

*Бондаренко О.В.*

## **Итоги радиационного контроля содержания цезия-137 в продуктах питания населения Минской области**

*«Белорусская медицинская академия последипломного образования» г. Минск*

В статье представлены данные радиационно-гигиенического контроля по содержанию цезия-137 в пищевых продуктах, поступающих в торговую сеть Минской области. Проанализированы материалы по основным продуктам питания за период 2000 – 2007 гг., по реперным районам, по сезонам года, дана оценка в сравнении с 1985 г.

Ключевые слова: цезий-137, радиационно-гигиенический мониторинг, удельная активность, пищевые продукты, реперные районы.

Радиоактивные цезий-137 и стронций-90 присутствуют в окружающей среде Республики Беларусь в результате выпадения радиоактивных осадков. При этом выпадение таких осадков идет постоянно, что обусловлено, во-первых, неисчерпаемым «запасом» радионуклидов, выброшенных в свое время в атмосферу в результате испытаний атомного оружия, а во-вторых, переносом их из территорий, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС [1-7].

Проводимый в республике мониторинг радиоактивности объектов окружающей среды дает лишь общее представление о степени присутствия радионуклидов в окружающей среде и никак не увязан с оценкой гигиенической значимости такого присутствия.

Минская область, не входящая в зону радиоактивного загрязнения, до настоящего времени не привлекала к себе внимания исследователей с точки зрения оценки реальных уровней накопления цезия-137 в пищевых продуктах и поступления их в организм. Такая ситуация привела к тому, что в области (как впрочем и на всей территории) отсутствует научная аргументация к обоснованию рациональных схем радиационно-гигиенического мониторинга, что может вести к серьезным издержкам в системе контроля.

Отдельный, научный интерес и актуальность приобретает проблема оценки не только уровней поступления радионуклидов в организм, но и выяснение особенностей формирования у населения поглощенных доз, их соотношение, распределение по отдельным органам и тканям и, в конечном итоге, корректная оценка степени биологической значимости последних [8].

Полученные по Минской области результаты должны будут сыграть роль базовых для научного обоснования необходимости коррекции существующей системы радиационно-гигиенического мониторинга, проводимого в настоящее время (инструкция «Организация работы учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, по минимизации последствий аварии на Чернобыльской АЭС») [9].

С этой целью был проведен динамический анализ радиационно-гигиенического мониторинга пищевых продуктов, употребляемых жителями Минской области. Данные предоставлены Минским областным центром гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья.

В последние несколько лет работа санитарно-эпидемиологической службы по надзору за радиоактивностью продуктов питания регламентируется инструкцией «Организация работы учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, по минимизации последствий аварии на Чернобыльской АЭС» № 11-8-1-2003 от 7 марта 2003г. Документ разработан на основании требований ряда законодательных нормативно-правовых актов Республики Беларусь, один из которых - «Положение о контроле радиоактивного загрязнения от Чернобыльской катастрофы в Республике Беларусь», утвержденный приказом Министерства по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС №5 от 06.02.95г.

Инструкция определяет алгоритм действий органов государственного санитарного надзора (ГСН) различного уровня (республиканского, областного, городского и районного), позволяющий выйти на оценку ситуации, связанной с загрязнениями продуктов питания цезием-137 и стронцием-90, в основном, «чернобыльского» происхождения.

Документ предоставляет возможность региональным центрам гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья самостоятельно определять порядок проведения радиационно-гигиенического контроля продуктов питания. Общим требованием «Инструкции» является выбор для контроля таких продуктов, которые бы позволяли отнести их к разряду «критических», а кратность отбора проб в обязательном порядке должна учитывать сезонную вариабельность уровней содержания в продуктах цезия-137.

Принципиально важным представляется положение инструкции, в котором оговаривается, что в качестве критериев, используемых для оптимизации радиационного контроля продуктов питания, должны использоваться такие показатели, как: величина годовой эффективной дозы облучения населения, учет факторов, формирующих дозу облучения, характер изменения дозы во времени.

На территории Минской области в качестве контрольных участков для забора проб продуктов определены Воложинский, Солигорский, Борисовский, Вилейский и Березинский районы.

В нашем исследовании использовались данные спектрометрического анализа, который применяют для идентификации и определения активности радиоцезия. Измерение объемной (ОА) и удельной активности (УА) производились на  $\gamma$ - $\beta$  спектрометре типа МКС – АТ 13-15 и  $\gamma$ -спектрометре типа EL 1309 в пищевых продуктах, питьевой воде [10,11].

Методы измерения ОА и УА на  $\gamma$ - $\beta$  спектрометре типа МКС – АТ 13-15 основаны на индикации  $\gamma$  и  $\beta$  - излучения сцинтилляционными блоками детектирования. Для регистрации  $\gamma$  - излучения применяется блок детектирования на основе сцинтилляционного кристалла NaI (Тl) размерами 63×63 мм. Для регистрации  $\beta$  - излучения используется органический сцинтиллятор на основе полистирола активированного паратерфинилом размерами 128×9 мм. Результатом регистрации  $\gamma$  и  $\beta$  - излучения в исследуемой пробе в заданной геометрии является аппаратурные спектры, которые выводятся в реальном масштабе времени на монитор персонального компьютера в

диапазоне каналов от 0 до 1023. Программное обеспечение  $\gamma$ - $\beta$  спектрометра типа МКС – АТ 13-15 позволяет рассчитывать активность радионуклидов в пробе путем обработки полученных аппаратных спектров методом максимального правдоподобия. Анализ и обработке одновременно подвергаются данные  $\gamma$  и  $\beta$  спектрометрических трактов. Данный метод обработки спектров при измерении активности предполагает, что радионуклидный состав пробы известен.

Измерение ОА (УА) на  $\gamma$ -спектрометре типа EL 1309 выполняется методом регистрации  $\gamma$  – излучения сцинтилляционным блоком детектирования на основе кристалла NaI (Тl) 63×63 мм. Измерение активности радионуклидов Cs-137 в пробе осуществляется путем экспозиции пробы в заданной геометрии с последующей обработкой полученного спектра  $\gamma$  – излучения средствами программного обеспечения с использованием «оконного» метода. Энергетический диапазон спектра от 50 до 3000 кэВ разбит на отдельные интервалы, ширина и положение которых выбраны под конкретный предполагаемый состав радионуклидов в счетном образце пробы.

За период с 2000 по 2007 гг. по программе контроля было отобрано и проанализировано на присутствие цезия-137 3051 проба пищевых продуктов широкого ассортимента, среди которых преобладали: молоко и молочные продукты – 973 пробы (32%), мясо и мясные продукты – 185 проб (6%), хлеб и хлебобулочные изделия - 377 (12,3%), картофель – 178 проб 5,8(%), различные овощи и фрукты - 403 (13,2%), детское питание – порядка 385 проб (12,6%).

Результаты многолетнего контроля на содержание цезия-137 в пищевых продуктах, полученных в государственном секторе свидетельствуют о том, что в подавляющем большинстве исследованных продуктов содержание цезия-137 не превышает уровней, установленных в республике (РДУ-99)[12] . Единичные случаи превышения РДУ-99 имели место только в 10 пробах цельного молока (от 105 Бк/л до 214 Бк/л). За исследуемый период УА молока почти в 99% случаев не превышала 37 Бк/л, что в 3 раза ниже РДУ-99 (100 Бк/л).

Стоит отметить, что в 80 – 90% проб пищевых продуктов (за исключением молока) не удавалось определить абсолютное содержание цезия-137. Это объясняется как ограниченным пределом чувствительности детекторов, так и принятым алгоритмом пробоподготовки.

На протяжении 2000 – 2007 гг. систематически анализировались на содержание цезия-137 хлеб ржаной и пшеничный, мясо говяжье и свиное, молоко и картофель. Полученные материалы представлены в таблице 1.

Кроме того, периодически определялись уровни накопления нуклида в других продуктах питания (капуста, свекла, морковь, рыба, яблоки, огурцы, лук репчатый, грибы), а также в воде открытых водоемов.

Таблица 1. Цезий-137 в пищевых продуктах, употребляемых населением Минской области, Бк/л, кг.

Год наблюдения	Продукты							
	Молоко		Мясо		Хлеб		Картофель	
	n (n)	M±m	n (n)	M±m	n (n)	M±m	n (n)	M±m
2000	203 (29)	28,8±4,2	22 (5)	39,1±19,8	71 (0)	-	40 (0)	-
2001	211 (44)	39,0±6,3	36 (7)	22,4±11,2	65 (0)	-	35 (0)	-
2002	195 (41)	35,9±5,9	29 (4)	45,3±40,1	28 (0)	-	40 (0)	-
2003	172 (38)	18,3±2,6	29 (10)	16,4±7,1	59 (2)	2,4±1,9	29 (2)	5,7±1,6
2004	52 (15)	41,7±6,1	11 (1)	11,6	27 (0)	-	9 (0)	-
2005	39 (8)	16,9±3,5	11 (3)	21,6±13,47	24 (0)	-	5 (0)	-
2006	72 (8)	36,9±14,0	12 (1)	12,9	24 (0)	-	4 (0)	-
2007	47 (6)	14,9±6,7	12 (3)	5,5±0,6	23 (0)	-	8 (0)	-

n – общее число исследованных проб

(n) – в скобках указано число проб, в которых измерено содержание Cs-137

Как видно из таблицы 1, содержание цезия-137 в молоке и мясе снижалось неравномерно – и к 2007 г уменьшилось почти в 2 раза в молоке и в 6 раз в мясе. В процессе исполнения работы было замечено, что активность молока по цезию-137, поступающего из контрольных точек по Минской области была несколько выше в Вилейском районе с 2001 по 2003г. и составила 99,2, 79,2 и 56,5 Бк/л соответственно. В остальные годы в Солигорском районе активность молока была выше, чем в других районах (таблица 2).

В динамике наблюдений отмечено снижение уровня содержания цезия-137 с 2000 г. к 2007 г. во всех районах. Минимальная активность радионуклида была зарегистрирована в Вилейском районе в 2007 г. и составила 6,2 Бк/л.

Таблица 2. Активность молока, отобранного в контрольных точках Минской области за 2000 – 2007 гг. (Бк/л)

молоко	Пункты сбора									
	Солигорск		Воложин		Среднее		Березино		Вилейка	
Годы	n	M±m	n	M±m	n	M±m	n	M±m	n	M±m
2000	7	39,7±5,6	5	16,1±5,7	6	25,9±7,3	6	16,2±2,2	5	31,8±15,7
2001	9	30,8±6,2	6	10,5±2,5	7	42,6±12,5	4	30,1±12,5	7	99,2±28,7
2002	16	30,8±5,3	5	14,2±2,4	8	36,8±11,7	5	23,2±10,6	7	79,2±28,8
2003	16	25,7±4,1	4	6,3±0,23	7	29,9±5,3	5	11,3±2,1	2	56,5±14,9
2004	8	63±24,2	2	3,85±0,9	4	25,1±7,3	2	10,9±1,6	4	22,8±2,3
2005	3	19,9±8,4	2	7,7±1,7	2	15,2±6,4	2	15,4±0,9	2	17,8±14,5
2006	3	53,6±31,5	1	6,5			1	13,0		
2007	2	30,3±17,1	1	2,4	2	14,6±8,4	2	7,4±6,5	2	6,2±1,5

При анализе активности цезия-137 по сезонам года обнаружилось следующее: УА в молоке была неравномерной – в зимне-весенний период 2000 и 2007 гг. она была ниже УА летне-осеннего периода и составила 31,9 Бк/л и 17,4 Бк/л соответственно. В 2003 г. УА цезия-137 в молоке не отличалась по сезонам года и составила 20,7 Бк/л. В остальные годы УА была значительно выше в летне-осенний период (таблица 3).

Если говорить о динамике наблюдения, то прослеживается достоверное снижение УА в молоке в зимнее–весенний период с 31,9 Бк/л в 2000 г. до 17,4 Бк/л в 2007 г. в 1,8 раз, а в летне-осенний период УА радиоцезия снижается с 20,9 Бк/л до 6,8 Бк/л в 3 раза с 2000 г. до 2007 г.

Что касается мяса, то можно сравнить данные только 2002 и 2003 гг., где УА цезия-137 в зимне-весенний период значительно превышает аналогичную УА в летне-осеннем периоде.

Таблица 3. Влияние сезона года на содержание цезия-137 в пищевых продуктах, употребляемых населением Минской области.

Период года	Сезоны года				
	Зимне-весенний		Летне-осенний		
Продукты	молоко	мясо	молоко	мясо	картофель
Годы	M±m (n)	M±m (n)	M±m (n)	M±m (n)	M±m (n)
2000	31,9±4,1 (19)	39,1±17,7 (5)	20,9±8,0 (10)	-	-
2001	15,5±2,7* (10)	20,6±11,5 (7)	47,5±9,8 (26)	-	-
2002	31,6±6,3 (13)	78,9±99,1 (2)	42,6±12,0 (19)	11,8±10,3 (2)	-
2003	20,7±3,5 (21)	21,9±11,9 (6)	20,6±5,6 (12)	3,2±1,8 (4)	5,7±1,6 (2)
2004	16,6±3,6* (7)	-	50,2±20,8 (9)	-	-
2005	14,8±3,7* (7)	-	16,6±6,5 (4)	21,6±13,5 (3)	-
2006	28 (1)	12,9 (1)	38,1±26,3 (4)	-	-
2007	17,4±10,7 (4)	5,3±1,1 (2)	6,8±2,3 (4)	-	-

\* - статистически значимые отличия по отношению к 2000 г.

Таким образом, представленные материалы свидетельствуют о том, что выпавшие на территории республики радиоизотопы цезия-137 «чернобыльского» происхождения включались в процессы миграции и их присутствие обнаруживалось в исследованных пробах пищевых продуктов. Однако оценить загрязненность пищевых продуктов данным радионуклидом полностью не представляется возможным из-за того, что большинство проб были ниже чувствительности приборов, используемых в радиационно-гигиенической лаборатории.

Наибольшие уровни накопления цезия-137 наблюдались в начальном периоде наблюдения (2000 – 2002 гг.), а в последующем отмечалось уменьшение удельной активности большинства исследованных образцов пищевых продуктов. По концентрации цезия-137 в 2000 г. на первом месте оказалось мясо, затем шло молоко. А в 2007 г. наоборот, максимальное содержание цезия-137 обнаружилось в молоке.

Если сравнивать цифры удельной активности молока и мяса по цезию-137 с 1985 г. [13], то они в 2007г. достоверно больше, превышая «дочернобыльский» уровень по молоку – в 37 раз, по мясу – в 3,6 раз.

На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. На протяжении 2000 – 2007 гг. цезий-137 регулярно определялся лишь в молоке, где среднегодовая активность колебалась в пределах 14,9 – 41,7 Бк/л, что составляло 14,9% - 41,7 % от допустимого предела.
2. В мясе содержание цезия-137 колебалось от 5,5 до 45,3 Бк/кг, что составляет в среднем 9,6 % от РДУ-99. В отдельные годы УА мяса была ниже чувствительности современных методов индикации изотопа.
3. На протяжении всего периода лишь в отдельные годы удалось определить УА хлеба и картофеля.

4. Содержание радиоцезия в 2007 г. в молоке и мясе остается выше доаварийного уровня (1985 г.), составляя соответственно от 2,7 до 28% от него.

5. Существующая система радиационного контроля не позволяет дать гигиеническую оценку уровням поступления радионуклида, базируясь на дозовых подходах.

### **Литература**

1. Кенигсберг, Я. Э. Ионизирующая радиация и риски для здоровья / Я. Э. Кенигсберг, Ю. Е. Крюк. Гомель : РНИУП «Ин-т радиологии», 2005. 70 с.

2. Факторы риска последствий Чернобыльской катастрофы / под общ. ред. А. Б. Чещевика. Минск, 2001. 321 с.

3. 20 лет после чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад / под ред. В. Е. Шевчука, В. Л. Гурачевского ; Ком. по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Респ. Беларусь. Минск, 2006. 112 с.

4. Шевчук, В. Е. Оценка факторов, формирующих дозу внутреннего облучения у населения, пострадавшего в результате аварии на Чернобыльской АЭС : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / В. Е. Шевчук ; Мин. гос. мед. ин-т. Минск, 1995. 14 с.

5. Храмченкова, О. М. Некоторые закономерности поступления стронция-90 в организм людей и его роль в формировании доз внутреннего облучения организма в условиях аварии на Чернобыльской АЭС : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 14.00.07 / О. М. Храмченкова ; ГФ НИИ РМ. Гомель, 1996. 25 с.

6. Тернов, В. И. Основы радиационной гигиены : учеб.-метод. пособие / В. И. Тернов. Минск : БелМАПО, 2007. 229 с.

7. Тернов, В. И. Некоторые итоги оценки экологических и медицинских последствий аварии на ЧАЭС (1986-2002гг.) : учеб.-метод. пособие / В. И. Тернов, В. А. Трошкина. Минск : БелМАПО, 2005. 29 с.

8. Висенберг, Ю. В. Особенности формирования доз внутреннего облучения жителей сельских населенных пунктов в отдаленном периоде Чернобыльской катастрофы : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.01 / Ю. В. Висенберг ; Ин-т радиобиологии НАН Беларуси. Гомель, 2008. 24 с.

9. Организация работы учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, по минимизации последствий аварии на Чернобыльской АЭС : инструкция № 11-8-1-2003 : утв. глав. гос. сан. врачом Респ. Беларусь 07.03.2003 г. Минск, 2003 г. 19 с.

10. Руководство по методам контроля за радиоактивностью окружающей среды / под ред. И. А. Соболева, Е. А. Беляева. М. : Медицина, 2002. 432 с.

11. Радиационный контроль за содержанием радиоактивных изотопов в объектах внешней среды : инструкция 2.6.1.10-11-98-2005 : утв. глав. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 28.12.2005 № 274 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. Минск : РЦГЭ и ОЗ, 2006. 116 с.

12. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) : ГН 10-117-

99 : утв. постановлением глав. гос. санитар. врача 26.04.1999 № 16. Изд. офиц. Введ. 26.04.1999. Минск, 1999. 6 с.

13. Тернов, В. И. Гигиеническая значимость воздействия на организм ионизирующей радиации малой интенсивности : дис. д-ра мед. наук : 14.00.07 / В. И. Тернов ; Белорус. науч.-исслед. санитар.-гигиен. ин-т, Белорус. ин-т усовершенствования врачей. Минск, 1986. 345 л.

Репозиторий БГМУ