

**З. В. Ловкис, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, доктор технических наук, профессор; И. М. Почницкая, кандидат сельскохозяйственных наук; К. С. Рябова, кандидат технических наук; О. В. Фоменко; К. И. Жакова, кандидат технических наук**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

### **РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДИКОРАСТУЩЕЙ ПРОДУКЦИИ**

**Аннотация.** Приведены результаты исследования содержания радионуклидов в дикорастущих грибах и ягодах, произрастающих в лесах Республики Беларусь. Наибольшее превышение допустимого уровня содержания цезия-137 установлены в свежих маслятах (782 Бк/кг), сыроежках (740 Бк/кг) и клюкве (191 Бк/кг).

**Ключевые слова:** радионуклиды, грибы, ягоды, цезий-137

**Z. V. Lovkis, Corresponding Member NAS of Belarus, Honored Scientist of the Republic of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor; I. M. Pochitskaya, PhD of Agricultural Sciences; K. S. Ryabova, PhD of Technical Sciences; O. V. Fomenko**

*RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", Minsk, Republic of Belarus*

### **RESULTS OF RADIOLOGICAL MONITORING OF WILD PRODUCTS**

**Abstract.** The results of the study of the content of radionuclides in wild mushrooms and berries growing in the forests of the Republic of Belarus are presented. The greatest excess of the permissible level of cesium-137 was found in fresh oil (782 Bq / kg), russula (740 Bq / kg) and cranberries (191 Bq / kg).

**Keywords:** radionuclides, mushrooms, berries, cesium-d137.

Последствия аварии на Чернобыльской атомной станции, произошедшей в апреле 1986 г., остро ощущаются и в наши дни, спустя 34 года. Около 23 % территории Республики Беларусь (46,5 тыс. км<sup>2</sup>) с 3668 населенными пунктами оказалось загрязненной цезием-137 более 37 кБк, в том числе более 1685 тыс. га лесов [1]. Загрязнение республики стронцием (<sup>90</sup>Sr) и плутонием (<sup>238</sup>Pu, <sup>239</sup>Pu, <sup>240</sup>Pu) носит локальный характер.

В настоящее время основную роль в радиоактивном загрязнении территории Беларуси играет радиоактивный цезий (цезий-137), который является источником бета- и гамма-излучения, имеет период полураспада около 30 лет. После аварийного выброса значительная часть радионуклидов аккумулировалась в верхнем слое почвы и теперь почва представляет собой главный источ-

ник поступления радионуклидов в сельскохозяйственную и дикорастущую продукцию, а затем по пищевой цепи и в организм человека.

Благодаря способности радиоактивного цезия прочно связываться некоторыми видами почвенных минералов, его подвижность постепенно снижается, и он все труднее проникает в пищевые цепи. За прошедшие годы содержание подвижных форм цезия-137 в почвах и его концентрация в воде многих поверхностных водоемов значительно снизились. Поэтому такие пищевые продукты, как молоко, зерно, мясо и речная рыба стали значительно менее загрязненными. По результатам республиканского радиационного мониторинга продуктов питания самый большой процент превышения допустимого уровня содержания цезия-137 наблюдается в продуктах леса: ягодах, грибах и мясе диких животных [1]. Он остается практически неизменным на протяжении многих лет. Причиной этого является то, что основная часть радионуклидов (до 70 %) сосредоточена в лесной подстилке и верхнем слое почвы, как раз там, где развивается грибница грибов и корневая система ягодников. Радиационная обстановка в лесах изменяется медленно, так как самоочищение происходит только за счет радиоактивного распада, продолжающегося многие десятилетия [2]. Поэтому даже при небольшой плотности загрязнения (1–5 Ки/км<sup>2</sup>) содержание цезия-137 в лесных грибах и ягодах может превышать допустимый уровень.

Разные виды грибов и ягод не одинаково накапливают цезий-137, и по этой способности их условно можно разделить на группы: слабонакапливающие, средненакапливающие, сильнонакапливающие.

Согласно Правилам ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, сбор грибов в зонах радиоактивного загрязнения производится с учетом следующего: слабо- и средненакапливающие цезий-137 грибы (опенок осенний, гриб-зонтик, дождевик, шампиньон, лисичка настоящая, белый гриб, подосиновик, подберезовик, рядовка) разрешается собирать в лесных кварталах с плотностью загрязнения до 74 кБк/м<sup>2</sup> (до 2 Ки/км<sup>2</sup>) с обязательным радиометрическим контролем; сильнонакапливающие цезий-137 грибы (горькушка, польский гриб, масленок, груздь настоящий и черный, колпак кольчатый, скрипица, волнушка розовая, зеленка, сыроежка, решетник) разрешается собирать в лесных кварталах с плотностью загрязнения до 37 кБк/м<sup>2</sup> (до 1 Ки/км<sup>2</sup>) с обязательным радиометрическим контролем. Для ягод выделены три категории: сильные накопители: брусника, клюква, черника, голубика; средние накопители: земляника, рябина; слабые накопители: малина, калина, ежевика. Сбор дикорастущих ягод, плодов, орехов, растений и их частей, используемых в качестве лекарственного сырья, допускается в лесных кварталах с плотностью загрязнения до 74 кБк/м<sup>2</sup> (до 2 Ки/км<sup>2</sup>) также с обязательным радиометрическим контролем [3].

Целью настоящей работы являлось исследование содержания цезия-137 в дикорастущей лесной продукции на соответствие требованиям нормативных документов Республики Беларусь.

Объектами исследований являлись образцы дикорастущих ягод и грибов, представленные в лабораторию в рамках проведения сертификационных испытаний.

Определение содержания цезия-137 в образцах дикорастущей продукции проводилось по ГОСТ 32161-2013 «Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия-137» [4] и МВИ. МН 1823-2007 «Методика выполнения измерений объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов Cs-137, K-40 в воде, продуктах питания, сельскохозяйственном сырье и кормах, промышленном сырье, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды, удельной эффективной активности естественных радионуклидов в строительных материалах, а также удельной активности Cs-137, K-40, Ra-226, Th-232 в почве на гамма-радиометрах спектрометрического типа РКГ-АТ1320». Радиационный контроль грибов и ягод выполнялся на гамма-радиометре РКГ-АТ1320А, мощность эквивалентной дозы в помещении лаборатории измеряли на приборе МКС – АТ 6130 [5].

В связи с тем, что дикорастущие грибы и ягоды не только являются продуктами личного потребления, но и распространяются через торговые сети, для них установлены определенные нормативы. Уровни допустимого содержания  $^{137}\text{Cs}$  в грибах не должны превышать 370 Бк/кг в свежих и 2500 Бк/кг – в сушеных, 185 Бк/кг в дикорастущих ягодах [6].

Было установлено превышение нормированных уровней содержания цезия-137 в образцах дикорастущих свежих грибах и ягодах (см. таблицу).

**Максимальные уровни содержания цезия-137 грибах и ягодах**

Наименование образца	Удельная активность цезия-137, Бк/кг	Допустимое содержание цезия-137, Бк/кг
Маслята	782	370
Сыроежки	740	
Моховики	507	
Волнушки	375	
Лисички	223	
Клюква	191	185
Брусника	162	
Голубика	107	
Малина	82	
Черника	75	
Земляника	49	

Как видно из таблицы, грибы имеют самый высокий уровень удельной активности цезия-137. Максимальные значения получены при анализе проб маслят и сыроежек. Установлено превышение допустимых норм содержания цезия-137 в них почти в 2 раза, при этом в шляпках грибов концентрация цезия-137 выше, чем в ножках в 0,5–1,5 раза.

Среди ягод высокие значения удельной активности цезия-137 установлены в клюкве – 191 Бк/кг.

Достаточно эффективным путем снижения содержания цезия-137 в грибах является их кулинарная переработка. Это объясняется тем, 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 [7]. Установлено, что при помощи технологических кулинарных операций уменьшается поступление радионуклида цезий-137 в организм с пищей. Собранные грибы перед приготовлением необходимо обязательно очистить от остатков мха, лесной подстилки и почвы. Затем необходимо снять кожицу со шляпки и хорошо промыть в проточной воде. Процесс переработки грибной продукции включает несколько этапов: замачивание, варка (бланширование), соление, маринование. Наиболее эффективным способом снижения содержания цезия в грибах, рекомендуемых населению, является водная обработка – вымачивание и (или) вываривание, которая снижает содержание  $^{137}\text{Cs}$  от 20 до 80 %. Сушка грибов, наоборот, приводит к сохранению и концентрированию активности цезия-137 в 3–10 раз, поэтому предпочтительными методами обработки являются методы, включающие вымачивание [8]. Таким образом, благодаря кулинарной обработке реальные уровни содержания цезия-137 в грибах, потребляемых населением в пищу, будут ниже, чем в свежесобранных.

Согласно прогнозам, к 2046 г. произойдет снижение радиоактивного загрязнения территорий Беларуси, но площадь загрязнения более 37 кБк/м<sup>2</sup> по-прежнему будет обширной – 829,3 тыс. га [9]. В зону радиоактивного загрязнения территории как и раньше будет попадать большая площадь лесных массивов, следовательно, проблема повышенного содержания цезия-137 в грибах будет актуальна и в 2046 г. В связи с тем, что дикорастущие грибы и ягоды являются одним из традиционных источников питания, население вплоть до 2046 г. будет получать дополнительную дозу внутреннего облучения от их потребления. Поэтому контроль содержания радионуклидов в лесных ресурсах является одним из главных организационно-технических мероприятий системы ведения лесохозяйственной деятельности на загрязненных радионуклидами территориях лесного фонда Беларуси.

#### Список использованных источников

1. Нестеренко, В. Б. Чернобыльская катастрофа: радиационная защита населения / В. Б. Нестеренко. – Минск : Право и экономика, 1997. – 172 с.
2. Азовская, Н. О. Исследование степени радиоактивного загрязнения пищевой продукции леса и ее вклад в дозовую нагрузку населения / Н. О. Азовская, В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич // Труды БГТУ. – 2018. – № 2. – С. 251.
3. Правила ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, утвержденные Постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь 27 декабря 2016 г. № 86. – 2016. – 16 с.

4. Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия-137 ГОСТ 32161-2013 / Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 7 июня 2013 г. N 43) / Дата введения 2014-07-01. – 12с.

5. Методика выполнения измерений объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов Cs-137, K-40 в воде, продуктах питания, сельскохозяйственном сырье и кормах, промышленном сырье, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды, удельной эффективной активности естественных радионуклидов в строительных материалах, а также удельной активности Cs-137, K-40, Ra-226, Th-232 в почве на гамма-радиометрах спектрометрического типа РКГ-АТ1320: МВИ. МН 1823-2007. – Научно-производственное унитарное предприятие АТОМТЕХ. / Принят 04.07.2007 Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 27 с.

6. Гигиенические нормативы № 10-117-99 Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) / Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 26 апреля 1999 г. № 16.

7. Мамихин, С. В. Роль макромицетов как накопителей  $^{137}\text{Cs}$  в лесных экосистемах / С. В. Мамихин // Радиационная биология. – 2012. – Т. 52. – № 5. – С. 546–552.

8. Памятка для населения, проживающего на территории, загрязненной радиоактивными веществами. – Минск : Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, 2000. – 16 с.

9. Радиационно-экологические последствия аварии на ЧАЭС для Полесского региона (подходы к инвестиционной политике в реабилитационный период). – Режим доступа: [http://belisa.org.by/ru/izd/stnewsmag/1\\_2005/f0a93e325a9f6faf.html](http://belisa.org.by/ru/izd/stnewsmag/1_2005/f0a93e325a9f6faf.html). – Дата доступа: 02.09.2020.