе mediaції ґрунтів, які перебувають в умовах високого радіаційного навантаження.

Ступінь обґрунтованості наукових положень. Чітке формулювання мети та завдань дослідження автором дисертаційної роботи стало основою для визначення теоретичних і методологічних аспектів майбутніх експериментів. Проведений аналіз сучасної наукової літератури дозволив обґрунтувати актуальність роботи та сформуванати наукове підґрунтя для вивчення процесів фіторе mediaції на територіях із високим рівнем радіаційного забруднення.

Мета і завдання дослідження полягала у вивченні екологічної та економічної ефективності фіторе mediaції ґрунтів, що зазнали високого радіаційного навантаження, за вирощування нектаропилконосних рослин на території Житомирщини.

Об'єкт дослідження – дерново-підзолистий ґрунт в умовах радіаційного навантаження.

Предмет дослідження – оцінка екологічної та економічної ефективності фіторе mediaції дерново-підзолистого ґрунту за вирощування нектаропилконосних рослин.

Практичне значення одержаних результатів. Науково обґрунтовано та рекомендовано для виробництва застосування фіторе mediaції як ефективного заходу для зниження рівня ^{137}Cs , ^{40}K , ^{232}Th та ^{226}Ra у дерново-підзолистих ґрунтах. Дослідження підтвердило, що впровадження цієї технології не лише сприяє зменшенню вмісту радіонуклідів у ґрунті, а й забезпечує підвищення економічної ефективності за рахунок вирощування нектаропилконосних рослин та оптимізації їхнього використання. Результати трирічного циклу вирощування нектаропилконосних культур показали, що вміст радіонуклідів у дерново-

підзолистому ґрунті знижується в таких межах: ^{137}Cs – від 12,5% до 20,1%, ^{40}K – від 8,1% до 16,8%, ^{226}Ra – від 9,0% до 17,3% та ^{232}Th – від 10,2% до 21,0%.

Поєднання фіторе mediaції із виробництвом продукції для насінництва та бджільництва дає змогу отримувати економічний прибуток на рівні 61000 грн/га за вирощування головатню круглоголового, 11930 грн/га – розторопші плямистої, 10800 грн/га – буркуну білого, 10850 грн/га – еспарцету піщаного, 12325 грн/га – фацелії пижмолистої, 27100 грн/га – люпину вузьколистого та 17750 грн/га – вики ярої. Отримані результати підтверджують доцільність використання нектаропилконосних рослин для фіторе mediaції радіоактивно забруднених територій, що забезпечує як екологічний ефект, так і економічну вигоду для сільськогосподарського виробництва.

Достовірність і новизна дисертаційної роботи. На основі проведених наукових досліджень вперше після 37-річного періоду з моменту аварії на Чорнобильській АЕС:

- досліджено рівень питомої активності ^{137}Cs , ^{40}K , ^{232}Th та ^{226}Ra у дерново-підзолистому ґрунті за різної інтенсивності його використання під вирощування сільськогосподарських культур;
- вивчено накопичення ^{137}Cs , ^{40}K , ^{232}Th та ^{226}Ra у вегетативній масі та насінні нектаропилконосних рослин, зокрема буркуну білого, розторопші плямистої, головатня круглоголового, еспарцету піщаного, фацелії пижмолистої та люпину вузьколистого;
- визначено рівень накопичення ^{137}Cs , ^{40}K , ^{232}Th та ^{226}Ra у продуктах переробки квіткового пилку бджолами, а саме у бджолиному обніжжі;
- проведено комплексну еколого-економічну оцінку фіторе mediaції дерново-підзолистого ґрунту за вирощування нектаропилконосних рослин із подальшим використанням частини отриманої продукції у рослинництві та бджільництві.

Отримані результати є важливими для розроблення нових підходів до реабілітації радіоактивно забруднених земель, підвищення їх екологічної безпеки та раціонального використання в аграрному секторі.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійно виконаною науковою працею, у якій комплексно розглядаються теоретичні, методичні та прикладні аспекти екологічної та економічної ефективності фіторе mediaції ґрунтів, що перебувають під високим радіаційним навантаженням, шляхом вирощування нектаропилконосних рослин. Здобувачем розроблено наукову концепцію, яка стала основою дисертаційної роботи. Самостійно проведено аналіз літературних джерел, визначено невирішені питання, що стосуються ефективності зниження вмісту радіоактивних речовин у ґрунтах, а також виконано експериментальні дослідження, статистичну обробку, аналіз та узагальнення отриманих результатів. Напрямок окремих методів досліджень визначено спільно з науковим керівником.

Результати досліджень опубліковані у 5 наукових працях, із них 3 статті: 2 – у наукових фахових виданнях України, затверджених як фахові, віднесених до категорії «Б», 1 – у іноземному науковому виданні, що індексують у міжнародній наукометричній базі Scopus, 2 тези доповідей на наукових конференціях.

Оцінка змісту дисертації. Наукову роботу написано державною мовою, викладено на 164 сторінках комп'ютерного тексту, містить 27 таблиць та 28 рисунків. Ступінь обґрунтованості наукових досліджень підтверджує глибокий аналіз наукових джерел, а одержані результати отримані здобувачем із використанням сучасних методів досліджень та підтверджені відповідними актами сертифікованих лабораторій. Результати досліджень пройшли математично-статистичний аналіз та оцінку еколого-економічної ефективності, що дозволяє стверджувати про їх достовірність. Анотація наукової роботи Куценка М.І. написана українською та англійською мовами та містить короткий виклад змісту дисертації.

У вступі наукової кваліфікаційної роботи обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі на основі аналізу зарубіжних та вітчизняних наукових джерел сформульовано завдання дослідження, що передбачають їх удосконалення з урахуванням сучасної екологічної ситуації на території північного Полісся. Зокрема, проаналізовано вплив техногенного радіаційного навантаження на дерново-підзолистий ґрунт, досліджено особливості міграції радіоізотопів у трофічному ланцюгу, а також висвітлено наслідки радіаційного забруднення, що впливають на ґрунти, вироблену сільськогосподарську продукцію та організм людини.

У другому розділі здобувачем представлено природно-кліматичні умови регіону та детальну характеристику дерново-підзолистого ґрунту. Викладено програму, схему та методику досліджень, що використовувалися у роботі. Окрему увагу приділено опису сортів нектароносних рослин та технології їх вирощування, які застосовувалися у процесі експериментальних досліджень.

У третьому розділі наведено результати досліджень щодо екологічної та економічної ефективності фітореMediaції дерново-підзолистого ґрунту за вирощування нектаропилконосних рослин. Досліджено рівень накопичення ^{137}Cs , ^{40}K , ^{232}Th та ^{226}Ra , а також оцінено винесення цих радіонуклідів із ґрунту разом із вегетативною масою рослин. Окремо розглянуто використання частини врожаю (насіння, нектару, квіткового пилку) у насінництві та бджільництві, що забезпечує додаткову економічну ефективність цього методу.

Висновки і пропозиції мають високе наукове та практичне значення, оскільки ґрунтуються на отриманих експериментальних даних та підтверджені виробничою перевіркою, що свідчить про їх достовірність.

Обґрунтовано еколого-економічну ефективність застосування фітореMediaції у поєднанні з вирощуванням нектаропилконосних рослин, що дозволяє не лише знижувати рівень радіонуклідів у ґрунті, а й отримувати цінну сільськогосподарську продукцію. Окремо представлено результати досліджень

щодо впливу удобрення нектаропилконосних рослин у процесі фітореMediaції дерново-підзолистого ґрунту.

Запропоновані висновки та практичні рекомендації для аграрного виробництва базуються на детальному аналізі отриманих даних та підтверджують ефективність поєднання фітореMediaції з виробництвом продукції, що робить цю методику перспективною та науково обґрунтованою.

Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційної роботи. Попри високий науковий рівень, оригінальність та новизну отриманих результатів, а також їх важливість для теоретичних і практичних аспектів аграрної сфери, варто звернути увагу на деякі зауваження, рекомендації та дискусійні аспекти, що стосуються дисертаційної роботи Куценка М.І.:

1. Які саме сорти рослин були використані у ваших дослідженнях, і чи входять вони до Державного реєстру сортів рослин, придатних для використання в Україні?

2. Якщо найвищий рівень накопичення радіонуклідів зафіксовано у люпина вузьколистого, чому у рекомендаціях ви віддаєте перевагу головатню круглоголовому?

3. Чим пояснюється різниця в урожайності досліджуваних вами рослин у порівнянні з іншими регіонами України?

4. Які причини зниження ефективності фітореMediaції при внесенні мінеральних добрив?

5. У другому розділі дослідження розглядаються три типи сільськогосподарських угідь (польова сівозміна, присадибні ділянки та природні луки), тоді як у третьому розділі з'являється ще й пар. Чи можете пояснити цю невідповідність?

6. У роботі не зазначено, на яких саме об'єктах проводилася виробнича перевірка отриманих результатів. Чи можете уточнити цю інформацію?

Загалом, наведені зауваження не впливають на наукову та практичну значущість отриманих автором результатів дослідження і не знижують загальної високої позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Зважаючи на актуальність теми, наукову новизну, важливість отриманих автором результатів, їх обґрунтованість і достовірність, а також практичну значущість сформульованих положень і висновків, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Куценка Миколи Ігоровича на тему: «Оцінка ефективності фітореMediaції радіоактивно забруднених ґрунтів територій Полісся Північного» відповідає вимогам 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) та наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), і може бути представлена для офіційного захисту в разовій спеціалізованій вчентій раді, а її автор Куценко Микола Ігорович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 Агрономія.

Рецензент: к. с-г. н., доцент,
доцент кафедри екології
та охорони навколишнього середовища,
факультету екології, лісівництва
та садово-паркового господарства,
інституту агротехнологій
та природокористування
Вінницького національного
аграрного університету

Олексій АЛЕКСЕЄВ

Підпис Алексеева О.О. засвідчую
Вчений секретар



Тетяна КОРΠΑНИЮК