

УДК 504.064.3 (477)

РОМАНЧУК Л. Д., заступник директора науково-дослідного інституту регіональних екологічних проблем
Житомирський національний агроекологічний університет
LRomanchuck@rambler.ru

ФОРМУВАННЯ ДОЗ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ПРИ СПОЖИВАННІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ В КРИТИЧНИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ НАРОДИЦЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Представлені результати досліджень на вміст цезію-137 в продуктах харчування людей, які мешкають на забруднених радіонуклідами територіях та їх вплив на формування доз внутрішнього опромінення.

Ключові слова: стронцій-90, цезій -137, доза опромінення, продукти харчування.

Постановка проблеми. При звичайних умовах доза фонового опромінення визначається зовнішнім компонентом, зумовленим природним радіаційним фоном, який для різних регіонів України становить 0,5 – 2,0 мЗв/рік, та внутрішнім, спричиненим природною радіоактивністю продуктів харчування (в основному завдяки вмісту ізотопу ^{40}K). Річна доза внутрішнього опромінення 0,1–0,5 мЗв. Після аварії на Чорнобильській АЕС ситуація суттєво змінилась. Унаслідок викиду в навколишнє середовище величезної кількості радіоактивних продуктів поділу урану внутрішнє опромінення, починаючи з 1987 року стало домінуючим [1, 3].

Довгоживучі стронцій-90 та цезій -137 за своїми хімічними властивостями є аналогами кальцію та калію і надходять в організм людини по трьох біологічних ланцюгах: атмосфера – ґрунт – рослина (через кореневу систему) – молочні та м'ясні продукти – людина; атмосфера – рослини (поверхнєве забруднення та поглинання листками) – молочні та м'ясні продукти – людина; атмосфера – рослини – людина [3]. На динаміку міграції радіонуклідів по цих ланцюгах впливають різні фактори. Суттєве значення мають фізико-хімічні властивості ґрунту. В Білорусько-Українському Поліссі, наприклад, переважають дерново-підзолисті та торф'яно-болотні ґрунти. В них мало мінералів, які фіксують цезій-137, що визначає більш інтенсивну міграцію в рослини (через кореневу систему), а надалі і до організму людини. Проведені раніше дослідження показали, що в раціоні харчування населення цих районів, вміст цезію-137 в декілька разів вищий аніж в центральних районах [2, 4].

Мета роботи – дослідити концентрацію радіоцезію в продуктах харчування населення, яке мешкає в критичних населених пунктах Народицького району Житомирської області та формування дозового навантаження на їх організм.

Матеріали та методи досліджень. Методологічною основою досліджень слугувала концепція екологічного моніторингу, системний підхід, наукові положення сільськогосподарської радіоекології. Для досліджень було вибрано населені пункти Народицького району Житомирської області: села Базар, Селець, Розсохівське зі щільністю забруднення 185–555 кБк/м² за цезієм-137 і с.м. Народиці, с. Христинівка зі щільністю забруднення більше 555 кБк/м².

В завдання досліджень входило:

- проведення анкетування мешканців району для визначення кількісного і якісного складу добового раціону;
- відбір зразків продуктів харчування;
- визначення питомої активності зразків за ^{137}Cs ;
- розрахунок доз опромінення людей названих вище населених пунктів за рахунок активності раціону за ^{137}Cs .

Для виконання поставлених завдань упродовж 2004-2008 рр. було проведено анкетування мешканців району для визначення добового раціону, відбір зразків продуктів харчування мешканців на найбільш радіоактивно забруднених територіях Північної частини Житомирщини. Відбори проб проводили згідно з методиками і рекомендаціями ("Методичні вказівки щодо проведення обстеження сільгоспугідь у господарствах забрудненої радіонуклідами зони в 1991 – 1992р.", Довідник для радіологічних служб Мінсільгосппроду України, Київ, 1997).

Питому активність зразків визначали за допомогою приладів: гамма-спектрометра АК-1 з детектором NaI (63-63 мм), діапазоном реєстрованого гамма-випромінювання 200-2700 кеВ, енергетичним розділенням 8,5% за ^{137}Cs .

Проби продуктів харчування висушувались в сушильних шафах при $+60^{\circ}\text{C}$, після цього проводили розмелювання в спеціальних млинках для рослин.

Вимірювання питомої активності зразків на гамма-спектрометрі АК-1 проводили в циліндричних посудинах (геометрія) ємністю 45 та 120 мл, а для визначення питомої активності молока та ґрунту використовували посуд Марінеллі ємністю 1л. Через годину проводили калібрування приладу за енергією, для цього використовували контрольне джерело ^{137}Cs та ^{40}K з енергіями 661,6 кеВ та 1461 кеВ., один раз протягом робочого дня перевіряли питому активність за еталонним зразком. Для визначення питомої активності зразків використано програмне забезпечення АК-1. Час вимірювань складав 2-6 годин.

Результати досліджень та їх обговорення. Як відомо, основним джерелом надходження радіонуклідів до організму людей, які проживають на забруднених радіонуклідами територіях є продукти харчування. Результати досліджень представлені в табл. 1–5.

Таблиця 1 – Питома активність ^{137}Cs в продуктах харчування жителів с. Базар

Продукти харчування	Щодобове споживання продукту, кг	Концентрація ^{137}Cs в продуктах харчування, Бк/кг	Щодобове надходження ^{137}Cs , Бк	% від загального надходження ^{137}Cs
Продукти харчування рослинного походження				
Зернові та зернобобові	0,41	21,7	8,9	3,59
Картопля	0,5	7,3	3,7	1,49
Овочі кореневі	0,05	21,2	1,1	0,44
Овочі листові	0,05	9,5	0,5	0,20
Фрукти	0,4	4,7	1,9	0,77
Всього	–	–	16,1	6,49
Річна доза, мЗв/рік	0,08	–	–	–
Продукти харчування тваринного походження				
Молоко і молокопродукти	1,0	101,0	101,0	40,73
М'ясо	0,2	29,1	5,8	2,34
Яйця	0,14	2,5	0,4	0,17
Всього	–	–	107,2	43,24
Річна доза, мЗв/рік	0,55	–	–	–
Риба річкова, озерна та ставкова				
Риба	0,05	27,2	1,4	0,56
Всього	–	–	1,4	0,56
Річна доза, мЗв/рік	0,01	–	–	–
Продукти харчування лісового походження				
Ягоди	0,011	309,2	3,4	1,36
Гриби	0,01	11990	119,9	48,35
Всього	–	–	123,3	49,71
Річна доза, мЗв/рік	0,63	–	–	–
Разом				
Всього за добу	–	–	248	100
Річна доза, мЗв/рік	1,3	–	–	–

Встановлено, що із продуктів харчування рослинного походження найбільший вміст ^{137}Cs був у зернових та зернобобових і овочах листових – 21,7 та 21,2 Бк/кг відповідно. З цією продукцією до організму мешканців с. Базар надійшло 6,5 % радіоцезію (табл.1). Із продуктами тваринного походження до організму надійшло 43,2 % і найвища концентрація радіоцезію була у молоці – 101,0 Бк/л. Високий вміст радіоцезію також мали гриби – 11990 Бк/кг і тому продукти лісового походження внесли до організму людей 49,7% радіонуклідів. Річна доза опромінення склала 1,3 мЗв. Таким чином, із 170 відібраних зразків 34 з них перевищують ДР-2006, продукти харчування рослинного походження – 18 зразків (10,6%), тваринного – 4 зразки (2,4 %) та лісового походження – 12 зразків (7,1 %).

Таблиця 2 – Питома активність ¹³⁷Cs в продуктах харчування жителів с. Селець

Продукти харчування	Щодобове споживання продукту, кг	Концентрація ¹³⁷ Cs в продуктах харчування, Бк/кг	Щодобове надходження ¹³⁷ Cs, Бк	% від загального надходження ¹³⁷ Cs
Продукти харчування рослинного походження				
Зернові та зернобобові	0,41	21,5	8,8	1,64
Картопля	0,5	5,9	3,0	0,56
Овочі кореневі	0,05	17,2	0,9	0,17
Овочі листові	0,05	13,7	0,7	0,14
Фрукти	0,4	4,7	1,9	0,35
Всього	–	–	15,3	2,86
Річна доза, мЗв/рік	0,08	–	–	–
Продукти харчування тваринного походження				
Молоко і молокопродукти	1,0	173,4	173,4	32,35
М'ясо	0,2	27,1	5,4	1,00
Яйця	0,14	2,5	0,4	0,07
Всього	–	–	179,2	33,42
Річна доза, мЗв/рік	0,92	–	–	–
Риба річкова, озерна та ставкова				
Риба	0,05	29,8	1,5	0,28
Всього	0,05	–	1,5	0,28
Річна доза, мЗв/рік	0,01	–	–	–
Продукти харчування лісового походження				
Ягоди	0,011	2813	30,9	5,76
Гриби	0,01	30913	309,1	57,68
Всього	–	–	340	63,44
Річна доза, мЗв/рік	1,74	–	–	–
Разом				
Всього за добу	–	–	536	100
Річна доза, мЗв/рік	2,8	–	–	–

У мешканців с. Селець доза внутрішнього опромінення склала 2,8 мЗв/рік (табл. 2). Найбільше радіоцезію надійшло з продуктами харчування лісового походження, що склало 63,4% від загальної кількості. Найвища концентрація радіоцезію була в грибах – 30913 Бк/кг та молоці 173,4 Бк/кг. Всі інші продукти харчування не мали суттєвого впливу на формування дозового навантаження на організм людей даного населеного пункту.

Із 180 відібраних зразків 38 перевищують ДР-2006, або за рослинним походженням – 10 зразків (5,6%), тваринним – 8 зразків (4,4 %) та лісового походження – 20 зразків (11,1 %).

Таблиця 3 – Питома активність ¹³⁷Cs в продуктах харчування жителів смт Народичі

Продукти харчування	Щодобове споживання продукту, кг	Концентрація ¹³⁷ Cs в продуктах харчування, Бк/кг	Щодобове надходження ¹³⁷ Cs, Бк	% від загального надходження ¹³⁷ Cs
1	2	3	4	5
Продукти харчування рослинного походження				
Зернові та зернобобові	0,41	20,5	8,4	1,87
Картопля	0,50	10,0	5,0	1,11
Овочі кореневі	0,05	19,3	1,0	0,22
Овочі листові	0,05	11,1	0,6	0,13
Фрукти	0,40	4,7	1,9	0,42
Всього			16,9	3,77
Річна доза, мЗв/рік	0,09			

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5
Продукти харчування тваринного походження				
Молоко і молокопродукти	1,00	94,6	94,6	21,10
М'ясо	0,20	27,1	5,4	1,20
Яйця	0,14	2,5	0,4	0,09
Всього			100,4	22,39
Річна доза, мЗв/рік	0,51			
Риба річкова, озерна та ставкова				
Риба	0,05	28,9	1,4	0,31
Всього			1,4	0,31
Річна доза, мЗв/рік	0,01			
Продукти харчування лісового походження				
Ягоди	0,011	2301	25,3	5,64
Гриби	0,01	30446	304,5	67,89
Всього			329,8	73,53
Річна доза, мЗв/рік	1,69			
Разом				
Всього за добу			448,5	100
Річна доза, мЗв/рік	2,3			

Аналіз результатів досліджень по смт Народичі показав, що найбільше радіоцезію до організму людей надійшло з продуктами харчування лісового походження та продуктами тваринного походження – 73,5 та 22,4% відповідно (табл.3). Так, із 20 відібраних зразків грибів та лісових ягід всі вони перевищують ДР-2006. Таким чином, із 160 відібраних зразків 29 з них перевищують ДР-2006, або за рослинним походженням – 5 зразків (3,1%), тваринним – 4 зразки (2,5 %) та лісового походження – 20 зразків (12,5 %).

Таблиця 4 – Питома активність ^{137}Cs в продуктах харчування жителів с. Розсохівське

Продукти харчування	Щодобове споживання продукту, кг	Концентрація ^{137}Cs в продуктах харчування, Бк/кг	Щодобове надходження ^{137}Cs , Бк	% від загального надходження ^{137}Cs
Продукти харчування рослинного походження з присадибних ділянок				
Зернові та зернобобові	0,41	17,5	7,2	4,29
Картопля	0,5	10,4	5,2	3,10
Овочі кореневі	0,05	21,4	1,1	0,66
Овочі листові	0,05	7,2	0,4	0,24
Фрукти	0,4	4,7	1,9	1,13
Всього	–	–	15,8	9,42
Річна доза, мЗв/рік	0,08	–	–	–
Продукти харчування тваринного походження з підсобного господарства				
Молоко і молокопродукти	1,0	64,7	64,7	38,55
М'ясо	0,2	27,1	5,4	3,22
Яйця	0,14	2,5	0,4	0,24
Всього	–	–	70,5	42,01
Річна доза, мЗв/рік	0,36	–	–	–
Риба річкова, озерна та ставкова				
Риба	0,05	29,3	1,5	0,89
Всього	–	–	1,5	0,89
Річна доза, мЗв/рік	0,01	–	–	–
Продукти харчування лісового походження				
Ягоди	0,011	450,7	5,0	2,98
Гриби	0,01	7500	75,0	44,70
Всього	–	–	80	47,68
Річна доза, мЗв/рік	0,41	–	–	–
Разом				
Всього за добу	–	–	167,8	100
Річна доза, мЗв/рік	0,9	–	–	–

Результати досліджень щодо забруднення радіоцезієм продуктів харчування в с. Розсохівське показали, що найбільший внесок у дозу внутрішнього опромінення був за рахунок продуктів лісу та продуктів харчування тваринного походження – 47,7 і 42,0% відповідно (табл.4).

В продуктах харчування тваринного походження із підсобних господарств питома активність цезію-137 складала від 2,5 до 121,0 Бк/кг. В молоці із середньою питомою активністю 64,7 Бк/кг та розкидом від 42,1 до 121,0 із 10 відібраних зразків 2 перевищують ДР- 2006.

У лісових ягодах середня питома активність складала 450,7 Бк/кг та розкидом активності від 29,5 до 800 Бк/кг. Було встановлено, що 5 зразків із 10 перевищують ДР-2006. У грибах середня питома активність ¹³⁷Cs була 7500 Бк/кг і варіювала від 2380 до 13750 Бк/кг. Таким чином, із 150 відібраних зразків 29 (19,3%) з них перевищили ДР-2006 і це в основному продукти харчування лісового походження.

Таблиця 5 – Питома активність ¹³⁷Cs в продуктах харчування жителів с. Христинівка

Продукти харчування	Щодобове споживання продукту, кг	Концентрація ¹³⁷ Cs в продуктах харчування, Бк/кг	Щодобове надходження ¹³⁷ Cs, Бк	% від загального надходження ¹³⁷ Cs
Продукти харчування рослинного походження				
Зернові та зернобобові	0,41	24,0	9,8	0,32
Картопля	0,50	9,2	4,6	0,15
Овочі кореневі	0,05	18,8	0,9	0,03
Овочі листові	0,05	15,3	0,8	0,03
Фрукти	0,40	4,7	1,9	0,06
Всього	–	–	18	0,59
Річна доза, мЗв/рік	0,09	–	–	–
Продукти харчування тваринного походження				
Молоко і молокопродукти	1,00	61,3	61,3	2,01
М'ясо	0,20	30,3	6,1	0,20
Яйця	0,14	2,5	0,4	0,01
Всього	1,34	–	67,8	2,22
Річна доза, мЗв/рік	0,35	–	–	–
Риба річкова, озерна та ставкова				
Риба	0,05	48,6	2,4	0,08
Всього			2,4	0,08
Річна доза, мЗв/рік	0,01			
Продукти харчування лісового походження				
Ягоди	0,011	7230	79,5	1,72
Гриби	0,01	288356	2883,6	94,50
Всього	–	–	2963,1	96,22
Річна доза, мЗв/рік	15,14	–	–	–
Разом				
Всього за добу			3051,3	100
Річна доза, мЗв/рік	15,6			

Нашими дослідженнями встановлено, що продукти харчування лісового походження до організму жителів с. Христинівка вносять 96,2% радіоцезію, а всі інші продукти харчування не мали вагомого впливу на формування дози внутрішнього опромінення (табл. 5).

Так, в лісових ягодах середня питома активність була 7229,8 Бк/кг та розкидом активності 705,3 – 17447,5 Бк/кг. У грибах питома активність варіювала в межах від 3730 до 1070000 Бк/кг. Таким чином, із 150 відібраних зразків 27 перевищують ДР-2006, або за рослинним походженням – 4 зразки (2,7%), тваринним – 3 зразки (2,0 %) та лісового походження – 20 зразків (13,3 %).

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Використовуючи результати досліджень щодо вмісту радіоцезію в продуктах харчування людей, які мешкають на забруднених радіонуклідами територіях розраховано дозу їх внутрішнього опромінення.

2. Найбільший внесок у формування дози внутрішнього опромінення населення Народицького району зробили продукти харчування лісового походження від 47,7 до 96,2%.

3. Найвища доза внутрішнього опромінення була в с. Христинівка – 15,6, с. Селець – 2,8; смт Народичі – 2,3 мЗв/рік.

В подальшому слід провести дослідження щодо формування доз внутрішнього опромінення у людей за рахунок продуктів харчування у всіх населених пунктах Народицького району, які віднесені до 3-ї зони радіоактивного забруднення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Журавлев В.Ф. Токсокология радиоактивных веществ / В.Ф. Журавлев.– М.: Энергоатомиздат, 1990. – 336 с.
2. Перепелятников Г. П. Основы загалльної радіоекології: Монографія / Г. П. Перепелятников.– К.: Атака, 2008. – 460 с.
3. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи у віддалений період: Методичні рекомендації / За заг. редакцією академіка УААН Прістера Б.С. – К.: Атіка-Н, 2007. – 196 с.
4. Малиновський А.С. Системне відродження сільських територій в регіоні радіаційного забруднення: Монографія / А.С. Малиновський. – К.: ННЦ ІАЕ, 2007. – 604 с.

Формирование доз внутреннего облучения населения при потреблении продуктов питания в критических населенных пунктах Народицкого района Житомирской области

Л.Д. Романчук

Представленные результаты исследований на содержание цезия-137 в продуктах питания людей, которые живут на загрязненных радионуклидами территориях и их влияние на формирование доз внутреннего облучения.

Ключевые слова: стронций-90, цезий -137, доза облучения, продукты питания.

The peculiarities of forming the doses of the internal irradiation of the population residing in Narodychy district critical settlements Zhytomyr region

L. Romanchuk

The paper present the results of the investigation into the ¹³⁷Cs content in the food of people residing on radiocontaminated territories and it's effects on the formation of the internal irradiation doses.

Key words: strontium-90, cesium -137, dose, food.