

2 РАЗДЕЛ

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. СТАТЬИ

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦЕЗИЕМ-137 И АМЕРИЦИЕМ-241 ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА ЛИЧНЫХ ПОДВОРЬЯХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ БРАГИНСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ Д. СОБОЛИ)

¹Бортновский В. Н., к.м.н., доцент, kafog2@mail.ru,

²Нилова Е. К., к.б.н.,

³Тагай С. А., lanabuz@tut.by,

⁴Николаенко Е. В., к.м.н.,

⁴Жукова О. М., к.т.н., доцент,

³Дударева Н. В.,

³Жукова Л. В.

¹Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь;

²Государственное научное техническое учреждение «Центр по ядерной и радиационной безопасности» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь;

³Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь;

⁴Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

На современном этапе при снижении уровня загрязнения почв ¹³⁷Cs (убыль за счет радиоактивного распада составляет 2,27 % год), ²⁴¹Am является единственным радионуклидом из состава чернобыльских радиоактивных выпадений, содержание которого в окружающей среде продолжает возрастать ввиду распада ²⁴¹Pu. ²⁴¹Pu является бета-излучателем, в результате распада которого образуется ²⁴¹Am – источник альфа-излучения, период полураспада ²⁴¹Pu.

Таблица 1. – Оценка доз облучения и содержания ¹³⁷Cs и ²⁴¹Am в почве и продуктах питания подворий д. Соболи Брагинского района Гомельской области

Подворье	Продукт	Содержание ¹³⁷ Cs			Содержание ²⁴¹ Am			Эффективная доза внутреннего облучения ²⁴¹ Am взрослого ×10 ⁻² мкЗв/год	
		почва		продукт Бк/кг	почва		продукт ×10 ⁻³ Бк/кг	пероральное поступление ¹⁾	ингаляционное поступление ²⁾
		Бк/кг	кБк/м ²		Бк/кг	кБк/м ²			
Соболи 1	не отбирались	1127 ± 142	240	-	6,7 ± 1,8	1,4	-	-	-
Соболи 2		529 ± 95	116	-	6,5 ± 1,8	1,4	-	-	-
Соболи 3		1568 ± 190	265	-	7,2 ± 2,2	1,2	-	-	-
Соболи 4	картофель	994 ± 125	156	3,8 ± 0,9	8,9 ± 1,2	1,4	2,0 ± 0,5	2,40	3,69
	листовой салат	1116 ± 141	174	3,3 ± 1,1	9,2 ± 2,3	1,4	13,1 ± 2,5	0,26	3,69
	перо лука	1116 ± 141	174	2,7 ± 0,9	9,2 ± 2,3	1,4	2,8 ± 0,8	0,06	3,69
Соболи 5	свекла	1570 ± 200	270	2,7 ± 0,4	7,3 ± 2,0	1,3	3,7 ± 0,7	0,37	3,42
	картофель	1570 ± 200	270	2,8 ± 0,4	7,3 ± 2,0	1,3	5,1 ± 1,0	6,12	3,42
	листовая петрушка	1341 ± 169	295	11,7 ± 2,2	16,3 ± 3,2	3,6	33,3 ± 6,0	0,67	9,48
	листовой салат	1148 ± 144	209	3,2 ± 1,2	7,1 ± 1,5	1,3	19,6 ± 3,1	0,39	3,42
	перо лука	1148 ± 144	209	2,7 ± 0,9	7,1 ± 1,5	1,3	3,0 ± 0,8	0,06	3,42

¹⁾доза рассчитана исходя из следующих условий: потребление только местных овощей в течение года, листовых овощей по 1 кг/г, свекла – 5 кг/год, картофель – 60 кг/год, без кулинарной обработки;

²⁾доза рассчитана исходя из следующих условий: выполнение работ на приусадебном участке в течение посадочно-уборочного периодов, коэффициент вторичного ветрового подъема 10⁻⁹ (1/м)

На одном из участков частного подворья Соболи-5 установлено максимальное содержание ^{241}Am в почве – $3,6 \text{ кБк/м}^2$, на других участках этого же подворья содержание ^{241}Am оказалось в три раза меньше и составило $1,3 \text{ кБк/м}^2$, что соответствует средней величине плотности загрязнения ^{241}Am почвы по всем обследованным подворьям населенных пунктов Брагинского района.

Максимальная удельная активность ^{241}Am в продуктах питания составила $(10\text{--}30) \times 10^{-3} \text{ Бк/кг}$ натурального продукта и установлена в пробах листовой зелени: петрушки – $33,3 \times 10^{-3} \text{ Бк/кг}$ и листового салата – $(13,1\text{--}19,6) \times 10^{-3} \text{ Бк/кг}$. В пробах картофеля, свеклы, пера лука удельная активность ^{241}Am находилась в пределах $(2\text{--}5) \times 10^{-3} \text{ Бк/кг}$, при этом содержание сопутствующего ^{137}Cs в пробах этой растительной продукции установлено в диапазоне $3\text{--}12 \text{ Бк/кг}$ натурального необработанного продукта, что на три порядка превышает содержание ^{241}Am (таблица 1).

На основании фактических данных об уровнях загрязнения ^{241}Am и сопутствующим ^{137}Cs почвы и продуктов питания, получаемых населением на личном подворье, выполнена оценка годовой дозы внутреннего облучения от ^{241}Am и ^{137}Cs для жителей подворья Соболи-5 Брагинского района с учетом поступления ингаляционным и пероральным путем, при этом консервативно принималось, что все употребляемые населением овощи и зелень производит на личном подворье. При отсутствии данных о содержании радионуклидов в продукте ввиду низких активностей использовались расчетные данные с учетом коэффициентов перехода в соответствии с международным и национальным рекомендациями [1–3].

В результате установлено, что в подворье Соболи-5 ингаляционная доза облучения населения от вторичного ветрового подъема может составить от $3,42 \times 10^{-2}$ до $9,48 \times 10^{-2} \text{ мкЗв/год}$, эффективная доза облучения от потребления овощей и зелени может составить от $6,0 \times 10^{-4}$ (перо лука) до $6,12 \times 10^{-2} \text{ мкЗв/год}$ (картофель). Суммарная годовая доза внутреннего облучения жителей данного подворья может составить $15,6 \times 10^{-2} \text{ мкЗв/год}$ (таблица 1).

Принимая во внимание, результаты опроса жителей, согласно которым они не производят на своем подворье мясо-молочную продукцию, можно заключить, что фактическая доза облучения населения от поступления радионуклидов по пищевой цепочке будет формироваться только от растениеводческой продукции и составит меньшее значение, чем консервативно оцененная доза. Надлежащая подготовка, включая мытье и очистку от кожуры, кулинарная обработка овощей и корнеплодов могут значительно уменьшить поступление радионуклидов в организм человека. Кроме того, сокращение полевых работ на частном подворье с большим пылеобразованием (работа на пересохшей почве) может быть дополнительным резервом для уменьшения поступления радионуклидов в организм жителей ингаляционным путем.

На современном этапе плотность загрязнения ^{137}Cs почвы и удельная активность в продуктах выше практически на три порядка, чем ^{241}Am . Однако ^{241}Am является долгоживущим радионуклидом и вплоть до 2060 г. его активность будет только увеличиваться из-за распада ^{241}Pu . В связи с этим являются актуальными мониторинг содержания данного радионуклида в личных подсобных хозяйствах и исследования по оценке индивидуальных фактических доз облучения населения ^{241}Am , уточнению коэффициентов перехода из почвы в растения и перехода в готовый продукт после кулинарной переработки.

Список литературы

1. International Atomic Energy Agency (IAEA). Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments. – Vienna: IAEA, 2010. – 208 p. – (Technical Reports Series. TRS-472).
2. International Atomic Energy Agency (IAEA). Quantification of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments for Radiological Assessments. – Vienna: IAEA, 2009. – 307 p. – (IAEA-TECDOC-1616).
3. Метод оценки доз облучения америцием-241 населения, проживающего и ведущего сельскохозяйственную деятельность на загрязненной после катастрофы на ЧАЭС территории: инструкция по применению № 002-0419 / Е. В. Николаенко [и др.]. – Минск, 2019. – 19 с.

Поступила 06.09.2019.