

Кулинарная обработка сушеных грибов как эффективный способ снижения содержания в них цезия-137

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

Целью данного научного исследования являлось изучение эффективности кулинарной обработки (мытья, замачивания и варки) грибов для снижения содержания цезия-137. Для исследования были выбраны трубчатые сушеные грибы: белый гриб, боровик, дубовик, масленок, моховик, подберезовик, подосиновик и польский гриб, собранные в 2016 г., на территориях Брянской области (Гордеевский, Клинцовский, Красногорский районы), подвергшихся наибольшему загрязнению в результате аварии на ЧАЭС. Определение активности цезия-137 проводилось методом гамма-спектрометрии. Эффективность кулинарной обработки оценивалась посредством расчета коэффициента кулинарного снижения, равного отношению активности цезия-137 в водной фракции и активности в исходной пробе сухих грибов. Результаты экспериментальной работы показали, что наиболее эффективным способом кулинарной обработки сушеных грибов является мытье, с его помощью содержание цезия-137 в грибах снижается на 49%. При этом большая часть цезия-137 переходит в водную фракцию с первым сливом – 32%, с последующими двумя – в воду переходит 11% и 6% соответственно. При замачивании грибов в течение 3 ч в водную фракцию переходит 26% цезия-137, из которых 14% – в первый час, 9% – во второй час и 3% – в третий час замачивания. Увеличение времени замачивания сушеных грибов является малоэффективным для снижения содержания в них цезия-137. Использование всех этапов кулинарной обработки сушеных грибов (мытья, замачивания и варки) приводит к снижению содержания цезия-137 в грибном бульоне на 75%.

Ключевые слова: лесные грибы, коэффициент кулинарного снижения ($K_{сн}$), методы кулинарной обработки, радиоактивное загрязнение, цезий-137, активность, удельная активность, авария на Чернобыльской АЭС, Брянская область.

Введение

Результаты многочисленных исследований показывают, что в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС проблема загрязнения пищевых продуктов леса, произрастающих на территориях, пострадавших в результате аварии, не теряет своей актуальности [1]. Потребление в пищу лесных грибов вносит заметный вклад (от 75% до 82%) в дозу внутреннего облучения населения [2–5].

Одной из основных задач по обеспечению радиационной безопасности населения, проживающего на загрязненных в результате аварии территориях, является снижение вклада пищевых продуктов в дозу внутреннего облучения, в том числе от потребления продуктов лесного происхождения (в частности, грибов).

Одной из контрмер, применяемой для снижения дозовых нагрузок внутреннего облучения населения от потребления грибов, является их кулинарная обработка. Согласно литературным данным [6–14], обычно применя-

емые на практике способы первичной кулинарной обработки (мытья, замачивание, варка, соление, маринования и др.) обеспечивают снижение содержания цезия-137 в грибах от 20% до 97% от его первоначального содержания, а значит, и уменьшают вклад в дозу внутреннего облучения населения от их потребления. В отличие от вышеперечисленных способов заготовки грибов, сушка приводит к сохранению и концентрированию активности цезия-137 в грибах (от 3 до 10 раз) [7, 10].

Сушение грибов является одним из наиболее популярных и простых способов их кулинарной обработки населением. Благодаря этому способу грибы могут храниться более продолжительное время (до нескольких лет) и при этом не утрачивают свои питательные и вкусовые качества. Сушеные грибы используются населением для приготовления разнообразных блюд, как первых (супы), так и вторых (соусы и др.). Соответственно, способы их кулинарной обработки могут меняться. Так, при использовании грибного порошка или грибной муки

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

сушеные грибы не подвергаются влажной обработке (высушенные грибы измельчаются и далее используются для добавления в разнообразные блюда). При приготовлении первых блюд, как правило, используется та же вода, в которой они вымачивались, что улучшает наваристость и вкусовые качества супа.

Закономерности снижения содержания цезия-137 в сушеных грибах посредством кулинарной обработки показаны в научных работах белорусских и украинских коллег [9–12]. Согласно исследованиям, представленным в этих работах, обработка сушеных грибов (мытьё, вымачивание, варка) позволяет значительно снизить содержание цезия-137 в готовом продукте (бульоне). Согласно полученным данным [12], мытьё способствует переходу 62,4% цезия-137 из сушеных грибов в водный раствор, после их вымачивания в течение 0,5, 2 и 10 ч в водную фракцию мигрирует от 85,3 до 98,94% цезия-137 соответственно. При их дальнейшем кипячении (в течение 15 мин и 1 ч) в грибах остается от 0,21 до 0,27% первоначально измеренного цезия-137 (в сушеных грибах). По результатам работ других исследователей [10], вымачивание грибов в течение 6–12 ч с последующим их отвариванием снижает содержание цезия-137 в них на 50%. При двукратном вымачивании и последующем двукратном отваривании сушеных грибов происходит снижение содержания в них цезия-137 до 8–10 раз. Максимального снижения содержания цезия-137 в сушеных грибах можно добиться путем их дву- или трехкратного вымачивания и последующего дву- или трехкратного отваривания [9, 11].

Дальнейшее изучение закономерностей снижения содержания цезия-137 в грибах на разных этапах их кулинарной обработки позволит оптимизировать режимы обработки и дать соответствующие рекомендации для населения.

Цель исследования – изучение эффективности кулинарной обработки сушеных грибов на различных стадиях их мытья, замачивания и варки.

Материалы и методы

Для исследований были выбраны 9 проб трубчатых сушеных грибов разных видов (белый гриб, боровик, дубовик, масленок, моховик, подберезовик, подосиновик и польский гриб). Пробы были собраны во время экспедиционных исследований в 2016 г. на территориях юго-западных районов Брянской области (Гордеевский, Клиновский, Красногорский), подвергшихся наибольшему загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Для отбора проб выбирали наиболее посещаемые местными жителями лесные участки, различающиеся между собой удаленностью от населенных пунктов от 0,3 до 5 км, с плотностями поверхностного загрязнения цезия-137 почвы от 33 до 944 кБк/м² (ориентировочные уровни поверхностного загрязнения почвы в лесах оценены по результатам гамма-спектрометрических измерений отобранных проб почвы). Идентификацию вида грибов проводили по общепринятым признакам, описанным в справочной литературе [16]. Подготовку проб грибов к измерениям на гамма-спектрометре проводили согласно аттестованной методике выполнения измерений [17]. Пробы сырых грибов перед сушкой проходили

этап сухой механической обработки (грибы тщательно осматривали, отбраковывали и выбрасывали червивые, у оставшихся вырезали размякшие и поврежденные (грызунами, насекомыми и слизнями) места, очищали грибы от остатков леса (почвы, песка, листьев, мелких веточек и др.), одновременно подрезали ножки грибов, соскабливая с них верхний слой. Затем шел этап сортировки (очищенные грибы делили на разные виды) с последующим взвешиванием сырой массы каждой измеряемой пробы грибов. Сортированные пробы грибов сушили в специализированной электрической сушилке при температуре 50–60 °С примерно 9–12 ч. Все высушенные пробы грибов снова взвешивали, а затем измеряли на гамма-спектрометре. Для исследования брали пробы с большими удельными активностями от 1 700 Бк/кг до 16 400 Бк/кг (табл.). Далее шла их кулинарная обработка с последовательным измерением пробы на гамма-спектрометре после каждого этапа:

I. Мытьё – для удаления с поверхности высушенных грибов остатков лесного сора их замачивали в холодной воде (200 мл) на 10–15 мин, затем дважды промывали чистой водой, сливаемую после каждого процесса воду измеряли на гамма-спектрометре, а сами грибы использовали в следующем этапе кулинарной обработки – замачивании (этап восстановления).

II. Замачивание – пробы сушеных грибов замачивали в холодной воде при комнатной температуре на 1, 2 и 3 ч. Каждый час (в течение 3 ч) вода из них сливалась и измерялась на гамма-спектрометре, грибы после каждого этапа заливались свежей водой. В экспериментальной работе мы подробно рассмотрели изменения содержания цезия-137 на каждом этапе приготовления блюда из сушеных грибов;

III. Варка – грибы варили на слабом огне (от 40 мин до 2 ч). После завершения каждого этапа кулинарной обработки грибы отделяли от водной фракции с помощью дуршлага. Затем грибы переходили на следующий этап обработки, а сам дуршлаг тщательно промывался под проточной водой. Определение удельной активности цезия-137 проводилось методом гамма-спектрометрии, измерения проводили по методике выполнения измерений [17] с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра СЕГ-04Т, состоящего из блока детектирования МКГБ-01 №006, АЦП MD198 № 6. Минимальная детектируемая активность (МДА) составляла 2 Бк на пробу при времени измерения 1 ч. Обработка спектров проводилась с помощью программного обеспечения ASW. Статистическая обработка данных осуществлялась средствами MS Excel. Количественный учет снижения содержания цезия-137 в процессе кулинарной обработки сушеных грибов производился с помощью коэффициента кулинарного снижения ($K_{\text{сн}}$), равного отношению между количеством цезия-137 в водной фракции после каждого этапа кулинарной обработки и его количеством в сухих грибах.

Результаты и обсуждение

В таблице приведены результаты оценки эффективности кулинарного снижения содержания цезия-137 для всех перечисленных выше этапов.

Полученные результаты (см. табл.) наглядно показывают, что на каждом этапе кулинарной обработки происходит постепенное снижение содержания цезия-137 в грибах.

Таблица
Содержание цезия-137 и его коэффициент кулинарного снижения в грибах и их водной фракции при разных этапах кулинарной обработки различных видов сушеных грибов
 [Table
Concentration of ¹³⁷Cs and its coefficient of cooking reduction in mushrooms and their water fraction from different stages]

Виды грибов (рус./лат.) [Mushroom species (rus./lat.)]	Масса пробы, г [Sample mass, g]	УА, Бк/кг [Activity concentration, Bq/kg]	Сырой гриб [Raw mush- rooms]	Сушеный гриб (аликвота) [Dried mush- rooms, aliquot]	Сушеный гриб [Dried mush- rooms]	Исходная проба [Initial sample]	Мытьё (водная фракция) [Washing (water fraction)]			Замачивание (водная фракция) [Soaking (water fraction)]			Варка [Boiling]	
							I слив [Decanting]	II слив [decanting]	III слив [decanting]	1 час [hour]	2 часа [hours]	3 часа [hours]		Бульон* [Broth]
Подберёзовик [<i>rough boletus</i>] (<i>Leccinum scabrum</i>)	183	34,7 (17,2)	2 200	38±8	14 ±3	6 ±2	4 ±1	6 ±1	3 ±1	3 ±1	3 ±1	3 ±1	1±1	
Белый гриб [<i>cepe</i>] (<i>Boletus edulis</i>)	354	47 (25)	9 300	100	37	16	11	16	8	3	3	3	3	
Подберёзовик [<i>rough boletus</i>] (<i>Leccinum scabrum</i>)	341	42,5 (21,5)	1 900	234 ±47	71 ±14	25 ±5	9 ±2	34 ±7	19 ±4	10 ±2	18±4	10 ±2	18±4	
Моховик [<i>variegated bole- tus</i>] (<i>Xerocomus chrysenteron</i>)	229	31 (15)	5 400	100	30	11	4	15	8	4	8	4	8	
Польский гриб [<i>Bay bolete</i>] (<i>Xerocomus badius</i>)	259	59 (31)	15 000	41 ±8	15 ±3	6 ±1	3 ±1	5 ±1	3 ±1	3 ±1	1±1	м.д.а. [m.d.a.]	1±1	
Боровик [<i>Porcini</i>] (<i>Boletus Betulicola</i>)	нас.**	55 (28)	1 700	100	37	15	7	12	7	2	2	2	2	
Подосиновик [<i>orange-cup boletus</i>] (<i>Leccinum aurantiacum</i>)	438	52 (25)	4 300	81 ±16	41±8	18 ±4	5 ±1	14 ±3	6 ±1	3 ±1	3±1	3 ±1	3±1	
				100	51	22	7	17	7	4	4	4	4	
				465 ±93	143 ±29	10 ±2	13 ±3	19 ±4	65±13	23 ±5	25±5	23 ±5	25±5	
				100	31	2	3	4	14	5	5	5	5	
				47 ±10	14±3	8 ±2	6 ±1	5 ±1	4	4	2±1	м.д.а. [m.d.a.]	2±1	
				100	30	17	13	11	9	1	4	1	4	
				107 ±22	27 ±6	7 ±2	7 ±2	22 ±5	12±3	11±3	11±3	м.д.а. [m.d.a.]	11±3	
				100	25	7	7	21	11	0,1	10	0,1	10	

Виды грибов (рус./лат.) [Mushroom species (rus./lat.)]	Масса пробы, г [Sample mass, g]	УА, Бк/кг [Activity concentration, Bq/kg]	Сырой гриб [Raw mushroom rooms]	Сушеный гриб (аликвота) [Dried mushroom rooms, aliquot]	Сушеный гриб [Dried mushroom rooms]	Исходная проба [Initial sample]	Мытье (водная фракция) [Washing (water fraction)]			Замачивание (водная фракция) [Soaking (water fraction)]			Варка [Boiling]
							I слив [Decanting]	II слив [decanting]	III слив [decanting]	1 час [hour]	2 часа [hours]	3 часа [hours]	
Дубовик [Lurid boletus]	47 (23)	396	5	100	117 ±24	28 ±6	9 ±2	3 ±1	20 ±4	10 ±2	5 ±1	5 ±1	
Маслёнок [annulated boletus] (Suillus luteus)	25 (13)	205	16	400	213 ±43	41 ±8	7 ±2	6 ±1	37±8	26 ±6	11 ±3	32±7	
Разброс значений (min-max), А ¹³⁷ Cs, Бк [Variation of values (min-max) A ¹³⁷ Cs, Bq]					100	19	3	3	17	12	5	15	
Ср. знач., % [Mean value, %]					38-465	14-143	6-25	3-13	5-37	3-65	М.д.а.-23 [m.d.a.-23]	1-32	
Стандартное отклонение, % [Standard deviation, %]													
Сумма, % [Sum, %]					100		49***			26***		6***	

* – водная фракция и грибы;

** – сырой вес грибов не известен, так как проба была взята у населения;

*** – отсутствие баланса суммарной активности цезия-137 в пробах промежуточных этапов с исходной его активностью в пробах сушеных грибов объясняется тем, что в процессе кулинарной обработки одна часть цезия-137 вместе с мельчайшими остатками грибов оседала на стенках стеклянной посуды (используемой при промывании и вымачивании сушеных грибов), еще одна часть задерживалась на стенках дуршлага (при отделении грибов от водной фракции). Затем в процессе тщательного промывания посуды и дуршлага под проточной водой осевшая на них часть смывалась.

* Water fraction and mushrooms

** raw mass of the mushrooms was unknown as the sample was received from the public

*** the total activity concentration of ¹³⁷Cs in the intermediate stage samples is not balanced with the initial activity in the dry mushrooms samples. It can be explained by the following processes: during the cooking part of ¹³⁷Cs subsided on the walls of the glass-ware (during the washing and soaking of the mushrooms); another part subsided on the walls of the colander (during the removing of the water fraction). After careful washing of the glass-ware and colander with the water subsided fraction was washed down.]

Тенденция снижения содержания цезия-137 в разных видах грибов, представленных в данной выборке, наблюдается вплоть до конечного продукта потребления (грибного бульона).

Как видно из результатов расчета средних значений коэффициентов снижения, наиболее эффективной стадией обработки является мытье. Содержание цезия-137 на этой стадии снижается на 49%, из которых 32% переходит в водную фракцию с первым сливом, а оставшиеся 17% – с последующими двумя.

На этапе замачивания из грибов в водную фракцию переходит 26% цезия-137. На этом этапе также прослеживается постепенное снижение эффективности очистки цезия-137 со временем вымачивания: в первый час в водную фракцию переходит 14% цезия-137, во второй час – 9%, а в третий час – 3%.

На последней стадии кулинарной обработки – варке в грибной бульон переходит около 6% от первоначально измеренного содержания цезия-137 в сухих грибах.

Результаты проведенной экспериментальной работы показали, что при соблюдении полного технологического процесса кулинарной обработки разных видов сушеных грибов (мытья, замачивание, варки) можно более чем на 75% уменьшить содержание в них цезия-137 от его исходного значения. В конечном продукте (супе) его останется 6% (см. табл.). Следует сказать, что, как правило, при приготовлении супов из сушеных грибов вода после 1-, 2- и 3-часового замачивания не выливается, а используется в блюде для усиления его вкусовых качеств. В этом случае 26% цезия-137 будет потребляться вместе с супом.

Выводы

1. Наиболее эффективным способом кулинарной обработки сушеных грибов является мытье, с его помощью снижается содержание цезия-137 в грибах на 49%. При этом большая часть цезия-137 переходит в водную фракцию с первым сливом – 32%, с последующими двумя в воду переходит 11% и 6% соответственно.

2. При замачивании грибов в течение 3 ч в водную фракцию переходит 26% цезия-137, из которых 14% – в первый час, 9% – во второй час и 3% – в третий час замачивания. Увеличение времени замачивания сушеных грибов является не только малоэффективным для снижения содержания в них цезия-137, но и ухудшает вкусовые качества приготовленного блюда.

3. Использование всех этапов кулинарной обработки сушеных грибов (мытья, замачивания и варки) приводит к снижению содержания цезия-137 в грибном бульоне на 75%.

Литература

1. Мамихин, С.В. Роль макромицетов как накопителей ¹³⁷Cs в лесных экосистемах / С.В. Мамихин / Радиационная биология. Радиоэкология. – 2012. – Т. 52, № 5. – С. 546-552.
2. Кадука, М.В. Динамика содержания радиоактивного цезия в пищевых продуктах / М.В. Кадука, В.Н. Шутов // Радиационно-гигиенические аспекты преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС: под редакцией академика РАН Г.Г. Онищенко и профессора А.Ю. Поповой. – СПб.: НИИРГ имени профессора П.В. Рамзаева, 2016. – Т.1. – С. 143-157.
3. Пономаренко, В.В. Вклад продукции леса в формирование доз внутреннего облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях / В.В. Пономаренко, А.В. Панов, Е.В. Гордиенко // Актуальные проблемы лесного комплекса: под общей редакцией Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов. – Брянск: БГИТА, 2015. – Выпуск 41. – С. 141-144.
4. Шабалева, М.А. Сравнительный анализ лесной пищевой продукции и ее вклад в дозу внутреннего облучения организма жителей Гомельской и Могилевской областей / М.А. Шабалева, Н.И. Булко, А.К. Козлов // Проблемы здоровья и экологии. – 2016. – С. 91-95.
5. Варфоломеева, К.В. Роль грибов как долговременного источника формирования доз внутреннего облучения населения, проживающего на загрязненных территориях Юго-Западных районов Брянской области / К.В. Варфоломеева // Материалы Всероссийской научно-практической конференции», посвященной 150-летию кафедры общей и военной гигиены с курсом военно-морской и радиационной гигиены Военно-медицинской академии С.М. Кирова: Сборник материалов. – СПб: ВМедА, 2015. – С. 119-120.
6. Шутов, В.Н. Защита от радиации: Научное пособие / В.Н. Шутов, М.В. Кадука, О.С. Кравцова [и др.]. – 2011. – 88 с.
7. Варфоломеева, К.В. Содержание цезия-137 в домашних заготовках грибов в 2014 году у жителей территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению после аварии на ЧАЭС / К.В. Варфоломеева // Радиационная гигиена. – 2015 – Т. 8, №3. – С. 47-55.
8. Кадука, М.В. Рекомендации по снижению содержания радионуклидов в пищевых продуктах в отдаленный период после аварии / М.В. Кадука, В.Н. Шутов // Радиационно-гигиенические аспекты преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС: под редакцией академика РАН Г.Г. Онищенко и профессора А.Ю. Поповой. – СПб.: НИИРГ имени профессора П.В. Рамзаева, 2016. – Т.1. – С. 277-290.
9. Дворник, А.М., Модель Forestdose-internal формирования внутренней дозы облучения от леса / А.М. Дворник, Т.А. Жученко // Проблеми екології лісу і лісокористування на Поліссі України. – Житомир: Волинь, 2000. – Вип. 1 (7). – С. 139-148.
10. Пояснительная записка. Экспериментальные исследования снижения содержания цезия-137 в пищевой продукции леса (грибы) методами кулинарной обработки. Государственное учреждение радиационного контроля и радиационной безопасности «БЕЛЛЕСРАД». Международный государственный университет им. А.Д. Сахарова. Минск, 2005 г. – 25 с.
11. Бакайтис, В.И. Влияние замачивания на снижение содержания тяжелых металлов в грибах / В.И. Бакайтис, С.Н. Че // Техника и технология пищевых производств. – 2012 г. – №4. С. 1-3..
12. Korzun, V.N. Заходи з мінімізації дози внутрішнього опромінення населення (огляд літератури, повідомлення) / V.N. Korzun // Environment and health. – 2012. – № 1. – С. 13-20..
13. Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения. Официальный сайт Государственного лесохозяйственного учреждения «Новогрудский лесхоз»: <http://novogrudokleshoz.by/?s=Правила+ведения+лесного+хозяйства+v+зонах+радиоактивного+загрязнения>. (дата обращения: 15.03.2019);
14. Корзун, В.Н. Гігієнічна проблема профілактики внутрішнього опромінення організму при хронічному аліментарному надходженні радіонуклідів цезію і стронцію: автореф. дис. / В.Н. Корзун. – К., 1995. – 40 с.
15. Корзун, В.Н. Рациональное питание и технология приготовления блюд при радиационном заражении окружающей среды / В.Н. Корзун // Здоровье и питание. – 1998. – № 2. – С. 12-13.
16. Гминдер, А. Грибы: Иллюстрированный справочник / А. Гминдер, Т. Бёнинг; Перевод с немецкого Н. Лилиенталь. – Мытищи: ЗАО «БММ», 2007. – 318 с.

17. Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в пробах пищевой и сельскохозяйственной продукции, почвы и

других объектах внешней среды: Методика выполнения измерений. СПб: ФГУН НИИРГ, 2008 г. – 21 с.

Поступила: 09.04.2019 г.

Варфоломеева Ксения Владимировна – младший научный сотрудник лаборатории экологии Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: varfolomeeva_k@mail.ru

Для цитирования: Варфоломеева К.В. Кулинарная обработка сушеных грибов как эффективный способ снижения содержания в них цезия-137 // Радиационная гигиена. – 2019. – Т.12, № 4. – С. 82–88. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-4-82-88

Cooking of the dried mushrooms as an effective solution for the reduction of the ^{137}Cs concentration

Kseniya V. Varfolomeeva

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

*The aim of the current study was to evaluate the effectiveness of cooking (washing, soaking and boiling) of the mushrooms to reduce the ^{137}Cs concentration. The following tubular dried mushrooms were selected for the study: *Boletus edulis* (cepe), *porcini lurid boletus*, *annulated boletus*, *orange-cup boletus*, *variegated boletus* and *bay bolete*. The mushrooms were collected in 2016 in the Bryansk region areas (Gordeevsky, Klintzovsky and Krasnogorskiy districts) with the maximum contamination after the Chernobyl NPP accident. The activity concentration of ^{137}Cs was determined by gamma-spectrometry. Effectiveness of cooking was assessed by calculating the coefficient of cooking reduction equal to the ratio of the activity of ^{137}Cs in water fraction to the activity in the initial dried mushroom sample. The results of the study indicated that the most effective way of cooking the mushrooms was washing, allowing reducing the concentration of ^{137}Cs by 49%. The major part of ^{137}Cs was transferred to the water fraction with the first decanting – 32%; with the consecutive two decantings – 11% and 6%, respectively. During the soaking of mushrooms, 26% of ^{137}Cs is transferred into the water fraction within the first 3 hours: 14% – during the first hour, 9% – in the second and 3% – in the third. Increase in the soaking time had low effect on the reduction of the concentration of ^{137}Cs and reduced the taste characteristics of the meal. The complex use of all three stages of cooking (washing, soaking and boiling) allows reducing the concentration of ^{137}Cs up to 75% in the mushroom broth.*

Key words: forest mushrooms, coefficient of cooking reduction, methods of cooking, radioactive contamination, ^{137}Cs , activity, activity concentration, Chernobyl NPP accident, Bryansk region.

References

1. Mamikhin S.V. the role of macromyceta as the collectors of ^{137}Cs in forest ecosystems. Radiation biology. Radioecology, 2012, vol. 52, No 5, pp. 546-552. (In Russian)
2. Kaduka M.V., Shutov V.N. Dynamics of the concentration of the radioactive cesium in the food products. Radiation-hygienic aspects of the negotiation of the consequences of the Chernobyl NPP accident. Ed. By academic of RAS G.G. Onishenko and prof. A.Yu. Popova. St-Petersburg, NIIRG after prof. P.V. Pamzaev, 2016, vol. 1, pp. 143-157. (In Russian)
3. Ponomarenko V.V., Panov A.V., Gordienko E.V. Contribution of the forest products to the doses from internal exposure of the public residing on the radioactively contaminated areas. Actual problems of the forest system. Ed. By E.A. Pamphylov. Proceedings. Bryansk, BGITA, 2015, Issue 41, pp. 141-144. (In Russian)
4. Shabaleva M.A., Bulko N.I., Kozlov A.K. Comparative analysis of the forest food products and its contribution to the dose from internal exposure of the residents of Gomel and Mogilev regions. Problemy zdorovya i ekologii = Issues of health and ecology, 2016, pp. 91-95. (In Russian)
5. Varfolomeeva K.V. The role of mushrooms as a long-term source of doses of the internal exposure of the public residing on the contaminated areas of the South-Western areas of Bryansk regions. Materials of the All-Russian scientific-

Kseniya V. Varfolomeeva

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

Address for correspondence: Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: varfolomeeva_k@mail.ru

- practical conference on the 150 year anniversary of the cathedra of the common and military hygiene with the course of navy and radiation hygiene of the Military Medical Academy after S.M. Kirov. St-Petersburg, VMA, 2015, pp.119-120. (In Russian)
6. Shutov V.N., Kaduka M.V., Kravtsova O.S. [et al.] Protection from radiation: a handbook, 2011, 88 p. (In Russian)
 7. Varfolomeeva K.V. 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. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2015;8(3):47-55. (In Russian)
 8. Kaduka M.V., Shutov V.N. recommendations on the reduction of the concentration of the radionuclides in food products in the distant post-accidental period. Radiation-hygienic aspects of the negotiation of the consequences of the Chernobyl NPP accident. Ed. By academic of RAS G.G. Onischenko and prof. A.Yu. Popova. St-Petersburg, NIIRG after prof. P.V. Pamzaev, 2016, Vol. 1, pp. 277-290. (In Russian)
 9. Dvornik A.M., Zhuchenko T.A. The model Forestdose-internal of the internal dose from the forest. *Problems of the ecology of the forest in the Polesye region of Ukraine*, Vol. 1(7), Zhitomir, Volin, 2000, pp. 139-148. (In Ukrainian)
 10. A report. Experimental studies on the reduction of ¹³⁷Cs concentration in the forest food products (mushrooms) by cooking. Governmental facility of the radiation control and radiation safety "BELLESRAD". International state university after A.D. Sakharov, Minsk, 2005, 25 p. (In Russian)
 11. Bakaytis V.I., Che S.N. Impact of soaking on the reduction of the concentration of heavy metals in mushrooms. *Equipment and technology of the food production*, 2012, No.4, pp. 1-3. (In Russian)
 12. Korzun, V.N. Approaches to the reduction of the doses from internal exposure of the public (a meta-analysis). *Environment and health*, 2012, № 1, pp. 13-20. (In Ukrainian)
 13. The rules of the forestry activities in the zones of the radioactive contamination. Official webpage of the State forestry facility "Novogradsky forestry". – Available on: <http://novogradokleshoz.by/?s=Правила+ведения+лесного+хозяйства+в+зонах+радиоактивного+загрязнения> (Accessed: 15.03.2019) (In Russian)
 14. Korzun V.N. Hygienic problems of the prophylactics of the internal exposure of the individual from chronic exposure by cesium and strontium. Abstract of thesis. Kiev, 1995, 40 p. (In Ukrainian)
 15. Korzun V.N. Rational diet and cooking technology considering the radioactive contamination of the environment. *Zdorovie i pitanie = Health and diet*, 1998, No.2, pp. 12-13. (In Russian)
 16. Gminder A., Bening T. Mushroom. An illustrated compendium. Translated from German by N. Liliental. Mitischi, ZAO "BMM", 2007, 318 p. (In Russian)
 17. Activity concentration of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in the samples of food and agriculture products, soil and other environmental objects. Method of measurement. St-Petersburg, FGUN NIIRG, 2008, 21 p. (In Russian)

Received: April 09, 2019

For correspondence: Kseniya V. Varfolomeeva – Junior Researcher, Laboratory of Ecology, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights and Human Well-Being (Mira Str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: varfolomeeva_k@mail.ru)

For citation: Varfolomeeva K.V. Cooking of the dried mushrooms as an effective solution for the reduction of the ¹³⁷Cs concentration. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2019, Vol. 12, No. 4, pp. 82-88. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426x-2019-12-4-82-88