

РЕЦЕНЗІЯ

професора кафедри фітопатології імені академіка В. Ф. Пересипкіна
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН

ПАТИКИ Миколи Володимировича

на дисертацію **ВОЛКОГОНА Івана Віталійовича** на тему:

**«Оцінка целюлозоруйнівної активності мікробіоти
на забруднених радіонуклідами дерново-підзолистих ґрунтах»,**

подану на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 091 «Біологія»
галузі знань 09 «Біологія»

Актуальність теми дисертації. З часу Чорнобильської трагедії пройшло вже більш ніж 35 років – час достатній для забезпечення змін у ґрунтах, викликаних радіоактивним забрудненням. Ці зміни теоретично можуть бути обумовлені дією різних чинників. Це і перерозподіл радіонуклідів по ґрунтовому профілю, це і адаптація ґрунтової мікробіоти до певних доз хронічного іонізаційного забруднення та ін. Проте в літературі не існує узгодженої точки зору щодо особливостей росту і розвитку бактерій та мікроміцетів у забруднених радіацією ґрунтах через певні проміжки часу. Особливо дискусійними є висновки щодо первинних процесів ґрунтоутворення, в яких основну роль відіграють мікроорганізми, що забезпечують трансформацію рослинних решток. Основні дослідження поведінки ґрунтової мікробіоти за дії радіоактивного забруднення були проведені у перші 10 років після аварії на ЧАЕС. Дослідження останніх років у цьому напрямі, як у зонах впливу ЧАЕС, так і в префектурі Фукусіма (Японія) свідчать про неоднозначні висновки, часто кардинально протилежні. У зв'язку з цим тема дисертаційних досліджень І. В. Волкогона є актуальною і своєчасною.

Актуальність дисертації підтверджується участю І. В. Волкогона у виконанні науково-дослідної роботи кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України за договором з МОН України від 20.05.2021 р. № 200/01/0489 «Целюлозоруйнуюча активність мікрофлори ґрунтів Українського Полісся в умовах радіоактивного забруднення та її участь у ґрунтоутворюючих процесах (включаючи пірогенно трансформовані ґрунти)».

Наукова новизна отриманих результатів. Отримало подальший розвиток вчення про вплив іонізуючої радіації на трансформацію рослинних решток у ґрунті, формування мікробної біомаси та функціональну активність мікроорганізмів у дерново-підзолистих ґрунтах Українського Полісся.

Вперше показано, що через більш ніж 35 років після аварії на Чорнобильській АЕС відносно невисокі дози іонізуючої радіації (до 1,57 мкГр/год) не пригнічують розвиток мікроорганізмів-представників сахаролітичного (мікроміцетів та целюлозоруйнівних бактерій) і пептолітичного (амоніфікаторів) шляхів деструкції органічної речовини у ґрунті.

Натомість високі дози радіоактивного забруднення продовжують пригнічувати діяльність мікробіоти та інтенсивність трансформації у ґрунті рослинних решток.

Встановлено, що у комплексі целюлозоруйнівних мікроорганізмів радіоактивно забруднених ґрунтів, як і в перші роки після аварії на ЧАЕС, домінують мікроміцети.

Показано, що радіоактивне забруднення ґрунтів аналогічно впливає також і на розвиток та функціональну активність представників інших еколого-трофічних груп мікроорганізмів – азотфіксаторів, денітрифікаторів, іммобілізаторів азоту, фосфат-мобілізуювальних бактерій.

Практичне значення отриманих результатів. Результати наукового дослідження доповнюють сучасні уявлення про вплив різних рівнів радіоактивного забруднення на біологічний стан дерново-підзолистих ґрунтів. Оскільки мікроорганізми є найчутливішими індикаторами змін у біоценозах, отримані у ході досліджень дані, що свідчать про активізацію ґрунтово-біологічних процесів за відносно невисоких рівнів забруднення, можуть бути основою для створення відповідної бази даних та розроблення науково-практичних рекомендацій щодо використання забруднених радіонуклідами територій Українського Полісся.

Запропоновано використання методики газохроматографічного визначення потенційної активності азотфіксації як чутливого тесту при дослідженні реакції мікробіоти на радіоактивне забруднення ґрунтів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, 7 розділів, висновків. Загальний обсяг дисертації викладено на 197 сторінках. Робота містить 12 рисунків і 32 таблиці, список використаних джерел налічує 343 джерела.

У **розділі 1** автором детально проаналізовано вплив різних чинників на формування родючості дерново-підзолистих ґрунтів з особливим акцентом на сучасні погляди щодо ролі мікробіоти у ґрунтоутворенні. Окремий підрозділ присвячено впливу іонізуючої радіації на мікроорганізми. Також в окремому підрозділі аналізується стан досліджень впливу радіоактивного забруднення на ґрунтові біологічні процеси.

Розділ цікавий та інформативний. Загалом, автором детально проаналізовано стан досліджень за тематикою дисертації, зроблено критичні висновки і намічено перспективні шляхи з'ясування спірних положень. Це свідчить про належну фахову підготовку здобувача і вміння працювати з літературою.

У **розділі 2** представлено інформацію щодо методичних аспектів проведення досліджень. Описано використані радіологічні методи, методики агрохімічного аналізу. Детально висвітлено особливості застосування нового методу (ТВІ-індексу) для оцінки інтенсивності трансформації рослинних решток у ґрунті, умови проведення мікробіологічних та біохімічних (визначення ферментативної активності ґрунтів) аналізів. Наведено описання

та умови застосування газохроматографічних методів при визначенні мікробної біомаси у ґрунтах, емісії CO₂ і N₂O, потенційної активності азотфіксації.

У *розділі 3* детально висвітлено алгоритм проведення радіологічних і агрохімічних досліджень та результати обстеження територій для обрання дослідних полігонів. Цьому питанню в дисертації відведено значну увагу, що цілком зрозуміло, адже від правильного вибору ділянок для досліджень залежатимуть висновки. Результатом цієї роботи є вибір двох полігонів з градієнтами радіоактивного забруднення, розміщених на дерново-підзолистих ґрунтах: один у зоні обов'язкового (безумовного) відселення (біля с. Христинівка Народицького району Житомирської області), який характеризується відносно невисокими рівнями поглиненої радіації (від 0,2 до 1,57 мкГр/год) та інший у зоні відчуження ЧАЕС, безпосередньо біля території т. з «Рудого лісу». Другий полігон характеризується значним діапазоном сумарної потужності дози – від 3,7 до 84,0 мкГр/год. Таким чином, у ході досліджень обґрунтовано вибір двох полігонів з градієнтами радіоактивного забруднення, причому різниця у показниках між окремими точками обраних територій сягає 420 разів, що безперечно може свідчити про дієвість досліджуваного чинника (радіації).

Розділ 4 присвячено визначенню інтенсивності трансформації рослинних решток у ґрунтах за використання нового методу. Особливістю цього методу є можливість визначення не лише активності розкладання мортмаси, але й ступінь переходу розкладених решток у нову стабільну органічну речовину. Встановлено, що у ґрунті полігону № 1 інтенсивність розкладання рослинних решток суттєво перевищує показники, характерні для полігону № 2 у зоні відчуження ЧАЕС. Цікаво, що у ґрунті першого полігону відносно невисоке зростання радіоактивного забруднення (до 1,57 мкГр/год) не знижує целюлозоруйнівну активність, а навпаки – стимулює процес. Коефіцієнти стабілізації новоутвореної органічної речовини також суттєво переважають показники ґрунту полігону № 2.

Отже, за результатами досліджень можна зробити висновок, що з часом відносно невисокі дози хронічного радіоактивного забруднення ґрунту не знижують активність трансформації рослинних решток, і навіть стимулюють; високі рівні забруднення навіть через більш ніж 35 років після аварії на ЧАЕС продовжують пригнічувати активність розкладачів мортмаси.

У *розділі 5* наведено результати визначення в динаміці вмісту у ґрунтах обраних полігонів мікробної біомаси та особливостей розвитку мікроорганізмів – представників сахаролітичної (мікроміцети і целюлозоруйнівні бактерії) і пептолітичної (амоніфікувальні мікроорганізми) гілок деструкції рослинних решток. Встановлено, що за відносно невисокого збільшення рівнів радіації у ґрунті полігону № 1 зростає кількість мікробної

біомаси, чисельність мікроміцетів і амоніфікаторів. У ґрунті полігону № 2 досліджувані показники були суттєво нижчими, особливо за найвищого показника потужності дози.

Цікаво, що як і в перші роки після аварії на ЧАЕС, в угрупованнях розкладачів рослинних решток у ґрунтах, забруднених радіонуклідами, домінують мікроміцети. Чисельність целюлозолітичних бактерій є суттєво обмеженою за цих умов.

Здобувач також підкреслює, що аналогічна вище відміченій залежність спостерігається і щодо розвитку мікроорганізмів інших еколого-трофічних груп, діяльність яких значною мірою залежить від розвитку й активності деструкторів органічної речовини. Так, у ґрунті полігону № 1 з рівнем радіоактивного забруднення 1,57 мкГр/год інтенсивніше розвиваються мікроорганізми, що беруть участь у колообігу азоту (мікроорганізми, що використовують переважно мінеральні сполуки азоту, азотфіксатори і денітрифікатори). При цьому серед азотфіксувальних бактерій виявлено *Azotobacter chroococcum*, який вважається індикатором родючості ґрунту. Це спостерігалось у всі строки відбору ґрунтових зразків протягом періоду проведення досліджень. Натомість у точках Народичі-1 і Народичі-2 азотобактер інколи взагалі не вдавалося виявити. У точці Народичі-3 інтенсивніше розвивалися також і фосфатмобілізівні бактерії.

За отриманими результатами здобувач робить загальний висновок: на розвиток мікроорганізмів у ґрунті впливає радіоактивне забруднення і ступінь цієї дії залежить від його градієнту. Невисокі потужності поглиненої дози (у межах 1,57 мкГр/год) у ґрунті полігону № 1, розташованого у зоні безумовного (обов'язкового) відселення ЧАЕС сприяють накопиченню мікробної біомаси й активізують діяльність мікроорганізмів. Високі потужності поглинених доз радіації у ґрунті полігону № 2, розташованого у зоні відчуження ЧАЕС (від 3,7 до 61,6 і, особливо за 84,0 мГр/год), порівняно з показниками полігону № 1, негативно впливають на розвиток мікроорганізмів.

Розділ 6 присвячено визначенню потенційних активностей емісії CO₂, N₂O, азотфіксації та активності гідролітичних ферментів (целюлази і протеази) і ензимів, що беруть участь у гумусоутворенні (каталази і поліфенолоксидази) у ґрунтах за хронічного впливу радіоактивного забруднення. Розділ цікавий, інформативний. Оскільки емісія досліджуваних газів, по суті, також є результатом дії відповідних ферментів, розділ можна було б назвати «Ферментативна активність ґрунтів залежно від рівня радіоактивного забруднення». Використані у дослідженні методи є високочутливими, отримані результати підтверджують і уточнюють висновки, зроблені здобувачем при проведенні обліку чисельності мікроорганізмів і визначенні вмісту мікробної біомаси.

Значну різницю в показниках залежно від рівня радіоактивного забруднення в роботі показано при визначенні поліфенолоксидазної активності, а також за використання газохроматографічного методу дослідження нітрогеназної активності. Здобувач пропонує

використання цього методу як своєрідного індикатора стану мікробіоти у забруднених радіонуклідами ґрунтах як своєрідний тест, зважаючи на його високу чутливість і відносну простоту виконання.

Слід зазначити, що вплив радіації на ферментативну активність ґрунтових мікроорганізмів загалом є недостатньо вивченим, тож отримані результати значною мірою заповнюють цю прогалину.

У *розділі 7* здобувач вдало обґрунтовує зроблені висновки за співставлення і порівняння результатів, отриманих різними методами у попередніх розділах. Це підсилює враження фундаментальності проведеної роботи. Загалом слід відмітити, що в дисертації вдало поєднано різні методи досліджень (радіологічні, ТВІ-індексу, мікробіологічні, біохімічні і в т. ч. газохроматографічні). Кожен із використаних методів вносить свою частку у формування висновків.

Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації. Детальне вивчення рукопису дозволяє дійти висновку, що отримані здобувачем результати досліджень є всебічно обґрунтованими, достовірними, мають наукову новизну і практичну значимість, апробовані на численних зібраннях науковців.

За темою дисертації опубліковано 13 наукових праць, з яких стаття у періодичному науковому виданні, включеному до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та/або у закордонному виданні, проіндексованому у базах даних Scopus та/або Web of Science Core Collection, 3 статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, стаття у колективній монографії, 8 тез наукових доповідей.

Оцінюючи дисертацію позитивно, слід звернути увагу автора на деякі *недоліки*:

1. При виконанні роботи бажано було б оцінити якісні зміни в угрупованнях мікробіоти за використання молекулярно-біологічних методів. Тоді було б зрозуміло, чи загальна чисельність мікроміцетів і бактерій за дії радіоактивного забруднення змінюється за рахунок заміни одних видів іншими (радіотолерантними), чи зміни стосуються всіх представлених у ґрунті мікроорганізмів. За неможливості проведення молекулярно-біологічних методів можна було б провести оцінку морфологічних типів колоній мікроорганізмів на відповідних живильних середовищах.

2. При проведенні газохроматографічних визначень активності процесів азотфіксації і денітрифікації цікаво було б оцінити не лише потенційні показники, але й актуальні (польові) значення.

3. У дисертації зустрічаються невдалі вирази, про що було повідомлено здобувачеві.

Проте зазначені недоліки не впливають на високу оцінку дисертації.

Широке використання здобувачем різних методичних рішень значно підвищує загальну позитивну оцінку роботи.

Загальний висновок. За змістом та оформленням дисертація 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 автор Волкогон Іван Віталійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія» галузі знань 09 «Біологія».

Рецензент професор кафедри фітопатології імені академіка В. Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки Микола ПАТИКА