

ФОРМУВАННЯ ДОЗИ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ, ЩО ПРОЖИВАЄ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОНИ

Досліджено активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у молоці, м'ясі, картоплі та іншій овочевій продукції, що вирощується на присадибних ділянках жителів сіл Йосипівка та Тарасівка Білоцерківського району Київської області, які зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. При споживанні продовольчої продукції, отриманої на власних присадибних ділянках доза внутрішнього опромінення жителів села Йосипівка складає 0,065 мЗв/рік, а села Тарасівка – 0,0283 мЗв/рік. Найбільший внесок в дозу внутрішнього опромінення вносить споживання молока та картоплі.

Ключові слова: радіонукліди ^{137}Cs і ^{90}Sr , сільське населення, продовольча продукція, присадибні ділянки, молоко, м'ясо, картопля, доза внутрішнього опромінення.

Постановка проблеми. В Україні внаслідок Чорнобильської катастрофи радіоактивного забруднення зазнала майже вся територія Полісся та значна частина лісостепової зони на південь від Києва. Населення, яке проживає на радіоактивно забруднених територіях, отримує додатково, понад природний рівень дози зовнішнього та внутрішнього опромінення. Зовнішнє опромінення зумовлене високим вмістом ^{137}Cs у ґрунтах, при розпаді якого підвищується потужність гамма-випромінювання на місцевості та внутрішнє – спричинене надходженням ^{137}Cs і ^{90}Sr в середину організму при споживанні продовольчої продукції, отриманої на радіоактивно забруднених територіях. Для сільського населення продовольча продукція, отримана на присадибних ділянках, є основним джерелом харчування та надходження в організм ^{137}Cs і ^{90}Sr , що зумовлює необхідність оцінки дози опромінення. За чинним законодавством, річна ефективна доза опромінення населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях не повинна перевищувати 1 мЗв [1,6-7].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Провідними вченими (Б.С. Прістер, І.М. Гудков, І.А. Ліхтарьов, Д.М. Гродзинський, В.О. Кашпаров, М.М. Лазарев, Ю.І. Іванов, І.І. Карачов, О.І. Фурдичко, М.Д. Кучма та ін.) проведено досить великий обсяг наукових досліджень з вивчення міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr в об'єктах аграрного виробництва, накопиченні їх у продовольчій продукції та оцінці ефективних доз опромінення людини. При цьому, основна увага науковців зосереджена на Поліссі. Більшою мірою вивчається поведінка ^{137}Cs , що є основним дозоутворюючим радіонуклідом. Окрім цього, на радіоактивно забруднених територіях Лісостепу значний внесок у забрудненні припадає і на ^{90}Sr [1-2,6-7]. Все це й зумовило необхідність дослідження активності ^{137}Cs і ^{90}Sr у продовольчій продукції, що вирощується на присадибних ділянках жителів сіл, що знаходяться на радіоактивно забруднених територіях лісостепової зони південної частини Київської області.

Метою роботи була оцінка внеску продовольчої продукції, отриманої на присадибних ділянках, у формування річної ефективної дози опромінення сільського населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях лісостепової зони південної частини Київської області. Завданням досліджень було визначити питому активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у молоці, м'ясі, картоплі й іншій овочевій продукції та провести розрахунки доз опромінення сільського населення.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на присадибних ділянках сіл Йосипівка та Тарасівка Білоцерківського району Київської області. Село Йосипівка віднесено до зони добровільного гарантованого відселення (III зона), а Тарасівка – до зони посиленого радіологічного контролю (IV зона) [5]. Для проведення досліджень було відібрано середні зразки ґрунтів на присадибних ділянках картоплі та іншої овочевої продукції, молока корів, м'яса. Питому активність ^{137}Cs та ^{90}Sr визначали на УСК "Гамма Плюс U" з програмним забезпеченням "Прогрес 2000" у лабораторії кафедри безпеки життєдіяльності Білоцерківського НАУ. Активність ^{137}Cs визначали на сцинтиляційному гамма-спектрометричному тракті в посудині Марінеллі об'ємом 1 л у нативних зразках чи після їх фізичного концентрування, а ^{90}Sr – після радіохімічного виділення на сцинтиляційному бета-спектрометричному тракті згідно з методиками проведення вимірювань [4–5]. Розрахунок річної ефективної дози внутрішнього опромінення проводили відповідно до методики [3] за формулою:

$$D_p = K_{dCs} \sum_{i=1}^N m_{pi} A_{Cs_i} + K_{dSr} \sum_{i=1}^N m_{pi} A_{Sr_i}$$

де K_{dCs} і K_{dSr} – значення дозових коефіцієнтів для ^{137}Cs , ^{90}Sr відповідно

$K_{dCs} = 1 \cdot 10^{-8}$ Зв/Бк; $K_{dSr} = 3,7 \cdot 10^{-8}$ Зв/Бк;

m_{pi} – річне споживання i -го продукту харчування;

A_{Cs_i} , A_{Sr_i} – значення питомої активності ^{137}Cs , ^{90}Sr у продукті.

Результати дослідження та їх обговорення. Для населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях, вирощені на присадибних ділянках овочеві культури стають основним джерелом надходження в організм радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr . Основними овочевими культурами, що вирощувалися на присадибних ділянках були картопля, капуста, столові буряки, морква, цибуля, помідори, огірки, кабачки, перець солодкий та редька біла, квасоля. Результати дослідження питомої активності ^{137}Cs і ^{90}Sr в овочевих культурах вирощених на присадибних ділянках сіл Йосипівка та Тарасівка наведено у таблиці 1.

З даних таблиці 1 видно, що найнижча активність ^{137}Cs була у картоплі, цибулі та огірках. У кабачках та солодкому перці вона була вдвічі вищою, моркві та помідорах майже вчетверо, буряках та редьці майже у 8 разів, у квасолі – вдесятеро вищою, ніж у картоплі. Найнижчою питома активність ^{90}Sr була у цибулі, вдвічі вищою у помідорах та огірках, вчетверо – у перці солодкому, майже вдесятеро – у картоплі та капусті, у 20 разів – у кабачках і у 30 разів вищою була у столових буряках, моркві та квасолі, ніж у цибулі.

Таблиця 1 – Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr в овочевих культурах на присадибних ділянках с. Йосипівка та с. Тарасівка, $n = 12$, Бк/кг

Культура	с. Йосипівка		с. Тарасівка	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{90}Sr	^{137}Cs
картопля	$2,78 \pm 0,56$	$1,04 \pm 0,23$	$1,51 \pm 0,24$	$2,40 \pm 0,49$
	2,06 – 3,81	0,58 – 1,37	0,95 – 1,94	1,73 – 3,35
капуста	$5,55 \pm 1,1$	$2,10 \pm 0,18$	$1,52 \pm 0,23$	$2,42 \pm 0,48$
	4,13 – 7,61	1,15 – 2,73	0,96 – 1,97	1,72 – 3,36
буряки столові	$13,89 \pm 2,82$	$5,22 \pm 1,17$	$5,05 \pm 0,98$	$8,00 \pm 1,75$
	10,32 – 19,04	2,88 – 6,84	3,17 – 6,46	5,76 – 11,53
морква	$8,33 \pm 1,69$	$3,12 \pm 0,69$	$4,71 \pm 0,92$	$7,53 \pm 1,51$
	6,19 – 11,42	1,73 – 4,12	2,96 – 6,03	5,57 – 10,79
цибуля	$2,82 \pm 0,56$	$1,06 \pm 0,22$	$0,17 \pm 0,03$	$0,27 \pm 0,05$
	2,07 – 3,82	0,62 – 1,41	0,11 – 0,22	0,19 – 0,37
помідори	$8,22 \pm 1,68$	$3,12 \pm 0,68$	$0,35 \pm 0,06$	$0,54 \pm 0,11$
	6,22 – 11,38	1,73 – 4,10	0,22 – 0,44	0,37 – 0,75
огірки	$2,8 \pm 0,56$	$1,02 \pm 0,21$	$0,34 \pm 0,07$	$0,54 \pm 0,10$
	2,08 – 3,78	0,60 – 1,36	0,21 – 0,43	0,38 – 0,74
кабачки	$5,62 \pm 1,11$	$2,08 \pm 0,47$	$2,86 \pm 0,55$	$4,56 \pm 0,86$
	4,18 – 7,64	1,15 – 2,73	1,80 – 3,66	3,26 – 6,16
перець солодкий	$5,64 \pm 1,12$	$2,02 \pm 0,42$	$0,67 \pm 0,13$	$1,07 \pm 0,22$
	4,22 – 7,82	1,22 – 2,72	0,42 – 0,86	0,77 – 1,49
редька біла	$16,66 \pm 3,38$	$6,25 \pm 1,41$	$4,37 \pm 0,85$	$7,10 \pm 1,56$
	12,38 – 22,84	3,45 – 8,20	2,75 – 5,60	4,80 – 10,04
квасоля	$25,2 \pm 5,08$	$9,38 \pm 2,11$	$5,04 \pm 0,98$	$7,95 \pm 1,65$
	18,58 – 34,26	5,18 – 12,26	3,17 – 6,46	5,57 – 11,16

Примітка: у чисельнику наведено середнє, а у знаменнику мінімальне й максимальне значення

Згідно з ГН 6.6.1.1-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді», активність ^{137}Cs у картоплі не повинна перевищувати 60 Бк/кг, у свіжих овочевих та бобових культурах – 20 Бк/кг, а ^{90}Sr – 40 Бк/кг, у картоплі та свіжих овочевих та бобових культурах – 20 Бк/кг. Таким чином, з результатів досліджень видно, що овочева продукція, що вирощується на присадибних ділянках сіл Йосипівка та Тарасівка відповідає критеріям радіаційної безпеки за активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr .

Дослідження активності ^{137}Cs і ^{90}Sr у молоці та м'ясі, отриманому у підсобних господарствах жителів сіл Йосипівка та Тарасівка показало, що в обох населених пунктах найвищою активність ^{137}Cs і ^{90}Sr була у м'ясі свинини та молоці корів (табл. 2).

Таблиця 2 – Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у молоці та м'ясі, вирощених у підсобних господарствах жителів сіл Йосипівка та Тарасівка, Бк/кг, $n=5$

Продукція	с. Йосипівка		с. Тарасівка	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Молоко	$6,28 \pm 1,86$	$2,12 \pm 0,6$	$2,21 \pm 0,67$	$0,69 \pm 0,10$
	3,5 – 9,31	1,16 – 2,82	1,12 – 3,34	0,35 – 1,12

М'ясо свинини	$\frac{9,5 \pm 2,4}{7,45-12,9}$	< 0,50	$\frac{3,93 \pm 1,18}{2,14-5,37}$	< 0,50
М'ясо куряче	$\frac{1,2 \pm 0,17}{0,67-1,8}$	–	$\frac{0,25 \pm 0,09}{0,12-0,32}$	–
М'ясо гусяче	$\frac{1,8 \pm 0,27}{0,82-2,6}$	–	$\frac{0,46 \pm 0,11}{0,21-0,81}$	–
Яйця	0,41	–	0,11	–

Примітка: питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr була нижче мінімальної детектованої активності приладу

При цьому в молоці активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у весняно-літній період була у два-три рази вища, ніж в осінньо-зимовий, що зумовлено випасанням корів на природних пасовищах, де рівень забруднення ґрунтів значно вищий, ніж на орних угіддях. Найнижчою активність ^{137}Cs і ^{90}Sr була у м'ясі птиці, яка в основному споживає до 120 г концентрованого корму чи зерна, тому й обсяги накопичення радіонуклідів низькі, а свиней в основному годували кормами, вирощеними на присадибних ділянках (картопля, кормовий буряк).

Згідно з чинними гігієнічними нормативами, у молоці питома активність ^{137}Cs не повинна перевищувати 100 та ^{90}Sr – 20 Бк/кг, а у м'ясі активність ^{137}Cs не повинна бути більше 200 і ^{90}Sr – 20 Бк/кг. Таким чином, отримане молоко та м'ясо відповідає критеріям радіаційної безпеки за активністю цих радіонуклідів.

За активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr у продовольчій продукції власного виробництва та річним обсягом її споживання розраховано дози внутрішнього опромінення населення (табл. 3).

Таблиця 3 – Ефективна доза внутрішнього опромінення при споживанні населенням продовольчої продукції, вирощеної на присадибних ділянках, мЗв/рік

№ п/п	Продукція	с. Йосипівка	с. Тарасівка
1	картопля	0,0154	0,0083
2	капуста	0,0046	0,0023
3	буряки столові	0,0039	0,0019
4	морква	0,0043	0,0029
5	цибуля	0,0005	0,0002
6	помідори	0,0022	0,0011
7	огірки	0,0011	0,0005
8	кабачки	0,0013	0,0006
9	перець солодкий	0,0008	0,0003
10	редька біла	0,0017	0,0010
11	квасоля	0,0035	0,0014
12	молоко	0,0218	0,0060
13	м'ясо свинини	0,0037	0,0017
14	м'ясо птиці	0,0005	0,0001
15	яйця	0,0001	0,00001
	всього	0,0655	0,0283

З даних таблиці 3 видно, що найбільший внесок у дозу внутрішнього опромінення вносить споживання молока та картоплі. Так, жителі с. Йосипівка з молоком отримують 33,2 % від усієї дози внутрішнього опромінення, картоплею – 23,5 %, а жителі с. Тарасівка з молоком отримують 21,2 % від усієї дози внутрішнього опромінення, картоплею – 29,3 %.

Розрахунки показали, що при споживанні населенням продовольчої продукції власного виробництва, доза внутрішнього опромінення жителів села Йосипівка складає 0,0655 мЗв/рік, а села Тарасівка – 0,0283 мЗв/рік. Доза внутрішнього опромінення мешканців села Тарасівка у 2,3 рази нижча, ніж села Йосипівка, оскільки за даними наших досліджень, середня щільність забруднення території цього населеного пункту ^{137}Cs у 2,7, а ^{90}Sr вдвічі нижча порівняно з селом Йосипівка.

Висновки. 1. Результати досліджень показали, що молоко, м'ясо та овочева продукція, що вирощується на радіоактивно забруднених територіях лісостепової зони, відповідає критеріям радіаційної безпеки за питомою активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr .

2. При споживанні продовольчої продукції, отриманої на власних присадибних ділянках доза внутрішнього опромінення жителів села Йосипівка становить 0,0655 мЗв/рік, а села Тарасівка – 0,0283 мЗв/рік. Найбільший внесок у дозу внутрішнього опромінення вносить споживання молока та картоплі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи у віддалений період (Рекомендації) / За заг. ред. Б.С. Прістера. – К.: Атіка, 2007. – 196 с.
2. Зубець М.В. Актуальні проблеми і завдання наукового супроводу виробництва сільськогосподарської продукції в зоні радіоактивного забруднення Чорнобильської АЕС /М.В. Зубець, Б.С. Прістер, Р.М. Алексахін, В.А. Кашпаров // Агроекологічний журнал. – 2011. – № 1. – С. 3–20.
3. Инструктивно-методические указания: Реконструкция и прогноз доз облучения населения, проживающего на территориях Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии ЧАЭС: Методика-97/ МЗ Украины, АМН Украины, МНС Украины, НЦРМ АМН Украины, НИИ РЗ АТН Украины. – К., 1998. – 76 с.
4. Методика измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с использованием программного обеспечения «Прогресс». – М., 1996. – 27 с.
5. Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах на сцинтилляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения «Прогресс». – М., 1996. – 38 с.
6. Чоботко Г.М. Формирование дозы внутреннего облучения населения Украинского Полесья вследствие употребления пищевых продуктов лесного происхождения /Г.М. Чоботко, Л.А. Райчук, Ю.М. Писковий // Агроэкологический журнал. – 2011. – № 1. – С. 37 – 42.
7. 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. 20–26.

Формирование дозы внутреннего облучения сельского населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях лесостепной зоны

И.В. Перцевый

Определена активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в молоке, мясе, картофеле и другой овощной продукции, которая выращивается на приусадебных участках жителей сел Йосыповка и Тарасовка Белоцерковского района Киевской области, находящихся на радиоактивно загрязненных территориях вследствие Чернобыльской катастрофы. При потреблении продовольственной продукции, выращенной на приусадебных участках, доза внутреннего облучения жителей села Йосиповка составляет 0,065 мЗв/год, а села Тарасовка – 0,0283 мЗв/год. Наибольший вклад в дозу внутреннего облучения вносит потребление населением молока и картофеля.

Ключевые слова: радионуклиды ^{137}Cs и ^{90}Sr , сельское население, продовольственная продукция, приусадебные участки, молоко, мясо, картофель, доза внутреннего облучения.

The contribution of food products grown on household plots in the formation of the radiation exposure doses of the population living in the radioactive contaminated territories of forest-steppe area

I. Pertsovyi

Investigated the activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr in milk, meat, potatoes and other vegetables that are grown in garden plots of residents of villages of Yosypovka and Tarasovka Belotserkovsky district Kiev area exposed to radioactive contamination as a result of the Chernobyl catastrophe. With the consumption of food products, which is produced on household plots, the dose of internal radiation exposure of the inhabitants of the village Yosypovka is 0,065 mSv/year, and the village Tarasovka - 0,0283 mSv/year. The largest contribution to the internal dose makes the consumption of milk and potatoes.

Key words: radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr , food products, household plots, milk, meat, potatoes, a dose of internal exposure.