

УДК 504.664(477)

ПЕРЦЬОВИЙ І.В., канд. с.-г. наук

РОЗПУТНИЙ О.І., д-р с.-г. наук

ГЕРАСИМЕНКО В.Ю., асистент

*Білоцерківський національний аграрний університет*

## **ОЦІНКА РІЧНИХ ЕФЕКТИВНИХ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ, ЩО ПРОЖИВАЄ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ БІЛОЦЕРКІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Розраховано річні ефективні дози опромінення жителів сіл Йосипівка та Тарасівка Білоцерківського району Київської області. За рахунок зовнішнього та внутрішнього опромінення жителі села Йосипівка, що віднесено до зони добровільного гарантованого відселення (III зона) отримують дозу опромінення 0,785 мЗв/рік, а жителі села Тарасівка, яке належить до зони посиленого радіологічного контролю (IV зона) – 0,298 мЗв/рік, що не перевищує встановленої чинним законодавством дози опромінення в 1 мЗв/рік.

За рахунок забруднення території населеного пункту  $^{137}\text{Cs}$  жителі села Йосипівка отримують дозу зовнішнього опромінення 0,72 мЗв/рік, а села Тарасівка – 0,27 мЗв/рік. 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.

В основному для жителів цих сіл доза опромінення формується за рахунок зовнішнього опромінення.

**Ключові слова:** радіонукліди  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , сільське населення, ефективна доза опромінення.

**Постановка проблеми.** Чорнобильська катастрофа, найбільша за всю історію людства техногенна аварія, призвела до забруднення більше 145 тис. км<sup>2</sup> території України, Республіки Білорусь та Російської Федерації, де забруднення  $^{137}\text{Cs}$  перевищувало 37 кБк/м<sup>2</sup>. Внаслідок цієї катастрофи постраждало близько п'яти мільйонів людей, забруднено близько п'яти тисяч населених пунктів Республіки Білорусь, України та Російської Федерації.

Населення, яке проживає на постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи територіях, отримує додатково, понад природний рівень дози зовнішнього та внутрішнього опромінення. Додаткове зовнішнє опромінення зумовлене високим вмістом  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунтах, при розпаді якого підвищується потужність гамма-випромінювання на місцевості та внутрішнє – спричинене надходженням  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  в середину організму при споживанні продовольчої продукції, отриманої на радіоактивно забруднених територіях [1,6].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** З моменту Чорнобильської катастрофи 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 та ін.) проведено досить великий обсяг наукових досліджень з вивчення міграції  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  в об'єктах аграрного виробництва, накопиченні їх в продовольчій продукції та оцінці ефективних доз опромінення людини. Основна увага науковців зосереджена на зоні Полісся. При цьому основна увага приділяється  $^{137}\text{Cs}$ , що є основним дозоутворюючим радіонуклідом. Окрім цього, на радіоактивно забруднених територіях Лісостепу значний внесок у забруднення припадає і на  $^{90}\text{Sr}$ , інтенсивність міграції якого на думку вчених поступово буде збільшуватися. Для сільського населення, продовольча продукція, отримана на присадибних ділянках є основним джерелом харчування та надходження в організм  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  [1,6]. Все це й зумовило необхідність оцінки доз опромінення сільського населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях лісостепової зони південної частини Київської області.

**Метою** досліджень було з'ясування джерел надходження  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  та оцінка річної ефективної дози опромінення сільського населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях лісостепової зони південної частини Київської області. Завданням роботи було дослідити активність радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у ґрунтах присадибних ділянок, картоплі та іншій овочевій продукції, молоці, м'ясі та провести розрахунки доз зовнішнього та внутрішнього опромінення 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].

**Методи дослідження:** гамма-спектрометричний з використанням програмного забезпечення «Прогрес 2000» для визначення активності  $^{137}\text{Cs}$ ; радіохімічний та бета-спектрометричний з використанням програмного забезпечення «Прогрес 2000» для виділення й визначення активності  $^{90}\text{Sr}$ ; математично-статистичний з використанням програмного забезпечення «Microsoft Excel 2010» для математичної обробки й оцінки отриманих експериментальних даних; розрахунковий для визначення доз опромінення.

Для проведення досліджень нами було відібрано середні зразки ґрунтів, на присадибних ділянках, картоплі та іншої овочевої продукції, молока корів, та м'яса. Активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  визначали на УСК «Гамма Плюс У» з програмним забезпеченням «Прогрес 2000» у лабораторії кафедри безпеки життєдіяльності Білоцерківського національного аграрного університету. Активність  $^{137}\text{Cs}$  визначали на сцинтиляційному гамма-спектрометричному тракті в посудині Марінетті об'ємом 1 л у нативних зразках чи після їх фізичного концентрування, а  $^{90}\text{Sr}$  – після радіохімічного виділення на сцинтиляційному бета-спектрометричному тракті згідно з методиками проведення вимірювань [3,4].

Розрахунок річної ефективної дози внутрішнього опромінення проводили відповідно до методики [2] 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  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  відповідно

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

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

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

Розрахунок річної ефективної дози зовнішнього опромінення проводили за формулою:

$$E_{ext} = 0,0026 \cdot S,$$

де  $[0,0026] = \text{мЗв/рік}/(\text{кБк/кв.м})$  – конверсійний коефіцієнт;

$S$  – щільність забруднення території населеного пункту  $^{137}\text{Cs}$ .

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для розрахунків доз опромінення жителів сіл Йосипівка та Тарасівка Білоцерківського району Київської області шляхом опитування населення, на присадибних ділянках яких відбиралися зразки ґрунтів та продукції для досліджень, були встановлені обсяги споживання продовольчої продукції вирощеної на власних присадибних ділянках (табл. 1).

Таблиця 1 – Обсяги споживання населенням продукції отриманої на присадибних ділянках

№ п/п	Продукція	с. Йосипівка		с. Тарасівка	
		за рік, кг	щоденно, кг	за рік, кг	щоденно, кг
1	картопля	132	0,36	125	0,34
2	капуста	32	0,09	30	0,08
3	буряки столові	9	0,02	8	0,02
4	морква	12	0,03	14	0,04
5	цибуля	12,5	0,03	14	0,04
6	помідори	22	0,06	24	0,07
7	огірки	22	0,06	20	0,05
8	кабачки	6	0,02	5	0,01
9	перець солодкий	8	0,02	7	0,02
10	редька біла	4	0,01	4,5	0,01
11	квасоля	6,5	0,02	5	0,01
12	м'ясо свинини	32,8	0,09	29,2	0,08
13	м'ясо птиці	25,5	0,07	21,9	0,06
14	молоко	154	0,42	132	0,36
15	яйця, кг/шт	21,3/320	0,058	18,7/280	0,051

З даних таблиці 1 видно, що основний раціон харчування населення складає картопля, овочі, молоко, м'ясо свинини та птиці вирощені на власній присадибній ділянці, за виключення хліба, круп, олій та риби. В раціоні харчування на картоплю, овочі та молоко в середньому припадає по 28–32 %, а на м'ясо – близько 12 %.

За обсягами споживання продовольчої продукції та активністю в ній  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  було розраховано активність цих радіонуклідів, що надійшли за рік в організм жителів сіл Йосипівка та Тарасівка (табл. 2).

В цілому в організм жителів с. Йосипівка за рік надійшло 2689 Бк  $^{137}\text{Cs}$  та 1042 Бк  $^{90}\text{Sr}$ , а с. Тарасівка – 891 Бк  $^{137}\text{Cs}$  та 522 Бк  $^{90}\text{Sr}$ . Найбільший внесок у надходження  $^{137}\text{Cs}$  в організм жителів с. Йосипівка припадає на молоко – 35 %, а з картоплею надійшло 13 %, м'ясом свинини – 11,5 %, капустою

6,5 %, помідорами – 6,6 %, квасолею – 6,4 %  $^{137}\text{Cs}$ . Найбільше  $^{90}\text{Sr}$  надійшло із картоплею (30 %) та молоком (31 %), а з капустою – 7,3 %, буряками столовими – 7,1 % та морквою – 8 %  $^{90}\text{Sr}$ .

Таблиця 2 – Надходження  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  в організм людини за рік, Бк

№ п/п	Продукція	с. Йосипівка		с. Тарасівка	
		$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
1	картопля	366,96	316,80	130,00	188,75
2	капуста	177,60	77,44	63,00	45,60
3	буряки столові	125,01	72,00	41,76	40,40
4	морква	99,96	90,36	43,68	65,94
5	цибуля	35,25	3,38	14,84	2,38
6	помідори	180,84	11,88	74,88	8,40
7	огірки	61,60	11,88	20,40	6,80
8	кабачки	33,72	27,36	10,40	14,30
9	перець солодкий	45,12	8,56	14,14	4,69
10	редька біла	66,64	28,40	28,13	19,67
11	квасоля	163,80	51,68	46,90	25,20
12	молоко	967,12	326,48	276,25	86,25
13	м'ясо свинини	311,60	16,40	114,76	14,60
14	м'ясо птиці	45,90	–	10,07	–
15	яйця	8,61	–	2,05	–
Всього		2689,73	1042,61	891,25	522,98

В організм жителів с. Тарасівка найбільше  $^{137}\text{Cs}$  надходило із молоком (30 %), з картоплею надходить 14,6 %, м'ясом – 12,8 %, капустою – 7 %, буряками – 4,7 % та морквою – 4,9 %. Найбільше  $^{90}\text{Sr}$  надійшло з молоком (36 %) та картоплею (36 %), а з капустою надійшло 8,6 %, буряками – 7,6 %, морквою – 12,6 %  $^{90}\text{Sr}$ .

Для оцінки річної ефективної еквівалентної дози опромінення населення сіл Йосипівка і Тарасівка за активністю  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у харчових продуктах та річним обсягом їх споживання розраховано дози внутрішнього опромінення (табл. 3).

Таблиця 3 – Ефективна доза внутрішнього опромінення при споживанні населенням продовольчої продукції вирощеній 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

Розрахунки показали, що в цілому при споживанні продовольчої продукції власного виробництва, доза внутрішнього опромінення жителів села Йосипівка складає 0,065 мЗв/рік, а села Тарасівка – 0,0283 мЗв/рік. Доза внутрішнього опромінення мешканців села Тарасівка у 2,3 рази нижча ніж села Йосипівка, оскільки середня щільність забруднення території цього населеного пункту  $^{137}\text{Cs}$  у 2,7, а  $^{90}\text{Sr}$  вдвічі нижча порівняно з селом Йосипівка.

З даних таблиці 3 видно, що найбільший внесок в 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 %.

Розрахунок дози зовнішнього опромінення показав, що жителі села Йосипівка за рахунок забруднення території населеного пункту  $^{137}\text{Cs}$  отримують дозу опромінення 0,72 мЗв/рік, а населення села Тарасівка – 0,27 мЗв/рік (табл. 4). Це показує, що в основному для жителів цих сіл доза опромінення формується саме за рахунок зовнішнього опромінення.

Таблиця 4 – Річна ефективна еквівалентна доза опромінення населення

Показники	с. Йосипівка	с. Тарасівка
Щільність забруднення території, кБк/м <sup>2</sup>	$\frac{277,7 \pm 56,0}{206,4 - 380,7}$	$\frac{104,2 \pm 23,7}{57,5 - 136,5}$
Доза зовнішнього опромінення, мЗв/рік	0,72	0,27
Доза внутрішнього опромінення, мЗв/рік	0,065	0,028
Ефективна доза опромінення, мЗв/рік	0,785	0,298

В цілому за рахунок зовнішнього та внутрішнього опромінення жителі села Йосипівка отримують ефективну дозу 0,785 мЗв/рік, а жителі села Тарасівка – 0,298 мЗв/рік, що не перевищує встановленої законодавчо ефективної еквівалентної дози опромінення в 1 мЗв/рік.

**Висновки.** 1. Ефективна доза опромінення жителів села Йосипівка, що віднесено до зони добровільного гарантованого відселення (III зона) становить 0,785 мЗв/рік, а жителів села Тарасівка, яке належить до зони посиленого радіологічного контролю (IV зона) – 0,298 мЗв/рік, що не перевищує встановленої чинним законодавством дози опромінення в 1 мЗв/рік.

2. Доза зовнішнього опромінення, що формується за рахунок забруднення території  $^{137}\text{Cs}$ , жителів села Йосипівка складає 0,72 мЗв/рік, а села Тарасівка – 0,27 мЗв/рік. При споживанні продовольчої продукції, отриманої на власних присадибних ділянках, доза внутрішнього опромінення жителів села Йосипівка становить 0,065 мЗв/рік, а села Тарасівка – 0,0283 мЗв/рік. Найбільший внесок в дозу внутрішнього опромінення вносить споживання молока та картоплі.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. 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.
3. Методика измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с использованием программного обеспечения «Прогресс». – М., 1996. – 27 с.
4. Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах на сцинтиляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения «Прогресс». – М., 1996. – 38 с.
5. Постанова Кабінету Міністрів УРСР Про організацію виконання постанов Верховної Ради Української РСР про порядок введення в дію законів Української РСР «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» та «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок чорнобильської катастрофи» від 23 липня 1991 р. N 106.
6. 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.

**Оценка годовых эффективных доз облучения сельского населения, проживающего на радиоактивно загрязнённых территориях Белоцерковского района Киевской области**

**И.В. Перцевый, О.И. Распутный, В.Ю. Герасименко**

Рассчитаны годовые эффективные дозы облучения жителей сел Йосиповка и Тарасовка Белоцерковского района Киевской области. За счёт внешнего и внутреннего облучения жители села Йосиповка, находящегося в зоне добровольного гарантированного отселения (III зона) получают дозу облучения 0,785 мЗв/год, а жители села Тарасовка, которое принадлежит к зоне усиленного радиологического контроля (IV зона) – 0,298 мЗв/год, что не превышает установленной действующим законодательством дозы облучения в 1 мЗв/год.

За счет загрязнения территории населённого пункта  $^{137}\text{Cs}$  жители села Йосиповка получают дозу внешнего облучения 0,72 мЗв/год, а села Тарасовка – 0,27 мЗв/год. При потреблении продовольственной продукции, выращенной на собственных 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 молока и картофеля. В основном для жителей этих сел, доза облучения формируется за счёт внешнего облучения.

**Ключевые слова:** радионуклиды  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , сельское население, эффективная доза облучения.

**Estimates of the annual effective doses of the village population living in the radionuclides contaminated territories of the Belotserkovsky region Kiev district**

**I. Pertsovyi, O. Rosputnyi, V. Gerasymenko**

Estimated annual effective doses of radiation exposure of the inhabitants of the villages of Yosypovka and Tarasovka Belotserkovsky district Kiev area. The external and internal exposure of the inhabitants of the village Yosypovka, which is the zone of guaranteed voluntary resettlement zone (zone III) receive a exposure dose 0,785 mSv/year, and residents of the village of Tarasovka, which belongs to the zone of heightened radiological control (zone IV) – 0,298 mSv/year, which does not exceed the established by the current legislation of the exposure dose of 1 mSv/year.

Due to the pollution of the territory of the settlement  $^{137}\text{Cs}$  residents of the village of Yosypovka receive a dose of external exposure of 0.72 mSv/year, and the village Tarasovka – 0,27 mSv/year. With the consumption of food products, which is produced on private plots, dose of internal 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. Mainly for the residents of these villages dose of exposure is formed due to external exposure.

**Key words:** radionuclides  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$ , the village population, the effective dose of exposure.