

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

О.І. Дребот, Н.А. Барановська, І.К. Швиденко

Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: 0000-0003-2681-1074

e-mail: baranovska23074@gmail.com; ORCID: 0009-0004-4391-7174

e-mail: favor09@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6135-8968

В умов тимчасової окупації територій на півдні й сході України та змінами клімату постає питання розвитку і розширення аграрного виробництва в зоні Полісся, зокрема на радіоактивно забруднених територіях. На віддаленому періоду після аварії на ЧАЕС ці території розглядаються як потенційно можливі для повернення і ведення сільського господарства, однак водночас потребують наукового обґрунтування використання земельних, ґрунтових, водних і біологічних ресурсів для виробництва екологічно безпечної продукції. Розглянуто актуальні питання щодо «зеленої» оптимізації аграрного виробництва, що є комплексним підходом, спрямованим на відновлення продуктивності ґрунтів, зниження радіоактивного забруднення продукції. Визначено ключову роль державної підтримки, яка є важливим чинником успішної реалізації заходів у сфері «зеленої» оптимізації аграрного виробництва. Обґрунтовано специфіку сучасного стану радіоактивно забруднених територій Українського Полісся і їх значення для аграрної галузі. Відзначено, що внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, ці землі втратили продуктивність і стали джерелом небезпеки для навколишнього середовища та здоров'я населення. Проаналізовано сучасні підходи до «зеленої» оптимізації агровиробництва, які відкривають перспективи для відновлення використання цих земель. Здійснено розрахунок допустимих рівнів забруднення ґрунту цезієм-137 для вирощування різних районованих сортів овочевих рослин із застосуванням інноваційних аграрних технологій. Доведено ефективність поєднання різних методів для досягнення сталих результатів у реабілітації земельних ресурсів. Досліджено концепцію «зеленої» оптимізації як інтеграції екологічних і технологічних інновацій, зокрема фіторе mediaції, застосування сорбентів для зменшення мобільності радіонуклідів, вибору культур із низьким накопиченням радіоактивних елементів та адаптації сучасних аграрних технологій. Аргументовано необхідність формування цільової державної політики щодо підтримки реабілітації земель і стимулювання аграрного виробництва в зоні радіоактивного забруднення. Визначено необхідність відновлення сільськогосподарського виробництва на цих землях без шкоди для навколишнього середовища і здоров'я людини з метою гарантування продовольчої безпеки та економічного розвитку поліських регіонів.

Ключові слова: екологічність виробництва, мобільність радіонуклідів, технологічні інновації, реабілітація земель, фіторе mediaція, сільське господарство.

ВСТУП

Радіоактивне забруднення земель Українського Полісся є однією з екологічних і соціально-економічних проблем не лише регіонального значення. Наслідки аварії на Чорнобильській АЕС й досі мають потужний вплив на стан екосистем, економіку та життя місцевого населення. Забруднені радіонуклідами землі, які раніше використовувалися для сільськогосподарського виробництва, виведено з

обігу через високий рівень небезпеки для життя й здоров'я людей [1]. За даними Міністерства економіки України, близько 1,24 млн га сільськогосподарських угідь наразі залишаються непридатними для традиційного агровиробництва через забруднення цезієм-137, стронцієм-90 та ін. небезпечними елементами [2].

Окрім екологічних наслідків, радіоактивне забруднення земель призвело до значного скорочення виробництва агропродукції і сировини в регіоні, що вплину-

ло на продовольчу безпеку України. Втрата сільськогосподарських площ негативно позначилася на економіці всього регіону, зменшивши доходи місцевих громад і створивши додаткове соціальне навантаження через зростання безробіття. Для населення, яке залишається на забруднених територіях, основною проблемою є обмежений доступ до безпечної продукції, оскільки вирощені на місцевих ґрунтах культури часто перевищують допустимі рівні вмісту радіонуклідів.

З огляду на очевидну складність проблеми, реабілітація забруднених територій залишається стратегічно важливим завданням для України [3; 4]. У цьому контексті актуальним є пошук ефективних шляхів повернення радіоактивно забруднених ґрунтів до активного господарського використання, що потребує впровадження інноваційних підходів до організації сільськогосподарського виробництва на таких територіях. До того ж одним із найперспективніших напрямів розв'язання проблеми є практичне застосування концепції «зеленої» оптимізації агровиробництва на основі екологічно безпечних технологій. Крім того, важливе завдання наразі полягає у впровадженні системи постійного моніторингу забруднення ґрунтів й аграрної продукції, вирощеної на них, що дасть можливість оперативно визначати ступінь ризику та коригувати агротехнічні заходи.

Отже, зазначені проблеми зумовлюють актуальність дослідження підходів щодо повернення забруднених земель до сфери сільськогосподарського використання та досягнення безпечного й економічно вигідного розвитку Поліського регіону.

Метою є дослідження підходів «зеленої» оптимізації агровиробництва на радіоактивно забруднених територіях Українського Полісся.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Аварія на ЧАЕС стала однією із екологічних катастроф ХХ ст., яка завдала значного впливу на функціонування всіх складових екосистеми [5; 6]. Проблема

реабілітації радіоактивно забруднених земель є предметом багаторічних досліджень. У науковій літературі акцентується увага на різних аспектах оптимізації агровиробництва на цих територіях — від агротехнічних до інноваційних, зокрема на екологічних методах [7; 8].

В окресленому аспекті варто відзначити дослідження Інституту агроекології і природокористування НААН щодо оцінки можливості повернення в господарське виробництво радіоактивно забруднених земель Полісся України. Зокрема, комплексна реабілітація сільськогосподарських угідь передбачає не лише врахування рівнів забруднення радіонуклідами, але й низки інших чинників, зокрема ґрунтових характеристик, що є особливо актуальним для переважаючих у регіоні типів ґрунтів [3; 9–11].

Важливо відзначити дослідження І.К. Швиденко, присвячене отриманню радіологічно безпечної продукції овочівництва в умовах Українського Полісся. У роботі здійснено розрахунок допустимих рівнів забруднення ґрунту цезієм-137 для вирощування різних районованих сортів овочевих рослин за умови застосування інноваційних аграрних технологій, що підтверджує можливість господарського використання земель за наявного рівня забруднення території [7].

Встановлено, що комплексна реабілітація земель Українського Полісся залежить щонайперше від еколого-економічної ефективності ведення сільськогосподарського виробництва, що передбачає чітку диференціацію сільськогосподарської діяльності відповідно до низки екологічних, економічних та соціальних чинників, а також загального вдосконалення сценаріїв агровиробничої діяльності. В цьому аспекті привертають також дослідження Т.О. Шматковської [12] та Р.І. Содоми [13], присвячені ефективності використання земель сільськогосподарського призначення в Україні. Крім того, автори обґрунтовують також й ефективність поєднання різних методів для досягнення сталих результатів у реабілітації земельних ресурсів.

Загалом бачимо, що найвні наукові напрацювання достатньо широко розкривають проблему відновлення забруднених земель Поліського регіону. Водночас існує об'єктивна необхідність поглиблення досліджень щодо застосування зелених технологій у забезпеченні господарської реабілітації земельних ресурсів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нині радіоактивно забруднені території Українського Полісся все ще залишаються серйозною екологічною та економічною проблемою регіону і країни загалом. Водночас загальна їх площа за останні 30 років майже не змінилася і в окремих областях займає значну частку сільгоспугідь (рис. 1).

Реабілітація таких земель вимагає впровадження інноваційних підходів, що поєднують як екологічну безпеку, так і гарантують економічну ефективність сільського господарства [5]. Серед таких рішень ключову роль відіграє «зелена» оптимізація агровиробництва, що є комплексним підходом, спрямованим на відновлення продуктивності ґрунтів, зниження радіоактивного

забруднення продукції та, як наслідок, забезпечення сталого розвитку регіону.

Необхідно відзначити, що одним із основних та найефективніших інструментів відновлення ґрунтів наразі є фітореMediaція. Загалом вона полягає в господарському використанні рослин, які здатні поглинати радіонукліди з ґрунту, що дає змогу поступово протягом кількох років знижувати рівень забруднення. Експериментальні дослідження, проведені на територіях Рівненської та Житомирської обл., довели ефективність цієї технології. Зокрема, вирощування гірчиці, люцерни та конопель упродовж трьох сезонів дало можливість знизити вміст цезію-137 у ґрунті на 25–30% [7]. Водночас для успішної реалізації фітореMediaції необхідно враховувати специфіку кожного регіону, зокрема тип ґрунту, кліматичні умови та рівень забруднення.

Крім того, важливу роль у зниженні мобільності радіонуклідів відіграють сорбенти. Спеціальні матеріали, як-от цеоліти, бентонітові глини та активовані карбонові сорбенти, мають високу здатність до зв'язування радіоактивних часток. Це дає змогу обмежити їх міграцію в ґрунті та

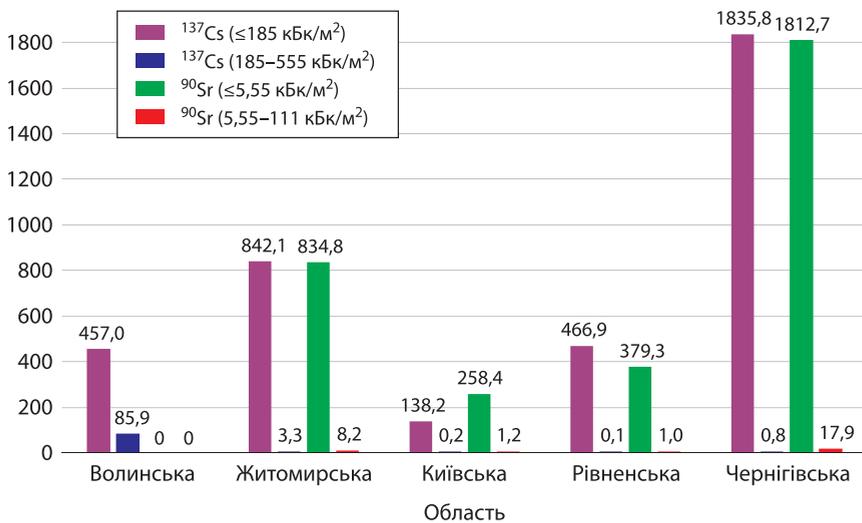


Рис. 1. Площі радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь Українського Полісся, тис. га

Примітка: побудовано авторами на основі [1].

рослинах. Так, за даними Міністерства економіки України, впродовж 2023 р. у межах програми з реабілітації забруднених земель було внесено цеоліти на площу понад п'ять тис. га. Це забезпечило зниження коефіцієнта переходу цезію-137 у продукцію на 40%, що істотно зменшило ризик забруднення кінцевих харчових продуктів [2].

Іншим ефективним заходом щодо відновлення забруднених земель є оптимізація сівозмін. Відомо, що забруднені території найкраще підходять для вирощування технічних культур, як-от льон, ріпак та конопль, оскільки вони мають низький коефіцієнт накопичення радіонуклідів. Водночас ці культури є економічно вигідними, бо їх продукція використовується в текстильній та енергетичній галузях. Наприклад, упровадження сівозмін із насиченням такою культурою, як ріпак на забруднених ґрунтах Житомирської обл. дало змогу отримати на 15% більше екологічно безпечні врожаї протягом двох років [11].

Окремо варто відзначити використання органічних добрив на забруднених територіях, оскільки їх застосування збагачує ґрунти поживними речовинами та зменшує мобільність радіонуклідів. Як стверджують експерти, компост, збагачений калієм та кальцієм, не лише покращує родючість, але й сприяє зниженню накопичення цезію-137 у рослинах. Зокрема, результати польових досліджень на території Полісся продемонстрували, що додавання калійних добрив зменшує вміст радіонуклідів у картоплі та зернових культурах на 20–30% [2]. Це свідчить, що такий підхід дає можливість використовувати органічні добрива як ключовий елемент системи «зеленої» оптимізації агровиробництва.

Однак реалізація таких підходів неможлива без застосування сучасних технологій моніторингу як важливої складової системи реабілітації земель. Так, використання дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС) дає змогу здійснювати достатньо точний аналіз рівня забруднення ґрунтів і продукції, яка на них виробляється. Також подібні технології дають можливість виробникам визначати

найбільш проблемні зони за рівнем забруднення та розробляти ефективні заходи з їх реабілітації. Зокрема, у 2024 р. за держаної підтримки на основі використання ГІС-систем було складено інтерактивну карту забруднених земель Полісся, що значно спростило для господарств планування сільськогосподарських робіт у регіоні [2].

Зазначимо, що саме державна підтримка є важливим чинником успішної реалізації заходів у сфері зеленої оптимізації аграрного виробництва. Зокрема, урядові програми, спрямовані на субсидування господарств, які займаються відновленням забруднених земель, забезпечують фінансові стимули для використання екологічно безпечних технологій. Так, за даними Мінекономіки України, за 2023 р. було виділено понад 200 млн грн на підтримку агровиробників, які використовують сорбенти, органічні добрива та фітореMediaцію. Завдяки цьому понад 10 тис. га забруднених земель було повернуто до сільськогосподарського обігу [2]. На жаль, обсяг видатків на вказані цілі є недостатнім для забезпечення ефективного відновлення земель сільськогосподарського призначення у поліських районах. Відповідно, для підвищення ефективності таких заходів необхідно розробляти довгострокові плани фінансового стимулювання відновлення земель та забезпечити їх надійними джерелами фінансування.

З огляду на важливість вирішення проблем, пов'язаних із відновленням радіоактивно забруднених земель Поліського регіону, необхідно визначити головні напрями та способи реалізації цього завдання на основі зелених технологій (рис. 2).

Отже, «зелена» оптимізація агровиробництва є комплексним підходом, що об'єднує екологічні, економічні та соціальні заходи. Сучасні технології, інноваційні методи й державна підтримка створюють умови для безпечного повернення радіоактивно забруднених земель у виробництво. Такий підхід не лише сприяє реабілітації територій, але й забезпечує стійкий розвиток аграрного сектору Українського Полісся.

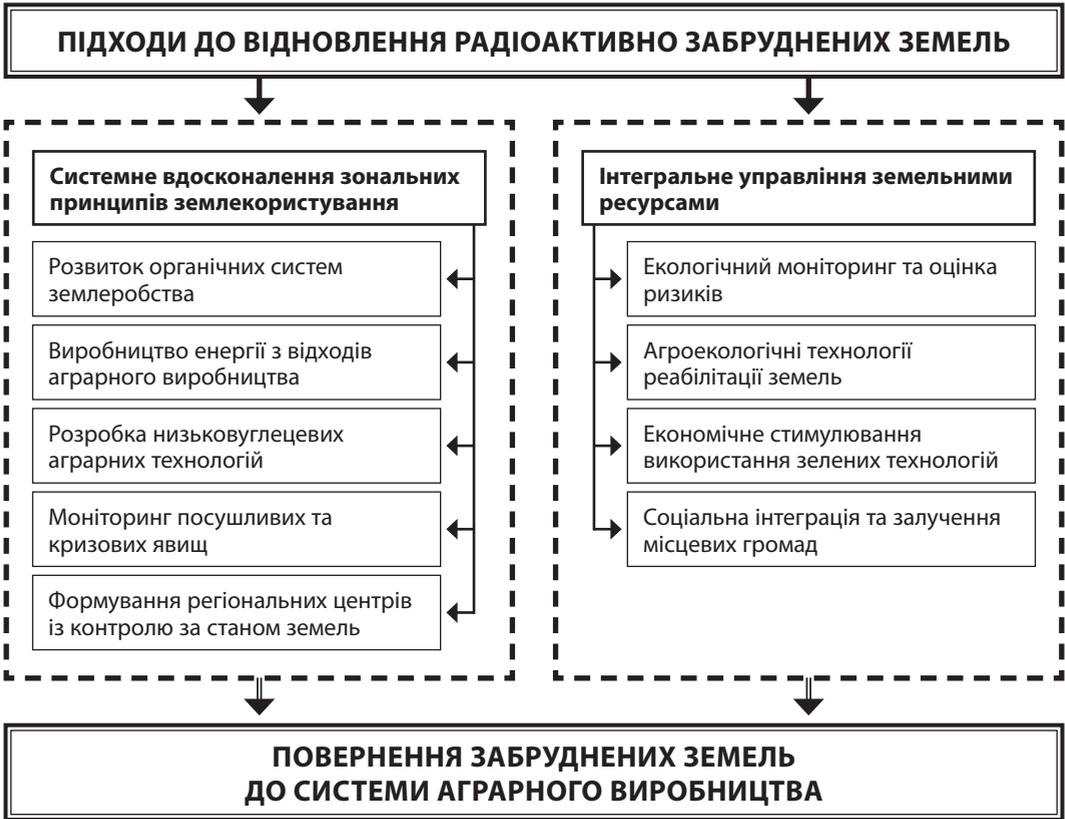


Рис. 2. Підходи до відновлення радіоактивно забруднених земель Українського Полісся
Примітка: розроблено авторами на основі [3].

ВИСНОВКИ

Радіоактивно забруднені території Українського Полісся сьогодні залишаються серйозною проблемою для держави в контексті необхідності забезпечення їх господарського використання. Однак застосування підходів «зеленої» оптимізації аграрного виробництва сприятиме в перспективі їх функціональній реабілітації. Такі заходи, як фітореMediaція, використання спеціальних добрив та впровадження сучасних технологій моніторингу стану земельних ресурсів дають можливість істотно знизити ризики забруднення продукції, що вироблятиметься на цих землях, та підвищити їх продуктивність.

Для досягнення окресленої мети необхідно сформувати систему державної під-

тримки відновлення забруднених земель Поліського регіону, зокрема фінансування відповідних заходів та організаційне регулювання цього процесу. До того ж розробка програм цільового субсидування виробників до застосування зелених технологій відновлення та залучення місцевих громад сприятимуть ефективній реалізації зазначених заходів. Водночас важливо гарантувати екологічну безпеку та соціальну підтримку населення в регіонах, у яких реалізовуватимуться програми відновлення.

Загалом на основі оцінки підходів до відновлення радіоактивно забруднених земель Полісся можна стверджувати, що реабілітація цих територій можлива за умов комплексного підходу, який інтегрує

системне вдосконалення зональних принципів землекористування та інтегральне управління земельними ресурсами. Реалі-

зація запропонованих заходів сприятиме економічному розвитку та сталому використанню ресурсів Українського Полісся.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.
2. Міністерство економіки України. URL: <https://me.gov.ua/>.
3. Дребот О.І., Дем'янюк О.С., Райчук Л.А. Науково-методичні засади реабілітації радіоактивно забруднених агроландшафтів у контексті зеленої економіки. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 2. С. 74–81. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202202-10>.
4. Дем'янюк О.С., Гуменюк І.І., Левішко А.С., Вакуленко С.О., Полтава О.П. Екологічні аспекти формування стійких продовольчих систем. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 4. С. 119–128. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2022.275863>.
5. Фурдичко О.І., Дребот О.І., Дем'янюк О.С. та ін. Еколого-економічні засади збалансованого аграрного виробництва та використання природних ресурсів агрофери: моногр. / за ред. О.І. Фурдичка. Київ: ДІА, 2022. 408 с.
6. Мусич О.Г., Парфенюк А.І., Ландін В.П., Дем'янюк О.С. Порушення екологічної рівноваги мікробіоценозу на радіаційно забруднених ґрунтах Полісся України. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 3. С. 70–76. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2018.148332>.
7. Швиденко І.К., Паньковська Г.П., Якименко Г.М., Райчук Л.А. Деякі аспекти отримання радіологічно безпечної продукції овочівництва в умовах Українського Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 4. С. 59–66. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2020.219446>.
8. Кореун С.Г., Болоховська В.А., Болоховський В.В. та ін. Агроекологічне обґрунтування меліоративних чинників для відновлення ґрунтів, порушених воєнними діями. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 2. С. 100–112. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305663>.
9. Райчук Л.А., Дем'янюк О.С., Конішук В.В., Городиська І.М. Соціально-економічні передумови сталого розвитку радіоактивно забруднених територій Українського Полісся. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 1. С. 66–73. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2023.278541>.
10. Райчук Л.А., Швиденко І.К. Попередня оцінка можливості повернення у господарське виробництво радіоактивно забруднених земель Полісся України. Комплексний підхід до модернізації науки: методи, моделі та мультидисциплінарність: матеріали конференції МЦНД (м. Чернівці, 26 серп. 2022 р.). Вінниця: Європейська наукова платформа, 2022. С. 234–238.
11. Чоботько Г.М., Райчук Л.А., Кучма Т.Л., Швиденко І.К. Деякі аспекти повернення в сільгоспвикористання виведених з обігу забруднених радіонуклідами земель Полісся України. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 47–55. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2023.283696>.
12. Shmatkovska T., Dziamulych M., Yakubiv V. et al. Economic efficiency of land use by agricultural producers in the system of their non-current assets analysis: a case study of the agricultural sector of Ukraine. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development: Scientific Papers Series*. 2020. Vol. 20 (3). P. 543–554.
13. Sodoma R., Shmatkovska T., Dziamulych M. et al. Economic efficiency of the land resource management and agricultural land-use by agricultural producers. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2021. Vol. 43 (4). P. 524–535. DOI: <https://doi.org/10.15544/mts.2021.47>.

REFERENCES

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrayiny [State Statistics Service of Ukraine]. (n.d.). URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
2. Ministerstvo ekonomiky Ukrayiny [Ministry of Economy of Ukraine]. (n.d.). URL: <https://me.gov.ua/> (accessed November 01, 2024) [in Ukrainian].
3. Drebot, O.I., Demyanyuk, O.S. & Raychuk, L.A. (2022). Naukovo-metodychni zasady reabilitatsii radioaktyvno zabrudnennykh ahrollandshaftiv u konteksti zelenoi ekonomiky [Scientific and methodological principles of rehabilitation of radioactively contaminated agricultural landscapes in the context of a green economy]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 2, 74–81. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202202-10> [in Ukrainian].
4. Demyanyuk, O.S., Humeniuk, I.I., Levishko, A.S., Vakulenko, S.O. & Poltava, O.P. (2022). Ekologichni aspekty formuvannia stiikykh prodovolchykh system [Ecological aspects of the formation of sustainable food systems]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management*, 4, 119–128. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2022.275863> [in Ukrainian].
5. Furdychko, O.I. (Ed.), Drebot, O.I., Demyanyuk, O.S. et al. (2022). *Ekoloho-ekonomichni zasady zbalansovanoho ahrarnoho vyrobnytstva ta vykorystannia pryrodnykh resursiv ahrasfery: monohrafiya* [Ecological and economic principles of balanced agricultural production and use of natural resources of the agricultural sphere: monograph]. Kyiv: DIA [in Ukrainian].

6. Musych, O.H., Parfeniuk, A.I., Landin, V.P. & Demyanyuk, O.S. (2018). Porushennia ekolohichnoi rivnovagy mikrobootsenozu na radiatsiino zabrudnenykh gruntakh Polissia Ukrainy [Disturbance of the ecological balance of microbiocenosis in radiation-contaminated soils of Polissya, Ukraine]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological Journal*, 3, 70–76. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2018.148332> [in Ukrainian].
7. Shvydenko, I.K., Pankovska, H.P., Yakymenko, H.M. & Raichuk, L.A. (2020). Deiaki aspekty otrymannia radiolohichno bezpechnoi produktsii ovochivnytstva v umovakh Ukrainського Polissia [Some aspects of obtaining radiologically safe vegetable products in the conditions of Ukrainian Polissia]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological Journal*, 4, 59–66. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2020.219446> [in Ukrainian].
8. Korsun, S.H., Bolokhovska, V.A., Bolokhovskiy, V.V. et al. (2024). Ahroekolohichne obgruntuvannia melioratyvnykh chynnykiv dlia vidnovlennia gruntiv, porushenykh voiennymi diiamy [Agroecological justification of land reclamation factors for the restoration of soils disturbed by military actions]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological Journal*, 2, 100–112. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305663> [in Ukrainian].
9. Raychuk, L.A., Demyanyuk, O.S., Konishchuk, V.V. & Horodyska, I.M. (2023). Sotsialno-ekonomichni peredumovy staloho rozvytku radioaktyvno zabrudnenykh terytorii Ukrainського Polissia [Socio-economic prerequisites for sustainable development of radioactively contaminated territories of Ukrainian Polissya]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management*, 1, 66–73. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2023.278541> [in Ukrainian].
10. Raichuk, L.A. & Shvydenko, I.K. (2022). Poperednia otsinka mozhyvosti povnennia u hospodarske vyrobnytstvo radioaktyvno zabrudnenykh zemel Polissia Ukrainy [Preliminary assessment of the possibility of returning radioactively contaminated lands of Polissia]. *Kompleksnyi pidkhid do modernizatsii nauky: metody, modeli ta multidystrylinarnist: materialy mizhnarodna naukova konferentsiia MTSND [A comprehensive approach to the modernization of science: methods, models and multidisciplinary: materials of the conferences of the National Academy of Science and Technology]*. (pp. 234–238). Chernivtsi [in Ukrainian].
11. Chobotko, H.M., Raichuk, L.A., Kuchma, T.L. & Shvydenko, I.K. (2023). Deiaki aspekty povnennia v silhospvykorystannia vyvedenykh z obihu zabrudnenykh radionuklidamy zemel Polissia Ukrainy [Some aspects of returning to agricultural use the lands of Polissia, Ukraine, contaminated with radionuclides, withdrawn from circulation]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological Journal*, 2, 47–55. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2023.283696> [in Ukrainian].
12. Shmatkovska, T., Dziamulych, M., Yakubiv, V. et al. (2020). Economic efficiency of land use by agricultural producers in the system of their non-current assets analysis: a case study of the agricultural sector of Ukraine. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development: Scientific Papers Series*, 20 (3), 543–554 [in English].
13. Sodoma, R., Shmatkovska, T., Dziamulych, M. et al. (2021). Economic efficiency of the land resource management and agricultural land-use by agricultural producers. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 21 (4), 524–535. DOI: <https://doi.org/10.15544/mts.2021.47> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 05.10.2024