

## ПРОБЛЕМИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВМІСТОМ $^{90}\text{Sr}$ В ЗЕРНОВІЙ ПРОДУКЦІЇ ІВАНКІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Л. М. Отрешко, аспірантка\**

*Л. В. Йощенко, науковий співробітник*

*І. М. Малоштан, кандидат хімічних наук*

*Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології*

Представлено результати радіологічного моніторингу  $^{90}\text{Sr}$  полів Іванківського району Київської області 2011р., де вирощувались зернові культури. Встановлено коефіцієнти накопичення та переходу  $^{90}\text{Sr}$  у зерно і запропоновано відповідні заходи, проведення яких дозволить отримати продукцію зерна, що відповідатиме ДР.

**Ключові слова:** Чорнобильська катастрофа, радіонукліди, радіологічний моніторинг, питома активність, щільність забруднення ґрунту, допустимі рівні, коефіцієнт переходу, контрзаходи.

За роки, що минули після Чорнобильської аварії, загальний радіаційний стан у нашій країні істотно поліпшився, насамперед, за рахунок радіоактивного розпаду радіонуклідів, їх заглиблення у ґрунт та фіксації, вжиття відповідних заходів тощо.

$^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  і досі вважаються найнебезпечнішими радіонуклідами. Враховуючи довготривалість і високу ціну вимірів, спостереження за  $^{90}\text{Sr}$ , на відміну від  $^{137}\text{Cs}$ , зараз майже не відбувається.

Починаючи з 2000 р. об'єми проведення контрзаходів порівняно з першими п'ятнадцятьма роками після аварії (коли державою виділялись кошти на їх проведення і дозові навантаження на населення були знижені вдвічі [6, 7, 8]), істотно зменшились, а у 2009 - 2010 рр. кошти із державного бюджету на проведення контрзаходів не виділялись взагалі. Відповідно, це не могло не позначитись на радіологічній ситуації у державі [8].

\*Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор В. О. Кашпаров

Радіологічний моніторинг у наш час є невід'ємною частиною системи радіаційної безпеки, тому проведення його має бути регулярним, а результати – відкритими для громадськості.

Результати моніторингових робіт, що у 1997 - 1999 та 2009 роках, проводив УкрНДІСГР показали [8], що вміст  $^{90}\text{Sr}$  в молоці, м'ясі та овочах в Україні істотно не перевищував нормативів, відповідно був зроблений висновок про недоцільність постійного контролю за їх забрудненням. Винятком стали зернові культури - у половині випадків вміст  $^{90}\text{Sr}$  в зерні у 2009 р. перевищував гігієнічні нормативи для продовольчого зерна (20 Бк/кг). Особливо це стосувалось території Іванківського району Київської області. На цих територіях практично у всіх пробах зерна вміст  $^{90}\text{Sr}$  перевищував ДР-2006. У 2009 р. вміст цього радіонукліду порівняно з 1997-1999 рр. значно збільшився за рахунок розчинення паливних часток (ПЧ), через підвищення частки мобільного (обмінного) стронцію в ґрунті. Це означало, що для отримання нормативно чистої продукції існувала потреба у проведенні контрзаходів на цих територіях [3, 4].

**Об'єкт та методи досліджень.** Для спостережень, враховуючи результати попередніх досліджень [3], у 2011 р. з території третьої зони радіоактивного забруднення Іванківського району Київської області вибрали найкритичніші з точки зору забруднення  $^{90}\text{Sr}$  зерна.

Загальна площа району становить - 141206 га, з них сільськогосподарських угідь - 81223 га. Оскільки востаннє вапнування кислих ґрунтів в Іванківському районі за державні кошти із Чорнобильського фонду проводилось ще у 2006 р., органічні добрива у 2008 р. в господарствах не використовувались взагалі, а з внесенням мінеральних добрив було засіяно 63 % площ (при нормі 150 кг/га д.р. застосовано тільки 25 кг/га, або 17% від

потреби ) - все це привело до збільшення вмісту  $^{90}\text{Sr}$  в зерні у 2009 р. порівняно з попередніми роками у середньому вдвічі [2, 4].

На полях населених пунктів цього району, де вирощувались зернові культури (Дитятки, Зорин, Горностайпіль та Прибірськ), у 2011 р. було відібрано 13 зразків ґрунту та стільки ж зразків зерна (6 – жита, 5 – вівса та 2 – пшениці озимої). Усі точки відбору проб(табл. 1) знаходились на дерново-слабопідзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах [2].

Проби ґрунту відбирали згідно з СОУ 74.14-37-425:2006; СОУ 74.14-37-424:2006, а зразки зерна згідно з СОУ 01.1-37-426:2006, на цих самих угіддях і в цих же точках. Активність  $^{90}\text{Sr}$  вивчали за стандартною радіохімічною методикою [8], а його вміст у зразках – після радіохімічного виділення з використанням загальноприйнятих методик на низькофоновому 3-радіометрі «CANBERA-2400» (CANBERA, США) [6].

В усіх зразках ґрунту визначали активність  $^{90}\text{Sr}$ , частку стабільного  $^{90}\text{Sr}$  і кальцію в обмінній формі та кислотність ґрунтового розчину. З використанням методики послідовних екстракцій Ф. І. Павлоцької оцінювали також частку  $^{90}\text{Sr}$  в кислоторозчинній формі [8]. У зерні активність  $^{90}\text{Sr}$  визначали стандартними радіохімічними методами.

**Результати досліджень.** Результати досліджень [4] показали, що частка  $^{90}\text{Sr}$  в обмінній формі із збільшенням кислотності ґрунтів зростала, що підтверджує її вплив на швидкість розчинення ПЧ у природних умовах. За результатами наших досліджень, питома активність  $^{90}\text{Sr}$  у ґрунті становила 20 – 88 Бк/кг (табл. 1).

Нам вдалося уточнити показники періоду напіврозчинення ПЧ у нейтральних ґрунтах. Раніше вважалось, що цей період становить близько 14 років, а отриманні нами результати [2, 4] показали, що в деяких випадках (точки №10 - 13) за 25 років після аварії в нейтральних ґрунтах (див. табл.1) більше 50%  $^{90}\text{Sr}$  все ще знаходиться у складі ПЧ.

Вміст  $^{90}\text{Sr}$  в зерні змінювався від 4 до 61 Бк/кг, при цьому в п'яти зразках (точки № 6 – 10), відібраних поблизу сіл Дитятки та Прибірськ, спостерігали перевищення допустимого рівня вмісту цього радіонукліду в продовольчому зерні (20 Бк/кг). Динаміка середнього показника питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  в зерні у населених пунктах Іванківського району (рис. 1) узгоджується з прогнозними оцінками біологічної доступності цього радіонукліду, зроблені на основі емпіричної моделі в 2001 р. [2, 3].

## 1. Характеристика точок пробовідбору та результати досліджень

Населений пункт	Точка пробо відбору	Площа поля, га	Координати		Питома активність <sup>90</sup> Sr у ґрунті, Бк/кг	Щільність забруднення ґрунту <sup>90</sup> Sr, кБк/м <sup>2</sup>	Частка <sup>9</sup> <sup>90</sup> Sr в обмінній формі, %	Кислотність ґрунту, рН	Вміст обмінного Са, мг-екв на 100 г ґрунту	Питома активність <sup>90</sup> Sr у зерні, Бк / кг	Кн <sup>90</sup> Sr, (Бк/кг) / (Бк / кг)	Кп <sup>90</sup> Sr, (Бк / кг) / (кБк / м <sup>2</sup> )	Доза СаСО <sub>3</sub> , т/га	Загальна потреба СаСО <sub>3</sub> , т	Норма внесена Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> , кг/га	Загальна потреба Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> , т
			N	E												
Зорин	1	28	51,05131	30,19496	58 ± 9	14 ± 2	43 ± 4	5,65	3,28	13 ± 2	0,22 ± 0,05	0,91 ± 0,19	3 - 3.5	84 - 98	40 - 50	1,1 - 1,4
	2	55	51,05834	30,18957	62 ± 9	15 ± 2	44 ± 4	5,74	3,92	14 ± 3	0,23 ± 0,05	0,93 ± 0,21	3 - 3.5	165 - 193	40 - 50	2,2 - 2,8
Горностайпіль	3	147	51,07677	30,25922	86 ± 10	25 ± 3	67 ± 5	5,62	4,23	3,7 ± 2,7	0,04 ± 0,04	0,15 ± 0,11	4 - 8	588 - 1176	45 - 60	6,6 - 8,8
	4	95	51,07633	30,2592	60 ± 7	15 ± 2	35 ± 4	6,01	5,32	9 ± 2	0,15 ± 0,04	0,60 ± 0,16	3 - 3.5	285 - 333	40 - 50	3,8 - 4,8
	5	41	51,07543	30,28642	88 ± 9	23 ± 2	42 ± 5	6,44	5,45	5 ± 1	0,06 ± 0,01	0,22 ± 0,05	4 - 8	164 - 328	45 - 60	1,5 - 2,5
Дитятки	6	73	51,11178	30,12102	68 ± 11	19 ± 3	54 ± 4	5,47	1,53	<b>39 ± 3*</b>	0,57 ± 0,10	2,05 ± 0,36	8 - 11	584 - 803	45 - 60	3,3 - 4,4
	7	12	51,11192	30,12335	59 ± 10	18 ± 3	46 ± 4	6,4	3,21	<b>18 ± 4</b>	0,31 ± 0,09	1,00 ± 0,28	4 - 8	48 - 96	40 - 50	0,5 - 0,6
	8	25	51,11169	30,1242	54 ± 9	15 ± 2	37 ± 5	6,38	3,72	<b>31 ± 3</b>	0,57 ± 0,11	2,07 ± 0,33	3 - 3.5	75 - 88	40 - 50	1 - 1,3
Прибірськ	9	11	51,02506	30,05313	65 ± 8	22 ± 3	25 ± 3	6,61	3,09	<b>32 ± 4</b>	0,49 ± 0,09	1,46 ± 0,27	4 - 8	44 - 88	45 - 60	0,5 - 0,6
	10	25	51,02548	30,05278	30 ± 9	11 ± 3	26 ± 3	5,9	0,91	<b>61 ± 5</b>	2,03 ± 0,63	5,55 ± 1,58	3 - 3.5	75 - 88	40 - 50	1 - 1,3
	11	35	51,00673	29,99022	20 ± 6	7 ± 2	13 ± 3	7,6	2,3	4,3 ± 1,3	0,22 ± 0,09	0,61 ± 0,26	3 - 3.5	105 - 123	40 - 50	1,4 - 1,8
	12	110	50,99538	29,96932	24 ± 10	7 ± 2	21 ± 3	5,98	1,63	15 ± 2	0,61 ± 0,26	2,10 ± 0,68	3 - 3.5	330 - 385	40 - 50	4,4 - 5,5
	13	27	50,9867	29,95449	32 ± 10	11 ± 3	23 ± 4	6,31	3,18	11 ± 2	0,33 ± 0,12	0,97 ± 0,32	3 - 3.5	81 - 95	40 - 50	1,1 - 1,4
Всього		684											2553 - 3894		28,7 - 37,2	

\* - жирним виділені перевищення ДР-2006 р.

Крім цього для оцінки інтенсивності кореневого надходження  $^{90}\text{Sr}$  в зерно розраховували коефіцієнти накопичення ( $K_n$ ) та коефіцієнти переходу ( $K_p$ ) (див. табл. 1), які мали чітко виражену оберненопропорційну залежність від вмісту в ґрунті обмінного кальцію та добре узгоджуються з отриманими раніше і узагальненими даними МАГАТЕ для цього типу ґрунтів[4].

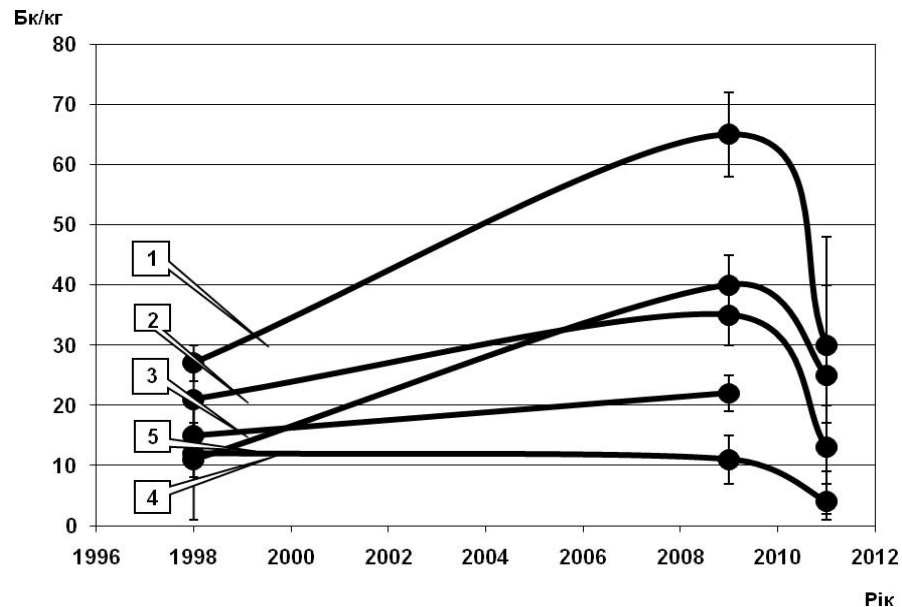


Рис.1. Динаміка середньої питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  в зерні у населених пунктах Іванківського району Київської області: 1 – Дитятки, 2 – Зорин, 3 – Страхолісся, 4 – Горностайпіль і 5 – Прибірськ.

Для практичного використання отриманих результатів, ми побудували номограму, що дозволяє спрогнозувати перевищення ДР-2006 вмісту  $^{90}\text{Sr}$  в зерні (20 Бк/кг), залежно від щільності забруднення території  $^{90}\text{Sr}$  та від вмісту рухомого кальцію в ґрунті( рис. 2).

Ці дані можуть бути використані для оптимізації системи радіаційного контролю - виявлення щільності забруднення  $^{90}\text{Sr}$  і вмісту обмінного кальцію в ґрунті критичних полів, на яких потенційно можливе забруднення цим елементом вище допустимих рівнів і обов'язкового радіаційного контролю зерна, що виробляється.

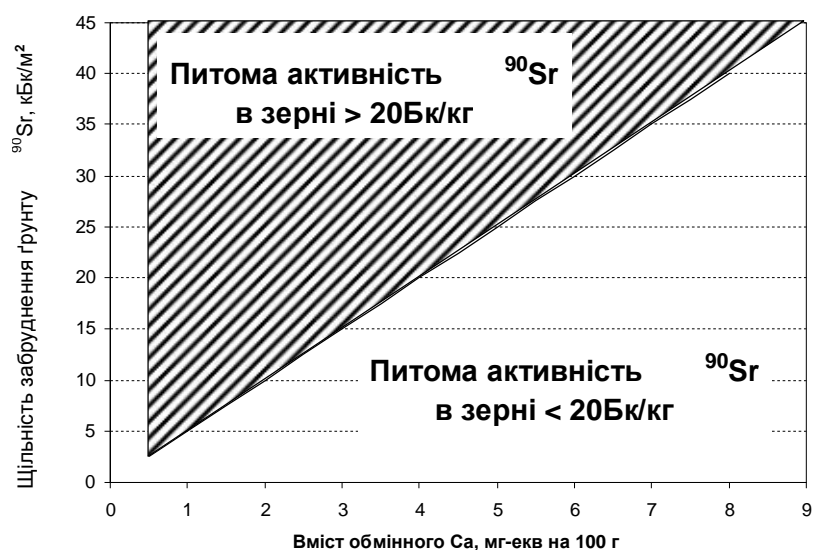


Рис.2. Номограма залежності щільності забруднення території  $^{90}\text{Sr}$  від вмісту рухомого кальцію в ґрунті, при якому його вміст у зерні може перевищувати ДР – 2006 (20 Бк/кг).

**Контрзаходи, що сприятимуть зменшенню надходження  $^{90}\text{Sr}$  у зернову продукцію.** Проведені дослідження показали, що забруднення  $^{90}\text{Sr}$  зерна вище допустимих рівнів може спостерігатися на площі близько 150 га (точки пробовідбору № 6 - 10). Як відомо, застосування традиційних захисних засобів (контрзаходів) дозволить збільшити врожайність зернових культур і зменшити вміст в них  $^{90}\text{Sr}$  в 2 - 4 рази, що забезпечить дотримання гігієнічних нормативів (ДР-2006) [1,5,7,8].

Одним з головних засобів, які суттєво гальмують перехід  $^{90}\text{Sr}$  з ґрунту в рослини на досліджуваних нами полях, є його вапнування (див. табл. 2). Особливо важливу роль відіграє вапнування кислих ґрунтів, оскільки зменшується мобільність радіостронцію, а кальцій, як хімічний аналог  $^{90}\text{Sr}$ , зменшує його перехід з ґрунту в рослину. Крім того при внесенні вапна нейтралізується надмірна кислотність, поліпшуються фізико-хімічні властивості ґрунтів, зростає їх мікробіологічна активність, посилюються процеси переходу поживних речовин з недоступних у легкозасвоювані для рослин форми [1, 6, 8].

Вапнування ґрунтів проводиться, як правило, один раз на 4 - 5 років за результатами останніх агрохімічних обстежень і з врахуваннями попередніх внесень вапна. Радіологічна ефективність вапнування ґрунтів становить 1,5 - 2,6 рази [1, 6, 7].

Використовуючи характеристику полів, кислотності ґрунтового розчину, щільності їх забруднення  $^{90}\text{Sr}$  та норми внесення вапна [1, 8], після проведення досліджень нами була розрахована кількість  $\text{CaCO}_3$ , (2,6 - 3,9 тис. тонн), яку необхідно внести для отримання на них екологічно чистої зернової продукції.

Наступним, але не менш дієвим заходом для зменшення переходу  $^{90}\text{Sr}$  у рослини на ґрунтах з низькою природною родючістю (до яких належать, зокрема, досліджувані нами дерново-підзолисті ґрунти) є внесення мінеральних, а саме фосфорних добрив (суперфосфату). Великий масив науково-дослідних і виробничих даних свідчить про те, що внесення останніх у будь-яких формах на будь-яких ґрунтах зменшує накопичення  $^{90}\text{Sr}$  практично всіма видами рослин до 0,8 – 1,2 рази. Найефективнішими є добрива, які містять фосфати кальцію та калію. Так, внесення в ґрунт фосфатів калію знижує в рослинах вміст як  $^{90}\text{Sr}$ , так і  $^{137}\text{Cs}$  у декілька разів. Інші фосфати - амонію, натрію, магнію впливають, головним чином, тільки на кількість  $^{90}\text{Sr}$ .

На малородючих дерново-підзолистих ґрунтах Полісся застосовують найвищі порівняно з іншими зонами норми мінеральних добрив - 90 - 120 кг/га НРК з перевагою азоту і калію. Якщо виходити із середнього вмісту  $\text{P}_2\text{O}_5$  мг/кг в дерново-підзолистих ґрунтах Іванківського району та щільності забруднення території  $^{90}\text{Sr}$ , норма внесення фосфорних добрив становить 40 - 60 кг/га на га (див. табл. 2).

Мікродобрива також володіють здатністю знижувати надходження радіонуклідів із ґрунту в рослини. При цьому їх дія найбільша на бідних ґрунтах. Так внесення в ґрунт при посіві або позакореневе підживлення рослин розчинами цинку, марганцю, міді, кобальту на дерново-підзолистих піщаних ґрунтах зменшує накопичення  $^{90}\text{Sr}$  у 1,5 - 2 рази як в соломі, так і в зерні [5].



**2. Норми внесення вапна та фосфорних добрив (основна та додаткова) для зменшення радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції на дерново-підзолистих піщаних та супіщаних ґрунтах при різній щільності їх забруднення  $^{90}\text{Sr}$  [1].**

pH <sub>KCl</sub>	Щільність забруднення ґрунтів $^{90}\text{Sr}$ , кБк/м <sup>2</sup>		
	5,5 - 18,5	> 18,5	
	Доза CaCO <sub>3</sub> , т/га		
< 4,5	5,5 - 6,5	14 - 17	
4,6 - 5	4,5 - 5,5	11 - 15	
5,1 - 5,5	3,5 - 4,5	8 - 11	
5,6 - 6	3 - 3,5	4 - 8	
Вміст у ґрунті P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	Доза P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , кг/га		
	< 0	60	75
	61 - 100	50	60
	101 - 150	40	45
	151 - 250	20	25

Внесення у ґрунт органічних добрив збільшує ємність ґрунтового вбирного комплексу і суттєво зменшує надходження в рослини радіонуклідів. До того ж, органічні добрива, основну масу яких складають розкладені рештки рослин, містять у збалансованих чи близьких до таких кількостей усі необхідні для рослин макроелементи та мікроелементи, багато з них знижують надходження радіонуклідів у рослини. Пташиний послід є цінним добривом й містить багато кальці. На ґрунтах легкого механічного складу особливо ефективним є внесення гною, перегною та низинного торфу [8].

Вапнування ґрунтів, використання підвищених доз органічних та фосфорних добрив слід розглядати як один з найефективніших серед усіх агрохімічних заходів, спрямованих на зменшення надходження  $^{90}\text{Sr}$  у рослини і водночас на збільшення врожаю.

На основі проведених досліджень, можна рекомендувати сільськогосподарським підприємствам третьої зони радіоактивного забруднення в Іванківському районі для гарантованого отримання продовольчого зерна з рівнями вмісту  $^{90}\text{Sr}$  нижче гігієнічних нормативів на обстежені нами поля

(загальна площа близько 700 га) внести 2,6 - 3,9 тис. тонн вапна ( для полів з точками пробовідбору № 6 – 10) з обов'язковим внесенням органічних добрив, та 28,7 -37,2 тонн  $P_2O_5$ . Якщо лише частина зерна виробляється в Іванківському районі як продовольче, то внесення вапна і фосфорних добрив необхідно проводити в обов'язковому порядку в першу чергу саме на цих площах. Пропорційно частці виробленого продовольчого зерна можуть змінюватися і витрати на агрохімічні заходи на території цього району.

### **Висновки**

1. Вперше за останні десять років був проведений моніторинг забруднення зернових культур  $^{90}Sr$ .

2. Встановлено, що сільськогосподарські угіддя, які розташовані близько до зони відчуження (північна частина Іванківського району) дотепер залишаються критичними з точки зору забруднення зерна зернових культур радіостронцієм (близько 40% проб продовольчого зерна у 2011 р. не відповідали вимогам ДР-2006 за вмістом цього радіонукліду). Разом з тим, динаміка середньої питомої активності в зерні  $^{90}Sr$  добре узгоджується з кінетикою розчинення ПЧ, вилюговування радіонуклідів і прогнозними оцінками, зробленими УкрНДІСГР ще у 2001 р.

3. Доступність  $^{90}Sr$  нині майже досягла свого максимуму, а отримані результати уточнюють дані стосовно тривалості періоду напіврозчинення ПЧ у нейтральних ґрунтах показують, що в деяких випадках (особливо точки № 10 - 13) він не лише перевищує 14 років (як вважалося раніше), а й може перевищувати 25 років.

4. Методом послідовних екстракцій встановлено, що радіостронцій в ґрунті обстежених угідь знаходиться, в основному, в біологічно доступній формі (від 20 до 90 %). Коефіцієнти накопичення та переходу  $^{90}Sr$  з ґрунту в зерно змінювалися в діапазоні 0,04 - 2,0 (Бк/кг)/(Бк/кг) і 0,5 - 5,5 (Бк/кг)/(кБк/м<sup>2</sup>). Отриманні значення цих коефіцієнтів також добре узгоджуються з отриманими раніше і узагальненими даними МАГАТЕ для мінеральних піщаних ґрунтів. Крім того

залежність коефіцієнта переходу  $^{90}\text{Sr}$  в зерно від вмісту обмінного кальцію (Ca) в ґрунті, одержана раніше, підтверджена новими експериментальними даними і може використовуватись для прогнозних оцінок.

5. Вапно (2,6 - 3,9 тис. тонн) та мінеральні фосфорні добрива (28,7 - 37,2 тонн)  $\text{P}_2\text{O}_5$ , внесені в ґрунт, дозволять гарантовано отримувати продовольче зерно з вмістом  $^{90}\text{Sr}$  нижче ДР-2006. У випадку проведення запропонованих контрзаходів можливе зменшення обсягів радіологічного контролю вмісту  $^{90}\text{Sr}$  в зерновій продукції.

### Список літератури

1. *Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території країни внаслідок аварії на чорнобильській АЕС на період 1999 –2002рр. (Методичні рекомендації) / [ Кашпаров В. О., Лазарев М. М., Перепелятнікова Л. В., Прістер Б. С та ін. ] – К.: «Ярмарок», 1998. – 103 с*

2. *Значення паливних частинок у забрудненні зернової продукції  $^{90}\text{Sr}$  в Іванівському районі Київської області Л. М. Отрешко, В. О. Кашпаров, С. Е. Левчук, І. М. Мачоштан. // Ядерна фізика та енергетика : 2012 Т.13, № 1. – С.89 – 97 .*

3. *Кашпаров В.О., Лундін СМ., Лещук СЕ. та ін. Комплексний моніторинг забруднення сільськогосподарської продукції  $^{90}\text{Sr}$  // Вісник аграрної науки: Спец, випуск. – 2001, квітень. – С.38–43.*

4. *Кашпаров В.О., Поліщук СВ., Отрешко Л.М. Радіологічні проблеми ведення сільськогосподарського виробництва на забрудненій в результаті Чорнобильської катастрофи території України //Чорнобильський науковий вісник, Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – Чорнобильінтерінформ. – К. – 2011. – №2 (38). – С. 13 – 30.*

5. *Радіоекологія: Навчальний посібник / Я. М. Гудков, В.А. Гайченко, В. О.Кашпаров та ін.: За ред. І. М. Гудкова. – Н. - В. «НОВОград» 2011. –368 с*

6. *Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation:*

twenty years of experience //Report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Environment', Ed. Anspaugh, L. and Balonov, M., Radiological assessment reports series, IAEA, STI/PUB/1239, 2006, 166p.

7. *Fesenko S. V., Alexakhin R.M., Balonov M.I. et al.* An extended critical review of twenty years of countermeasures used in agriculture after the Chernobyl accident // Science of The Total Environment. – 2007. – V. 383 (1). – P. 1 – 24.

8. *Prister B.S., Perepelyatnikov G.P., Perepelyatnikova L.V.* Countermeasures used in the Ukraine to produce forage and animal food products with radionuclide levels below intervention limits after the Chernobyl accident. // Sci Total Environ. 1993 – V.137. –P.183 – 198.

### **Проблемы, связанные с содержанием $^{90}\text{Sr}$ в зерновой продукции**

#### **Иванковского района Киевской области**

Л. Н. Отрешко, Л. В. Йощенко, И. М. Малоштан

Представлены результаты радиологического мониторинга  $^{90}\text{Sr}$  полей Иванковского района Киевской области 2011г., где выращивались зерновые культуры. Был проведён отбор проб почвы и зерна. Во всех отобранных образцах измерялась активность  $^{90}\text{Sr}$ , в грунтовых образцах определялись также доля  $^{90}\text{Sr}$  и кальция в обменной форме и кислотность почвенного раствора. Было установлено коэффициенты накопления и перехода  $^{90}\text{Sr}$  в зерне и предложены соответствующие контрмеры, проведение которых позволит получить продукцию зерна, которая будет отвечать ДР.

**Ключевые слова:** Чернобыльская авария, радионуклиды, радиологический мониторинг, удельная активность, плотность загрязнения почвы, допустимые уровни, коэффициент перехода, контрмеры.

### **Problems caused by the content of $^{90}\text{Sr}$ in grain production**

#### **in Ivankiv district of Kyiv region**

L. N Otreshko, L. V. Yoschenko, E. M. Maloshtan

The results of radiological monitoring  $^{90}\text{Sr}$  fields from Ivankiv district of Kyiv region 2011., where grown crops. Was carried out sampling of soil and grain. All selected samples measured the activity of  $^{90}\text{Sr}$ , in soil samples were determined as the fate of  $^{90}\text{Sr}$  and calcium in the form of exchange and acidity of soil solution. It was determined the coefficients of accumulation and transfer  $^{90}\text{Sr}$  in grain and proposed appropriate countermeasures, of which will provide production of grain, which corresponds to DR.

**Keywords:** Chernobyl accident, radionuclides, radiological monitoring, specific activity, the density of soil contamination permitted levels, the rate of conversion countermeasures.