

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

КИМАКОВСЬКА НІНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 504.054.001.5; 504.064

**РАДІОЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОПУСТИМИХ РІВНІВ
ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ^{137}Cs ДЛЯ ВЕДЕННЯ ПІДСОБНОГО
ГОСПОДАРСТВА НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ
У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД**

03.00.16 – екологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Житомир – 2015

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Українському науково-дослідному інституті цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій

Науковий керівник доктор біологічних наук, старший науковий співробітник
–
Перепелятніков Георгій Петрович,
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, головний науковий співробітник відділу техногенної безпеки.

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор, академік НААН України,
Гудков Ігор Миколайович,
Національний університет біоресурсів і природокористування України, завідувач кафедри радіобіології та радіоекології;

кандидат сільськогосподарських наук,
Виноградська Вікторія Дмитрівна,
Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, старший науковий співробітник відділу безпеки та реабілітації навколишнього середовища АЕС.

Захист відбудеться «02» жовтня 2015 р. о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 14.083.01 у Житомирському національному агроекологічному університеті за адресою: 10008, м. Житомир, бульвар Старий, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Житомирського національного агроекологічного університету (10008, м. Житомир, бульвар Старий, 7).

Автореферат розісланий «31» серпня 2015 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради К 14.083.01



Т.П. Федонюк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сільське господарство України є галуззю, яка найбільш постраждала від Чорнобильської катастрофи (Н.А. Лощилів, Б.С. Прістер, 1991). Через 5 років після катастрофи основний внесок у радіоактивне забруднення сільськогосподарської продукції і, відповідно, в формування дози опромінення населення, забезпечував ^{137}Cs (Б.С. Прістер, 1989, Н.А. Лощилів, П.Ф. Бондарь, 1991). Незважаючи на значний обсяг радіоекологічних досліджень, проведених в аграрних біогеоценозах протягом післяаварійного періоду, залишається низка питань, вирішення яких є необхідним для планування робіт з реабілітації забруднених територій та ведення сільського господарства у пізній післяаварійний період.

В першу чергу це стосується уточнення параметрів міграції радіонуклідів з основних типів ґрунтів України в урожай найбільш поширених сільськогосподарських культур для пізньої фази Чорнобильської аварії, прогнозування радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції ^{137}Cs для прийняття оптимальних рішень щодо управління сільськогосподарською галуззю на забруднених територіях у пізній післяаварійний період. Таким чином, організація і ведення сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених угіддях України в пізню фазу Чорнобильської аварії обумовлює актуальність розрахунку допустимих рівнів забруднення ґрунтів ^{137}Cs , які б забезпечували неперевищення у сільськогосподарській продукції та продуктах харчування гігієнічних нормативів вмісту цього радіонукліду (Ліхтарьов І.А., 2006; Кашпаров В.О., 2008).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Результати, які представлені в дисертації, отримані в ході виконання планових НДР в рамках державних бюджетних тем та галузевих програм з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС у 2006-2011 рр. за державними номерами: 0106U009536; 0106U010809; 0107U009750; 0107U009751; 0107U009752; 0108U008720; 0108U009165; 0108U009624; 0108U009625; 0109U005607; 0110U000399; 0110U000400; 0110U007901.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – провести радіоекологічне обґрунтування та оцінку допустимих рівнів забруднення ^{137}Cs основних типів ґрунтів радіоактивно забруднених територій України з урахуванням кількісних параметрів міграції ^{137}Cs в ланці «ґрунт-рослина», ефективності агрохімічних захисних заходів та переробки сільськогосподарської сировини в умовах ведення підсобних господарств у віддалений період після радіаційної аварії.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- провести аналіз існуючих наукових даних та оцінити радіоекологічну ситуацію на радіоактивно забруднених сільськогосподарських угіддях України у віддалений післяаварійний період;

- отримати величини коефіцієнтів переходу (КП) ^{137}Cs з основних типів ґрунтів в урожай сільськогосподарських культур, продукція яких складає основу раціону населення, та сіно природних трав на луках різних типів радіоактивно забруднених територій Українського Полісся та Лісостепу для

умов віддаленого періоду після Чорнобильської аварії;

- визначити КП ^{137}Cs з чорнозему опідзоленого в зерно гречки в залежності від її сортових відмінностей;

- оцінити ефективність застосування захисних агрохімічних заходів для зменшення накопичення ^{137}Cs з ґрунту в урожай основних сільськогосподарських культур для віддаленого періоду;

- вивчити вплив основних способів переробки сільськогосподарської сировини рослинного і тваринного походження в домашніх умовах особистих підсобних господарств на кількісний розподіл ^{137}Cs в кінцевих продуктах переробки;

- провести радіоекологічне обґрунтування допустимих рівнів забруднення основних типів ґрунту ^{137}Cs (ДРЗГ) на радіоактивно забруднених сільськогосподарських угіддях України у віддалений період після аварії на ЧАЕС, які дозволяють забезпечити неперевищення гігієнічних нормативів вмісту радіонукліду у сільськогосподарській сировині та продуктах харчування (ДР-2006).

Об'єкт дослідження – процеси міграції ^{137}Cs в ланці «ґрунт-рослина» без проведення та з проведенням агрохімічних заходів у віддалений період після радіаційних аварій та процеси переходу радіонукліду в харчові продукти після переробки сільськогосподарської сировини рослинного і тваринного походження в домашніх умовах особистих підсобних господарств.

Предмет дослідження – концентрація радіонуклідів в ґрунтах та основні фактори, які впливають на кількісні параметри міграції ^{137}Cs в ланках «ґрунт-рослина» та «сільськогосподарська сировина-продукти харчування».

Методи дослідження. При проведенні досліджень використовували наступні методи: польові (моніторингові дослідження та закладення стаціонарних ділянок, відбір зразків ґрунту та рослин), агрохімічні (визначення реакції ґрунтового розчину рН, загального вмісту гумусу, суми поглинутих основ), гама-спектрометричні (визначення питомої активності ^{137}Cs в ґрунті, сільськогосподарській продукції та харчових продуктах), технологічні (переробка сільськогосподарської продукції), статистичні (аналіз та обробка результатів вимірювань).

Наукова новизна одержаних результатів. Для умов віддаленого періоду **визначені** експериментальні значення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs з основних типів ґрунтів радіоактивно забруднених територій в урожай сільськогосподарських культур, що складають основу раціону населення, та сіно природних трав на луках різних типів.

Також **визначено** ефективність захисних агрохімічних заходів для віддаленого періоду.

Вперше на чорноземі опідзоленому **визначені** коефіцієнти переходу ^{137}Cs з ґрунту в зерно гречки різних сортів.

Вперше для віддаленого періоду Чорнобильської аварії проведено радіоекологічне обґрунтування та оцінку допустимих рівнів забруднення ^{137}Cs основних типів ґрунту сільськогосподарських угідь з урахуванням кількісних параметрів міграції ^{137}Cs в ланці «ґрунт-рослина», ефективності застосування

агрохімічних контрзаходів та переробки сільськогосподарської сировини в умовах ведення підсобних господарств.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані здобувачем результати використані при розробці проекту «Комплексна науково-обґрунтована програма заходів щодо забезпечення відповідності чинним державним гігієнічним нормативам продукції місцевого виробництва, якою харчуються діти критичних населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення» та пам'ятки «Раціональне використання радіоактивно забруднених лучних угідь».

Визначені допустимі рівні забруднення ^{137}Cs ґрунтів сільськогосподарських угідь України для віддаленого періоду після аварії на ЧАЕС, рекомендовано використовувати для прогнозування забруднення продукції, планування і проведення захисних заходів на радіоактивно забруднених територіях та надання рекомендацій щодо переробки рослинницької та тваринницької сировини з метою неперевищення державних нормативів в продуктах харчування.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем, спільно з науковим керівником, сформульовано мету, завдання роботи та плани проведення експериментів. Автором здійснені радіоекологічні дослідження для польових та лабораторних умов, аналізування літературних даних, експериментальні дослідження, узагальнення, аналізування та інтерпретація результатів досліджень, написані друковані наукові праці.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати роботи доповідалися та обговорювалися на: Міжнародній конференції «Екологія: проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства» (Житомир, 2005); Міжнародній науково-практичній конференції «Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в сільському та лісовому господарстві. 20 років після аварії на ЧАЕС» (Житомир, 2006); Міжнародній конференції «Радіоекологія: підсумки, сучасний стан і перспективи» (Москва, 2008); Науково-практичній конференції з міжнародною участю: «Актуальные вопросы радиационной гигиены» (Санкт-Петербург, 2010); VI съезде по радиационным исследованиям (Москва, 2010); Міжнародній конференції «Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього» (Київ, 2011); семінарі-практикумі радіоекологів Житомирської області (Житомир, 2011).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 16 наукових праць, з них: у фахових наукових виданнях – 7, в закордонних наукових виданнях – 2, в інших – 7.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та пропозицій виробництву, списку використаних джерел і додатків. Робота викладена на 158 сторінках друкованого тексту (з яких основний текст складає 120 сторінок), містить 23 таблиці, 11 рисунків та 3 додатки. Список використаних джерел включає 172 найменування, в тому числі 12 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд наукової літератури. Узагальнення даних різних авторів свідчить, що основними факторами, які впливають на надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини, є тип та агрохімічні властивості ґрунтів, біологічні особливості рослин та технології вирощування сільськогосподарських культур (Клечковський В.М., 1971; Гулякін І.В., Юдінцева К.В., 1975, 1978; Прістер Б.С., 1996).

Показано, що найбільш критичними за накопиченням ^{137}Cs в рослинах є органогенні торфово-болотні ґрунти, а далі критичність зменшується в ряду мінеральних ґрунтів від дерново-підзолистих піщаних ґрунтів до чорноземів. Причому відмінності для всіх культур між вказаними типами ґрунту становлять 15-30 разів (Павлоцька Ф.І., 1974; Прохоров В.М., 1981; Прістер Б.С. та ін., 2007, 2011). На різних типах ґрунтів сільськогосподарські культури розташовані у порядку зменшення накопичення ^{137}Cs в сільськогосподарських культурах: природні трави, сіяні трави, зелені корми, коренеплоди, овочеві культури, картопля, зернові (Корнеев Н.А. и др., 1977; Перепелятнікова Л.В. та ін., 1981; Прістер Б.С. та ін., 2007). Відмінності між крайніми культурами такого ряду сягають від 10 разів на чорноземах до 30 разів на торфово-болотних ґрунтах. Для найбільш критичних культур – лучних та пасовищних трав природних луків показано, що найбільший вплив на параметри надходження ^{137}Cs в травостій обумовлюється типом луків, зумовленого водним режимом, типами ґрунту та рослинного покриву (Перепелятніков Г.П., 2005, 2014). Відмінності між КП ^{137}Cs в природні трави на різних типах луків становлять більше 100 разів.

В перше десятиріччя після аварії на ЧАЕС інтенсивно проводилися агрохімічні захисні заходи. Були визначені оптимальні дози внесення мінеральних добрив та меліорантів на різних типах ґрунту для широкого спектру сільськогосподарських культур у співвідношенні N:P:K=1:1,5:2 та 1,5 N_r – для вапна (Прістер Б.С., Перепелятнікова Л.В., 1996, 1998). Деякі іноземні автори (Панов А.В, 2009) вказують на те, що ефективність захисних заходів зменшується з часом після випадіння радіонуклідів. Тому у меті роботи було поставлено завдання оцінити ефективність агроеліоративних заходів для віддаленого періоду.

Переробка різних видів рослинницької та тваринницької сировини у виробничих умовах дозволяє суттєво знизити вміст радіонуклідів в кінцевих харчових продуктах (Прістер Б.С. та ін. 1988, 2007; Аветисов Г.М. и др., 1988; Перепелятнікова Л.В., 1996, 2002; Гудков І.М., 2000). Оскільки населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях, харчується продуктами домашнього виробництва, тому важливо було провести оцінку ефективності переробки продукції з метою зниження вмісту ^{137}Cs в продуктах харчування.

В перші роки після аварії були встановлені допустимі рівні (ДР) забруднення ґрунту ^{137}Cs (ДРЗГ) (Рекомендації, 1994, 1996, 1998). Як було відмічено вище, за весь післяаварійний період радіаційна ситуація значно покращилася за рахунок автореабілітаційних процесів. Для віддаленого періоду після аварії доцільно було оцінити значення ДРЗГ ^{137}Cs основних типів ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур, що складають основу раціону

сільського населення на радіоактивно забруднених територіях з можливістю надання рекомендацій щодо проведення захисних заходів.

Умови, матеріали та методи проведення досліджень. Для визначення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs у ланці «грунт-рослина» проводили моніторингові дослідження на радіоактивно забруднених сільськогосподарських угіддях та у приватних господарствах Київської, Житомирської, Рівненської та Волинської областей України (рис. 1).

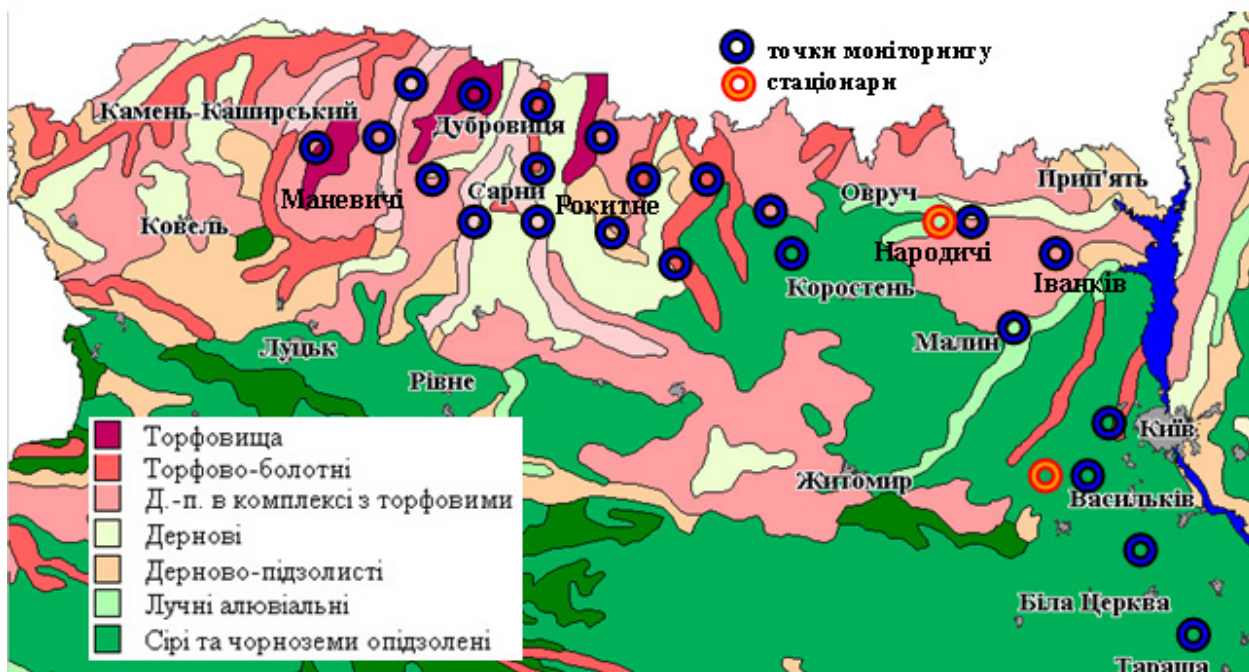


Рис. 1. Схема проведення моніторингових досліджень на різних типах ґрунту радіоактивно забруднених територій та місця розміщення стаціонарів

Відбір спряжених зразків рослинницької продукції і ґрунту проводили у фазу продуктивної стиглості основних сільськогосподарських культур: сіяних злакових трав; кормових культур – кукурудзи, конюшини лучної червоної; овочевих – білокачанної капусти, плодів огірків, столових буряків; картоплі; зернових – жита та вівса.

Місця відбору зразків на природних луках визначали таким чином, щоб охопити різні типи лук з урахуванням ландшафтних особливостей.

Окремо, в с. Саливінки на чорноземі опідзоленому вивчали вплив сортових відмінностей гречки на накопичення ^{137}Cs в урожаї зерна чотирьох сортів: Зеленоквіткова 90, Крупинка, Кара-Даг та Лілея. Кожен сорт гречки висівали на ділянках розміром $2 \times 1,5$ м у трьох повтореннях. Норма висіву складала 50 г насінин на ділянку. Зразок ґрунту і рослин відбирали з кожної з трьох ділянок методом конверту. Далі об'єднували їх і методом квартування відбирали три зразки для проведення вимірювань.

Для оцінки ефективності агрохімічних захисних заходів у 2008 році були закладені багаторічні польові стаціонари у Народицькому районі Житомирської області на дерново-підзолистому ґрунті (с. Ноздрище), на торфво-болотному ґрунті (с. Залісся) та у Васильківському районі Київської області на чорноземі

опідзоленому (с. Саливінки). В табл. 1 наведені агрохімічні показники та щільність забруднення ґрунтів дослідних угідь та стаціонарних дослідів. В результаті досліджень встановлено, що агрохімічні показники та щільність забруднення ґрунтів стаціонарних ділянок належать до інтервалів відповідних показників на досліджуваних сільськогосподарських угіддях та у приватних господарствах.

Досліди проводили із сумішню сіяних злакових трав: тимофіївка лучна, костриця лучна, грястиця збірна, стоколос безостий, конюшина лучна червона; вівсом та картоплею. Розрахунок доз мінеральних добрив, вапна та мікроелементів проводили з врахуванням типу ґрунту відповідно до його забезпеченості поживними речовинами та особливостей досліджуваних видів сільськогосподарських культур. Кожен варіант дослідів закладали на ділянках розміром 2×1,5 м у трьох повтореннях. Висаджували картоплю – 12 шт. на ділянку, овес висівали по 100 г на ділянку, суміш злакових трав та конюшину – 15 г на ділянку.

Для оцінки ефективності переробки сировини для зниження вмісту ¹³⁷Cs в кінцевому продукті використовували традиційні способи переробки продуктів у домашніх умовах: картоплі – чищення, варіння; капусти – квашення і маринування; зернові – розмелювання на борошно; молоко – переробка на сметану, сир, вершки і масло; м'ясо – запікання, смаження, варіння.

Таблиця 1

Агрохімічні показники та щільність забруднення ¹³⁷Cs ґрунтів дослідних угідь, приватних господарств та стаціонарних ділянок

Тип ґрунту	Агрохімічні показники			Щільність забруднення ґрунту (D), кБк·м ⁻²
	pH	Гумус, %	Сума поглинених основ (СПО), мг-екв/100 г ґрунту	
Сільськогосподарські угіддя, приватні господарства				
Торфово-болотний	4,2-5,8	-	12-24	65-320
Дерново-підзолистий піщаний, супіщаний	4,5-6,0	0,73-1,6	8,4-14	55-1 200
Чорнозем опідзолений	5,6-6,2	1,2-2,1	10-28	35-475
Стаціонарні ділянки				
Торфово-болотний	5,0	-	58,0	590
Дерново-підзолистий піщаний, супіщаний	5,7	0,8	6,9	1120
Чорнозем опідзолений	5,6	2,7	28,8	160

Всього за три роки досліджень було відібрано: у моніторингових дослідженнях на сільськогосподарських угіддях – 299 зразків, у приватних господарствах – 180 зразків, зразків для проведення переробки – 86.

Відбір зразків ґрунту, визначення агрохімічних показників ґрунту, аналіз зразків ґрунту та сільськогосподарської продукції проводили за державними та галузевими стандартами і загальноприйнятими методиками.

Визначення питомої активності проводили на високоефективному низькофоновому гама-спектрометрі з напівпровідниковим детектором із

високочистого германію згідно ДСТУ ISO 10703-2001. Щільність забруднення території радіонуклідами встановлювали за СОУ 74.14-37-424:2006. Час виміру варіював таким чином, щоб надійність результатів була не менше 10%. Маса наважки ґрунту складала від 0,4 до 1,3 кг, рослин – від 0,15 до 0,8 кг.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за загальноприйнятими в агрохімічних і екологічних дослідженнях методами. Статистичний аналіз експериментальних даних виконано з використанням програмного пакету Microsoft Excel 2007.

Визначення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs в урожай сільськогосподарських культур та сіно природних трав у віддалений період після радіаційної аварії. В ході моніторингових досліджень радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь та приватних господарств у віддалений період після аварії на ЧАЕС отримані значення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs з трьох основних типів ґрунту, що представляють зону Українського Полісся та Лісостепу, у вісім основних культур, за рахунок споживання яких формується доза опромінення населення.

Значення КП ^{137}Cs у всі досліджувані культури, отримані за три роки проведення експерименту, відрізнялися не більше ніж у 1,2-1,3 рази, що дозволяє використовувати для розрахунку допустимих рівнів забруднення ґрунту ^{137}Cs усереднені значення. Найбільші значення КП ^{137}Cs для всіх культур були отримані на торфово-болотному ґрунті, у 2-13 разів менші – на дерново-підзолистому ґрунті та у 4-26 разів – на чорноземі опідзоленому (табл. 2).

Таблиця 2

Усереднені значення коефіцієнтів переходу (КП) ^{137}Cs в урожай сільськогосподарських культур з ґрунтів радіоактивно забруднених територій України (2008 - 2010 р., $\sigma \leq 25\%$)

Культура, частина	КП, (Бк·кг ⁻¹)/(кБк·м ⁻²)		
	торфово-болотний	дерново-підзолистий піщаний, супіщаний	чорнозем опідзолений
Конюшина, сіно	-	0,55	0,29
Сіяні злакові трави, сіно	3,2	0,24	0,12
Буряки, коренеплоди	0,29	0,12	0,070
Капуста, качан	-	0,11	0,082
Плоди огірків	-	0,084	0,043
Овес, зерно	-	0,081	0,032
Жито, зерно	0,15	0,062	0,030
Картопля, бульби	0,28	0,053	0,021

На всіх типах ґрунтів відслідковувався такий порядок розташування сільськогосподарських культур, за зменшенням накопичення ^{137}Cs в урожаї: зелена маса конюшини > сіно сіяних злакових трав > коренеплоди буряку > качани капусти > плоди огірків > зерно вівса > зерно озимого жита > бульби картоплі. Такий ряд за зменшенням КП ^{137}Cs з різних типів ґрунту у сільськогосподарські культури в цілому узгоджується з даними інших дослідників, отриманих як у попередній, так і у віддалений післяаварійний періоди.

Окремо визначали значення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs в природні трави луків та пасовищ різних типів. Відмінності в межах визначених типів лук, але на різних типах ґрунту з різним типом травостою складали від 2 разів на заливних та низинних луках та до 10-14 разів на суходільних нормального зволоження. Це свідчить про те, що необхідно розраховувати ДРЗГ ^{137}Cs для всіх наведених в табл. 3 типів луків та пасовищ з урахуванням типу ґрунту.

Таблиця 3

Значення коефіцієнтів переходу (КП) ^{137}Cs в сіно природних луків та пасовищ різних типів (2008-2010 р., $\sigma \leq 25\%$, $n = 2-3$)

Типи луків	Типи ґрунтів	Типи рослинного покриву	КП, $(\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1})/(\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2})$		
			2008	2009	2010
Суходільний нормального зволоження	лучно-чорноземний	злаково-різнотравний	0,18	0,17	0,10
	дерново-підзолистий піщаний та супіщаний	різнотравно-злаковий	0,77	0,74	0,50
	дерновий піщаний та супіщаний	злаково-різнотравний	2,0	2,0	1,4
Суходільний надлишкового зволоження, заплавної вологий	лучний алювіальний	різнотравно-злаковий	1,2	0,95	0,72
	дерново-підзолистий оглеєний	різнотравно-злаковий	3,9	2,9	2,9
	дерновий глейовий	різнотравно-злаковий	5,8	5,3	4,5
Заплавний чи низинний заливний	торфово-глейовий	різнотравно-злаково-осоковий	17	9,9	11
	торфовище низинне	осоково-злаковий	38	24	21

В останні роки у сільськогосподарському виробництві інтенсивно культивується гречка, яка відрізняється значним накопиченням ^{137}Cs у зерні. Тому було проведено дослідження з вивчення переходу радіонукліду в зерно гречки чотирьох сортів на чорноземі опідзоленому. Встановлено, що КП ^{137}Cs для зерна гречки були в 4-8 разів більшими за коефіцієнти переходу в зерно інших зернових культур. На відміну від міжвидових розходжень між сільськогосподарськими культурами, різниця в накопиченні ^{137}Cs між сортами була значно меншою і становила 2,2 рази.

Значення КП ^{137}Cs з різних типів ґрунтів в сільськогосподарській культурі, які були отримані при виконанні задач дисертаційної роботи, можуть бути використані для прогнозування забруднення сільськогосподарської продукції у віддалений період після Чорнобильської аварії та оцінки ДРЗГ ^{137}Cs .

Оцінка ефективності застосування захисних заходів для отримання сільськогосподарської продукції без перевищення державних гігієнічних нормативів вмісту ^{137}Cs . З метою оцінки ефективності агрохімічних заходів проведено експеримент на трьох основних для території Українського Полісся та Лісостепу типах ґрунту з чотирма видами сільськогосподарських культур. Найбільшу ефективність внесення добрив та вапна отримано на дерново-

підзолистому ґрунті. Відмічено зниження накопичення ^{137}Cs в урожаї у 1,5-2,2 рази. Найменшу – на чорноземі опідзоленому у 1,2-1,6 рази (табл. 4).

Таблиця 4

Усередненні значення КП ^{137}Cs з різних типів ґрунту в урожай сільськогосподарських культур при застосуванні агрохімічних заходів та їх ефективності, E_k
(2008 – 2010 р., $\sigma \leq 25\%$)

Варіант контрзаходу	Культура, частина			
	Конюшина, сіно	Суміш злакових трав, сіно	Овес, зерно	Картопля, бульби
Торфво-болотний				
Контроль	6,2	3,4	-	0,23
НРК	3,8	1,9	-	0,14
Вапно	3,7	1,6	-	0,20
НРК + вапно	3,1	1,5	-	0,17
E_k разів	1,8	2,1	-	1,4
Дерново-підзолистий супіщаний				
Контроль	0,49	0,29	0,076	0,056
НРК	0,21	0,17	0,047	0,027
Вапно	0,24	0,16	0,048	0,044
НРК + вапно	0,22	0,14	0,044	0,043
E_k разів	2,2	1,9	1,6	1,5
Чорнозем опідзолений				
Контроль	0,31	0,11	0,026	0,017
НРК	0,20	0,072	0,020	0,014
E_k разів	1,6	1,5	1,3	1,2

Такі відмінності можна пояснити більш кислою реакцією ґрунтового розчину, меншим вмістом поживних речовин, низькою буферністю дерново-підзолистого ґрунту у порівнянні з торфво-болотним ґрунтом та чорноземом опідзоленим. На дерново-підзолистому та торфво-болотному ґрунтах у більшості варіантів найбільш ефективним було внесення комплексу мінеральних добрив та вапна.

Дослідженнями не встановлений суттєвий вплив мікроелементів на перехід ^{137}Cs в урожай при додатковому внесенні їх в ґрунт.

Найбільшу ефективність агрохімічних захисних заходів (1,5-2,2 рази) відмічено для конюшини та злакових трав на всіх типах ґрунту. Ефективність застосування добрив та вапна для зниження накопичення ^{137}Cs вівсом та картоплею була меншою і складала від 1,2 до 1,6 разів.

Значення ефективності застосування агрохімічних заходів співпадають з даними інших авторів, які отримані в попередній період. Отримані на стаціонарних ділянках значення КП ^{137}Cs з різних типів ґрунту для чотирьох видів культур співставні з відповідними значеннями, отриманими у ході моніторингових досліджень. Це дозволяє використовувати середні значення ефективності агрохімічних заходів для розрахунку допустимих рівнів забруднення ґрунту ^{137}Cs на радіоактивно забруднених територіях.

Оскільки населення України, яке мешкає на радіоактивно забруднених територіях, харчується переважно продукцією власного виробництва, тому

нами була визначена ефективність переробки сільськогосподарської сировини в домашніх умовах.

При варінні бульб та коренеплодів вміст ^{137}Cs знижується у 1,4-1,5 разів, при засолюванні та маринуванні овочів в 1,6-2,2 рази (табл. 5). Переробка зерна на борошно та гречки на ядрицю дозволяє знизити вміст ^{137}Cs в продуктах харчування у порівнянні з сировиною від 2,8 до 5,0 разів.

Таблиця 5

Вплив різних способів переробки рослинницької продукції в домашніх умовах на перехід ^{137}Cs у готовий продукт ($\sigma \leq 25\%$)

Продукти переробки	Спосіб переробки	Кількість зразків, шт.	Питома активність ^{137}Cs , Бк·кг ⁻¹		Ефективність E_k , разів
			сировина	продукт	
Картопля, буряки столові	Варіння	7	60 - 270	5 - 170	1,4 - 1,5
Капуста, плоди огірків	Соління (квашення)	5	25 - 180	15 - 100	1,6 - 1,8
	Маринування	5		10 - 80	2,0 - 2,2
Жито, овес	Розмелювання	7	45-120	15 - 40	2,8 - 3,3

Важливою задачею було визначення ефективності впливу переробки молока та м'яса на вміст ^{137}Cs в кінцевих продуктах.

Найменшу ефективність переробки молока – 1,1-1,2 рази отримано для сиру кисломолочного, незначно більшу – 1,2-1,5 рази – для вершків та сметани (табл. 6). Найбільшу ефективність зниження вмісту ^{137}Cs відмічено при переробці молока на масло, що становила 8-10 разів. Встановлено, що величина ефективності переробки молока в домашніх умовах корелює з жирністю кінцевого продукту. Це можна пояснити тим, що ^{137}Cs не входить до складу жирів.

Значення ефективності запікання м'яса виявилось найменшим серед інших способів його переробки і складало 1,1-1,2 рази. Найбільш ефективним для зменшення вмісту ^{137}Cs в готовому до споживання м'ясі – було варіння, ефективність якого складала – 2,6-2,8 разів, що майже в 3 рази перевищує запікання та смаження.

Таблиця 6

Вплив різних способів переробки молока і м'яса в домашніх умовах на перехід ^{137}Cs у готовий продукт

Продукт переробки молока/м'яса	Кількість зразків	Питома активність ^{137}Cs , Бк·кг ⁻¹		Ефективність E_k , раз
		сировина	продукт	
МОЛОКО				
Сир кисломолочний	4	300-370	235-325	1,1-1,2
Вершки, сметана	3		200-250	1,2-1,5
Масло вершкове	3		30-45	8,0-10,0
М'ЯСО				
Запікання (1 год.)	3	280-320	240-260	1,1-1,2
Смаження	3		150-180	1,2-1,9
Варіння (1 год.)	3		100-120	2,6-2,8

Встановлені величини ефективності переробки продукції тваринництва дозволяють використовувати різні способи при різних концентраціях радіонуклідів в молоці і м'ясі.

Отримані у ході дослідження значення ефективності переробки сільськогосподарської продукції підтверджують величини, отримані і іншими дослідниками в попередній період після аварії на ЧАЕС. Для розрахунку допустимих рівнів забруднення ґрунту використано консервативну нижню межу ефективності кожного способу переробки сільськогосподарської сировини.

Оцінка допустимих рівнів забруднення ^{137}Cs основних типів ґрунту Українського Полісся у віддалений період після аварії на ЧАЕС. Для виробництва сільськогосподарської продукції на радіоактивно забруднених після аварії на ЧАЕС територіях у віддалений період можна використовувати значення допустимих рівнів забруднення ґрунту (ДРЗГ) ^{137}Cs . Величину ДРЗГ розраховано з використанням значень коефіцієнтів переходу ^{137}Cs , отриманих у ході моніторингових досліджень, з урахуванням ефективності захисних заходів та державних гігієнічних нормативів ДР-2006.

Допустимі рівні забруднення ґрунту ^{137}Cs для вирощування сільськогосподарських культур у польовій сівозміні розраховано за формулою:

$$\text{ДРЗГ} = \frac{\text{ДР} - 2006}{\text{КП}} \cdot \text{Ек} \quad (1)$$

де: КП – коефіцієнт переходу ^{137}Cs в системі «ґрунт-рослина», ($\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1} / (\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2})$) (табл. 2, 3); Ек – ефективність захисних заходів, разів (табл. 4, 5, 6).

Допустимі рівні забруднення ґрунту ^{137}Cs на ріллі, луках та пасовищах різних типів для випасу великої рогатої худоби та заготівлі сіна розраховано за формулою:

$$\text{ДРЗГ} = \frac{\text{ДР} - 2006}{\text{КП} \cdot m \cdot \text{КК}} \cdot \text{Ек} \quad (2)$$

де: m – маса добового раціону ВРХ, $\text{кг} \cdot \text{добу}^{-1}$; КК – коефіцієнт концентрації ^{137}Cs у молоці/м'ясі, % від вмісту радіонукліду у добовому раціоні.

Для розрахунків використовували найбільш критичний раціон ВРХ, що містив виключно зелену масу лучних трав у пасовищний період або сіно сіяних трав в стійловий період. Коефіцієнт концентрації ^{137}Cs у молоці складає 1%, у м'ясі – 4% (Аверін В.С., 1999; Прістер Б.С. та ін., 2007). Маса добового раціону ВРХ становить 10 кг сіна або 60 кг трави (Карпусь М.М., Славов В.П. та ін. 1994).

Значення розрахованих радіоекологічно обґрунтованих допустимих рівнів забруднення основних типів ґрунту ^{137}Cs (ДРЗГ) на радіоактивно забруднених сільськогосподарських угіддях України у віддалений період після аварії на ЧАЕС, що дозволяють забезпечити дотримання гігієнічних нормативів вмісту радіонукліду у сільськогосподарській сировині та продуктах харчування (ДР-2006), представлено у табл. 7, 8.

**Допустимі рівні забруднення ґрунту (ДРЗГ) ^{137}Cs у віддалений післяаварійний період
для вирощування зернових, овочевих культур, картоплі та сіяних трав**

Культура	Тип ґрунту*	ДРЗГ ^{137}Cs , $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$			
		без контрзаходів	при внесенні добрив, вапна	при переробці	внесення добрив, вапна + переробка
Молоко, ДР-2006 – 100 $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$					
Конюшина, сіно	ТБ	160	290	195	350**
	ДП	1820	4 000	2 180	4 800**
	ЧО	3 450	5 520	4 140	6 620**
Сіяні злакові трави, сіно	ТБ	310	660	375	790**
	ДП	4 170	7 920	5 000	9 500**
	ЧО	8 330	12 500	10 000	15 000**
Картопля, ДР-2006 – 60 $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, овочеві культури, ДР-2006 – 40 $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$					
Буряк, коренеплоди	ТБ	140	185	190	230
	ДП	330	440	470	650
	ЧО	570	740	800	1 200
Капуста, качан, огірки, плоди	ДП	365	650	580	870
	ЧО	490	885	780	940
Картопля, бульби	ТБ	215	300	300	420
	ДП	1 130	1 470	1 585	2 380
	ЧО	2 860	3 700	4 000	4 800
Зернові культури, ДР-2006 зерно – 50 $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$					
Гречка, зерно	ЧО	200	260	560***	730
Овес, зерно	ДП	620	990	1 730	2 765
	ЧО	1 560	2 030	4 375	5 690
Жито, зерно	ТБ	330	530	930	1 490
	ДП	810	1 290	2 260	3 610
	ЧО	1 670	2 170	4 670	6 070

*ТБ – торфово-болотний, ДП – дерново-підзолистий, ЧО – чорнозем опідзолений;

** Продукт переробки – вершки, сир;

*** Переробка на ядрицю, $E_k = 3,3$ рази [Прістер Б.С., Перепелятнікова Л.В., 2001]

Дані табл. 8 вказують на те, що у віддалений період після аварії на ЧАЕС обмеження на вирощування сільськогосподарської продукції в польовій сівозміні існують для невеликого набору культур та 2 типів ґрунту на територіях, де згідно українського законодавства дозволене ведення сільськогосподарського виробництва ($D < 555 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$). Згідно представлених у табл. 7 розрахунків на територіях південних районів Київської області (Васильківський, Фастівський, Богуславський, Таращанський та інш.), де поширені чорноземи опідзолені, у віддалений період після аварії на ЧАЕС можна вести сільськогосподарське виробництво без будь-яких обмежень (рис. 3).

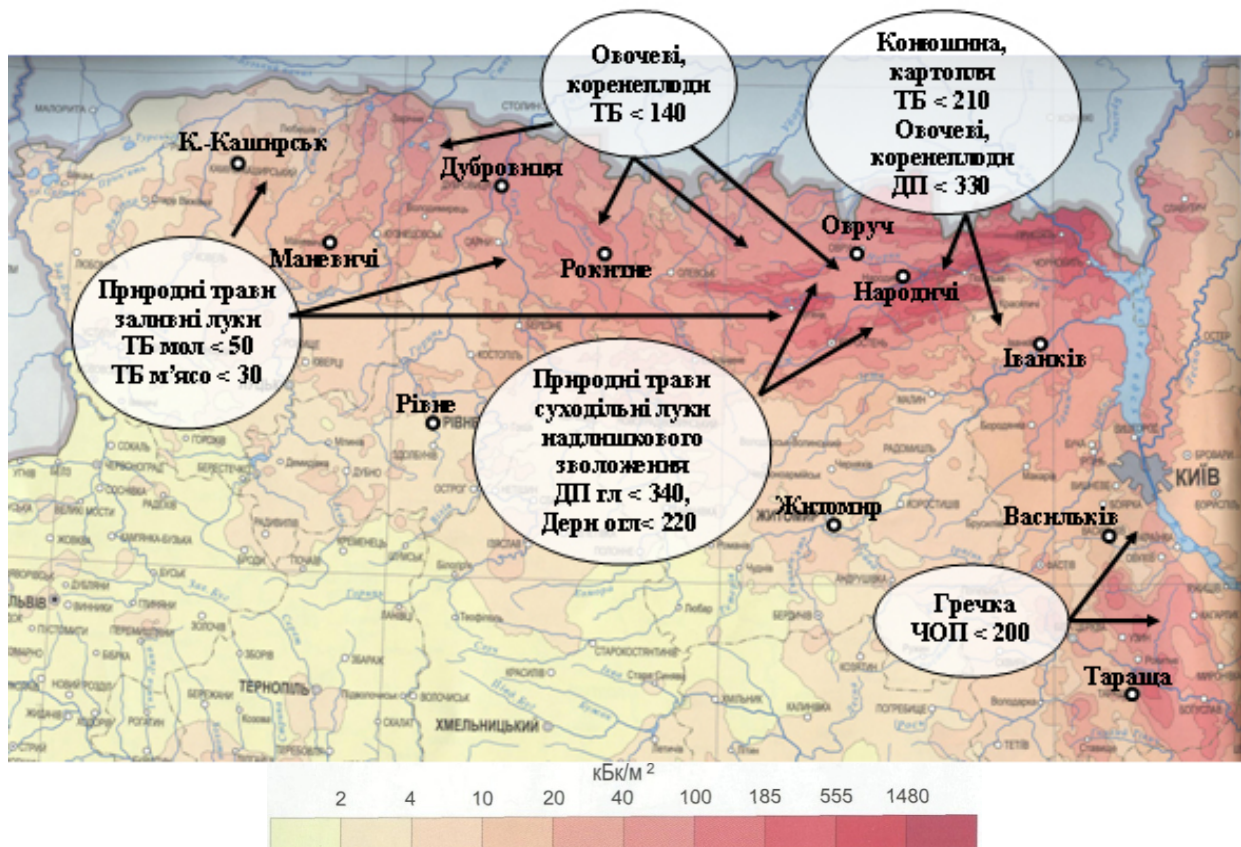


Рис. 3. Обмеження за значенням ДРЗГ ^{137}Cs для вирощування сільськогосподарської продукції на карті забруднення ґрунту ^{137}Cs , $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ [Атлас Радіоактивне забруднення, 2011, М1:2 500 000]

Виключенням є тільки вирощування гречки, ДРЗГ ^{137}Cs для якої на чорноземі опідзоленому становить $200 \text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ (приблизно $5 \text{Кі}\cdot\text{км}^{-2}$).

Для господарств Іванківського і Поліського районів Київської та Народицького і Овруцького районів Житомирської областей з дерново-підзолистим ґрунтом слід приділяти увагу овочевим культурам та коренеплодам на угіддях зі щільністю забруднення ґрунту вище $330 \text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ($\approx 10 \text{Кі}\cdot\text{км}^{-2}$). Застосування будь-якого із захисних заходів, запропонованих у роботі, дозволяє отримувати овочі та коренеплоди на цих угіддях згідно державних нормативів. На інших територіях вирощування цих сільськогосподарських культур проводиться без обмежень.

На угіддях з торфово-болотними ґрунтами слід ретельно підходити до вирощування сіяних трав, бульб і коренеплодів не тільки в Київській та Житомирській, а і у більш віддалених від епіцентру аварії Рівненській і Волинській областях, де ДРЗГ для вирощування конюшини та сіяних злакових трав у якості кормів для ВРХ становлять $160\text{-}310 \text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ($3\text{-}5 \text{Кі}\cdot\text{км}^{-2}$), бульб та коренеплодів – $140\text{-}210 \text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ($3\text{-}5 \text{Кі}\cdot\text{км}^{-2}$), овочевих культур та жита – $330\text{-}365 \text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ($>5 \text{Кі}\cdot\text{км}^{-2}$). Для територій, на яких існують обмеження за рівнями забруднення ґрунту, необхідно обов'язково використовувати дані табл. 8 з урахуванням ефективності захисних заходів для отримання продукції з рівнями забруднення нижче вимог ДР-2006.

При виробництві молока і м'яса з використанням природних пасовищ України у віддалений період нами пропонуються більш жорсткіші обмеження (табл. 8).

Таблиця 8

Допустимі рівні забруднення основних типів ґрунтів ^{137}Cs радіоактивно забруднених природних пасовищ у віддалений післяаварійний період при годівлі великої рогатої худоби для отримання м'яса і молока у відповідності з ДР-2006

Тип луки	Тип ґрунту	ДРЗГ ^{137}Cs ґрунту, $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$					
		молоко, ДР-2006 – $100 \text{ кБк}\cdot\text{л}^{-1}$				м'ясо, ДР-2006 – $200 \text{ кБк}\cdot\text{кг}^{-1}$	
		цільне	сир к.-м.*	вершки, сметана	масло	смажене, запечене	варене
Суходільний нормальний	лучно-чорноземний	10 000	11 000	12 000	80 000	6 000	13 000
	дерново-підзолистий піщаний та супіщаний	2 000	2 200	2 400	16 000	1 200	2 600
	дерновий піщаний та супіщаний	710	780	850	5 680	430	930
Суходільний надлишкового зволоження, заплавний вологий	лучний	1390	1530	1 670	11 120	830	1 800
	дерново-підзолистий оглеєний	340	370	410	2 720	200	450
	дерновий глейовий	220	240	260	1 760	130	290
Заливний чи низинний	торфово-глейовий	90	100	110	720	50	120
	торфовище низинне	50	55	60	400	30	60

*сир кисломолочний

Причому, на суходільних луках нормального зволоження з лучно-чорноземними, дерново-підзолистими та дерновими піщаними і супіщаними ґрунтами, а також суходільних надлишкового зволоження з алювіальними лучними ґрунтами випасати худобу та заготовляти сіно можна без обмежень на всіх радіоактивно забруднених територіях України. На луках заплавних вологих та з надлишковим зволоженням, де переважають дерново-підзолисті та дернові ґрунти різного ступеня оглеєння, увагу слід приділяти територіям, де ДРЗГ перевищують $220\text{-}340 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ для виробництва молока та $130\text{-}200 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ для виробництва м'яса. Необхідно ретельно підходити до використання для випасу худоби перезволожених заливних чи низинних лук та пасовищ з торфовими ґрунтами на всій території радіоактивного сліду, особливо в Рівненській та Волинській областях, де вони найбільш поширені, для яких ДРЗГ ^{137}Cs становить $50\text{-}90 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ($1,5\text{-}2,5 \text{ Кі}\cdot\text{км}^{-2}$) для виробництва молока та $30\text{-}50 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ($1\text{-}2 \text{ Кі}\cdot\text{км}^{-2}$) для виробництва м'яса.

Використання населенням даних про ефективність домашньої переробки забрудненої рослинницької і тваринницької сільськогосподарської сировини дозволить більш раціонально використовувати продукцію особистих підсобних господарств, знизити надходження ^{137}Cs в організм людини та попередити формування дози внутрішнього опромінення.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень оцінка радіоекологічної ситуації на радіоактивно забруднених угіддях показала, що основні фактори впливу на надходження ^{137}Cs з основних типів ґрунтів радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь для віддаленого періоду не відрізняються від факторів попереднього періоду. Оскільки за рахунок процесів іммобілізації ^{137}Cs ґрунтово-поглинаючим комплексом значення коефіцієнтів переходу радіонукліду в рослини значно зменшилися, для радіоекологічного обґрунтування допустимих рівнів забруднення ґрунтів ^{137}Cs коректно використовувати КП ^{137}Cs , що отримані в даний період для різних умов ведення господарства.

1. Для умов віддаленого періоду отримано величини КП ^{137}Cs з основних типів ґрунтів в урожай сільськогосподарських культур, що складають основу раціону населення радіоактивно забруднених територій. Дані моніторингу показали, що відмінності між значеннями КП ^{137}Cs в різні сільськогосподарські культури на одному типі ґрунту становили від 2 до 14 разів. На всіх типах ґрунтів відслідковувався порядок розташування сільськогосподарських культур за зменшенням накопичення ^{137}Cs в урожаї: зелена маса конюшини > сіно сіяних злакових трав > коренеплоди буряку > качани капусти > огірки > зерно вівса > зерно озимого жита > бульби картоплі.

Встановлено, що найбільші значення КП ^{137}Cs для всіх культур – на торфво-болотному ґрунті, у 2-13 разів менші – на дерново-підзолистому ґрунті та у 4-26 разів – на чорноземі опідзоленому.

2. Найменші значення КП ^{137}Cs отримано для трав суходільних луків нормального зволоження, що розміщені на лучно-чорноземних, дернових та дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах із злаково-різнотравним травостоем. Найбільші значення КП ^{137}Cs відмічено на заливних та низинних луках із різнотравно-осоковим травостоем на торфво-глейових ґрунтах та торфовищах, які відрізняються від значень КП для суходільних луків від 10 до 100 разів. Через більш, ніж 20 років після випадіння ^{137}Cs , на всіх типах луків відмічається зменшення до 2 разів КП ^{137}Cs з ґрунту в лучну рослинність протягом трьох років досліджень.

3. Визначено коефіцієнти переходу ^{137}Cs з чорнозему опідзоленого в зерно гречки та встановлено що КП ^{137}Cs для зерна гречки були в 4-8 разів більшими за коефіцієнти переходу в зерно інших зернових культур. Відмінності в накопиченні ^{137}Cs між сортами гречки значно менші і становили до 2,2 рази.

4. Оцінено ефективність застосування захисних агрохімічних заходів для зменшення накопичення ^{137}Cs з ґрунту в урожай основних сільськогосподарських культур для віддаленого періоду. Найбільшу

ефективність агрохімічних заходів отримано на дерново-підзолистому ґрунті для конюшини та злакових трав (1,5-2,2 рази), а найменшу – на чорноземі опідзоленому (1,5-1,6 разів). Ефективність застосування добрив та вапна під овес та картоплю на всіх типах ґрунту була меншою, і складала від 1,2 до 1,6 разів. Підтверджено, що ефективність захисних агрохімічних заходів не змінюється з часом після випадіння радіонуклідів.

5. Доведено вплив основних способів переробки сільськогосподарської сировини рослинного походження в домашніх умовах особистих підсобних господарств на кількісний розподіл ^{137}Cs в кінцевих продуктах переробки. При варінні бульб та коренеплодів вміст ^{137}Cs знижується у 1,4-1,5 разів, засолюванні та маринуванні овочів в 1,6-2,2 рази. Переробка зерна на борошно дозволяє знизити вміст ^{137}Cs в продуктах харчування у порівнянні з сировиною в 2,8-3,3 рази.

6. Визначено ефективність переробки тваринницької продукції в домашніх умовах для зменшення вмісту ^{137}Cs в кінцевому продукті. Найменшу ефективність переробки молока (1,1-1,2 рази) отримано при переробці на кисломолочний сир, незначно більшу (1,2-1,5 рази) – при виготовленні вершків та сметани. Найбільша ефективність зниження вмісту ^{137}Cs (8-10 разів) відмічена при переробці молока на масло. Найбільш ефективним способом переробки м'яса є варіння (2,6-2,8 разів), в той час, як його смаження та запікання мають ефективність лише від 1,1 до 1,9 разів.

7. З урахуванням отриманих у віддалений період після Чорнобильської аварії кількісних параметрів біогенної міграції ^{137}Cs для основних сільськогосподарських культур і процесів домашньої переробки рослинницької та тваринницької сировини, продукція яких формує основну дозу опромінення населення, що мешкає на радіоактивно забруднених територіях, розраховані радіоекологічно обґрунтовані допустимі рівні забруднення основних типів ґрунтів (ДРЗГ) ^{137}Cs . Використання цих ДРЗГ дозволить не тільки забезпечити неперевищення державних гігієнічних нормативів (ДР-2006) вмісту радіонуклідів в продуктах харчування, а і раціонально використовувати угіддя, захисні заходи та сільськогосподарську сировину.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. При плануванні заходів подолання наслідків аварії на ЧАЕС та веденні сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених угіддях рекомендовано використовувати «Комплексну науково-обґрунтовану програму заходів щодо забезпечення відповідності чинним державним гігієнічним нормативам продукції місцевого виробництва, якою харчуються діти критичних населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення» та пам'ятку «Раціональне використання радіоактивно забруднених лучних угідь».

2. Використання науково обґрунтованих допустимих рівнів забруднення ґрунту (ДРЗГ) сільськогосподарських угідь України ^{137}Cs , дозволить населенню, що проживає на радіоактивно забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС

територіях, забезпечити виробництво продуктів харчування з неперевищенням діючих санітарно-гігієнічних нормативів (ДР-2006).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Кимаковська Н. О. Накопичення важких металів в урожаї вівса на різних ґрунтах / Н. О. Кимаковська, Л. В. Перепелятнікова, Т. М. Іванова // Доп. учасників Міжнар. конф. «Екологія: проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства» (16-18 червня 2005 р., м. Житомир) / ЖНАЕУ. – Житомир, 2005. – С. 168–171. *(збір матеріалу, його аналіз, узагальнення, участь у написанні).*

2. Кимаковська Н. О. Особливості поведінки важких металів у системі «ґрунт-рослина» / Н. О. Кимаковська // Агроєкол. журн. – 2005. – № 3. – С. 87–88.

3. Кимаковська Н. О. Міграція важких металів в ланці «ґрунт-рослина» / Н. О. Кимаковська // «Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в сільському та лісовому господарстві – 20 років після аварії на ЧАЕС : зб. доп. учасників 5-ої Міжнар. наук. конф. (18–20 травня 2006 р., м. Житомир). / ДАЕУ. – Житомир, 2006. – С. 127–130.

4. Кимаковська Н. О. Вплив різних прийомів кулінарної обробки рослинної сировини на надходження ¹³⁷Cs у кінцеві продукти / Н. О. Кимаковська, Л. В. Перепелятнікова // Агроєкол. журн. – 2008. – Спец. вип. – С. 94–97. *(участь у проведенні експериментів та написанні).*

5. Кимаковская Н. А. Ведение растениеводства на техногенно загрязненных территориях украинского Полесья / Н. А. Кимаковская, О. В. Косарчук // Сб. тезисов Междунар. конф. «Радиоэкология: итоги, современное состояние и перспективы» (г. Москва, 3-5 июня 2008 г.). – М., 2008. – С. 66–70. *(збір матеріалу, його аналіз, узагальнення, участь у написанні).*

6. Кимаковская Н. А. Разработка моделей миграции радионуклидов цезия и стронция в цепи «почва-растение» в различных почвенно-климатических условиях Полесья Украины / Н. А. Кимаковская // Актуальные вопросы радиационной гигиены : сб. тезисов науч.-практ. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 7-9 июня 2010 г.) / СПб., 2010. – С. 80–82.

7. Кимаковская Н. А. Нормирование радионуклидов и тяжелых металлов в условиях техногенного загрязнения зоны Полесья / Н. А. Кимаковская // Тезисы докл. VI съезда по радиационным исследованиям (Москва, 25–28 октября 2010 г.). – М., 2010. – Т. II. – С. 95.

8. Кимаковська Н. О. Вивчення залежності накопичення важких металів в урожаї кормових культур від їх концентрації в ґрунті / Н. О. Кимаковська // Вісн. Житомир. нац. агроєкол. ун-ту. – 2010. – № 1 (26). – С. 147–153.

9. Кимаковська Н. О. Нормування вмісту важких металів в ґрунті і рослинній продукції / Н. О. Кимаковська, Л. В. Перепелятнікова // Зб. тез Міжнар. конф. «25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього» (2011 р. 20–22 квітня / ВУЗ – К., 2011. – С. 429–430. *(збір матеріалу, його аналіз, узагальнення, участь у написанні).*

10. Кимаковська Н. О. Ведення сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях / Н. О. Кимаковська, М. М. Лазарєв, Г. П.

Перепелятніков // Національна доповідь України «25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього» / К., 2011. – С. 75–91. (збір матеріалу, його аналіз, узагальнення, участь у написанні).

11. Кимаковська Н. О. Наукове обґрунтування і методології розробки «Допустимих рівнів вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у сировині рослинного та тваринного походження» / Н. О. Кимаковська // Наук. доп. НУБіП України. – 2012. – № 3 (32). – Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2012_3/12kno.pdf.

12. Пам'ятка «Раціональне використання радіоактивно забруднених лучних угідь» / [Г. П. Перепелятніков, Л. В. Калиненко, Н. О. Кимаковська та ін.]. – К.: Атіка, 2012. – 16 с.

13. Перепелятніков Г. П. Радиоэкологическое нормирование допустимого содержания ^{137}Cs в почвах сельскохозяйственных угодий Украины, загрязненных после аварии на ЧАЭС / Г. П. Перепелятніков, Н. А. Кимаковская // Агрохимический вестн. – 2013. – № 6. – С. 23–27.

14. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2012 році / [Л. В. Калиненко, Н. О. Кимаковська, Г. П. Перепелятніков, Л. В. Перепелятнікова та ін.]. – К.: КІМ, 2013. – 324 с.

15. Кимаковська Н. О. Радіоекологічне обґрунтування принципу нормування вмісту ^{137}Cs у ґрунтах сільськогосподарських угідь / Н. О. Кимаковська, Г. П. Перепелятніков // Quarterly Journal CNBOP-PIB «Safety & Fire Technique». – Poland, 2014. – Vol. 33 Issue 1. – P. 45–50.

16. Кимаковская Н. А. Накопление ^{137}Cs гречихой в зависимости от сортовой принадлежности / Н. А. Кимаковская // Сб. тезисов VII съезда по радиационным исследованиям (Москва, 21-24 октября 2014 г.) / М., 2014.

АНОТАЦІЯ

Кимаковська Н.О. Радіоекологічне обґрунтування допустимих рівнів забруднення ґрунту ^{137}Cs для ведення підсобного господарства на радіоактивно забруднених територіях у віддалений період. – На правах рукопису.

Дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. – Житомирський національний агроекологічний університет, 2015.

Проведено радіоекологічне обґрунтування та розрахунок допустимих рівнів забруднення основних типів ґрунту ^{137}Cs на радіоактивно забруднених сільськогосподарських угіддях України у віддалений період після аварії на ЧАЕС з урахуванням кількісних параметрів міграції ^{137}Cs в системі «ґрунт-рослина», ефективності застосування агрохімічних контрзаходів та переробки сільськогосподарської сировини в домашніх умовах ведення підсобних господарств, які дозволяють забезпечити дотримання гігієнічних нормативів вмісту радіонукліду у сільськогосподарській сировині та продуктах харчування (ДР-2006).

Ключові слова: віддалений період, коефіцієнти переходу ^{137}Cs , раціон

харчування населення, агрохімічні захисні заходи, переробка в домашніх умовах, радіологічне обґрунтування допустимих рівнів, дотримання гігієнічних нормативів.

АННОТАЦИЯ

Кимаковская Н.А. Радиологическое обоснование допустимых уровней загрязнения почвы ^{137}Cs для ведения подсобного хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях в отдаленный период. – На правах рукописи.

Диссертации на соискание научной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 – экология. – Житомирский национальный агроэкологический университет, 2015.

Проведенные на производственных посевах и в полевых стационарных опытах мониторинговые исследования, позволили получить для отдаленного периода после Чернобыльской аварии значения коэффициентов перехода (КП) ^{137}Cs для трех наиболее распространенных на территории Украинского Полесья и Лесостепи типах почв в основные сельскохозяйственные культуры, а так же в сено природных трав основных типов естественных лугов. Определены КП ^{137}Cs для чернозема оподзоленного в зерно различных сортов гречихи.

Изучено влияние защитных агрохимических мероприятий (внесение удобрений и извести) на поступление ^{137}Cs в урожай сельскохозяйственных культур для отдаленного периода. Показано, что через 25 лет после радиоактивных выпадений эффективность внесения удобрений и извести составляет 1,2-2,2 раза. Проведена оценка влияния основных способов переработки сельскохозяйственного сырья растительного и животного происхождения в домашних условиях личных подсобных хозяйств на содержание ^{137}Cs в конечных продуктах переработки.

Проведено радиоэкологическое обоснование и расчет допустимых уровней загрязнения основных типов почв ^{137}Cs на радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных угодьях Украины в отдаленный период после аварии на ЧАЭС, что позволит обеспечить соблюдение гигиенических нормативов содержания радионуклида в сельскохозяйственном сырье и продуктах питания. Для этого учтены количественные параметры миграции ^{137}Cs в системе «почва-растение», эффективность использования агрохимических контрамер и переработки сельскохозяйственного сырья в домашних условиях ведения подсобных хозяйств.

Ключевые слова: отдаленный период, коэффициенты перехода ^{137}Cs , рацион питания населения, агрохимические защитные мероприятия, переработка в домашних условиях, радиологическое обоснование допустимых уровней, соблюдение гигиенических нормативов.

SUMMARY

Kymakovska N.O. Radiological justification of permissible levels of soil contamination with ^{137}Cs for subsistence farming on contaminated territories in the remote period – As a manuscript .

Dissertation for the degree of the candidate of agricultural sciences, specialty 03.00.16 – ecology – Zhitomir national agroecological university, 2015.

Radioecological justification and calculation of permissible levels of contamination with ^{137}Cs for main soil types on contaminated farmlands of Ukraine in the remote period after the Chernobyl accident was prepared, which will facilitate the compliance to the hygienic norms of radionuclide content in agricultural raw material and foodstuff. For this purpose quantitative parameters of ^{137}Cs migration in the system “soil-plant”, effectiveness of agrochemical countermeasures and processing of raw materials in the domestic conditions, were taken in to account.

Keywords: remote period, ^{137}Cs transfer factors, diet of the population, agrochemical protective measures, processing in domestic conditions, radiological justification of permissible levels, compliance to hygienic norms.

Підписано до друку 31.08.15

Ум. друк. арк. 1,4

Наклад 100 прим.

Формат 60x84\16

Обл.-вид.арк.1,4

Зам. № 7668

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України

вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041

тел.: 527-81-55