

## РАДІОЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА АГРАРНИХ І ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

О.І. Фурдичко

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Обґрунтовано підвищення значення наукового забезпечення радіаційного моніторингу в агросфері у віддалений період після ядерних аварій. Сформульовано актуальні проблеми і завдання наукового супроводу виробництва сільськогосподарської продукції в зоні радіоактивного забруднення аварійними викидами Чорнобильської АЕС у віддаленому після аварії періоді. Розглянуто радіаційно-екологічні аспекти виробництва сільськогосподарської сировини в регіонах, забруднених унаслідок Чорнобильської катастрофи. Обґрунтовано, що подальше покращення радіологічної ситуації можливе за умов впровадження заходів, спрямованих на виробництво радіаційно безпечної сільськогосподарської продукції.*

**Ключові слова:** радіоекологічна безпека, аграрні екосистеми, лісові екосистеми, радіаційний моніторинг, радіаційно безпечна продукція.

Минуло три десятиліття після Чорнобильської катастрофи, яка змінила уявлення людства про безпечність атомної енергетики. Унаслідок цієї аварії в Україні і досі залишаються 2,5 млн га територій зі щільністю радіоактивного забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  понад 37 кБк/м<sup>2</sup>, з яких 1,26 — сільськогосподарські угіддя і 1,24 млн га — землі лісгосподарського призначення. На сьогодні реабілітації та повернення у виробництво потребують 130,6 тис. га сільськогосподарських угідь, що були вилучені із господарського використання [1].

За післяаварійний період науковцями досліджено основні закономірності поведінки радіонуклідів у навколишньому природному середовищі і надано відповідні рекомендації щодо стратегії і практики сільськогосподарської діяльності за таких умов. Тому одним з пріоритетів Стратегії Державної екологічної політики України на період до 2020 року є контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки. З огляду на це, особливого значення набуває радіаційний моніторинг у аграрній

сфері як основне джерело одержання інформації щодо просторового перерозподілу радіонуклідів, інтенсивності їх міграції трофічними ланцюгами. У віддалений післяаварійний період основна частка надходження радіонуклідів до організму людини формується саме внаслідок споживання забрудненої сільськогосподарської продукції [2].

Як відомо, від забруднення аварійними викидами Чорнобильської АЕС найбільше постраждали північні регіони Українського Полісся. Внаслідок високих коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту (дерново-підзолисті, торфоболотні) в продукцію рослинництва та з урахуванням екологічних особливостей умов життєдіяльності населення регіону, його органічного зв'язку з навколишніми лісами, луками та болотами актуальною залишається проблема формування напруженої радіоекологічної ситуації, навіть за низької щільності радіонуклідного забруднення сільськогосподарських угідь [1, 3, 4].

На забруднених територіях як індикатор радіаційної ситуації прийнято використовувати коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини. Досліджен-

нями українських вчених (Б.С. Прістер, В.О. Кашпаров та ін.) підтверджено, що значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів у рослини не залежать від щільності забруднення ґрунту для всіх видів сільськогосподарських культур на всіх типах ґрунту, а рівень забруднення продукції, як і доза опромінення населення, є функцією не лише щільності забруднення ґрунту, але й екологічних особливостей території [5].

За результатами досліджень визначено показники граничної щільності забруднення ґрунту радіонуклідами для певних видів культур, і навіть їх сортів, на конкретних типах ґрунту. Крім того, було встановлено, що найвищим рівнем накопичення  $^{137}\text{Cs}$  характеризуються природні трави, дещо нижчим — сіяні і кормові трави, овочі, бульби і коренеплоди, а найнижчим рівнем акумуляції радіонукліда відзначаються зернові культури. Відмінності значень коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  між травами і зерновими становлять: для органогенних і мінеральних ґрунтів — 50–100 і 5–30 разів відповідно. Щодо  $^{90}\text{Sr}$ , найбільше його накопичувалося в насінні зернових культур, у 3–4 рази менше — у бульбах і коренеплодах і до 10 разів менше — в овочевих культурах. Такі відмінності значень коефіцієнтів переходу радіонуклідів з різних типів ґрунту в сільськогосподарські культури надають можливість регулювання рівня забруднення продукції рослинництва за допомогою організаційних контрзаходів — підбору культур та їх місця в сівознах, особливо кормових, адже навіть у межах одного господарства може бути кілька типів ґрунту.

Зернові і овочеві культури, а також бульби, коренеплоди мають доволі низькі значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів з ґрунту. Крім того, ці культури традиційно вирощуються на більш родючих типах ґрунтів, і найчастіше із застосуванням добрив. Тому у віддалений період після аварії на ЧАЕС майже на всій забрудненій території вміст  $^{137}\text{Cs}$  у продукції рослинництва не перевищував допустимих рівнів. Однак у разі вирощування населенням городини, в основному картоплі, на органогенних чи

дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах питома активність радіонукліда в продукції може сягати рівнів державного гігієнічного нормативу (ГН 6.6.1-130-2006), а іноді і перевищувати їх.

Останніми роками спостерігається перевищення допустимих рівнів питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у овочах і картоплі, що вирощуються на торфових ґрунтах у селах Рокитнівського і Дубровицького районів Рівненської області. За щільністю забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  близько 100 кБк/м<sup>2</sup> питома активність радіонукліда в овочах і картоплі перевищує допустимі рівні 2006 р. Тому для оптимального розміщення певних культур слід володіти необхідною інформацією про ґрунтові властивості та щільність забруднення радіонуклідами ґрунту і використовувати дані прогнозу забруднення сільськогосподарської продукції для вибору контрзаходів та визначення умов їх застосування.

За період після аварії на ЧАЕС рівень коефіцієнтів переходу радіонуклідів у культури зменшився: для  $^{137}\text{Cs}$  на органічних ґрунтах — майже в 100 разів, на мінеральних — у 10–30, а для  $^{90}\text{Sr}$  на мінеральних ґрунтах — майже втричі. Вагомим чинником, що значно змінює радіаційний стан на забруднених територіях, є іммобілізація радіонуклідів ґрунтовим поглинальним комплексом.

У сільськогосподарському секторі з промисловими технологіями виробництва з початком 90-х років продукція, що мала рівні забруднення понад Державні гігієнічні нормативи, не вироблялася. Це стало можливим завдяки проведенню радіоекологічного моніторингу, радіаційного контролю сільськогосподарської продукції та реалізації системи контрзаходів у колективних господарствах, які проводились у рамках розділу «Сільськогосподарська радіологія» державної Програми мінімізації наслідків аварії на ЧАЕС у перші 10 років після Чорнобильської катастрофи.

Через відсутність коштів на ці роботи нині в радіоактивно забруднених регіонах спостерігаються випадки перевищення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції, що ви-

робляється в приватному секторі. Так, у 2009 р. було виявлено подвійне перевищення допустимого вмісту  $^{90}\text{Sr}$  у продовольчому зерні, що виробляється на бідних дерново-підзолистих піщаних ґрунтах Іванківського р-ну Київської обл. на території зони добровільного гарантованого відселення (третя зона), яка межує із зоною відчуження ЧАЕС. Це зумовлено такими чинниками: по-перше, на цій території в радіоактивних випадіннях  $^{90}\text{Sr}$  містився у складі частинок опроміненого ядерного палива і був недоступний рослинам. З часом відбулося вилугування паливних часток та перехід радіонукліда у ґрунтовий розчин з наступним його включенням у міграційні процеси; по-друге, вапнування кислих ґрунтів у Іванківському р-ні за кошти Чорнобильського фонду востаннє здійснювали в 2006 р. на площі 300 га (за потреби більш ніж на 7 тис. га). З 2008 р. у господарствах району не вносили в ґрунт органічних добрив, а внесення мінеральних добрив було проведено лише на 63% площ. Також не були витримані співвідношення доз застосування мінеральних добрив — за необхідної дози  $150 \text{ кг/га}^{-1}$  вносили тільки  $25 \text{ кг/га}^{-1}$ .

Як позитивний момент можна відзначити, що питома активність  $^{90}\text{Sr}$  у молоці, овочах і фруктах за межами зони відчуження нині відповідає вимогам ДР-2006, тому ця територія не потребує вжиття додаткових заходів.

Наприкінці 90-х років на радіоактивно забруднених територіях під час розпаювання земель населенню для випасів худоби та під сінокоси були виділені угіддя з найвищими рівнями накопичення радіонуклідів. Слід наголосити, що у п. 3.22 Концепції ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000–2010 рр. застерігалось: «... безпечне користування такими ділянками може бути гарантоване тільки за умови, що вони перебувають у володінні КСП або у державному резерві». Проте значна частка виділених селянам сінокосів і пасовищ розміщується на гідроморфних органогенних або дерново-підзолистих пі-

щаних і супіщаних ґрунтах, переважно у перезвожених пониженнях і заплавах річок з високим рівнем ґрунтових вод, де коефіцієнти переходу  $^{137}\text{Cs}$  з ґрунту в рослини є доволі високими. Тому корми для відгодівлі худоби у селянських господарствах характеризуються підвищеним рівнем радіоактивного забруднення. Внаслідок цього значна кількість приватних підсобних господарств ще й досі виробляє молочну і м'ясну продукцію, вміст радіонуклідів у якій значно перевищує встановлені державні нормативи.

Нині на Поліссі залишається близько 20 населених пунктів, питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у виробленому молоці і м'ясі яких постійно перевищує допустимі рівні (100 і 200 Бк/кг відповідно) втричі, і менше 100 населених пунктів, де рівень радіоактивного забруднення молока у майже третини приватних підсобних господарств також може перевищувати допустимі рівні.

Згідно з прогнозом забруднення сільськогосподарської продукції, внаслідок значного уповільнення автореабілітаційних процесів дози внутрішнього опромінення населення «критичних» населених пунктів, без застосування контрзаходів, будуть зменшуватись дуже повільно з періодом напіврозпаду у 20–30 років. Тому застосування контрзаходів на забруднених територіях залишається доволі актуальним і досі.

Отже, основними заходами з реабілітації територій, що зазнали забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, і надалі є забезпечення радіаційного моніторингу територій і продукції, вжиття контрзаходів, науковий супровід робіт. До того ж питання радіаційного моніторингу залишається першочерговим у контексті відновлення сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях.

За 30 років після аварії на ЧАЕС радіоекологічна ситуація на території України внаслідок розпаду радіонуклідів істотно змінилася. Напруженою залишається радіоекологічна ситуація у північних районах Полісся. Методи реабілітації і ведення господарства на забруднених радіонуклідами територіях після аварії на ЧАЕС, що зас-

тосувались досі, вимагають переосмислення і реальної оцінки. Сучасна економічна, соціальна та радіоекологічна ситуація вносить свої корективи в реалізацію запланованих заходів з ліквідації наслідків катастрофи.

Динаміка міграції радіонуклідів у системі «грунт – рослина» свідчить, що без проведення комплексних контрзаходів у сільськогосподарському виробництві існуюча ситуація збережеться на найближчі кілька десятиліть.

Сучасні тенденції формування радіоекологічної ситуації мають різноспрямовані вектори. Серед позитивних слід відзначити: природний розпад радіонуклідів; фіксацію радіонуклідів у ґрунті; включення радіонуклідів у малий кругообіг у природних та напівприродних екосистемах, а серед негативних: майже повне припинення контрзаходів через скрутне економічне становище країни; включення в обробіток радіоактивно забруднених торфових та лучних угідь після їх розпаювання; зростання обсягів використання населенням для власного споживання овочевої продукції, яка вирощується в приватних господарствах; споживання молока та м'яса, одержаного після випасання худоби на луках та в лісових угіддях; зростання обсягів заготівлі і споживання харчової продукції лісу та вивезення її на продаж за межі забрудненої території (так званій «експорт дози»).

За нинішніх соціально-економічних умов зросло споживання мешканцями радіоактивно забрудненої продукції. Цей факт став предметом уваги дослідників і обумовив необхідність проведення детального вивчення ситуації у забруднених регіонах [6]. За даними Національної комісії з радіаційного захисту майже у 60 населених пунктах питомо активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у сільськогосподарській продукції не відповідає допустимим рівням, чого раніше не спостерігалось. Тобто основним чинником радіаційної небезпеки для населення у віддалений період після аварії на ЧАЕС виявилось внутрішнє опромінення людини через споживання радіоактивно забруднених продуктів харчування. Унас-

лідок цього населення Поліського регіону отримує 80–95% додаткової дози опромінення. Складові дозового навантаження на населення залежать від радіоекологічної ситуації в агроекосистемах, особливо це стосується штучних та природних кормових угідь – випасів та сіножатей, а також лісових екосистем [1].

В індивідуальних селянських господарствах проблема отримання радіоактивно безпечної сільськогосподарської продукції і досі залишається актуальною, оскільки проведення контрзаходів в умовах природних і напівприродних екосистем є надскладним завданням [2].

Тож яким контрзаходам необхідно надавати пріоритет нині і у майбутньому? По-перше, докорінне поліпшення природних кормових угідь дає змогу зменшити надходження радіонуклідів із ґрунту в лучні трави і забезпечує зниження коефіцієнта переходу  $^{137}\text{Cs}$  у 4–10 разів. Повторне докорінне поліпшення лук надає можливість знизити надходження радіонуклідів із ґрунту в лучні трави ще у 2–3 рази [7].

Науковцями інституту агроекології і природокористування НААН за співпраці з Чорнобильською комісією відродження та розвитку ПРО ООН проведено серію пілотних досліджень щодо соціально-економічного статусу мешканців забруднених регіонів та можливості реалізації науково обґрунтованої системи контрзаходів у агрофермі [7]. Розподіл джерел доходу населення (згідно з анкетуванням) свідчить, що частка в грошовому еквіваленті від продажу грибів та ягід становить значну суму і досягає 5% від усього річного доходу. Після того як дикорослі гриби та ягоди стали товаром, споживання їх населенням Полісся різко зменшилось внаслідок реалізації цієї продукції за межами забруднених регіонів.

Лісові екосистеми Українського Полісся використовуються для заготівлі деревини, інших лісових ресурсів, дикорослих ягід, грибів, лікарських рослин тощо. Щорічний обсяг заготівлі деревини у лісах Полісся і нині сягає близько 48%, а інших лісових ресурсів – 50% від загального в Україні. Тому важливим аспектом забезпечення

населення радіоактивно безпечною продукцією є відповідний контроль лісової продукції підприємств, що функціонують у радіаційно забруднених зонах.

Результати радіаційного контролю лісової продукції за післяаварійний період свідчать про поступове зниження радіоактивного забруднення деревини, що пояснюється фізичним розпадом і зниженням міграційної здатності радіонуклідів унаслідок закріплення їх у ґрунтовому поглинальному комплексі.

У лісових екосистемах Полісся критичними видами лісової продукції, що найбільше поглинають радіонукліди, залишаються дикорослі гриби, ягоди, лікарські рослини. Відповідно до результатів радіаційного контролю, частка проб дикорослих грибів з питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  вищою від гранично допустимого рівня варіює у межах від 8% — у Житомирській до 42% — у Рівненській областях.

Також слід наголосити, що дикорослі ягоди накопичують радіонуклідів значно менше порівняно з грибами, але кількість зразків ягід, забруднених понад допустимі рівні, варіює у межах від 5% — у Чернігівській обл. до 13% — у Рівненській. Поряд із тим відносна кількість зразків ягід, забруднених радіонуклідами вище від нормативу, з роками знижується. Отже, заготівлю дикорослих грибів, ягід і лікарських рослин у лісах Полісся необхідно здійснювати лише за умов обов'язкового попереднього радіаційного контролю.

За період, що минув після аварії на ЧАЕС, радіаційна ситуація у лісових насадженнях істотно змінилася. Нині напрацьовано значний науковий досвід, який дає змогу диференційовано підходити до використання ресурсів та проведення лісогосподарських заходів у радіоактивно забруднених лісових екосистемах.

Зміни радіаційної ситуації на землях лісогосподарського призначення пояснюються тим, що відбувається фізичний розпад радіоактивних елементів і закріплення радіонуклідів у ґрунтах та зменшення їх міграційної здатності, тобто в забруднених лісових екосистемах радіаційна ситуація

поступово стабілізувалася. Тенденції, які наразі спостерігаються в динаміці показників радіоактивного забруднення деревини, харчових та інших ресурсів лісу, свідчать про можливість відновлення їх експлуатації у тих регіонах держави, де були введені обмеження внаслідок радіоактивного забруднення лісових насаджень аварійними викидами ЧАЕС.

Поряд із тим необхідно пам'ятати, що лісові екосистеми є критичними екосистемами в радіологічному аспекті, адже вживання лісових харчових продуктів, насамперед грибів та ягід, зумовлює формування значних доз внутрішнього опромінення населення [2]. В Українському Поліссі доза внутрішнього опромінення, яку отримує сільське населення від харчових продуктів лісу, становить 35–50% дози, отриманої від усіх продуктів харчування. Це зумовлено такими чинниками:

- більшим радіоактивним забрудненням лісових ландшафтів порівняно з відкритими [8];
- значно вищими (на один-три порядки) коефіцієнтами переходу  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у харчові продукти лісу порівняно з сільськогосподарськими продуктами [9];
- неможливістю активно вплинути на швидкість реабілітації лісових насаджень після радіоактивного забруднення; домінуванням процесу автореабілітації лісових ландшафтів [8], що спричиняє надзвичайно низькі його темпи, які переважно залежать від швидкості фізичного розпаду радіонуклідів;
- традиційним масовим використанням харчових продуктів лісу населенням Полісся — від 1/3 до 2/3 населення цього регіону регулярно вводять до свого раціону «дари лісу» [10].

Тому проблема споживання забруднених лісових харчових продуктів буде актуальною ще впродовж тривалого часу.

Для інформування населення про радіаційну безпеку заготівлі побічної продукції лісу на замовлення Міністерства надзвичайних ситуацій України Інститутом агро-екології і природокористування були розроблені карти щодо можливості збирання

грибів та ягід у радіоактивно забруднених регіонах. Проведена робота дала позитивні результати — частка грибів у структурі споживання харчових продуктів лісу мешканцями забруднених регіонів значно зменшилась. Але на сьогодні в умовах складного соціально-економічного стану країни регулювання процесу споживання населенням радіоактивно забрудненої лісової продукції фактично не відбувається. Разом з тим реалізація системи контраходів у рослинництві і тваринництві, навпаки, є дієвим напрямом реального впливу на дозове навантаження на населення.

Лісові та захисні лісові насадження є загально визначеними екологічними чинниками, що істотно впливають на формування навколишнього природного середовища, забезпечують стабільність агроландшафтів як складної екосистеми [11].

У 1988 р. чи не єдиним розв'язанням проблеми недоцільності виробництва екологічно безпечної продукції агропромислового комплексу на радіоактивно забруднених сільськогосподарських угіддях було прийняття постанови Урядової комісії СРСР щодо залісення земель із щільністю забруднення понад 2960 кБк/м<sup>2</sup>. Тобто поновлення лісових екосистем, створення штучних лісонасаджень на землях колишніх сільськогосподарських угідь дає змогу на один період напіврозпаду <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr скоротити період формування корінних деревостанів і депонування цих радіонуклідів у наземній і підземній фітомасі лісових насаджень. Це сприятиме виведенню радіонуклідів з міграційних процесів на тривалий час та істотно вплине на покращення радіоекологічної ситуації на забруднених територіях.

Від радіоактивного забруднення найбільше постраждали землі лісгосподарського призначення в Житомирській, Рівненській, Київській, Чернігівській та Волинській областях. У Поліському регіоні зосереджено близько 40% лісових земель країни, де заготовляють значні обсяги деревини, харчової і технологічної сировини. Загалом, 1,2 млн га, або 39%, лісових площ у 18 областях України мають щільність радіоактивного забруднення ґрунту <sup>137</sup>Cs понад 1 Кі/км<sup>2</sup>. Такі лісові насадження в Житомирській, Рівненській і Київській областях становлять понад половину, а в Чернігівській — 30% площі земель лісгосподарського призначення лісових підприємств.

Дослідження динаміки забруднених <sup>137</sup>Cs лісових земель впродовж 1992–2014 рр. (таблиця) свідчать про істотні зміни радіаційної ситуації в лісових екосистемах. Лісові насадження на площі 383,4 тис. га, які відносились до зони посиленого радіоекологічного контролю (37–185 кБк/м<sup>2</sup>) за <sup>137</sup>Cs, наразі мають якісно нову характеристику і можуть бути переведені до іншої категорії відновлених земель. Площа лісових земель зони безумовного відселення (>555 кБк/м<sup>2</sup> за <sup>137</sup>Cs) також зменшилася на 26,9 тис. га, і нині на цих угіддях можна диференційовано проводити лісгосподарські заходи.

Для ефективного використання лісових земель, за умов дотримання основних принципів радіаційної безпеки для населення, забруднені ліси [11] доцільно розділити на такі категорії:

- I — радіаційно безпечні;
- II — радіаційно критичні;
- III — радіаційно небезпечні.

Таблиця

**Динаміка радіоактивно забруднених земель лісгосподарського призначення України за період 1992–2014 рр., тис. га**

Роки	Зони зі щільністю забруднення <sup>137</sup> Cs, кБк/м <sup>2</sup>						
	<37,0	37,1–74,0	74,1–185,0	185,1–370,0	370,1–555,0	555,1–1110,0	>1110,0
1992	1644,5	674,3	395,1	78,4	23,14	31,26	9,5
2014	2027,9	462,1	274,4	46,7	24,5	20,4	5,7

Критеріями для виділення згаданих категорій радіоактивно забруднених земель лісогосподарського призначення слугують спостереження за зміною радіаційної ситуації (показники щільності забруднення ґрунту в лісових насадженнях) та багаторічні результати радіаційного контролю харчових ресурсів лісу, деревної продукції, а також їх повна відповідність чинним гігієнічним нормативам питомої активності радіонуклідів (ГНПАР-2005).

Наразі продукція лісівництва, що виробляється на лісових землях першої категорії, відповідає державним гігієнічним нормативам питомої активності радіонуклідів у продукції, без винятків.

На лісових землях другої категорії виробництво «чистої» продукції можливе за умов попереднього радіаційного контролю сировини і вихідного контролю готової продукції. На лісових землях третьої категорії лісогосподарська діяльність і виробництво продукції забороняється. На таких землях дозволяється виконання невідкладних лісозахисних робіт та гасіння лісових пожеж за умов контролю тривалості робочого часу та доз опромінення працівників.

## ВИСНОВКИ

За 30 років після аварії на ЧАЕС радіоекологічна ситуація на території України суттєво змінилася. Однак і досі приватні підсобні господарства виробляють продукцію, вміст радіонуклідів у якій значно перевищує встановлені держані нормативи. Сучасна економічна, соціальна та радіоекологічна ситуація вносить свої корективи в реалізацію запланованих заходів із ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи.

Реалізація системи контрзаходів у рослинництві і тваринництві є дієвим напрямом реального впливу на дозове навантаження на населення. Тобто подальше покращення радіологічної ситуації можливе лише за умови впровадження заходів,

спрямованих на виробництво радіаційно безпечної сільськогосподарської продукції, та ретельного радіологічного контролю на всіх його етапах — від переробки до споживання.

З огляду на зміни радіологічної та соціально-економічної ситуацій у постраждалих регіонах, методи реабілітації і ведення господарства на радіоактивно забруднених територіях потребують переосмислення і нових підходів до їх оцінки. Це і є однією з найактуальніших проблем і завдань наукового супроводу виробництва сільськогосподарської продукції в зоні радіоактивного забруднення внаслідок ЧАЕС у віддаленому після аварії періоді.

Основними заходами з реабілітації цих територій, як і раніше, залишається забезпечення радіаційного моніторингу територій і продукції, здійснення контрзаходів, науковий супровід робіт. До того ж питання радіаційного моніторингу є першочерговим у контексті відновлення сільськогосподарського виробництва на цих територіях і тому потребує відповідного наукового забезпечення, адже є основним джерелом одержання інформації щодо просторового перерозподілу радіонуклідів та інтенсивності їх міграції трофічними ланцюгами.

За 30 років після аварії на ЧАЕС відбулися зміни радіаційної ситуації в забруднених лісових екосистемах, які свідчать про їх стабільність і прогнозованість. Радіонукліди, що мігрують в ризосферу лісових ґрунтів, залучаються до біологічного кругообігу і утримуються в екосистемі. Отже, лісові екосистеми за відсутності стихійних явищ, які порушують їх цілісність (пожежі, буреломи), продовжують виконувати функцію потужного геохімічного бар'єра на шляху вторинного радіоактивного забруднення територій. Це дає підстави прогнозувати стабілізацію радіологічної ситуації лісових екосистем та довілля загалом на багаторічну перспективу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього / Національна доповідь України. — К.: КІМ, 2011. — 395 с.
2. Формування дози внутрішнього опромінення населення Українського Полісся внаслідок споживання харчових продуктів лісового походження

- / Г.М. Чоботько, Л.А. Райчук, Ю.М. Пісковий, І.І. Ясковець // Агроекологічний журнал. — 2011. — № 1. — С. 37–42.
3. Фурдичко О.І. Агроекологія: монографія / О.І. Фурдичко. — К.: Аграрна наука, 2014. — 400 с.
  4. Фурдичко О.І. Пріоритетні напрями наукового забезпечення сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених територіях / О.І. Фурдичко, М.Д. Кучма, Г.П. Паньковська // Агроекологічний журнал. — 2011. — № 1. — С. 21–26.
  5. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської аварії, у віддалений період: Методичні рекомендації / За заг. ред. акад. Б.С. Прістера. — К.: Атіка-Н, 2007. — 196 с.
  6. Соціально-екологічні чинники споживчої поведінки населення на радіоактивно забруднених територіях Полісся / Д.П. Качур, П.В. Замостян, Г.П. Паньковська та ін. // Агроекологічний журнал. — 2010. — С. 106–110. — (Спецвипуск).
  7. Фурдичко О.І. Реабілітація — стратегічний напрям управління радіоактивно забрудненими територіями / О.І. Фурдичко, М.Д. Кучма // Агроекологічний журнал. — 2008. — № 1. — С. 5–12.
  8. Тихоміров Ф.А. Последствия радиоактивного загрязнения лесов в зоне влияния аварии на ЧАЭС / Ф.А. Тихоміров, А.М. Щеглов // Радиационная биология. Радиоэкология. — 1997. — Т. 37. — Вып. 4. — С. 664–672.
  9. Прикладная радиоэкология леса / В.П. Краснов, А.А. Орлов, В.П. Ландин и др. — Житомир: Полісся, 2007. — 680 с.
  10. Application of the prediction of ecosystem contamination for the exposure dose calculation in post-catastrophe period / A. Kovalchuk, V. Krasnov, V. Levitsky et al. // 6-th International Scientific Conference, SATERRA (Mittweida, November 11–6, 2004). — Journal of the University of Applied Sciences Mittweida. — 2004. — No. 7. — P. 17.
  11. Еколого-економічні основи збалансованого розвитку агросфери Київської області: монографія / за наук. ред. акад. О.І. Фурдичка. — К.: ДІА, 2015. — 736 с.

## REFERENCES

1. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. *Natsional'na dopovid' Ukrayiny* [National Report of Ukraine «25 Chernobyl disaster. Safety future»]. Kyiv: KIM Publ., 2011, 395 p. (in Ukrainian).
2. Chobot'ko H.M., Raychuk L.A., Piskovy Yu.M., Yaskovets' I.I. (2011). *Formuvannya dozy vnutrishn'oho oprominennya naseleння Ukrayins'koho Polissya vnaslidok spozhyvannya kharchovykh produktiv liso-voho pokhodzhennya* [Formation of the exposure of the population of Ukrainian Polissya due to consumption of foods of forest origin]. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological journal]. No. 1, pp. 37–42 (in Ukrainian).
3. Furdychko O.I. (2014). *Ahroekolohiya: monohrafiya* [Agroecology: monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 400 p. (in Ukrainian).
4. Furdychko O.I., Kuchma M.D., Pan'kov's'ka H.P. (2011). *Priorytetni napryamy naukovoho zabezpechennya sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva na radioaktyvno zabrudnennykh terytoriyakh* [Priority directions of scientific provision of agricultural production in the contaminated territories]. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological journal]. No. 1, pp. 21–26 (in Ukrainian).
5. Prister B.S. (2007). *Vedennya sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva na terytoriyakh, zabrudnennykh vnaslidok Chornobyl's'koyi avariyi, u viddalenyi period. Metodychni rekomendatsiyi* [Maintaining agriculture in areas contaminated by the Chernobyl accident in the remote period. Guidelines]. Kyiv: Atika-N Publ., 196 p. (in Ukrainian).
6. Kachur D.P., Zamostyan P.V., Pan'kov's'ka H.P. (2010). *Sotsial'no-ekolohichni chynnyky spozhyvchoyi povedinky naseleння na radioaktyvno zabrudnennykh terytoriyakh Polissya* [Social and environmental factors of consumer behavior of the population in contaminated areas Polissia]. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological journal]. Special Edition (September), pp. 106–110 (in Ukrainian).
7. Furdychko O.I., Kuchma M.D. (2008). *Reabilitatsiya — stratehichnyy napryam upravlinnnya radioaktyvno zabrudnennykh terytoriyamy* [Rehabilitation — strategic management direction contaminated areas]. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological journal]. No. 1, pp. 5–12 (in Ukrainian).
8. Tikhomirov F.A., Shcheglov A.M. (1997). *Posledstviya radioaktyvnoho zagryaznenniya lesov v zone vliyannya avarii na Chernobyl'skoy atomnoy elektrostantsii* [The consequences of radioactive contamination of forests in the area of influence of the Chernobyl nuclear power plant]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. Vol. 37, iss. 4, pp. 664–672 (in Russian).
9. Krasnov V.P., Orlov A.A., Landin V.P. (2007). *Prikladnaya radioekologiya lesa* [Applied forest radioecology]. Zhitomir: Polissya Publ., p. 680 (in Russian).
10. Kovalchuk A., Krasnov V., Levitsky V. (2004). Application of the prediction of ecosystem contamination for the exposure dose calculation in post-catastrophe period. 6-th International Scientific Conference, SATERRA (Mittweida, November 11–6, 2004). Journal of the University of Applied Sciences Mittweida. No. 7, p. 17 (in English).
11. Furdychko O.I. (2015). *Ekoloho-ekonomichni osnovy zbalansovanoho rozvytku ahrosfery Kyivys'koyi oblasti: monohrafiya* [Ecological and economic framework for sustainable development agrosphere Kiev region: Monograph]. Kyiv: DIA Publ., 736 p. (in Ukrainian).