

Содержание ^{137}Cs в пищевых продуктах природного происхождения по результатам современных радиационно-гигиенических обследований приграничных с Республикой Беларусь населенных пунктов Брянской области¹

И.К. Романович, А.Б. Базюкин, А.А. Братилова, Г.Я. Брук, Т.В. Жеско, М.В. Кадука, О.С. Кравцова

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

Введение: В объектах природных экосистем, включенных в пищевые цепочки, конечным звеном которых является человек, в отдаленные сроки после чернобыльской аварии на радиоактивно загрязненных территориях отмечаются высокие уровни содержания ^{137}Cs . Целью данного исследования являлась характеристика современных уровней содержания ^{137}Cs в пищевых продуктах природного происхождения из приграничных с Республикой Беларусь населенных пунктов Брянской области. *Материалы и методы:* Проведен анализ данных о содержании ^{137}Cs в 1837 образцах природных пищевых продуктов, взятых для исследования у жителей населенных пунктов Брянской области. *Определение ^{137}Cs в пробах пищевых продуктов* проводили гамма-спектрометрическим методом. *Результаты исследования и обсуждение:* Превышение допустимых уровней по содержанию ^{137}Cs выявлено для всех основных категорий природных пищевых продуктов: грибы (40 % исследованных образцов не удовлетворяют требованиям радиационной безопасности), лесные ягоды (55 %), мясо диких животных (50 %), рыба местных водоемов (18 %). Общая доля проб пищевых продуктов природного происхождения, не удовлетворяющих гигиеническим требованиям, составила 43 %. *Поступление ^{137}Cs в организм жителей с природными пищевыми продуктами* может быть сопоставимо либо значительно превышать поступление ^{137}Cs с сельскохозяйственными пищевыми продуктами местного производства при гораздо меньших объемах потребления. *Заключение:* В формировании дозы внутреннего облучения жителей радиоактивно загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС территорий Брянской области в настоящее время доминируют пищевые продукты природного происхождения. Основным дозообразующим пищевым продуктом являются лесные грибы.

Ключевые слова: Чернобыльская АЭС, население, внутренне облучение, цезий-137, природные пищевые продукты.

Введение

Внутренне облучение населения территорий, загрязнение которых связано с попаданием в окружающую среду радиоактивных веществ, формируется преимущественно за счет поступления радионуклидов с местными пищевыми продуктами. В лесных экосистемах территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), наблюдается процесс рециркуляции радионуклидов в подстильно-почвенном комплексе. По наблюдениям разных исследований последних лет, запас ^{137}Cs в лесных автоморфных почвах, как правило, сосредоточен в пятисантиметровом слое [4, 5]. Существенное влияние на интенсивность миграции радионуклидов в подстильно-почвенном комплексе оказывает влажность почвы, а на накопление ^{137}Cs в лесной растительности и грибах – их видовые особенности [6–9].

В приведенных литературных данных о современных уровнях радиоактивного загрязнения природных пищевых продуктов, отобранных из личных подсобных хозяйств (ЛПХ) населенных пунктов (НП) Гомельской и Могилевской области Республики Беларусь, придается значение тому обстоятельству, что снижение содержания радиоактивных веществ в грибах и лесных ягодах, как и в прочей растительности лесных экосистем, в настоящее время происходит медленно, а в исследованных лесных пищевых продуктах доля проб, не удовлетворяющих требованиям радиационной безопасности, весьма велика [10, 11]. К примеру, в публикации [11] приведена информация о том, что в последние годы превышения допустимых уровней установлены в 42 % исследованных проб грибов.

В большинстве современных исследований отмечается высокое содержание ^{137}Cs в объектах природных экосистем, включенных в пищевые цепочки, конечным звеном

¹Продолжение. Начало статьи опубликовано в журнале «Радиационная гигиена» [1–3]. [The continuation. The beginning was published in the Radiation Hygiene [1–3]].

Братилова Анжелика Анатольевна

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева

Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E mail: bratilova@gmail.com

которых является человек [12–16], т.е. в отдаленные сроки после аварии радионуклиды продолжают оставаться биологически доступными для населения через потребление пищевых продуктов природного происхождения.

Цель исследования – дать характеристику современным уровням содержания ^{137}Cs в пищевых продуктах природного происхождения из приграничных с Республикой Беларусь населенных пунктов Брянской области.

Материалы и методы

Исследования содержания ^{137}Cs в пищевых продуктах природного происхождения выполнены в рамках проведения радиационно-гигиенических обследований НП юго-западных районов Брянской области в период 2019–2022 гг. [1]. Методы проведения комплексных радиационно-гигиенических обследований НП территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на ЧАЭС, изложены в документах Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)^{2,3}. Во время проведения радиационно-гигиенических обследований НП был организован отбор образцов наиболее представительных для данной местности пищевых продуктов природного происхождения, а также проведен опрос жителей об объемах потребления таких пищевых продуктов [1, 2].

Для получения более полной информации о содержании ^{137}Cs в пищевых продуктах природного происхождения, были собраны и обобщены результаты радиационного мониторинга, проводимого в НП учреждениями санитарно-эпидемиологической службы в тот же период времени. Объем, порядок и методы радиационного мониторинга изложены в соответствующем методическом документе Роспотребнадзора⁴.

Определение ^{137}Cs в пробах пищевых продуктов природного происхождения проводили гамма-спектрометрическим мето-

дом^{5,6}. Измерения счетных образцов проводили на спектрометрическом оборудовании (гамма-спектрометрические комплексы «Прогресс» (НПП «Доза», Россия) и МКС-01А «Мультирад» («НПЦ "Амплитуда", Россия)). Анализ проведен по результатам определения ^{137}Cs в 1837 пробах пищевых продуктов природного происхождения, в т.ч.: в 679 пробах, исследованных в рамках комплексных радиационно-гигиенических обследований НП, и в 1158 пробах, исследованных в рамках проведения радиационно-гигиенического мониторинга.

Информация о плотности загрязнения ^{137}Cs почвы территории⁷ (σ^{137}) была предоставлена Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Обработка, статистический анализ данных и расчеты проводили с использованием программ MS Excel, Statistica (ver. 12), пакетов статистической обработки среды программирования R (CRAN), платформы статистического анализа JASP.

Результаты и обсуждение

Анализ данных о содержании ^{137}Cs в 679 пробах пищевых продуктов природного происхождения (рис. 1), взятых для исследования у жителей НП приграничных территорий в рамках проведения комплексных радиационно-гигиенических обследований НП [1], выявил 38 % случаев превышения допустимых уровней содержания в них этого радионуклида. В долевого отношении, наибольшая часть несоответствий образцов природных продуктов требованиям радиационной безопасности пришлась на пробы мяса диких животных (50 %) и пробы лесных ягод (48 %); доля образцов лесных грибов, неудовлетворяющих гигиеническим требованиям, составила 37 % и столько же – доля проб рыбы местных водоемов.

Максимальное значение удельной активности ^{137}Cs в пробах свежих грибов составило 13 КБк/кг (из п. Вышков Злынковского района, где $\sigma^{137} \approx 590$ КБк/м²), что превышает допустимый уровень⁸ более чем в 20 раз; в пробах консер-

² МР 2.6.1.0006-10. Проведение комплексного экспедиционного радиационно-гигиенического обследования населенного пункта для оценки доз облучения населения. Методические рекомендации. М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 10 с. [MR 2.6.1.0006-10. Carrying out the comprehensive expeditionary radiation-hygienic survey of the settlement to assess the exposure doses to the public. Methodical guidelines. Moscow: Rospotrebnadzor; 2010. 10 p. (In Russ.)]

³ МР 2.6.1.0007-10: Оценка доз облучения детей, проживающих на территориях, радиоактивно загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 27 с. [MR 2.6.1.0007-10. Assessment of exposure doses to children living in areas with radioactive contamination due to the accident at the Chernobyl nuclear power plant. Methodical guidelines. Moscow: Rospotrebnadzor; 2011. 27 p. (In Russ.)]

⁴ Методические рекомендации по обеспечению радиационной безопасности «Радиационный мониторинг доз облучения населения территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС» // Радиационная гигиена. 2008. Т. 1, № 2. С. 72-96. [Methodical guidelines «Radiation monitoring of exposure doses to the public of the radioactive contaminated territories due to the accident at the Chernobyl nuclear power plant». Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene. 2008;1(2): 72-96. (In Russ.)]

⁵ МРК № 40151.16397/RA.RU. 311243-2015 «Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс» [MRK No 40151.16397/RA.RU. 311243-2015. Methodology for measuring radionuclide activity using a scintillation gamma spectrometer with the Progress software. (In Russ.)]

⁶ МВИ № 40090.3Н700 «Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс» [MVI No. 40090.3Н700. Methodology for measuring the activity of radionuclides using a scintillation gamma spectrometer with the Progress software. (In Russ.)]

⁷ Данные Росгидромет о средней плотности загрязнения ^{137}Cs почвы территории населенного пункта (137) приведены по состоянию на год выполнения исследования, если не оговорено иное. [^{137}Cs soil surface activity data are given as of the year the study was conducted, unless otherwise stated].

⁸ СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы / под ред. В.А. Тутельян. М.: ИнтерСЭН, Континент Торг, 2002. 164 с. [Tutelyan VA, Ed. Sanitary Rules and Norms 2.3.2.1078-01 (SanPiN 2.3.2.1078-01). Hygienic requirements on the safety and food value of the food products. Sanitary rules and norms. Moscow: InterSEN; 2002. 164 p. (In Russ.)]; Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Доп. и изм. 18 (СанПиН 2.3.2.2650-10), доп. 19 к СанПиН 2.3.2.1078-01: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 10 с. [Sanitary Rules and Norms 2.3.2.2650-10 (SanPiN 2.3.2.2650-10). Hygienic requirements for the safety and nutritional value of food products. Add. and rev. 18, add. 19 to SanPiN 2.3.2.1078-01: Sanitary rules and norms. Moscow: Rospotrebnadzor; 2010. 10 p. (In Russ.)]

вированных грибов максимальное значение удельной активности ^{137}Cs было определено как 1,6 кБк/кг (п. Красная Гора, $\sigma^{137} \approx 150$ кБк/м²). Самое высокое содержание ^{137}Cs в пробах сушеных грибов (удельная активность ^{137}Cs в пробе – 36,5 кБк/кг) выявлено в 2019 году в с. Рожны Клинцовского района (почти пятнадцатикратное превышение допустимого уровня), где средняя плотность загрязнения этим радионуклидом почвы территории НП и его ареала на год

исследования составляла 185 кБк/м². Максимальное значение удельной активности ^{137}Cs в пробах лесных ягод (2,7 кБк/кг) превысило допустимый уровень почти в 20 раз (проба взята исследование в с. Старые Бобовичи Новозыбковского городского округа, $\sigma^{137} \approx 480$ кБк/м²), в пробах мяса диких животных – в 2 раза (577 Бк/кг, г. Клинцы), в пробах рыбы местных водоемов – почти в 2,5 раза (313 Бк/кг, с. Великая Топаль Клинцовского района).

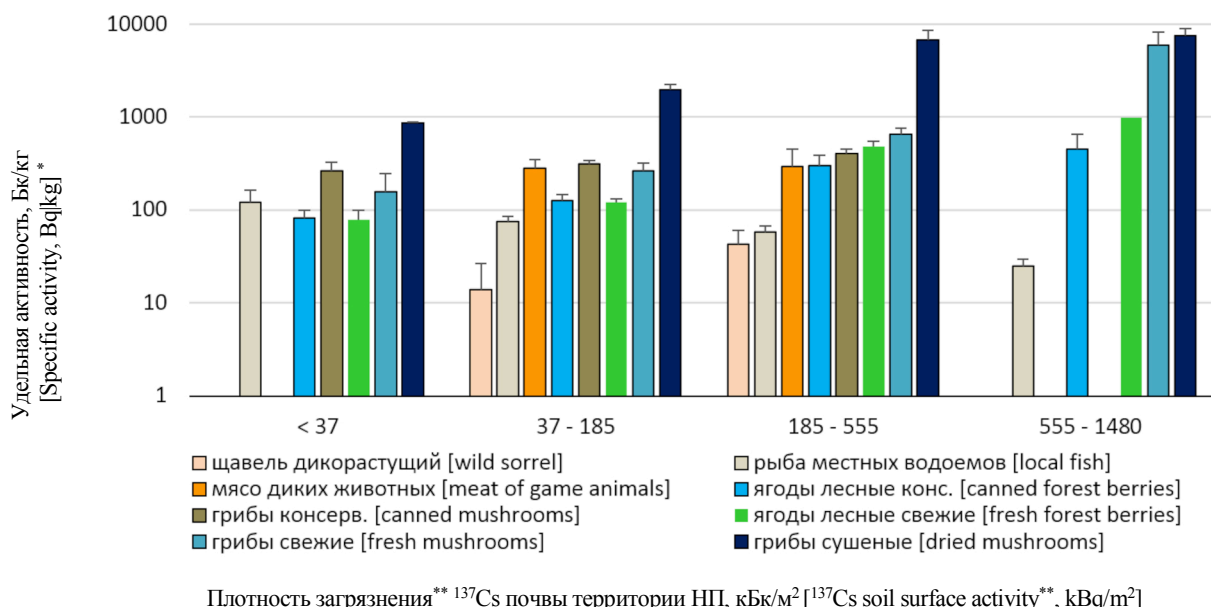


Рис. 1. Средняя удельная активность ^{137}Cs в пробах пищевых продуктов природного происхождения (по результатам комплексных радиационно-гигиенических обследований НП в 2019-2022 гг.)

* На графике приведены значения стандартной ошибки средних (выносная линия).

** Уровни плотности загрязнения ^{137}Cs почвы.

[Fig. 1. Average specific activity of ^{137}Cs in natural (wild origin) foodstuff samples (according to the data on settlements surveyed in 2019-2022)

* The standard errors of mean values are given with black lines.

** ^{137}Cs soil surface activity levels.]

Высокие уровни содержания ^{137}Cs также обнаружены в отдельных видах растений, произрастающих на лугах близ лесных массивов и используемых населением в пищу. Оцененные значения удельной активности ^{137}Cs в двух пробах щавеля лугового (75 и 89 Бк/кг), взятых для исследования у жителей Гордеевского района, близки к установленному санитарными правилами значению допустимого уровня⁹ (80 Бк/кг). Обе пробы взяты из НП Кузнецы и Уношево ($\sigma^{137} \approx 185$ кБк/м²), принадлежащих к одному сельскому поселению (Уношевскому), в состав земель которого входят участки с торфяно-болотными почвами.

Результаты исследований содержания ^{137}Cs в природных пищевых продуктах, входящих в состав рациона питания жителей черномыльских территорий, указывают на значимость «природного» компонента в формировании дозы внутреннего облучения и в настоящее время, что также подтверждают результаты многих современных исследо-

ваний [6, 14, 17, 18]. На территориях с различными уровнями плотности радиоактивного загрязнения почвы выявлены образцы всех видов природных пищевых продуктов с превышением допустимых уровней содержания в них ^{137}Cs . Графически представленное на рисунке 2 сопоставление средних уровней содержания ^{137}Cs в двух наиболее потребляемых (каждый в своей категории) жителями НП приграничных с Республикой Беларусь территорий продуктов – в молоке из ЛПХ [3] и в собранных в близлежащих к НП лесных массивах грибах (свежих, без предварительной кулинарной обработки) – показывает, что на территориях с различными уровнями загрязнения почвы ^{137}Cs содержание этого радионуклида в грибах, в среднем выше на порядок, чем его концентрация в молоке, что означает, что поступления ^{137}Cs в организм жителей с этими пищевыми продуктами могут быть сопоставимы даже при гораздо меньших объемах потребления грибов, чем молока.

⁹ СанПиН 2.3.2.1078-01; Доп. и изм. 18 к СанПиН 2.3.2.1078-01. [SanPiN 2.3.2.1078-01; Add. and rev. 18 to SanPiN 2.3.2.1078-01 (In Russ.)]

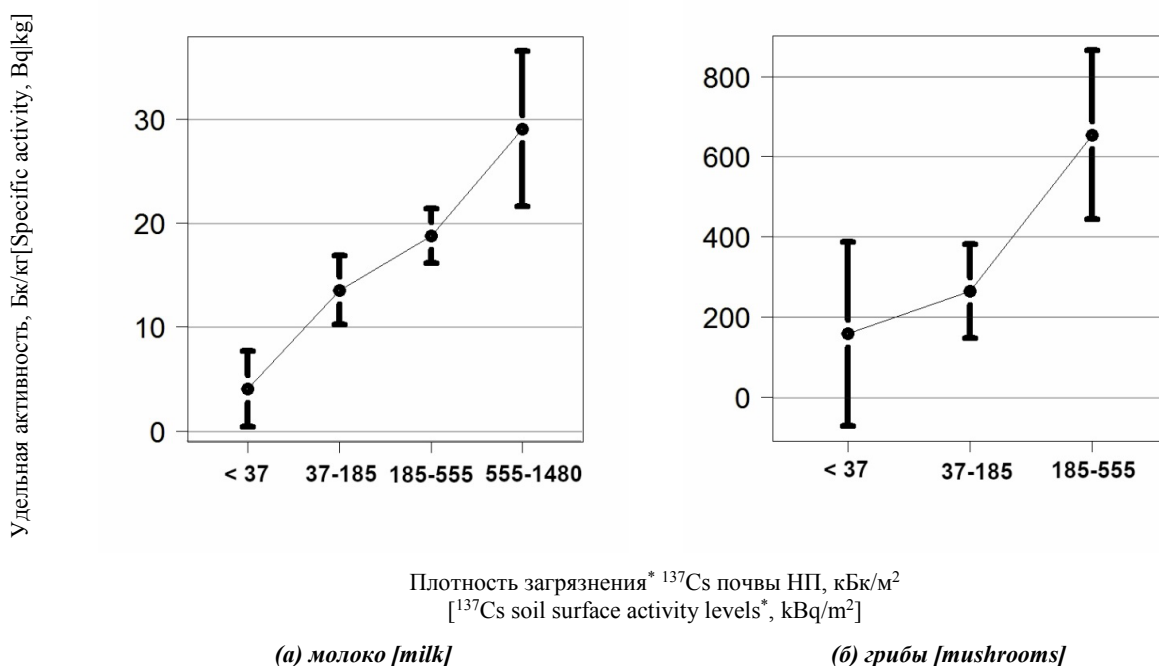


Рис. 2. Доверительные интервалы ($P=0.95$) средних значений удельной активности ^{137}Cs в пробах молока коровьего (а) и грибов свежих (б)
[Fig. 2. Confidence intervals ($P=0.95$) for the mean values of specific activity of ^{137}Cs in cow milk (a) and fresh mushroom samples (б)]

В таблице 1 представлены обобщенные результаты исследований содержания ^{137}Cs в 1837 образцах пищевых продуктов природного происхождения, полученные в рамках радиационно-гигиенических обследований НП и в рамках проведения радиационного мониторинга. Анализ обобщенных данных выявил 40 % случаев превышения допустимых уровней содержания ^{137}Cs в пробах грибов, 55 % – в пробах лесных ягод, 50 % – в исследованных образцах мяса диких животных, 18 % – в пробах рыбы местных водоемов. Общая доля проб природных продуктов, не удовлетворяющих гигиеническим требованиям, составила 43 %, т.е., в грубом приближении, почти половину всех исследованных образцов этого вида пищевых продуктов. При этом образцы природных пищевых продуктов, не удовлетворяющие требованиям радиационной безопасности, выявлены во всех административных районах исследуемой территории с различными уровнями радиоактивного загрязнения почвы по ^{137}Cs [1].

Проследить тенденцию к увеличению содержания ^{137}Cs в лесных грибах и ягодах с возрастанием плотности загрязнения цезием почвы ареала НП можно на рисунке 3, где представлены графики распределений величин удельной активности ^{137}Cs в исследованных пробах (на графиках приведены диаграммы размаха с указанием медианы, нижнего и верхнего квартилей). В отношении лесных грибов в распределении исследуемых величин (рис. 3, фрагмент а) прослеживается присутствие аномальных значений («выбросы» на графике обозначены символом в виде круга), что можно объяснить, помимо прочих причин (таких как, к примеру, сбор грибов за пределами ареала НП проживания), тем, что

межвидовую способность грибов к накоплению ^{137}Cs отличает большая вариабельность [6, 7, 19–23]; при этом изменение влажности почвы также может существенно повлиять на переход радионуклида из подстилочного слоя в грибы. Сравнительно меньшая доля аномальных значений в распределении величин удельной активности ^{137}Cs , определенной в пробах лесных ягод (рис. 3, фрагмент б), демонстрирует большую устойчивость в характеристиках распределения, что вполне объяснимо, поскольку преобладающую долю (97 %) исследованных образцов лесных ягод составляла черника и этот вид лесных ягод местное население, как правило, собирает вблизи НП проживания.

Рассчитанные по результатам проведенных исследований коэффициенты перехода (КП) ^{137}Cs из почвы в лесные грибы и ягоды представлены в таблице 2. Расчет выполнен для проб, отобранных с территорий, где плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в момент отбора проб была выше 37 кБк/м². Для расчета КП использовали среднюю плотность загрязнения почвы ареала НП, в котором были отобраны пробы. Однако следует принимать во внимание, что значения КП ^{137}Cs (далее – КП (^{137}Cs)) из почвы в лесные грибы и ягоды получены без разделения исследованных образцов продуктов по группам типов почв. В «грибную корзину» вошли лисички (наибольшая доля из всех исследованных видов), белые грибы, польские грибы, подберезовики, грузди, опята, маслята, волнушки и пр. В «ягодную корзину» – черника (преобладающая доля от всего объема исследованных образцов лесных ягод), малина, земляника, брусника, клюква и пр.

Таблица 1

Удельная активность ^{137}Cs в пищевых продуктах природного происхождения, Бк/кг
(по обобщенным данным радиационно-гигиенических обследований населенных пунктов и данным радиационно-гигиенического мониторинга, 2019-2022 гг.)

[Table 1

Specific activity of ^{137}Cs in natural (wild origin) foodstuffs, Bq/kg
(according to the united data, 2019-2022)]

Пищевые продукты [Foodstuffs]	Статистические параметры [Statistical parameters]*					
	<i>N</i>	Среднее $\pm$ ст. ош. [Mean $\pm$ St. err.]	Медиана [Median]	Геом. средн. [GM]	КВ [CV], %	Максимум [Maximum]
$\sigma^{137} < 37$ (15 НП [settlements])						
грибы лесные [mushrooms] **	18	210 $\pm$ 50	150	150	0,91	600
ягоды лесные [forest berries] **	13	80 $\pm$ 10	70	70	0,56	170
рыба местных водоемов [local fish] ***	3	120 $\pm$ 40	150	100	0,62	180
$37 \leq \sigma^{137} < 185$ (119 НП [settlements])						
грибы лесные [mushrooms] **	482	330 $\pm$ 200	220	200	1,3	7200
ягоды лесные [forest berries] **	237	150 $\pm$ 11	100	110	1,1	1700
рыба местных водоемов [local fish] **	54	80 $\pm$ 10	60	60	0,85	310
мясо дичи [meat of game] **	15	240 $\pm$ 50	210	180	0,75	580
$185 \leq \sigma^{137} < 555$ (93 НП [settlements])						
грибы лесные [mushrooms] **	619	850 $\pm$ 60	560	470	1,8	2·10 ⁴
ягоды лесные [forest berries] **	239	470 $\pm$ 30	280	270	1,1	2700
рыба местных водоемов [local fish] **	71	70 $\pm$ 10	40	40	1,2	460
мясо дичи [meat of game] **	9	1500 $\pm$ 700	450	540	1,4	5600
$555 \leq \sigma^{137} < 1480$ (9 НП [settlements])						
грибы лесные [mushrooms] **	43	2000 $\pm$ 380	1100	1200	1,3	13·10 ³
ягоды лесные [forest berries] **	18	470 $\pm$ 60	450	360	0,54	990
рыба местных водоемов [local fish]	4	24 $\pm$ 3	20	20	0,29	40
мясо дичи [meat of game] **	2	920 $\pm$ 510	920	770	0,78	1400
$\sigma^{137} > 1480$ (1 НП [settlement])						
грибы лесные [mushrooms] **	3	5600 $\pm$ 1300	6100	5300	0,39	7500

* Здесь и далее используются следующие обозначения статистических параметров: *N* – количество исследований; Среднее – среднее арифметическое значение; ст. ош. – стандартная ошибка среднего; Геом. средн. – среднее геометрическое значение; КВ – коэффициент вариации; Максимум – максимальное значение [The names of statistical parameters are hereafter called as: *N* – the number of the examinations; Mean – the arithmetic mean; St. err. – the standard error; Median – the median value; GM – the geometric mean; CV – the coefficient of variation; Maximum – the maximum value].

* Плотность загрязнения ^{137}Cs (σ^{137}) почвы территории НП, кБк/м². В скобках указано количество НП, для которых представлены результаты исследований [Soil contamination density with ^{137}Cs , kBq/m². The number of the settlements is given in parentheses].

** Имеются превышения допустимых уровней [There are values exceeding of the permissible levels]¹⁰.

¹⁰ СанПиН 2.3.2.1078-01; Доп. и изм. 18 к СанПиН 2.3.2.1078-01. [SanPiN 2.3.2.1078-01; Add. and rev. 18 to SanPiN 2.3.2.1078-01 (In Russ.)]

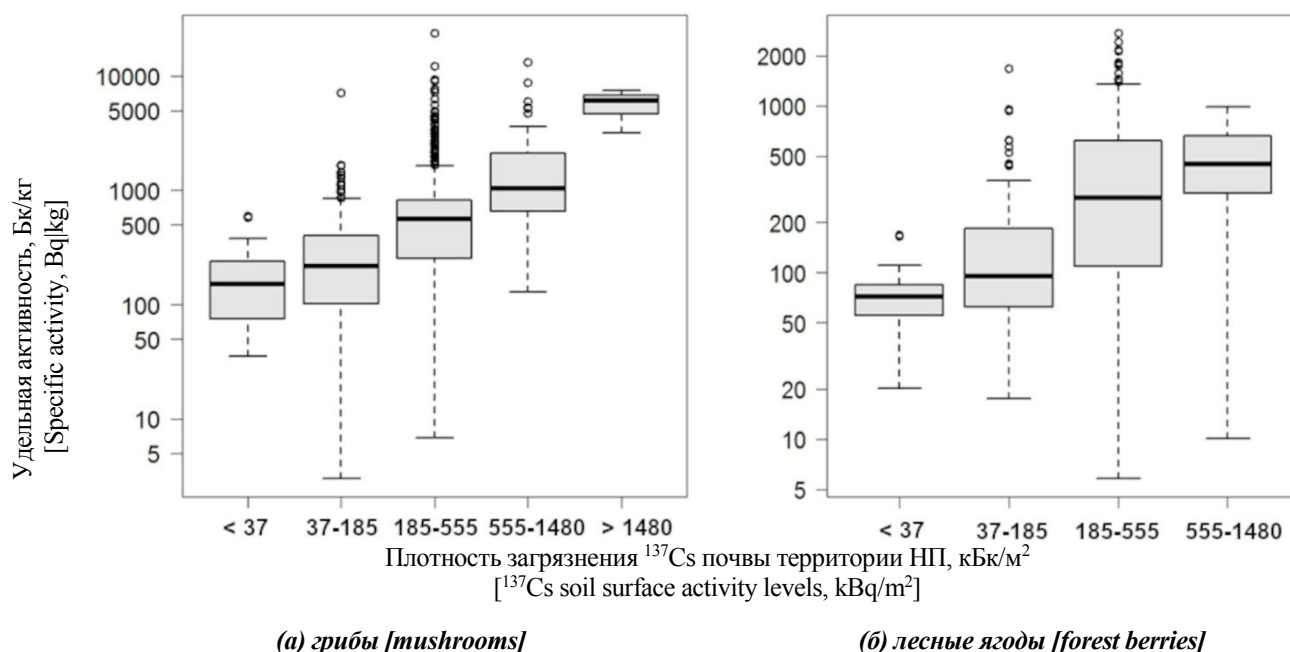


Рис. 3. Распределение значений удельной активности ^{137}Cs в пробах грибов и лесных ягод (по уровням плотности загрязнения почвы ареала НП)

[Fig. 3. Distribution of specific activity of ^{137}Cs values for wild origin foodstuff samples (by levels of soil contamination density with ^{137}Cs)

Коэффициенты перехода ^{137}Cs (КП(^{137}Cs)) из почвы в лесные грибы и ягоды, $10^{-3}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$

Таблица 2

Transfer factor of ^{137}Cs (TF(^{137}Cs)) to wild origin foodstuff samples, $10^{-3}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$

[Table 2

Пищевые продукты [Foodstuffs]	Статистические параметры [Statistical parameters]*						Макс. [Max.]
	N	Среднее [Mean]	Ст. откл. средн. [SD]	Геом. средн. [GM]	Ст. откл. геом. средн. [GSD]	K95 [Q95]	
лесные грибы [mushrooms]	563	2,4	2,7	1,6	2,5	6,8	23
лесные ягоды [forest berries]	353	1,4	1,3	0,92	2,7	4	12

* Используются следующие обозначения статистических параметров: Ст. откл. средн. – стандартное отклонение от среднего арифметического значения; Ст. откл. геом. средн. – стандартное отклонение от среднего геометрического значения; K95 – 95-й процентиль (95% квантиль) [The names and symbols of quantities are called as: SD – the standard deviation from the arithmetical mean value; GSD – the standard deviation from the geometric mean value; Q95 – 95th percentile (95% quantile)].

Оцененные значения коэффициентов перехода ^{137}Cs в лесные ягоды (чернику) удовлетворительно сходятся с прогнозными оценками содержания ^{137}Cs в этих видах лесных ягод, выполненными 15 лет назад [23].

Статистический анализ данных, полученных в проведенном нами исследовании КП(^{137}Cs) из почвы в свежие лесные грибы и ягоды и КП(^{137}Cs) из почвы в продукты кулинарной обработки даров леса (маринады, соленья, варенье), показал эффективность применения этапов вымачивания

и отваривания (с подсаливанием и подкислением) при приготовлении кулинарных блюд из лесных грибов и этапов промывания и добавления «чистого» ингредиента (сахара) в готовые продукты из лесных ягод. Результаты проведенного анализа представлены на рисунке 4 на примере территорий с плотностью радиоактивного загрязнения почвы свыше $555\text{ kBq}/\text{м}^2$ по ^{137}Cs . Полученные результаты хорошо согласуются с данными других исследований [7, 23, 24].

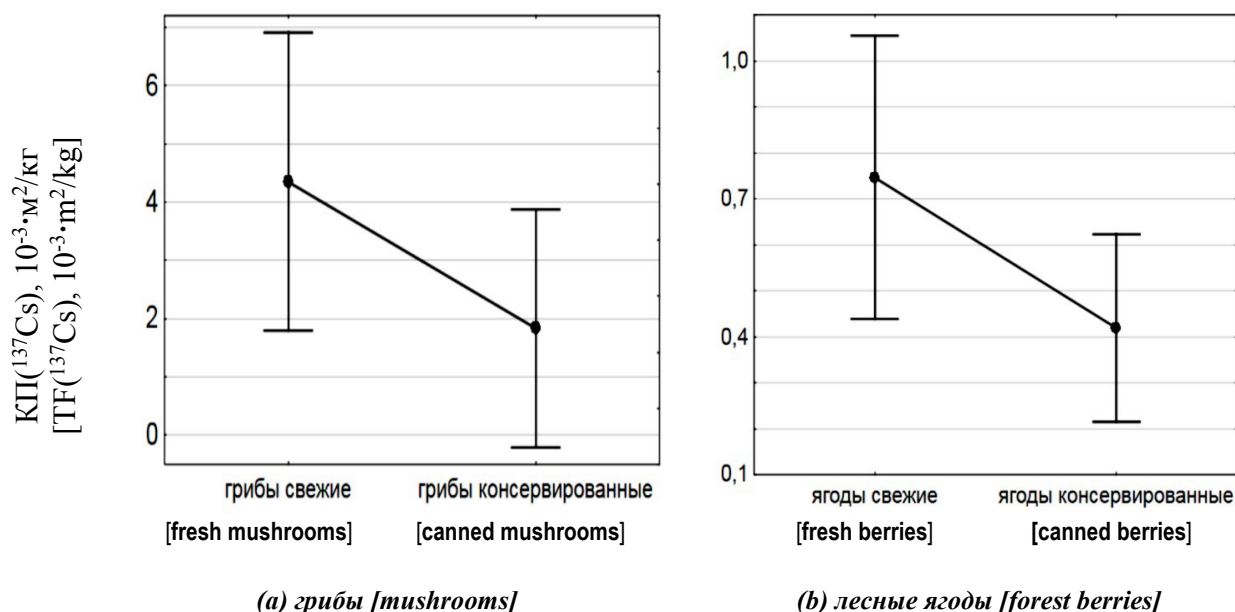


Рис. 4. Доверительные интервалы ($P=0.95$) средних значений КП(^{137}Cs) для лесных грибов и ягод
[Fig. 4. Confidence intervals ($P=0.95$) for the mean values of $\text{TF}(^{137}\text{Cs})$ from soil to mushrooms and forest berries]

Сравнительный анализ распределений величин удельной активности радионуклида в свежих грибах и в готовом продукте показал статистически значимое отличие в меньшую сторону содержания ^{137}Cs в продукте после кулинарной обработки ($p < 0.05$; U -критерий Манна-Уитни с предварительным тестом принадлежности выборок к нормальному распределению с использованием критерия Шапиро-Уилка).

Заключение

По результатам нашего исследования установлено, что радиологическим критериям безопасности содержания ^{137}Cs в пищевых продуктах не отвечает существенная часть исследованных образцов пищевых продуктов природного происхождения, отобранных в НП Брянской области, граничащих с Республикой Беларусь. Превышение установленных санитарными правилами допустимых уровней обнаружено для 43 % от всего объема проб природных пищевых продуктов, в т.ч. 40 % – для проб грибов, 55 % – для проб лесных ягод, 50 % – для проб мяса диких животных, 18 % – для проб рыбы местных водоемов. Пробы пищевых продуктов природного происхождения, не удовлетворяющие требованиям радиационной безопасности, выявлены во всех административных районах исследуемой территории с различными уровнями радиоактивного загрязнения почвы ^{137}Cs [1]. Результаты наших исследований хорошо согласуются с результатами исследований радиационно-гигиенической ситуации белорусских авторов [10, 11, 14].

Таким образом, по результатам исследований содержания ^{137}Cs в образцах пищевых продуктов природного происхождения, наиболее потребляемых населением обследованных НП [2], и по результатам анализа приведенных здесь литературных данных можно сделать вывод о том, что в настоящее время лесные грибы являются основным дозообразующим пищевым продуктом природного происхождения для жителей НП Брянской области, граничащих с Республикой Беларусь.

Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Романович И.К. – общее и научное руководство проектом, разработка концепции изложения материалов исследования.

Базюкин А.Б. – поиск и анализ литературных источников данных, сбор и систематизация материалов исследования.

Братилова А.А. – координация работы участников проекта, организация экспедиционных работ, сбор и систематизация данных, поиск литературных источников, обработка полученных результатов, редактирование текста статьи.

Брук Г.Я. – разработка концепции, определение цели и формулирование задач исследования, дизайн проекта, координация работы участников проекта.

Жеско Т.В. – обработка и систематизация первичных материалов исследования.

Кадука М.В. – обработка и систематизация первичных материалов исследования, поиск литературных данных, содержательное редактирование текста статьи.

Кравцова О.С. – поиск и анализ литературных источников информации, обобщение, систематизация и обработка материалов исследования, проведение расчетов, анализ и интерпретация результатов исследования, написание текста статьи.

Благодарности

Авторы выражают благодарность и признательность за содействие в работе В.А. Яковлеву, О.С. Баженовой и Е.А. Дроздовой (специалистам Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева в период проведения исследований), Е.И. Злотниковой (врачу по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям радиологической лаборатории ФБУЗ ЦГиЭ в Брянской области), А.В. Кудряшовой (главный врач филиала ФБУЗ ЦГиЭ в городе Клинцы Брянской области), В.А. Лалайну (заместитель

главного врача по санитарно-эпидемиологическим вопросам филиала ФБУЗ ЦГиЭ в городе Клинцы Брянской области), А.А. Ладику (эксперту-физику по контролю за источниками ионизирующих и неионизирующих излучений филиала ФБУЗ ЦГиЭ в городе Клинцы Брянской области). Авторы благодарны рецензентам за конструктивные замечания и рекомендации.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об источнике финансирования

Исследование выполнено в рамках работ по государственному контракту от 18.10.2019 г. № 0173100001419000019 с Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Литература

1. Романович И.К., Базюкин А.Б., Барковский А.Н. и др. Результаты современных радиационно-гигиенических обследований приграничных с Республикой Беларусь населенных пунктов Брянской области Российской Федерации. Часть 1: Характеристика населенных пунктов: 3 // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 3. С. 22–36.
2. Романович И.К., Базюкин А.Б., Братилова А.А. и др. Результаты современных радиационно-гигиенических обследований приграничных с Республикой Беларусь населенных пунктов Брянской области Российской Федерации. Часть 2: Структура рационов питания населения: 4 // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 4. С. 7–21.
3. Романович И.К., Базюкин А.Б., Братилова А.А. и др. Результаты современных радиационно-гигиенических обследований приграничных с Республикой Беларусь населенных пунктов Брянской области Российской Федерации. Часть 3: Содержание радионуклидов в сельскохозяйственных пищевых продуктах // Радиационная гигиена. 2024. Т. 17, № 2. С. 7–17.
4. Рамзаев В.П., Барковский А.Н., Варфоломеева К.В. Вертикальное распределение ^{137}Cs в дерново-подзолистой песчаной почве на лугах и в лесах Брянской области в 2015–2016 гг. // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, № 3. С. 27–41.
5. Рамзаев В.П., Барковский А.Н. Корреляция между расчетными и измеренными значениями мощности дозы гамма-излучения в воздухе в лесах, загрязненных ^{137}Cs : отдаленный период после Чернобыльской аварии // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, № 4. С. 37–46.
6. Кадука М.В., Басалаева Л.Н., Бекашева Т.А. и др. Радиоактивное загрязнение грибов в отдаленный период после аварии на ЧАЭС. // Радиационно-гигиенические последствия и уроки аварии на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1»: Материалы международной научно-практической конференции. СПб: Федеральное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, 2021. С. 111–115.
7. Кадука М.В., Бекашева Т.А., Иванов С.А. и др. Особенности аккумуляции изотопов цезия съедобными видами лесных грибов // Современные проблемы радиационной медицины: от науки к практике: Материалы Международной научно-практической конференции. Гомель: ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2022. С. 38–40.
8. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: по материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. Москва: Наука, 2000. 268 с.
9. Шилова К.В. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах лесного происхождения Брянской области // Радиационная гигиена. 2010. Т. 3, № 2. С. 55–61.
10. Беларусь и Чернобыль: 36 лет спустя. Информационно-аналитические материалы. Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2022. 50 с.
11. Семененя И.Н. Радиационная безопасность продуктов питания, производимых в Республике Беларусь // Беларуская думка. 2022. Т. 4. С. 52–59.
12. Панов А.В., Марочкина Е.В., Пономаренко В.В. О роли грибов в формировании доз внутреннего облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС территориях // Радиационная гигиена. 2014. Т. 7, № 1. С. 63–70.
13. Чернушевич Г.А., Азовская Н.О., Домненкова А.В., Киселев С.В. Анализ влияния радиоактивного загрязнения «даров леса» на внутреннее облучение населения // Труды Белорусского государственного технологического университета. 2021. Т. 2 (246). С. 298–305.
14. Чернушевич Г.А., Азовская Н.О., Киселев С.В. Исследование влияния радиоактивного загрязнения лесных даров на внутреннее облучение населения Беларуси // Труды Белорусского государственного технологического университета. 2018. Т. 2(210). С. 288–294.
15. Панченко С.В., Панфилова А.А. Роль лесных экосистем в формировании дозовых нагрузок на население: Препринт № IBRAE-2000-01. Москва: Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, 2000. С. 50.
16. Щур А.В., Виноградов Д.В., Агеева Т.Н. и др. Влияние радиэкологической ситуации в приселитебных лесных массивах на дозы внутреннего облучения сельских жителей // Вестник Поволжского государственного технологического университета. 2016. Т. 1, № 29. С. 79–86.
17. Кадука М.В., Басалаева Л.Н., Бекашева Т.А. и др. Радиационные показатели пищевой продукции на загрязненных территориях России в отдаленный период после аварии на ЧАЭС // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: Сборник докладов международной научно-практической конференции. Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2018. С. 328–331.
18. Братилова А.А., Брук Г.Я. Влияние потребления различных пищевых продуктов на формирование доз внутреннего облучения взрослого населения Российской Федерации после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная гигиена. 2018. Т. 11, № 2. С. 53–59.
19. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments: ISSN 0074–1914 472. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010.
20. Шабалева М.А., Булко Н.И., Козлов А.К. Прогнозирование радиоактивной загрязненности лесной пищевой продукции ^{137}Cs и средней дозы внутреннего облучения организма за счет ее употребления // Проблемы здоровья и экологии. 2014. Т. 2. С. 120–125.
21. Радиэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий / Под общ. ред. Санжарова Н.И., Фесенко С.В. Москва: РАН, 2018. 278 с.
22. Шилова К.В., Кадука М.В., Шутов В.Н. Динамика радиоактивного загрязнения пищевых продуктов природного происхождения после аварии на ЧАЭС // Радиационная гигиена. 2009. Т. 2, № 4. С. 23–26.
23. Шутов В.Н., Кадука М.В., Кравцова О.С. и др. Защита от радиации. Научно-популярное пособие. СПб, 2011. 88 с.
24. Варфоломеева К.В., Зеленцова С.А., Репин В.С. Предпочтительные способы кулинарной обработки лесных грибов жителями загрязненных районов Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС: 2 // Радиационная гигиена. 2024. Т. 17, № 2. С. 109–116.

Поступила: 30.01.2025

Романович Иван Константинович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Базюкин Анатолий Борисович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Братилова Анжелика Анатольевна – заведующий лабораторией внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: bratilova@gmail.com

Брук Геннадий Яковлевич – кандидат технических наук, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Жеско Татьяна Викторовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Кадука Марина Валерьевна – кандидат биологических наук, заведующий радиохимической лабораторией Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Кравцова Ольга Сергеевна – кандидат биологических наук, исполняющая обязанности ведущего научного сотрудника лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Романович И.К., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Брук Г.Я., Жеско Т.В., Кадука М.В., Кравцова О.С. Содержание ^{137}Cs в пищевых продуктах природного происхождения по результатам современных радиационно-гигиенических обследований приграничных с Республикой Беларусь населенных пунктов Брянской области // Радиационная гигиена. 2025. Т. 18, № 1. С. 7–17. DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-1-7-17

The current levels of ^{137}Cs in foodstuffs of wild origin according to the results of radiation-hygienic survey of the Bryansk region settlements¹

Ivan K. Romanovich, Anatoly B. Bazyukin, Anzhelika A. Bratilova, Gennadiy Ya. Bruk, Tatyana V. Zhesko, Marina V. Kaduka, Olga S. Kravtsova

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

Introduction: In natural ecosystems included in food chains with humans as the final link, high levels of ^{137}Cs were observed in the long-term period after the Chernobyl accident. The objective of this study was to describe current levels of ^{137}Cs in samples of foodstuffs from the Bryansk region settlements. Materials and Methods: An analysis of data on the ^{137}Cs concentration in 1837 samples of foodstuffs of wild origin from the Bryansk region settlements was taken. The ^{137}Cs concentration were measured using gamma spectrometry methods. Results of the Study and Discussion: Exceeding the permissible levels of ^{137}Cs concentration was found in all main categories of food products: mushrooms (40 % of the studied samples do not satisfy radiation safety requirements), wild berries (55 %), meat of game (50 %), and local fish (18 %). The total percentage of such kind of samples was 43 %.

Anzhelika A. Bratilova

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

Address for correspondence: Mira Str., 8, Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: bratilova@gmail.com

Conclusion: Foodstuffs of wild origin dominate internal exposure dose of residents at the present time. The main dose-forming foodstuff is wild mushrooms.

Key words: *the Chernobyl NPP, population, internal exposure, cesium-137, foodstuffs of wild origin.*

Authors' personal contribution

Romanovich I.K. – general and scientific management of the project, development of the concept of presentation of research materials.

Bazyukin A.B. – search and analysis of literary data sources, collection and systematization of research materials.

Bratilova A.A. – coordination of work of the project participants, organization of expedition works, collection and systematization of data, search of literature sources, editing of the text of the article.

Bruk G.Ya. – concept development, definition of the goal and formulation of the research objectives, project design, coordination of the work of the project participants.

Zhesko T.V. – systematization of primary research materials.

Kaduka M.V. – processing and systematization of primary research materials, literature search, substantive editing of the text of the article.

Kravtsova O.S. – search and analysis of literary sources of information, generalization, systematization and processing of research data, carrying out calculations, analysis and interpretation of research results, writing the text of the article.

Acknowledgments

The authors express their gratitude and appreciation for assistance in the work to V.A. Yakovlev, O.S. Bazhenova and E.A. Drozdova (who were employees of the St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene named after Prof. P.V. Ramzaev during the period of the study), as well as to the reviewers for constructive comments and recommendations, E.I. Zlotnikova (doctor on sanitary-hygienic laboratory studies of radiological laboratory of FBUZ CHE in the Bryansk region), A.V. Kudryashov (chief doctor of the branch of FBUZ CHE in Klinty, Bryansk region), V.A. Lalayan (deputy chief doctor for sanitary and epidemiological issues of the branch of FBUZ CHE in Klinty, Bryansk region), A.A. Ladik (expert-physicist for control of ionizing and non-ionizing radiation sources of the branch of FBUZ CHE in Klinty, Bryansk region). The authors are grateful to the reviewers for their constructive comments and recommendations.

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Sources of funding

The study was performed within the framework of the work under the state contract No. 0173100001419000019 dated 18.10.2019 with the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing.

References

1. Romanovich IK, Bazyukin AB, Barkovsky AN., Biblin AM, Bratilova AA, Bruk GYa, et al. Results of modern radiation-hygienic surveys of settlements of Bryansk Oblast of the Russian Federation bordering the Republic of Belarus. Part 1: Characteristics of the settlements. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023;16(3): 22-36. (In Russian). DOI:10.21514/1998-426x-2023-16-3-22-36
2. Romanovich IK, Bazyukin AB, Bratilova AA, Bruk GYa, Varfolomeeva KV, Drozdova EA, et al. Results of modern radiation-hygienic surveys of settlements of Bryansk Oblast of the Russian Federation bordering the Republic of Belarus. Part 2: Population's food preferences (diet). *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023;16(4): 7-21. (In Russian). DOI:10.21514/1998-426x-2023-16-4-7-21.
3. Romanovich IK, Bazyukin AB, Bratilova AA, Bruk GYa, Drozdova EA, Zhesko TV, et al. Results of modern radiation-hygienic surveys of settlements of Bryansk Oblast of the Russian Federation bordering the Republic of Belarus. Part 3: Radionuclide content in agricultural food products. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2024;17(2): 7-17. (In Russian). DOI:10.21514/1998-426x-2023-17-2-7-17.
4. Ramzaev VP, Barkovsky AN, Varfolomeeva KV. Vertical distribution of ^{137}Cs in soddy-podzolic sandy soil in grasslands and forests of the Bryansk region in 2015–2016. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2019;12(3): 27-41. (In Russian). DOI:10.21514/1998-426x-2019-12-3-27-41.
5. Ramzaev VP, Barkovsky AN. Correlation between calculated and measured values of gamma dose rate in air in forests contaminated with ^{137}Cs : the remote period after the Chernobyl accident. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2019;12(4): 37-46. (In Russian). DOI:10.21514/1998-426x-2019-12-4-37-46.
6. Kaduka MV, Basalaeva LN, Bekyasheva TA, Ivanov SA, Salazkina NV, Stupina VV, et al. Radioactive contamination of mushrooms in the late period after the Chernobyl accident. Radiation and hygienic consequences and lessons of the accident at the Chernobyl NPP and the Fukushima-1 NPP: Proceedings of the international scientific and practical conference. SPb: Federal Budgetary Scientific Institution St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene named after Professor P.V. Ramzaev; 2021. P. 111–115. (In Russian).
7. Kaduka MV, Bekyasheva TA, Ivanov SA, Salazkina NV, Stupina VV. Features of accumulation of cesium isotopes by edible species of forest mushrooms. Modern problems of radiation medicine: from science to practice: Proceedings of the International scientific and practical conference. Gomel: State Institution "RSPC RMiECh"; 2022. P. 38–40. (In Russian).
8. Shcheglov AI. Biogeochemistry of technogenic radionuclides in forest ecosystems: based on 10-year studies in the zone of influence of the Chernobyl accident. Moscow: Nauka; 2000. 268 p. (In Russian).
9. Shilova KV. Contamination of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the forest products of the Bryansk region. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2010;3(2): 55–61. (In Russian).
10. Belarus and Chernobyl: 36 years later. Information and analytical materials. Minsk: Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus; 2022, 50 p.
11. Semenya IN. Radiation safety of food products produced in the Republic of Belarus. *Belaruskaya dumka = Belarusian Thought*. 2022; 4: 52–59. (In Russian).
12. Panov AV, Marochkina EV, Ponomarenko VV. On the role of mushrooms in the formation of internal radiation doses of the population living in areas contaminated with radioactivity as a result of the Chernobyl accident. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2014;7(1): 63–70. (In Russian).
13. Chernushevich GA, Azovskaya NO, Domnenkova AV, Kiselev SV. Analysis of the influence of radioactive contamination of "gifts of the forest" on the internal irradiation of the population. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Proceedings of the Belarusian State Technological University*. 2021;2(246): 298–305. (In Russian).

14. Chernushevich GA, Azovskaya NO, Kiselev SV. Study of the influence of radioactive contamination of forest gifts on internal irradiation of the population of Belarus. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Proceedings of the Belarusian State Technological University*. 2018;2(210): 288–294. (In Russian).
15. Panchenko SV, Panfilova AA. The role of forest ecosystems in the formation of radiation dose loads on the population: Preprint No. IBRAE-2000-01. Moscow: Institute for Problems of Safe Development of Nuclear Energy, Russian Academy of Sciences: 2000. P. 50. (In Russian).
16. Shchur AV, Vinogradov DV, Ageeva TN, Shapsheeva TP, Gryazin VA. The influence of the radioecological situation in residential forest areas on internal radiation doses of rural residents. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Volga State Technological University*. 2016;1(29): 79–86. (In Russian).
17. Kaduka MV, Basalaeva LN, Bekyasheva TA, Ivanov SA, Salazkina NV, Stupina VV. Radiation indicators of food products in contaminated areas of Russia in the late period after the Chernobyl accident. Radiation technologies in agriculture and food industry: status and prospects: Collection of reports of the international scientific and practical conference. Obninsk: FGBNU VNIIRAE; 2018. P. 328–331.
18. Bratilova AA, Bruk GYa. Influence of the consumption of different foodstuffs on the internal exposure dose formation in the adult population of the Russian Federation after the accident at the Chernobyl NPP. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2018;11(2):53–59. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-2-53-59
19. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments: ISSN 0074–1914 472. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010.
20. Shabaleva MA, Bulko NI, Kozlov AK. Prediction for ¹³⁷Cs radioactive contamination of forest food products and average internal dose of organism exposure due to their consumption. *Problemy zdorov'ya i ekologii = Health and Ecology Issues*. 2014;2: 119–125. (In Russian). DOI:10.51523/2708-6011.2014-11-2-25
21. Radioecological consequences of the Chernobyl accident: biological effects, migration, rehabilitation of contaminated areas / Eds: NI Sanzharova, SV Fesenko. Moscow: RAS; 2018. 278 p. (In Russian).
22. Shilova KV, Kaduka MV, Shutov VN. Dynamics of radioactive contamination of food products of natural origin after the Chernobyl accident. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2009; 2(4): 23–26. (In Russian).
23. Shutov VN, Kaduka MV, Kravtsova OS, Parkhomenko VI, Samoilenko VM. Protection from radiation. Popular science manual. Spb: Textbook; 2011. 88 p. (In Russian).
24. Varfolomeeva KV, Zelentsova SA, Repin VS. Preferred techniques for forest mushrooms cooking by residents of contaminated areas of the Bryansk region in the remote period after the Chernobyl accident. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2024;17(2):109–116. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2023-17-2-109-116

Received: January 30, 2025

Ivan K. Romanovich - Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

Anatoly B. Bazyukin - Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Internal Irradiation, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

For correspondence: Angelika A. Bratilova - Head of the Laboratory of Internal Exposure at the Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Mira Str., 8, Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: bratilova@gmail.com)

Gennadiy Ya. Bruk - Candidate of Engineering Sciences, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

Tatyana V. Zhesko - Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Internal Irradiation, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

Marina V. Kaduka - Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Head of the Radiochemical Laboratory of the Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

Olga S. Kravtsova - Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Internal Irradiation, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

For citation: Romanovich I.K., Bazyukin A.B., Bratilova A.A., Bruk G.Ya., Zhesko T.V., Kaduka M.V., Kravtsova O.S. The current levels of ¹³⁷Cs in foodstuffs of wild origin according to the results of the radiation-hygienic survey of the Bryansk region settlements. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2025. Vol. 18, No. 1. P. 7–17. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-1-7-17