

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА НАКОПЛЕНИЕ $^{137}\text{Cs}$ ГРИБАМИ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА В МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Н.И. Булко<sup>1</sup>, А.К. Козлов<sup>1</sup>, М.А. Шабалева<sup>2</sup>, Н.В. Толкачева<sup>1</sup>, Н.В. Митин<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Гомель, Беларусь, formelior@tut.by*

*<sup>2</sup>УО «Гомельский медицинский институт», Гомель, Беларусь*

*<sup>3</sup>УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»,  
Гомель, Беларусь*

**Введение.** В настоящее время, спустя 30 лет после аварии на ЧАЭС, на загрязненных радионуклидами территориях потребление лесной пищевой продукции населением как сельской местности, так и городов, находится на достаточно высоком уровне. При этом, императив обязательного радиационного контроля [1, 2] не соблюдается. В результате основной вклад в формирование внутренней дозы облучения населения в настоящее время вносят лесные грибы и ягоды, вероятность сверхнормативного содержания  $^{137}\text{Cs}$  в которых достаточно высока даже при плотности загрязнения почвы радионуклидом менее 1 Ки/км<sup>2</sup> [3].

Знание влияния лесоводственных, радиационных, метеорологических факторов на накопление  $^{137}\text{Cs}$  лесными грибами позволит корректировать ежегодные планы заготовки грибов, сориентировать субъекты хозяйствования и население на сбор и потреб-

ление лесных грибов с вероятно допустимым уровнем загрязнения, что в итоге снизит величину дозы внутреннего облучения населения.

Цель настоящей работы – установить зависимости накопления  $^{137}\text{Cs}$  грибами на радиационно загрязненной территории лесного фонда Могилевской области от радиологических, лесоводственных, метеорологических факторов.

**Методика и объекты исследования.** Объектами исследований являлись различные виды съедобных грибов, произраставших в радиационно загрязненных лесах с плотностью загрязнения до  $2 \text{ Ки/км}^2$  ( $74 \text{ кБк/м}^2$ ) в пределах которой «Правилами ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения» разрешен их сбор [4].

Анализ загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  лесных грибов производился на основании определения загрязненности грибов на контрольных полигонах в лесхозах Могилевской области и информации базы данных по загрязнению  $^{137}\text{Cs}$  пищевой продукции леса Могилевской области за 2010-2014 гг.

В основу анализа были положены содержание  $^{137}\text{Cs}$  в грибах ( $A_{\text{уд}}$ ) и коэффициенты перехода (КП)  $^{137}\text{Cs}$  в грибы. Данные измерений дифференцировались по видам грибов, уровню поверхностного загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ , типам леса, условиям произрастания, породному составу насаждений в местах отбора плодовых тел грибов на анализ. КП  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в плодовые тела грибов рассчитывался по формуле:

$$\text{КП} = (A_{\text{уд}}/A_{\text{пов}}) \cdot 10^{-3}, \text{ м}^2/\text{кг}$$

где  $A_{\text{уд}}$  – удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пробе грибов, Бк/кг;

$A_{\text{пов}}$  – плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  (поверхностное загрязнение), кБк/м<sup>2</sup>.

Для изучения влияния метеорологических показателей на поступление  $^{137}\text{Cs}$  в грибы использовали сведения ближайших к местам сбора грибов метеостанций о количестве осадков, температуре воздуха, а также рассчитывался производный от них гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова, определявшийся для мест отбора грибов по формуле:

$$\text{ГТК} = 10 \sum R / \sum t (> 10^2),$$

где  $\sum R$  – сумма осадков за период (месяц, период вегетационного сезона), с температурой выше  $10^0\text{C}$ , мм

$\sum t (>10^0)$  – сумма температур выше  $10^0\text{C}$  за тот же период,  $^0\text{C}$ .

Анализ зависимости накопления  $^{137}\text{Cs}$  от различных факторов производился по КП  $^{137}\text{Cs}$ . Обработка информации проводилась с помощью методов биологической статистики.

**Результаты исследований.** Зависимость накопления  $^{137}\text{Cs}$  грибами от плотности загрязнения почвы. Выполненный нами анализ полученной в лесхозах Могилевской области информации показал, что при плотности загрязнения почвы от 0,3 до  $2 \text{ Ки/км}^2$  46,4% собранных плодовых тел грибов имеет удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  более нормы, установленной РДУ-99 ( $370 \text{ Бк/кг}$ ). При этом ни конденсационный (юг Могилевской области), ни рассеянный (север Могилевской области) характер радиационных выпадений на территории после Чернобыльской аварии влияния на поступление  $^{137}\text{Cs}$  в грибы не оказали.

Как видно из таблицы 1, зависимость накопления  $^{137}\text{Cs}$  в плодовых телах грибов от плотности загрязнения почвы в местах их сбора весьма умеренная ( $r < 0,5-0,6$ ) при высоком уровне значимости ( $p < 0,01$ ).

**Таблица 1 – Влияние плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в местах сбора грибов на накопление  $^{137}\text{Cs}$**

Вид гриба	Средняя плотность загрязнения, кБк/м <sup>2</sup>	Средняя удельная активность, $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Средний КП $^{137}\text{Cs}$ , м <sup>2</sup> /кг	Количество измерений образцов, шт	Коэффициент корреляции, r	Критерий Стьюдента, t	Уровень значимости, P
Опенок	1,48	211	3,68	133	0,36	4,44	<0,01
Белый гриб	1,51	728	12,77	190	0,52	8,46	<0,01
Подберезовик	1,49	546	10,31	256	0,31	5,21	<0,01
Подосиновик	1,49	374	8,62	128	0,27	3,20	<0,01
Лисичка	1,47	457	8,61	381	0,40	8,60	<0,01
Волнушка	1,83	805	12,06	30	0,62	4,19	<0,01
Масленок	1,24	453	9,64	83	0,57	6,31	<0,01
Груздь черный	1,56	802	13,41	100	0,5	3,75	<0,01
Сыроежка	1,51	1004	18,03	391	0,31	6,53	<0,01
Моховик	1,41	935	17,08	82	0,38	3,68	<0,01
Польский гриб	1,53	2489	42,68	139	0,41	5,34	<0,01

Тем не менее, учитывать плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  необходимо. Поэтому в дальнейшем при изучении поступления  $^{137}\text{Cs}$  в плодовые тела грибов будут использованы не значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ , а коэффициенты перехода его в грибы.

Зависимость поступления  $^{137}\text{Cs}$  в грибы от типа леса, лесорастительных условий, состава насаждения. Влияние лесоводственных факторов оценивалось посредством непараметрического дисперсионного анализа массива информации 2010-2014 гг. на основании критериев Краскела-Уоллиса, позволивших дать оценку достоверности различий КП  $^{137}\text{Cs}$  в исследуемые виды грибов в зависимости от условий местопроизрастания, типов леса, породного состава насаждений (таблица 2).

Как видно из таблицы 2, для большинства видов грибов установлено статистически значимое ( $p < 0,05$ ) влияние типов леса, ТЛУ, породного состава на интенсивность накопления  $^{137}\text{Cs}$ . Детальный анализ влияния этих факторов, к сожалению, в рамках данной статьи не может быть выполнен из-за ее ограниченного объема.

**Таблица 2 – Влияние различных факторов на КП  $^{137}\text{Cs}$  в плодовые тела грибов**

Виды грибов	Фактор	Число степеней свободы, n-1	Критерий Краскела-Уоллиса	
			H	P
Белый гриб	тип леса	18	33,92	0,01
	ТЛУ	9	19,85	0,02
	породный состав	6	19,38	0,004
Подберезовик	тип леса	19	46,77	0,0004
	ТЛУ	9	14,31	0,11
	породный состав	7	20,74	0,004
Подосиновик	тип леса	16	27,01	0,04
	ТЛУ	8	20,48	0,01
	породный состав	8	13,74	0,09
Лисичка	тип леса	9	26,86	0,002
	ТЛУ	5	28,37	<0,0001
	породный состав	15	54,59	<0,0001
Груздь черный	тип леса	17	27,94	0,05
	ТЛУ	7	21,13	0,004
	породный состав	4	11,66	0,02

Продолжение таблицы 2

Масленок	тип леса	9	11,99	0,21
	ТЛУ	8	13,59	0,09
	породный состав	4	7,93	0,09
Моховик	тип леса	9	15,10	0,09
	ТЛУ	7	9,94	0,19
	породный состав	3	5,21	0,16
Опенок зим- ний	тип леса	17	35,08	0,01
	ТЛУ	7	17,04	0,02
	породный состав	4	8,34	0,08
Польский гриб	тип леса	12	22,12	0,04
	ТЛУ	6	17,10	0,01
	породный состав	5	9,97	0,08
Сыроежка	тип леса	19	95,15	0,001
	ТЛУ	9	20,24	0,02
	породный состав	6	19,91	0,003

Зависимость поступления  $^{137}\text{Cs}$  в грибы от метеорологических факторов. Анализ накопленного массива информации показал, что по годам интенсивность потребления  $^{137}\text{Cs}$  одними и теми же видами грибов меняется в одних и тех же лесоводственных условиях. В связи с этим была проведена оценка вероятного воздействия погодных условий на уровень КП  $^{137}\text{Cs}$  в лесные грибы посредством анализа связи уровня накопления радионуклида и гидротермического коэффициента за один или несколько месяцев вегетационных периодов (2010-2014 гг.).

При этом было установлено, что КП  $^{137}\text{Cs}$  в лисичку меняется прямо пропорционально с ГТК за август и июнь в сосняке орляковом; (КП  $^{137}\text{Cs} = 2,6604 \ln(\text{ГТК}_{\text{июнь}}) + 4,3151$ ,  $r = 0,95$ ; КП  $^{137}\text{Cs} = 4,761 \ln(\text{ГТК}_{\text{август}}) + 4,8015$ ,  $r = 0,89$ ). Для белого гриба в сосняке мшистом связь КП  $^{137}\text{Cs}$  с ГТК в сентябре носит обратно пропорциональный характер (КП  $^{137}\text{Cs} = -13,22 \ln(\text{ГТК}_{\text{сентябрь}}) + 18,738$ ,  $r = -0,89$ ). Для остальных видов грибов из-за недостаточного количества измерений зависимости не рассматривались.

В тоже время в ряде случаев отмечена достаточно четкая связь между накоплением  $^{137}\text{Cs}$  и средним показателем осадков или температуры. Например, у белого гриба количество выпавших осадков в месяц более 70 мм в месяц увеличивает накопление  $^{137}\text{Cs}$ , а средняя температура июня ниже  $+16^{\circ}\text{C}$  также приводит к повышению содержания  $^{137}\text{Cs}$  в белом грибе в 1,5 раза (КП  $^{137}\text{Cs} = -0,32 \sum_{\text{ос июнь сентябрь}} + 70,511$ ,  $r = -0,97$ ).

Низкое, менее 45 мм, количество осадков в сентябре увеличивает КП  $^{137}\text{Cs}$  в подберезовик в 1,5 раза.

Установлена и обратно пропорциональная связь между КП  $^{137}\text{Cs}$  в масленок и суммарным количеством осадков за июль-сентябрь (КП  $^{137}\text{Cs} = -0,17 \sum_{\text{ос июль сентябрь}} + 43,55$ ,  $r = -0,96$ ).

**Заключение.** Краткий анализ влияния различных факторов на накопление  $^{137}\text{Cs}$  грибами в лесах Могилевской области показал, что уровень накопления радионуклида определяется не только условиями местопроизрастания, типом леса и его породным составом, но обусловлен также количеством выпавших осадков, температурным режимом до и в период плодоношения грибов.

В тоже время при допустимой для сбора грибов плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  до 2 Ки/км<sup>2</sup>, поверхностное загрязнение радионуклидом не является определяющим фактором поступления радионуклида в лесные грибы.

## Литература

1. Санитарные нормы и правила. Требования к радиационной безопасности. – Введ. – 01.01.2013. – Минск: Мин. здравоохранения Респ. Беларусь. – 37 с. (Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 2013. – №1. – 8/26850).
2. Гигиенический норматив. Критерии оценки радиационного воздействия. – Введ.01.01.2013. – Минск: Мин. здравоохранения Респ. Беларусь. – 231 с. (Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 2013. – №1. – 8/26850).
3. Шабалева, М.А. Прогнозирование радиоактивной загрязненности лесной пищевой продукции  $^{137}\text{Cs}$  и средней дозы внутреннего облучения организма за счет ее употребления / М.А. Шабалева, Н.И. Булко, А.К. Козлов // Проблемы здоровья и экологии. – 2014. – № 2. – С. 119-125.
4. Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – Гомель: Институт радиологии, 2009. – 52 с. (Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 2009. – №158. – 8/21085).