

Содержание цезия-137 в домашних заготовках грибов в 2014 году у жителей территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению после аварии на ЧАЭС

К.В. Варфоломеева

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

В статье представлены результаты исследования проводимого в 2014 году по оценке содержания ^{137}Cs в домашних заготовках разных видов грибов, собираемых жителями наиболее загрязненных районов Брянской области. Целью исследования являлась оценка фактических уровней содержания ^{137}Cs в домашних заготовках сушеных и маринованных грибов. Объектом исследования являлись уровни содержания цезия-137 в домашних заготовках грибов, собираемых на территориях Брянской области с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения после аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Для отбора проб выбирались населенные пункты, расположенные рядом с наиболее посещаемыми местными жителями лесными участками, различающиеся между собой удаленностью от населенных пунктов от 0,3 до 5 км, типом леса, плотностями поверхностного загрязнения ^{137}Cs почвы от 33 до 944 кБк/м² (ориентировочные уровни поверхностного загрязнения почвы в лесах оценены по результатам гамма-спектрометрических измерений отобранных проб почвы). Сбор проб добровольно проводился у местных жителей. В рамках проводимого исследования в 10 населенных пунктах с общей численностью населения 6112 человек было собрано 25 проб грибов (из которых 8 проб сухих и 17 — маринованных).

Анализ полученных результатов проведенного исследования позволил сделать следующие выводы: удельная активность в пробах домашних заготовок сушеных и маринованных грибов разных видов у жителей, проживающих в Юго-Западных районах Брянской области варьирует в широком диапазоне: в сухих грибах от 1130 до 80400 БК/кг, в маринованных грибах от 31 до 12300 Бк/кг. Значительная часть проб грибов из домашних заготовок жителей превышает установленные нормативы допустимого загрязнения грибов; содержание цезия-137 в маринованных грибах не имеет выраженной зависимости с уровнем поверхностного загрязнения почвы, тогда как удельная активность сухих грибов возрастает с повышением уровня загрязнения почвы; в процессе маринования грибов происходит дополнительное снижение содержания цезия-137 от 16% до 55%, что в среднем составляет 37%; в связи с постепенным снижением коэффициентов перехода цезия-137 в лесные грибы и заметным вкладом потребления грибов в дозу внутреннего облучения, а также в связи с широким разбросом коэффициентов перехода радионуклида в разные виды грибов, для надежного прогнозирования ожидаемых уровней облучения населения требуется дальнейшее изучение динамики изменения коэффициентов перехода в зависимости от времени.

Ключевые слова: ^{137}Cs , Брянская область, авария на Чернобыльской атомной электростанции, грибы сушеные, грибы маринованные, домашние заготовки, радиоактивное загрязнение почвы в лесах, кулинарное снижение.

Введение

В связи с высоким уровнем радиоактивного загрязнения значительных территорий России после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) лесные экосистемы еще долгое время будут играть существенную роль в аккумуляции и перераспределении радиоактивных веществ [1].

Одной из важных задач по обеспечению радиационной безопасности населения проживающего на загрязненных территориях является уменьшение доз облучения, в том числе в результате потребления населением продуктов лесного происхождения, в частности грибов. Грибы являются абсолютными концентраторами ^{137}Cs

[2–4] и традиционно наиболее употребляемым жителями загрязненных районов пищевым продуктом [5–9]. Согласно анализу данных анкетного опроса населения по эффективному годовому потреблению продуктов природного происхождения, проведенного специалистами ФБУН научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В.Рамзаева, среди городского и сельского населения именно грибы являются наиболее употребляемыми в пищу лесными продуктами. Средний объем потребления грибов взрослым жителем средней полосы европейской части России составляет от 5 до 10 кг/год в зависимости от типа населенного пункта (НП) [10].

✉ Варфоломеева Ксения Владимировна

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева
Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: varfolomeeva_K@mail.ru

Достаточно эффективным путем снижения уровней поступления ^{137}Cs в организм человека с грибами является их кулинарная переработка.

Установлено, что цезий, являющийся аналогом калия, встречается в грибах в форме непрочно связанных с протоплазмой ионов, частично в виде солей органических кислот. Благодаря такой форме присутствия и своей высокой подвижности он почти полностью извлекается из живых тканей водой [11]. Значит, при помощи технологических кулинарных операций уменьшается поступление радионуклида ^{137}Cs в организм с пищей. Процесс переработки грибной продукции включает несколько этапов: замачивание, варка (бланширование), соление, маринование. Одним из самых эффективных способов снижения содержания цезия в грибах, рекомендуемых населению, является водная обработка – вымачивание и (или) вываривание, которая снижает содержание ^{137}Cs от 20 до 80%. Сушка грибов, наоборот приводит к сохранению и концентрированию активности ^{137}Cs в 3 – 10 раз, поэтому предпочтительными методами обработки являются методы, включающие вымачивание [12–15]. Коэффициент кулинарного снижения содержания ^{137}Cs в разных грибах при применении всех типов обработки в целом у разных авторов отличается до трех раз [16]. Так, в работе [17] приводится коэффициент кулинарного снижения цезия, равный 0,6; в работах других авторов [12, 18–21] – 0,4; в

работах [22–23] – 0,2. Таким образом, благодаря кулинарной обработке реальные уровни содержания цезия-137 в грибах, потребляемых населением в пищу, будут ниже, чем в свежесобранных.

Целью настоящего исследования является оценка фактических уровней содержания ^{137}Cs в домашних заготовках сушеных и маринованных грибов разных видов у жителей, проживающих в Юго-Западных районах Брянской области.

Материалы и методы

Для исследования были выбраны десять лесных участков на территории шести наиболее загрязненных районов Юго-Западной части Брянской области (Гордеевский, Злынковский, Климовский, Клинцовский, Красногорский, Новозыбковский), где, согласно данным Росгидромета [24], уровни поверхностного загрязнения ^{137}Cs могли существенно различаться. Основной тип почв в исследуемых районах – дерново-подзолистый с песчаным и супесчаным механическим составом (табл. 1). Данный тип почв характеризуется низким содержанием обменного калия, органического вещества, обменных оснований (соединений серы), емкости катионного обмена, физической глины, что способствует, увеличению коэффициента перехода (КП) ^{137}Cs из почвы в грибы.

Таблица 1

Характеристика мест отбора проб почвы и дикорастущих грибов на территории Юго-Западных районов Брянской области в 2014 году

№ п/п	Район	НП	Географические координаты участка GPS	Численность населения, человек [25]	Преобладающий тип почв (механический состав)	Поверхностное загрязнение почвы ^{137}Cs , кБк/м ² [24]
1	Гордеевский	с.Малоудебное	52.882° N 31.752° E	120	Дерново-подзолистый (песчаный и супесчаный)	463
2	Злынковский	п.г.т.Вышков	52.466° N 31.707° E	2807	Дерново-подзолистый (песчаный и супесчаный)	648
3	Злынковский	д.Карпиловка	52.330° N 31.771° E	360	Дерново-подзолистый (песчаный и супесчаный)	318
4	Климовский	с.Хохловка	52.439° N 32.178° E	648	Дерново-слабоподзолистый (песчаный и супесчаный)	226
5	Клинцовский	д.Кожушье	52.860° N 32.330° E	78	Дерново-подзолистый (песчаный и супесчаный)	33
6	Клинцовский	с.Смолевичи	52.737° N 32.235° E	737	Дерново-подзолистый (песчаный и супесчаный)	70
7	Клинцовский	с.Туросна	52.748° N 32.129° E	455	Дерново-подзолистый (песчаный и супесчаный)	174
8	Красногорский	с.Увелье	52.439° N 32.178° E	331	Дерново-подзолистый (песчаный и супесчаный)	921
9	Новозыбковский	д.Несвоевка	52.714° N 31.603° E	139	Дерново-подзолистый (песчаный и супесчаный)	292
10	Новозыбковский	с.Новое Место	52.528° N 31.820° E	437	Дерново-подзолистый (песчаный и супесчаный)	559

Для отбора проб выбирались населенные пункты, расположенные рядом с наиболее посещаемыми местными жителями лесными участками, удаленными от НП от 0,3 до 5 км. Доминирующими типами леса на выбранных территориях были сосняк зеленомошный, участки с березовыми рощами. Плотности поверхностного загрязнения ^{137}Cs (σ_{137}) почвы варьировали от 33 до 944 кБк/м² (ориентировочные уровни поверхностного загрязнения почвы в лесах оценены по результатам гамма-спектрометрических измерений отобранных проб почвы).

Всего настоящим исследованием было охвачено 10 НП с общей численностью проживающего в них населения 6112 человек [25]. Для исследования было отобрано 25 проб грибов, из которых 8 проб сухих и 17 – маринованных (таб. 2–3). При опросе жители подтверждали, что сбор грибов осуществлялся в ближних лесах на расстоянии от 0,3 до 5 километров от НП. Идентификацию вида грибов проводили по общепринятым признакам, описанным в специальной литературе [26].

Исследование содержания цезия-137 в отобранных пробах грибов выполнялось в 2014 году на базе аккредитованного испытательного лабораторного центра ФБУН научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В.Рамзаева по аттестованной в установленном порядке методике выполнения измерений [27]. Пробы маринованных грибов разделяли на две части: грибы и маринад. Определение удельной активности (УА) ^{137}Cs в исследуемом материале проводилось гамма – спектрометрическим методом на сцинтиляционном гамма-спектрометре СГС-200 с датчиком NaI (TI), блоком детектирования БДАГ-2СП-1, АЦП ПАА-001, программное обеспечение «ДОКА-SGS2000» (Свидетельство о поверке №210-1318/13 выдано ВНИИМ им. Д.И. Менделеева 12 декабря 2013 г.). Образцы измерялись в цилиндрическом алюминиевом сосуде диаметром 56 мм и высотой 100 мм. Погрешность измерений коэффициентов чувствительности – 10% (P=0,95). Минимальная детектируемая активность (МДА) установки составляла 2,5 Бк на пробу при времени измерения 1 час [27].

Статистическая обработка и графическое представление данных осуществлялась средствами MS Excel.

Результаты и обсуждение

Анализ результатов измерений УА ^{137}Cs в исследуемых пробах грибов показал существенные различия в содержании между разными видами грибов при различных видах их кулинарной обработки (табл. 2–3).

Из таблиц 2 и 3 видно, что УА цезия-137 в сушеных грибах выше, чем в маринованных. Среднее значения УА в сушеных грибах составляет 16100 Бк/кг (табл. 2), в маринованных грибах – 1790 Бк/кг (табл. 3). Это связано с тем, что при высушивании грибов масса за счет испарения влаги в несколько раз уменьшается, а активность ^{137}Cs остается неизменной [8]. Из таблицы 2 видно, что связь между уровнем загрязнения почвы и УА цезия-137 в разных видах сухих грибов характеризуется коэффициентом, величина которого варьирует в диапазоне от $5 \cdot 10^{-3}$ до $124 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг}$.

Таблица 2

Результаты измерения удельной активности ^{137}Cs в сушеных грибах, отобранных на исследуемых территориях Брянской области в 2014 г.

Район	Ближайший НП	s	Виды грибов	Название вида (лат.)	УА ^{137}Cs , Бк/кг	КП*10-3м ² /кг
Гордеевский	с.Малюдебное	463	Подосиновик жёлто-бурый	Leccinium aurantiacum	9180	20
Злынковский	п.г.т.Вышков	648	Белый гриб	Boletus edulis	80400	124
Злынковский	д.Карпиловка	318	Польский гриб	Xerocomus badius	17000	53
Клинцовский	д.Кожушье	33	Белый гриб	Boletus edulis	2230	68
Климовский	с.Хохловка	226	Белый гриб	Boletus edulis	6400	28
Климовский	с.Хохловка	226	Моховик желтомясный	Xerocomus chrysenteron	2000	9
Климовский	с.Хохловка	226	Подберёзовик обыкновенный	Leccinium scabrum	1130	5
Новозыбковский	д.Несвоевка	292	Белый гриб	Boletus edulis	10800	37
Разброс значений (min-max)					1130-80400	5-124
Медиана					7790	33
Среднее арифм.					16100	43
Станд. откл.					26500	39

Ошибка измерений не превышает 35%.

Таблица 3

Результаты гамма-спектрометрических измерений ¹³⁷Cs в маринованных грибах, собранных на исследуемых территориях Брянской области в 2014 г.

Район	Ближайший НП	с	Виды грибов	Названия вида (лат.)	м ^{маринада} , г	м ^{грибов} , г	A ^{маринада} , Бк	A ^{грибов} , Бк	VA ^{маринада} , Бк/кг	VA ^{грибов} , Бк/кг	КТ*10 ⁻³ М ² /кг	Доля актив-ности ¹³⁷ Cs в маринаде, %	Доля актив-ности ¹³⁷ Cs в грибах, %
Гордеевский	с.Малодубное	463	Маслёнок обыкновенный	<i>Suillus luteus</i>	87	409	3	13	37	31	0,1	20	80
Злынковский	п.г.т.Вышков	648	Маслёнок обыкновенный	<i>Suillus luteus</i>	127	450	272	959	2140	2131	3,3	22	78
Злынковский	д.Карпиловка	318	Белый гриб	<i>Boletus edulis</i>	182	316	8	14	42	43	0,1	37	63
Клинцовский	д.Кожуше	33	Маслёнок обыкновенный	<i>Suillus luteus</i>	84	509	5	21	60	42	1,3	18	82
Клинцовский	с.Смолевичи	70	Маслёнок обыкновенный	<i>Suillus luteus</i>	69	438	7	34	95	78	1,1	16	84
Клинцовский	с.Смолевичи	70	Болетовые	<i>Boletus sp</i>	162	771	50	226	306	293	4,2	18	82
Клинцовский	с.Туросна	174	Белый гриб	<i>Boletus edulis</i>	174	165	26	22	150	135	0,8	54	46
Клинцовский	с.Туросна	174	Лисичка настоящая	<i>Cantharellus cibarius</i>	153	124	17	14	112	111	0,6	55	45
Клинцовский	с.Туросна	174	Сыроежка	<i>Russula</i>	154	123	17	14	113	115	0,7	55	45
Климовский	с.Холловка	226	Маслёнок обыкновенный	<i>Suillus luteus</i>	161	364	177	396	1100	1088	4,8	31	69
Красногорский	с.Увелье	921	Подберёзовик обыкновенный	<i>Leccinum scabrum</i>	124	373	139	410	1120	1100	1,2	25	75
Новозыбковский	с.Новое Место	559	Зеленушки	<i>Tricholoma auratum</i>	114	106	1300	1304	11400	12300	22,0	51	49
Новозыбковский	с.Новое Место	559	Белый гриб	<i>Boletus edulis</i>	62	184	769	2098	12400	11400	20,4	27	73
Новозыбковский	с.Новое Место	559	Маслёнок обыкновенный	<i>Suillus luteus</i>	110	189	110	115	1000	610	1,1	49	51
Новозыбковский	с.Новое Место	559	Опёнок осенний настоящий	<i>Armillaria mellea</i>	181	176	24	32	130	180	0,3	43	57
Новозыбковский	с.Новое Место	559	Лисичка настоящая	<i>Cantharellus cibarius</i>	152	140	52	46	345	326	0,6	53	47
Новозыбковский	с.Новое Место	559	Подберёзовик обыкновенный	<i>Leccinum scabrum</i>	152	97	52	50	345	510	0,9	51	49
Разброс значений (min-max)									37-12400	31-12300	0,1-22	16-55	45-84
Медиана									306	293	1,1	37	63
Среднее арифм.									1820	1790	3,7	37	63
Станд. откл.									3840	3830	6,7	15	15

Ошибка измерений не превышала 35%.

Анализ результатов измерений УА цезия-137 в маринованных грибах и маринаде показал, что среднее значение в маринаде составляет 1820 Бк/кг, а в грибах – 1790 Бк/кг. Соотношение между УА цезия-137 в маринованных грибах и уровнем загрязнения почвы варьирует в диапазоне от $0,1 \cdot 10^{-3}$ до $22 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг}$.

Согласно нормативам единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам и продуктам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору [28], уровни допустимого содержания ^{137}Cs в грибах не должны превышать 500 Бк/кг в свежих и 2500 Бк/кг в сушеных грибах. Из приведенных в таблицах 2 и 3 данных видно, что значительная часть проб грибов из домашних заготовок жителей превышает установленные нормативы допустимого загрязнения грибов.

Уровень радиоактивного загрязнения территории ^{137}Cs является основным показателем, от которого зависит содержание радионуклида в растительности, в сельскохозяйственных пищевых продуктах, и, разумеется, в грибах. Зависимость УА от уровня поверхностного загрязнения почвы хорошо прослеживается для сухих грибов (Рис. 1). Из рисунка 1 также видно, что для маринованных грибов связь УА с уровнем загрязнения почвы цезием-137 практически отсутствует. Однако ограниченный объем выборки пока не позволяет утверждать об отсутствии этой связи для маринованных грибов.

Объяснить оба наблюдаемых явления можно тем, что сушеные грибы перед сушкой не подвергаются обработке водой (сухая чистка), тогда как маринованные грибы подвергаются водной обработке (иногда несколько раз). Помимо этого, часть активности в процессе маринования переходит в маринад.

В таблице 3 показана доля активности цезия-137 в маринаде в исследованных пробах маринованных грибов.

Анализ полученных результатов показал, что доля активности цезия-137, переходимая из приготовленных для маринования грибов в маринад, различается не только между разными видами, но и внутри одного вида. Этот

факт можно объяснить тем, что каждая хозяйка перед процессом маринования грибов по-разному проводит их предварительную подготовку. В среднем доля активности цезия-137 в маринаде составляет 37% (от 16% до 55%) от всей активности в грибах, то есть в процессе маринования активность грибов снижается дополнительно к тому снижению, которое произошло в процессе предварительной кулинарной обработки перед маринованием.

Выводы

1. В данной работе представлены результаты оценки фактических уровней содержания ^{137}Cs в домашних заготовках сушеных и маринованных грибов разных видов у жителей, проживающих в Юго-Западных районах Брянской области. Показано, что УА в пробах сухих и маринованных грибах варьирует в широком диапазоне: в сухих грибах от 1130 до 80400 Бк/кг, в маринованных грибах – от 31 до 12300 Бк/кг. Значительная часть проб грибов сушеных из домашних заготовок жителей превышает установленные нормативы допустимого загрязнения грибов.

2. Показано, что содержание цезия-137 в маринованных грибах не имеет выраженной зависимости с уровнем поверхностного загрязнения почвы, тогда как УА сухих грибов возрастает с повышением уровня загрязнения почвы.

3. Установлено, что в процессе маринования грибов происходит дополнительное снижение содержания цезия-137 от 16% до 55%, что в среднем составляет 37%.

4. В связи с постепенным снижением КП цезия-137 в лесные грибы и заметным вкладом потребления грибов в дозу внутреннего облучения, а также в связи с широким разбросом КП радионуклида в разные виды грибов, для надежного прогнозирования ожидаемых уровней облучения населения требуется дальнейшее изучение динамики изменения КП в зависимости от времени после аварии на ЧАЭС.

Литература

- Алексахин, Р.М. Слово о лесной радиоэкологии // XXXVIII Радиоэкологические чтения, посвященные действительному члену ВАСХНИЛ В.М. Ключевскому / Под ред. Акад. Россельхозакадемии Р.М. Алексахина – Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2010. – С. 7–15.
- Щеглов, А.И. Грибы-биоиндикаторы техногенного загрязнения / А.И. Щеглов, О.Б. Цветнова. // Природа. – 2002. – №11. – С. 39–46.
- Цветнова, О.Б. Многолетняя динамика накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr высшими грибами / О.Б. Цветнова, А.И. Щеглов, Н.Д. Кучма // Почвоведение: Вестник Московского Университета. – 2004. – Серия 17, №3. – С. 43–48.
- Зарубина, Н.Е. Радионуклидное загрязнение высших грибов в результате аварии на Чернобыльской АЭС / Н.Е. Зарубина, В.В. Тришин // Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий: Труды международной конференции, Москва 5–6 декабря. – М., 2005. – Том 3.
- Воздействие радиоактивного загрязнения на антропогенные и сельскохозяйственные экосистемы. Дозы облучения населения в результате радиоактивного загрязнения окружающей среды при ядерных взрывах и авариях. Стратегии и контрмеры / Под ред. Ю.А. Израэля. – С. 19–24.
- Шутов, В.Н. Роль грибов и ягод в формировании дозы внутреннего облучения населения России после Чернобыльской аварии / В.Н. Шутов, Г.Я. Брук, М.В.

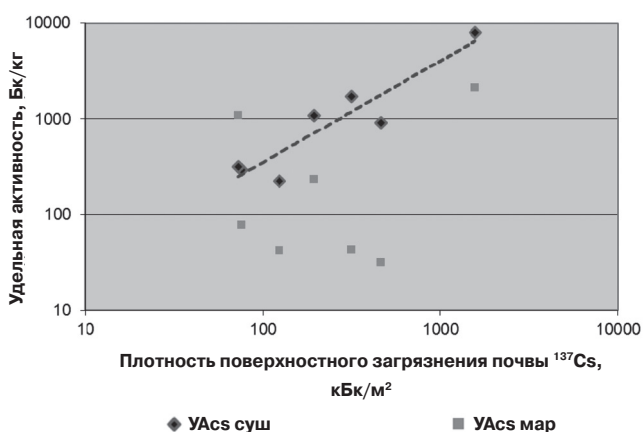


Рис. 1. Зависимость содержания УА ^{137}Cs в сушеных и маринованных грибах, отобранных в 2014 г. на территориях с различной плотностью поверхностного загрязнения

- Кадука, [и др.] // ЗНиСО. – 1998. – №2. – М.: ФЦГСЭН Минздрава России. С. 19–23.
7. Шутов, В.Н. Динамика радиоактивного загрязнения природных пищевых продуктов после аварии на Чернобыльской АЭС / В.Н. Шутов, М.В. Кадука, Г.Я. Брук [и др.] // ЗНиСО, 2003 – №4. – М.: ФЦГСЭН Минздрава России. С.9–12.
 8. Кадука, М.В. Роль грибов в формировании дозы внутреннего облучения населения после аварии на ЧАЭС. Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий / М.В. Кадука, В.Н. Шутов, Г.Я. Брук [и др.] // Труды международной конференции. Москва, 5–6 декабря 2005 года. – СПб.: Гидрометеоздат, 2006, Т.3. – С. 230–239.
 9. Травникова, И.Г. К вопросу о рационах питания различных групп населения Российской Федерации // И.Г. Травникова, О.С. Кравцова, М.В. Кадука // Хроническое радиационное воздействие: эффекты малых доз: Тезисы докладов IV Международной конференции 9–11 ноября 2010 г. – Челябинск, 2010. – С. 105.
 10. Методические указания. Оценка средних годовых эффективных доз облучения критических групп жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (МУ 2.6.1.2003–05). Минздрав России, Москва, 2005 // Оценка доз облучения населения Российской Федерации вследствие аварии на Чернобыльской АЭС: Сб. метод. Документов. Издание третье. – СПб, 2011. – С. 163–189.
 11. Мамихин, С.В. Роль макромицетов как накопителей ¹³⁷Cs в лесных экосистемах / С.В. Мамихин // Радиационная биология. – 2012. – Т. 52 №5. – С. 546–552.
 12. Шутов, В.Н. Защита от радиации: Научное пособие / В.Н. Шутов, М.В. Кадука, О.С. Кравцова [и др.] – 2011. – 88 с.
 13. Памятка для населения, проживающего на территории, загрязненной радиоактивными веществами. – Минск: Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, 2000. – 16 с.
 14. Рекомендации для населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях Брестской области / ГУ «БООЦГЭиОЗ». – Брест., 2004. – 20 с.
 15. Стасевич, Г.С. Формирование здорового образа жизни населения, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами / Г.С. Стасевич. Н.Т. Гиндюк // Памятка для медицинских работников. – 2005. – 23 с.
 16. Панов, А.В. О роли грибов в формировании доз внутреннего облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненных в следствии аварии на ЧАЭС территориях / А.В. Панов, Е.В. Марочкина, В.В. Пономаренко // Радиационная гигиена. – 2014. –Т. 7 № 1. – С. 63–70.
 17. Kenigsberg, J. Exposures from consumption of forest produce / J. Kenigsberg [et al.] // Proceedings of the 1-st International Conference, Minsk, Belarus, 18–22 March, 1996. – Luxembourg, 1996. – P. 271–283.
 18. Травникова, И.Г. Пути формирования доз внутреннего облучения сельских жителей Брянской области после аварии на ЧАЭС (часть первая) / И.Г. Травникова // Радиационная гигиена. – 2013. – Т.6 №2. – С. 11–20.
 19. Громов, А.В. Оценка текущих доз внутреннего облучения жителей отдельных населенных пунктов Брянской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС / А.В. Громов // Радиационная гигиена. – 2010. – Т.3 №3. – С. 28–35.
 20. Jacob, P. Pathway analysis and dose distributions JSP5 / P. Jacob [et al.] // Final Report for the contracts COSUCT93-0053 and COSU-CT94-0091 of the European Commission. Brussels, 1995. – 130 p.
 21. Дворник, А.М., Модель Forestdose-internal формирования внутренней дозы облучения от леса / А.М. Дворник, Т.А. Жученко // Проблеми екології лісу у лісокористуванні на Поліссі України. – Вип. 1 (7). – Житомир: Волинь, 2000. – С. 139–148.
 22. Shell, W.R. Radiation dose from Chernobyl forests: Assessment using FORESTPATH model / W.R. Shell, I. Linkov, E. Belenkaja // Proc. Of the 1-st international conference .Minsk, Belarus, 18–22 March, 1996. – Luxembourg, 1996. – P. 217–220.
 23. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial environments. – Vienna: IAEA / – Technical report series, 1994.
 24. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240 по состоянию на 01 января 2014 года: Сборник – Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
 25. Официальные данные по оценке численности населения на 1 января 2013 года. База данных показателей муниципальных образований. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Брянской области. Адрес источника: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst15/DBInet.cgi>, дата обращения 03.07.2014
 26. Гминдер, А. Грибы: Иллюстрированный справочник / А. Гминдер, Т. Бёнинг; Пер.с нем. Н.Лилянталь. – Мытищи: ЗАО «БММ», 2007. – 318 с.
 27. Методика выполнения измерений удельная активность радионуклидов радия-226, тория-232, калия-40, цезия-137 в счетных образцах изготовленных из проб продукции промышленных предприятий, предприятий сельского хозяйства, объектов окружающей среды и технологических сред – СПб: ФГУН НИИРГ, 2007. – 18с.
 28. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).– 2-е изд.– М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.– Приложение 3. – 175 с.

Поступила: 10.07.2015 г.

• **Варфоломеева К.В. Содержание цезия-137 в домашних заготовках грибов в 2014 году у жителей территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению после аварии на ЧАЭС // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 47–55.**

Варфоломеева Ксения Владимировна – младший научный сотрудник лаборатории экологии Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: varfolomeeva_K@mail.ru.

Content of Cs-137 in Homemade Preserves of Mushrooms Picked in 2014 by Local Residents in Areas Affected by Radioactive Contamination after Chernobyl NPP Accident

Varfolomeeva Ksenia V. – Junior Researcher of St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira street, 8, St. Petersburg, 197101, Russia, e-mail: varfolomeeva_K@mail.ru)

Abstract

The article presents results of the study made in 2014 on evaluation of the content of Cs-137 in different homemade dried and pickled mushrooms picked by residents of most contaminated areas of Bryansk region. The aim of the study was to evaluate actual content levels of Cs-137 in homemade preserves of dried and pickled mushrooms picked in Bryansk region areas with high level of radioactive contamination after Chernobyl accident. Sampling was conducted in residential settlements in proximity to most visited forest areas located at different distances to residential settlements in the range from 0.3 to 5 kilometers, with different forest types, with different soil surface contamination density by Cs-137 in the range from 33 to 944 kBq/m² (Tentative levels of surface contamination of forest soil are evaluated based on the results of Gamma-Spectrum measurements in soil samples). Sampling was done at voluntary consent of local residents. In the frameworks of the research in ten settlements with 6112 residents altogether 25 samples were selected (8 samples of dried and 17 of pickled mushrooms).

The analyses of study results resulted in the following conclusions: specific activity in samples of different kinds of dry and pickled mushrooms picked by residents of South-West areas of Bryansk region vary in broad range from 31 to 12300 Bq/kg. The most part of homemade preserves of dried and pickled mushrooms of the local residents exceeds normative levels of permissible mushroom contamination. Cs-137 content in pickled mushrooms is not explicitly dependent on the level of soil surface contamination whereas specific activity of dry mushrooms increases along with the level of surface contamination increase. In the process of mushroom pickling the additional reduction of Cs-137 content is observed: from 16% to 55% which averages to 37%. Due to the gradual reduction of coefficients of conversion into forest mushrooms and significant contribution of mushroom consumption into internal radiation dose as well as due to wide scatter of coefficients of conversion of radionuclide into different kinds of mushrooms the robust forecasting of the expected levels of population radiation requires further study of dynamics of time-dependent changes of conversion coefficient.

Key words: Cs-137, Bryansk region, Chernobyl NPP accident, dried mushrooms, pickled mushrooms, homemade mushroom preserves, radioactive contamination of soil, culinary reduction.

References

1. Aleksahin, R.M. Slovo o lesnoj radiojologii [On Forest Radioecology]. XXXVIII Radiojologicheskie chtenija, posvjashhennye dejstvitel'nomu chлену VASHNIL V.M. Klechkovskomu -XXXVIII RadioEcological Conference dedicated to V.M. Klechkovsky, Member of the All-Union Academy of Agricultural Sciences after Lenin. Obninsk, 2009 Dec. 15th, Obninsk: State Scientific Institution All-Russian Scientific-Research Institute of Agricultural Radiology and AgroEcology, 2010, pp. 7-15.
2. Shheglov O.I., Cvetnova O.B. Griby-bioindikatory tehnogenogo zagrjaznenija [Mushrooms as Bio-Indicators of technogenic contamination]. *Priroda - The Nature*, 2002, No 11, pp. 39-46.
3. Cvetnova O.B., Shheglov A.I., Kuchma N.D. Mnogoletnjaja dinamika nakoplenija 137Cs i 90Sr vysshimi gribami [Multi-Year Dynamics of Accretion of Cs-137 and Sr- 90 by Higher Fungi]. *Pochvovedenie: Vestnik Moskovskogo Universiteta-Soil Sciences: Moscow University Bulletin*, 20014, Series 17, No.3, pp. 43-48.
4. Zarubina N.E., Trishin V.V. Radionuklidnoe zagrjaznenie vysshih gribov v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoj AJeS [Radionuclide Contamination of Higher Fungi as the Result of Chernobyl Accident]. *Radioaktivnost' posle jadernyh vzryvov i avarij: Trudy mezhdunarodnoj konferencii - Radioactivity after Nuclear Explosions and Accidents: Proceedings of the International Conference*, Moscow, Dec. 5-6., Volume 3.
5. Vozdejstvie radioaktivnogo zagrjaznenija na antropogennye i sel'skohozjajstvennye jekosistemy. Dozy obluchenija naselenija v rezul'tate radioaktivnogo zagrjaznenija okružhajushhej sredy pri jadernyh vzryvah i avarijah. Strategii i kontrmery [Impact of Radioactive contamination on Anthropogenic and Agricultural Ecosystems. Radiation Doses of Population as the Result of Radioactive Contamination of Environment after Nuclear Explosions and Accidents Strategies and Counter Measures] / Under the editorship of Ju.A. Izraelja, pp. 19-24.
6. Shutov V.N., Bruk G.Ja., Kaduka M.V. Rol' gribov i jagod v formirovanii dozy vnutrennego obluchenija naselenija Rossii

✉ Varfolomeeva Ksenia V.

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira street, 8, St. Petersburg, 197101, Russia; e-mail: varfolomeeva_K@mail.ru

- posle Chernobyl'skoj avarii [The Role of mushrooms and Berries in Formation of Internal Radiation Dose of Russian Population after Chernobyl Accident]. *ZNISO - Population Health and Life Environment*, 1998, No2, M.: Federal Center for State Sanitary-Epidemiological Surveillance Of Russian Ministry of Health, pp. 19-23.
7. Shutov V.N., Kaduka M.V., Bruk G.Ja. Dinamika radioaktivnogo zagrjaznenija prirodnyh pishhevnyh produktov posle avarii na Chernobyl'skoj AJeS [Dynamics of Radioactive Contamination of Natural Foodstuffs after Chernobyl Accident]. *ZNISO - Population Health and Life Environment*, 2003, No. 4, M.: Federal Center for State Sanitary-Epidemiological Surveillance of Russian Ministry of Health, pp. 9-12.
 8. Kaduka M.V., Shutov V.N., Bruk G.Ja. Rol' gribov v formirovanii dozy vnutrennego obluchenija naselenija posle avarii na ChAJeS. Radioaktivnost' posle jadernyh vzryvov i avarij [The Role of Mushrooms in Formation of Internal Radiation Dose in Population after Chernobyl Accident. Radioactivity after Nuclear Explosions and Accidents]. *Trudy mezhdunarodnoj konferencii- Proceedings of the International Conference, Moscow, 2005, Dec. 5-6*, SPb: HydroMeteo Publishers, 2006, Vol. 3., pp. 230-239.
 9. Travnikova I.G., Kravcova O.S., Kaduka M.V. K voprosu o racionah pitaniya razlichnyh grupp naselenija Rossijskoj Federacii [On Food Ration of Different Population Groups of Russian Federation]. *Hronicheskoe radiacionnoe vozdejstvie: jeffekty malyh doz: Tezisy dokladov IV Mezhdunarodnoj konferencii - Chronic Radiation Impact: Small Dose Effects: Abstracts of Presentations of IV International Conference, 2010 November 9-10, Chelyabinsk*, 105 pp.
 10. Metodicheskie ukazaniya. Ocenka srednih godovyh jeffektivnyh doz obluchenija kriticheskijh grupp zhitelej naselennyh punktov Rossijskoj Federacii, podvergshijsja radioaktivnomu zagrjazneniju vsledstvie avarii na Chernobyl'skoj AJeS (MU 2.6.1.2003-05). *Minzdrav Rossii, Moskva, 2005 [Methodological Instructions. Assessment of Average Annual Effective Radiation Doses in Critical Groups of People Residing in Settlements of Russian Federation Affected by Radioactive Contamination after Chernobyl NPP Accident (MU 2.6.1. 2003-05). Russian Ministry of Health, Moscow, 2005]. Ocenka doz obluchenija naselenija Rossijskoj Federacii vsledstvie avarii na Chernobyl'skoj AJeS: Sb. metod. Dokumentov. Izdanie tret'e - Collection of Methodological Documents. 3rd Edition, SPb, 2011, pp. 163-189.*
 11. Mamihin C.V. Rol' makromicetov kak nakopitelej ¹³⁷Cs v lesnyh jekosistemah [The Role of Mycomycetes as Accumulators of Cs-137 in Forest Ecosystems]. *Radiacionnaja biologija - Radiation Biology*, 2012. Vol. 52, No5. pp. 546-552.
 12. Shutov V.N., Kaduka M.V., Kravcova O.S. Zashhita ot radiacii [Protection from Radiation]. *Nauchnoe posobie - Textbook*, 2011, 88 p.
 13. Pamjatka dlja naselenija, prozhivajushhego na territorii, zagrjaznennoj radioaktivnymi veshhestvami [Reminder Leaflet for Population Residing in Areas Contaminated by Radioactive Substances]. *Komitet po problemam posledstvij katastrofy na Chernobyl'skoj AJeS - Committee on Problems of Chernobyl NPP Accident Impact, Minsk, 2000*. 16 p.
 14. Rekomendacii dlja naselenija, prozhivajushhego na zagrjaznennyh radionuklidami territorijah Brestskoj oblasti [Recommendations for Population Residing in Brest Region Areas Contaminated by Radionuclides]. *GU BOCGJeiOZ - State Institution Brest Regional Center of Hygiene, Epidemiology and Public Health, Brest, 20014*, 16 p.
 15. Stasevich G.S., Gindjuk N.T. Formirovanie zdorovogo obraza zhizni naselenija, prozhivajushhego na territorijah, zagrjaznennyh radionuklidami [Promotion of Healthy Way of Life Among Population Residing in Areas Contaminated by Radionuclides]. *Pamjatka dlja medicinskih rabotnikov-Reminder Card for Healthcare Workers, 2005*. 23 p.
 16. Panov A.V., Marochkina E.V., Ponomarenko V.V. O roli gribov v formirovanii doz vnutrennego obluchenija naselenija, prozhivajushhego na radioaktivno zagrjaznennyh v sledstvii avarii na ChAJeS territorijah [On the Role of Mushrooms in Formation of Internal Radiation Doses in Population Residing in Areas Radioactively Contaminated after Chernobyl NPP Accident]. *Radiacionnaja gigiena - Radiation Hygiene*, 2014, Vol.7, No.1, pp. 63-70.
 17. Kenigsberg, J. Exposures from Consumption of Forest Produce / J. Kenigsberg [et al.] *Proceedings of the 1-st International Conference, Minsk, Belarus, 1996 March 18-22.- Luxembourg, 1996.-Pp. 271-283.*
 18. Travnikova I.G. Puti formirovanija doz vnutrennego obluchenija sel'skih zhitelej Brjanskoj oblasti posle avarii na ChAJeS (chast' pervaja) [Pathway Of Internal Radiation Doses in Rural Residents of Bryansk Region Chernobyl NPP Accident (Part 1)]. *Radiacionnaja gigiena - Radiation Hygiene*, 2013, Vol.6, No.2, pp. 11-20.
 19. Gromov A.V. Ocenka tekushhijh doz vnutrennego obluchenija zhitelej otdel'nyh naselennyh punktov Brjanskoj oblasti vsledstvie avarii na Chernobyl'skoj AJeS [Assessment of Current Internal Radiation Doses in Residents of Some Settlements of Bryansk Region Due to Chernobyl NPP Accident]. *Radiacionnaja gigiena - Radiation Hygiene*, 2010, Vol.3, No. 3, pp.28-35.
 20. Jacob, P. Pathway Analysis and Dose Distributions JSPS / P. Jacob [et al.] // *Final Report for the Contracts COSUCT93-0053 and COSU-CT94-0091 of the European Commission, Brussels, 1995.-130 p.*
 21. Dvornik A.M., Zhuchenko T.A. Model' Forestdose-interval formirovanija vnutrennej dozy obluchenija ot lesa [Forestdose-Internal Model of Formation of Internal Radiation Dose from Forest]. *Problemi ekologii lisu i lisokoristuvannja na Polissi Ukra ni - Problems of Forest Ecology and Forest Management in Ukrainian Polesye, Issue 1 (7), Zhitomir: Volin, 2000, pp.139-148.*
 22. Shell, W.R. Radiation Dose from Chernobyl Forests: Assessment Using FORESTPATH Model /W.R. Shell, I. Linkov, E. Belenkaja // *Proc. Of the 1-st International Conference (Minsk, Belarus, 1996 March 18-22). Luxembourg, 1996.- Pp.217-220.*
 23. *Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial Environments.- Vienna: IAEA / - Technical Report Series, 1994.*
 24. Dannie po radioaktivnomu zagrjazneniju territorii naselennyh punktov Rossijskoj Federacii ceziem-137, stronciem-90 i plutoniem-239+240» po sostojaniju na 01 janvarja 2014 goda: Sbornik [Handbook The Data on Radioactive Contamination of Residential Settlements of Russian Federation by Cesium-137, Strontium-90 and Plutonium-239+240" as of January 1st 2014]. *Federal'naja sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhajushhej sredy - Federal Service on Hydrometeorology and Environmental Monitoring.*
 25. Oficial'nye dannie po ocenki chislennosti naselenija na 1 janvarja 2013 goda. Baza dannyh pokazatelej municipal'nyh obrazovanij. Oficial'nyj sajt Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki Brjanskoj oblasti. [The Official Data on Assessment of Population Numbers as of January 1st 2013. Database of Indicators of Municipal Entities. Official Website of Federal Service of State Statistics of Bryansk Region]. Available at: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst15/DBInet.cgi> (accessed 03.07.2014)
 26. Gminder A., Bjonning T. Illjustrirovannyj spravocchnik (Per.s nem. N.Liliental')- Mushrooms. Illustrated Guidebook (Translated from German N. Liliental) ,Close-End Joint Stock Company BMM, Mytyschi, 2007, 318 p.
 27. Metodika vypolnenija izmerenij udel'naja aktivnost' radionuklidov radija-226, torija-232, kalija-40, cezija-137 v schetnyh obrazcah izgotovlennyh iz prob produkcii promyshlennyh predpriyatij, predpriyatij sel'skogo hozjajstva,

obektov okružhajushhej sredy i tehnologičeskikh sred [Methodology of Performing Measurements of Specific Activity of Radionuclides of Radium-226, Thorium-232, Potassium-40, Cesium-137 in Count Samples Made out of Samples of Industrial Enterprises, Agricultural Companies, Objects of Environment and Technological Media], SPb: St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, 2007, 18 p.

28. Edinye sanitarno-jepidemiologičeskie i gigieničeskie trebovanija k tovaram, podležhashhim sanitarno-jepidemiologičeskomu nadzoru (kontrolju).- 2-e izd [Uniform Sanitary-Epidemiological and Hygienic Requirements for Goods Subject to Sanitary-Epidemiological Surveillance (Control).- 2-nd Edition, Handbook], M., Federal Center of Hygiene and Epidemiology of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, 2010, Addendum 3, 175 p.

• **Varfolomeeva K.V. Soderžhanie cezija-137 v domashnih zagotovkah gribov v 2014 godu u žitelej territorij, podvergshijsja radioaktivnomu zagrjazneniju posle avarii na ChAJeS [Content of Cs-137 in Homemade Preserves of Mushrooms Picked in 2014 by Local Residents in Areas Affected by Radioactive Contamination after Chernobyl NPP Accident]. Radiacionnaja gigiena - Radiation Hygiene, 2015, Vol. 8, No 3, p. 47-55.**