

**СОДЕРЖАНИЕ ^{137}Cs В ГРИБАХ НА ПОЛИГОНЕ “КОПАЧИ”
(5-КИЛОМЕТРОВАЯ ЗОНА ЧАЭС)****Н. Е. Зарубина, Е. В. Сваричевская, И. А. Малюк, С. В. Телецкая,
Л. А. Головач, А. И. Головач***Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев*

Исследования, проведенные в 1999 - 2004 г., показали, что полигон “Копачи” имеет несколько отличительных особенностей. Было отмечено возрастание значений мощности экспозиционной дозы. Содержание ^{137}Cs в верхнем слое почвы полигона увеличилось за период исследований. Соотношение удельной активности ^{137}Cs в грибах с разными уровнями локализации мицелия соответствует первым годам после аварии. Было сделано предположение, что особенности этого полигона связаны с дополнительным поступлением радионуклида в почву в результате строительства “ХОЯТ-2”.

Введение

Определяющую роль в аккумуляции и перераспределении радиоактивных веществ после аварии на ЧАЭС играют лесные экосистемы. Сейчас является общепринятым, что грибы - абсолютные концентраторы радиоцезия в лесных экосистемах и одни из основных дозобразующих компонентов в трофической цепи, особенно для критических групп населения - жителей загрязненных лесных регионов, работников лесного хозяйства и др. [1].

В лесных экосистемах грибы играют важную роль в транспорте радионуклидов: абсорбция - десорбция из органического вещества, разложение мелких корней и микоризы, возрастание растворимости минералов выделениями корней в непосредственной близости от мелких корней с их микоризой. Кроме того, большая часть ^{137}Cs (в лесной почве) содержится в мицелии грибов - от 13 до 64 % от суммарной активности почвы, т.е. грибной мицелий является депо радиоцезия. Накопленный мицелием ^{137}Cs переходит в плодовые тела грибов при их росте. Удельная активность этого радионуклида в мицелии и плодовых телах одинакова [2].

Для грибов основным путем поступления ^{137}Cs (как и других радионуклидов) является его поглощение из того слоя почвы, в котором находится основная часть мицелия каждого вида. Динамика аккумуляции ^{137}Cs грибами на загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС территориях непосредственно зависит от уровней содержания и процессов перераспределения этого радионуклида в разных по глубине почвенных слоях [3].

Полигон “Копачи” (небольшой по величине - менее 2 км по длине) до настоящего времени (2004 г.) характеризуется большим, до десяти раз, разбросом значений мощности экспозиционной дозы (МЭД), а также уровней удельной активности ^{137}Cs в грибах одного вида - до двух порядков.

Целью данной работы является выяснение существования дополнительных факторов, наличие которых объясняло бы особенности динамики накопления ^{137}Cs в плодовых телах грибов на полигоне “Копачи”.

Материалы и методики

Полигон “Копачи” - лес в районе с. Копачи (0,5 км восточнее от села вдоль дороги “Чернобыль - ЧАЭС”), почва на участке дерново-подзолистая, песчаная. Лесная подстилка имеет небольшую толщину 1,5 - 2,0 см. Угодье - лес, тип экотопа - бор сухой (А1). Залесенность составляет 90 %, растительность - лишайниковый лес. Расстояние от станции в среднем 2 км.

В 1999 г. после измерений МЭД на территории этого полигона были заложены 64 стационарные экспериментальные точки. Расстояние между ними составляет 50 м (рис. 1). В связи с тем, что по территории полигона проходит ЛЭП, то расстояние между точками (т.) 49 и 50 составляет 100 м.

Начиная с осени 1999 г., на территории полигона в районе экспериментальных точек, на которых были обнаружены грибы, отбирались одновременно плодовые тела грибов различных видов, относящихся к экологическим группам симбиотрофов и сапротрофов, с разной глубиной локализации мицелия в почве. Полигон “Копачи” находится на территории Украинского Полесья с типом экотопа А1, поэтому на нем произрастают типичные для этого региона виды: облигатные симбиотрофы – белый гриб (*Boletus edulis* Bull.: Fr.), польский гриб (*Xerocomus badius* (Fr.) Kuhn. ex Gilb.), масленок обыкновенный (*Suillus luteus* (L.: Fr.) S.F.Gray), ежовик черепичатый (*Sarcodon imbricatus* (Fr.) Karst.), рядовка серая (*Tricholoma portentosum* (Fr.) Quel. s. auct. non Cke), зеленушка (*Tricholoma flavovirens* (Pers.: Fr.) Lund.); факультативный симбиотроф – свинушка тонкая (*Paxillus involutus* (Batsch: Fr.) Fr.); почвенный сапротроф – дождевик жемчужный (*Lycoperdon perlatum* Pers.).

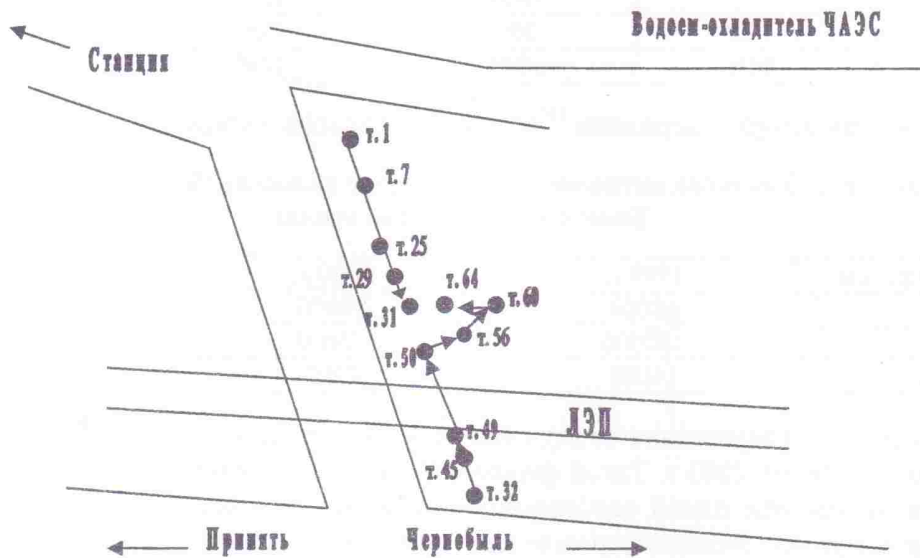


Рис. 1. Схематический план полигона “Копачи”.

Одновременно с отбором проб грибов проводилось измерение МЭД на уровне почвы и на высоте 1 м от поверхности. В районе т. 7 проводился отбор почв послойно (0 – 5, 5 – 10 и 10 – 20 см).

Более подробно методики отбора проб, подготовка их к измерению, измерение удельной активности ^{137}Cs и других радионуклидов, регистрируемых методами гамма-спектрометрии, способы и программы обработки результатов приведены в работах [4, 5].

Результаты исследований

Пристальное внимание к полигону “Копачи” было обусловлено фактом существования на этом полигоне локальных “пятен” с высокими значениями МЭД – 1500 мкР/ч (1999 г.). Измерения, проведенные в 2000 г., показали возрастание значений МЭД до 3000 мкР/ч на отдельных участках полигона. Возрастание значений МЭД через 14 лет после аварии является одной из особенностей этого полигона.

На других полигонах зоны также были зафиксированы отдельные “пятна” с повышенными значениями МЭД. Например, на полигоне “Новошепеличи” в 1998 г. было обнаружено локальное увеличение МЭД до 1000 мкР/ч (уровни МЭД на этом полигоне в том же году колебалась в пределах 260 – 280 мкР/ч). Однако в данном случае скачок значения МЭД был связан с наличием кучи захороненного мусора. Резкое увеличение МЭД на полигоне “Копачи” не связано с какими-то определенными объектами. За период с 1999 по 2004 г. не было зафиксировано появления свалок “грязного” радиоактивного мусора на этой территории.

Полигон “Копачи” является единственным на территории Чернобыльской зоны отчуждения и “южного следа”, на котором практически не происходит горизонтального вырав-

нивания значений МЭД. Можно предположить, что естественное снижение содержания радионуклидов в почве за счет перехода в ее более глубокие слои на небольших участках этого полигона по какой-то причине замедленно. Существует еще одно вероятное объяснение - дополнительное поступление радионуклидов в почву за период исследований (1999 - 2004 гг.).

Поточечные измерения показали, что и в 2004 г. разброс значений МЭД на полигоне "Копачи" не уменьшился и составляет от 200 до 2000 мкР/ч (табл. 1).

Таблица 1. Значение МЭД на полигоне "Копачи", мкР/ч

Точка	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2004 г.
7	1500	3000	2500	2000
26	-	1000	-	750
31	-	1000	1000	550
36	300	300	300	200
56	800	1000	1000	900

Результаты измерений содержания ¹³⁷Cs в почве послойно приведены в табл. 2.

Таблица 2. Удельная активность ¹³⁷Cs в почве полигона "Копачи" на т. 7, Бк/кг воздушно-сухой массы

Глубина отбора, см	1999 г.	2000 г.	2003 г.
0 - 5	68000	89000	136000
5 - 10	100000	17000	28000
10 - 20	14000	2500	-

На т. 7 отмечено возрастание содержания ¹³⁷Cs в верхнем слое почвы (лесной подстилке) за период с 1999 по 2003 г. Такой феномен был зарегистрирован только на полигоне "Копачи". Это является еще одной особенностью полигона. При этом возрастание удельной активности ¹³⁷Cs в верхнем 5-сантиметровом слое почвы совпадает с ростом значений МЭД, зафиксированных в 1999 - 2000 гг.

В отличие от значений МЭД разброс уровней удельной активности ¹³⁷Cs в грибах одного вида, отобранных в разных точках полигона, составляет от 10 раз до двух порядков (рис. 2) – еще одна отмеченная особенность.

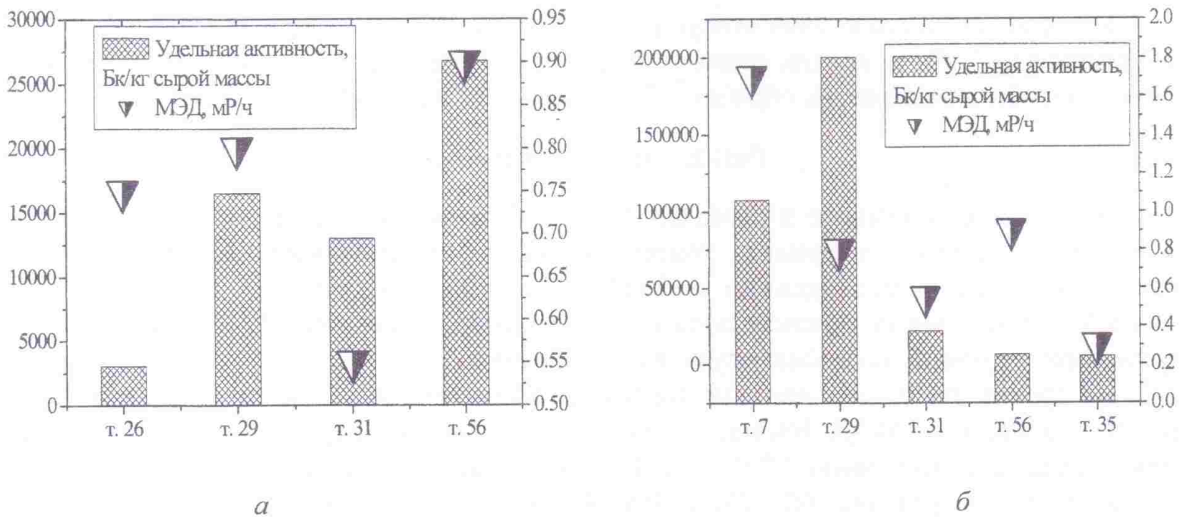


Рис. 2. Удельная активность ¹³⁷Cs в белом грибе (а), зеленушке (б) и значение МЭД на разных точках полигона "Копачи" в 2004 г.

Для большинства точек полигона за период исследований (1999 - 2004 гг.) отмечается стандартное соотношение содержания ¹³⁷Cs в разных видах грибов-симбиотрофов, характер-

ное для загрязненных территорий с 1986 и по 2000 г.: максимальные уровни содержания этого радионуклида характерны для грибов с приповерхностным залеганием мицелия (в слое 0 - 5 см); удельная активность ^{137}Cs в грибах с более глубокой локализацией мицелия меньше в 2 - 10 раз. Однако если на всех полигонах Чернобыльской зоны отчуждения и "южного следа", начиная с 2000 г., растет удельная активность ^{137}Cs в белых грибах и снижается в грибах с приповерхностной локализацией мицелия [3, 4], то на полигоне "Копачи" этот процесс отмечается только в т. 38 (рис. 3). На всей остальной территории полигона соотношение содержания ^{137}Cs в разных видах грибов соответствует соотношению, характерному в первые 15 лет после аварии, – еще одна особенность этого полигона.

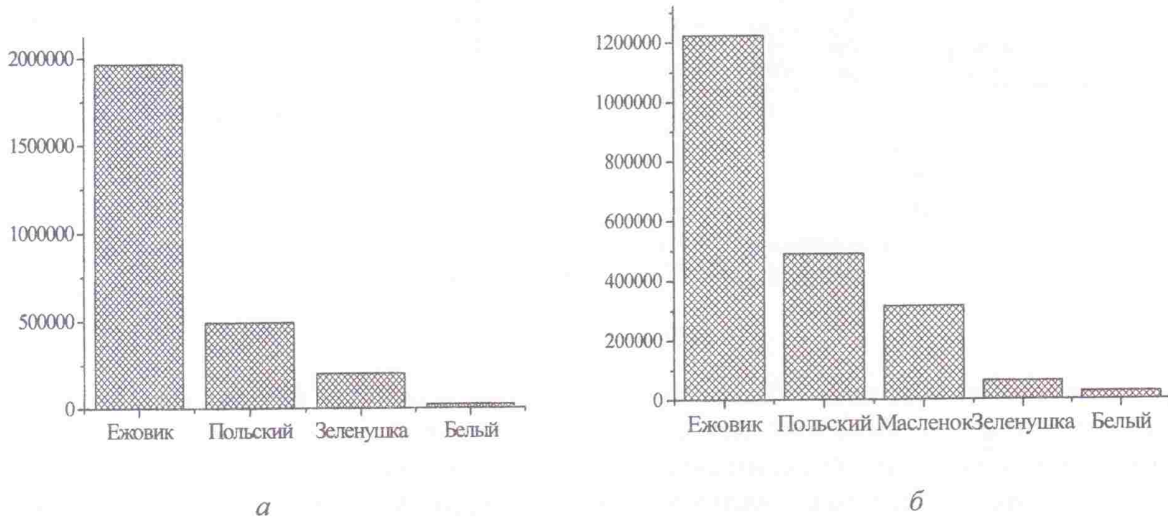


Рис. 3. Удельная активность ^{137}Cs в плодовых телах грибов в 2003 г. (а) и 2004 г. (б) на полигоне "Копачи" в т. 56 (Бк/кг сырой массы).

Динамика удельной активности ^{137}Cs в грибах-симбиотрофах, отбираемых на одной точке полигона, имеет специфические особенности (рис. 4), отличные от других полигонов Чернобыльской зоны отчуждения и "южного следа" (рис. 5). Если соотношение содержания ^{137}Cs в грибах с разной глубиной локализации мицелия в почве не изменилось, то колебания уровней удельной активности для этих грибов очень показательны.

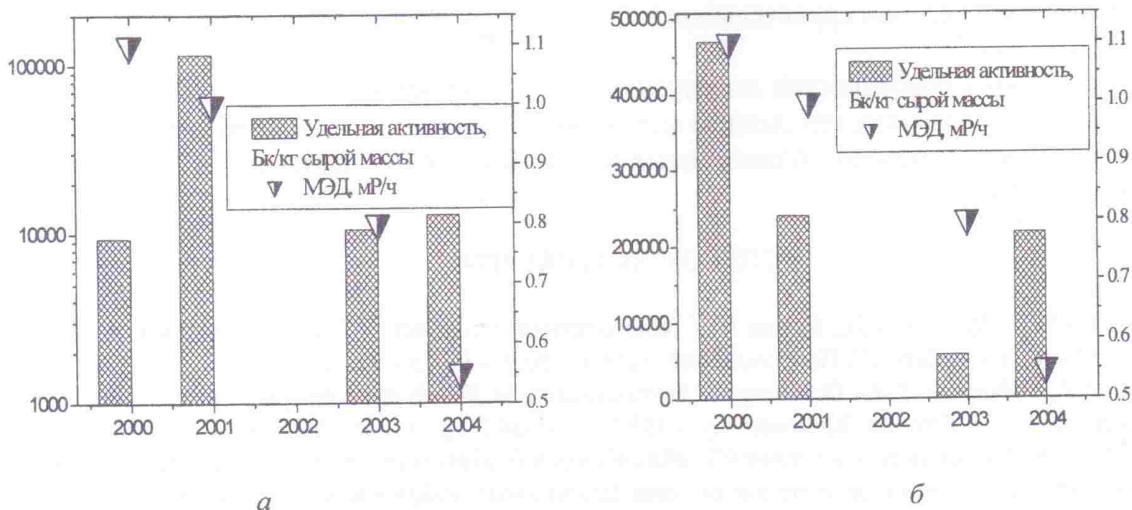


Рис. 4. Удельная активность ^{137}Cs в белом грибе (а), зеленушке (б) и значения МЭД на полигоне "Копачи" в т. 31.

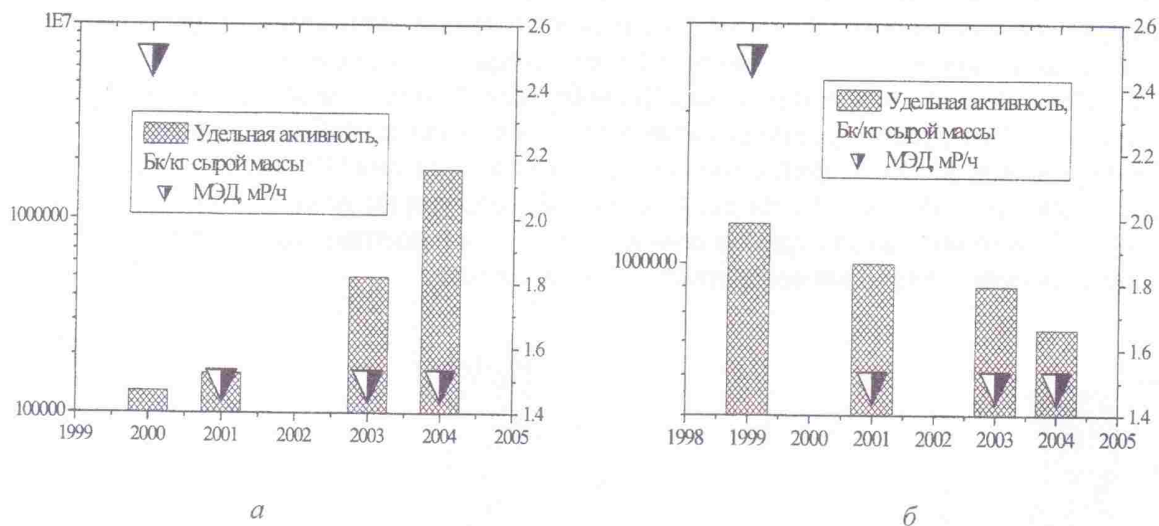


Рис. 5. Удельная активность ^{137}Cs в белом грибе (а), зеленушке (б) и значения МЭД на полигоне “Янов”, логарифмическая шкала.

Заключение

Так как грибы получают ^{137}Cs из того слоя почвы, в котором локализована основная часть их мицелия, то особенности аккумуляции этого радионуклида грибами на полигоне “Копачи” можно объяснить дополнительным (значительно позже 1986 - 1987 гг.) поступлением ^{137}Cs в почву. То, что такое поступление имело место, подтверждает и факт возрастания значений МЭД на отдельных участках полигона, и рост значений удельной активности ^{137}Cs в верхнем слое почв.

Процесс перераспределения радионуклидов в почвах длится десятилетиями. При дополнительном поступлении ^{137}Cs в верхние слои почв стандартная для лесных экосистем в зоне Чернобыльской аварии динамика аккумуляции этого радионуклида грибами изменится. Т.е. соотношение содержания в грибах с приповерхностным и более глубоким уровнями локализации мицелия будет оставаться прежним, характерным для первых 15 лет после аварии, когда центр основного запаса ^{137}Cs находился в верхнем 5-сантиметровом слое почв.

Вероятным источником дополнительного поступления радионуклидов в почву полигона “Копачи”, которое, в свою очередь, привело к изменениям динамики содержания ^{137}Cs в грибах, является проведение строительных работ в непосредственной близости от полигона – возведение “ХОЯТ-2”.

Исследования особенностей аккумуляции ^{137}Cs грибами на полигоне “Копачи” необходимо продолжить, так как эти данные могут стать основой прогнозирования загрязнения лесных экосистем в результате планируемых в будущем строительных работ в Чернобыльской зоне отчуждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цветнова О.Б., Щеглов А.И., Кучма Н.Д. Многолетняя динамика ^{137}Cs и ^{90}Sr высшими грибами // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. - 2004. - № 3. - С. 43 - 48.
2. Nikolova I., Johanson K.J., Dahlberg A. Radiocaesium in Fruitbodies and Mycorrhizae in Ectomycorrhizal Fungi // J. Environ. Radioactivity. - 1997. - Vol. 347, No. 1. - P. 115 - 125.
3. Зарубина Н.Е. Радіонукліди в їстівних грибах Київської області після аварії на ЧАЕС // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. - Квітень 2004. - № 1. - С. 54 - 61.
4. Зарубина Н.Е. Прогнозные оценки поведения ^{137}Cs в цепи “почва - макромицеты” // Зб. наук. праць Ін-ту ядерних досл. - 2003. - № 3 (11). - С. 114 - 120.

5. Зарубина Н.Е. Содержание радионуклидов аварийного происхождения в грибах на территории 30-километровой зоны Чернобыльской атомной электростанции // Микология и фитопатология. - 2004. - Т. 38, вып. 3. - С. 36 - 40.

**ВМІСТ ¹³⁷Cs В ГРИБАХ НА ПОЛІГОНІ “КОПАЧІ”
(5-КІЛОМЕТРОВА ЗОНА ЧАЕС)**

**Н. Є. Зарубіна, О. В. Сваричевська, І. А. Малюк, С. В. Телецька,
Л. О. Головач, А. І. Головач**

Дослідження, проведені в 1999 - 2004 рр., показали, що полігон “Копачі” має декілька характерних особливостей. Було встановлено зростання значень потужності експозиційної дози. Вміст ¹³⁷Cs у верхньому шарі ґрунту зріс за період досліджень. Співвідношення питомої активності ¹³⁷Cs в грибах з різними рівнями локалізації міцелію відповідає першим рокам після аварії. Було зроблено припущення, що особливості цього полігона пов'язані з додатковим надходженням радіонукліда в ґрунт у результаті будівництва “ХВЯП-2”.

**¹³⁷Cs CONTENT IN MUSHROOMS ON TESTING AREA “КОПАЧІ”
(5-KILOMETERS ZONE OF ChNPP)**

**N. E. Zarubina, E. V. Svarichevskaya, I. A. Malyuk, S. V. Teletskaya,
L. A. Golovach, A. I. Golovach**

The researches which have been carried out in the period of 1999 - 2004, have shown that the polygon “Kopachi” has some distinctive features. The increase of values of exposure dose was marked. The content of ¹³⁷Cs in the top layer of soil has increased for the period of researches. The ratio of specific activity of ¹³⁷Cs in mushrooms with different levels of localization of mycelium corresponds to the first years after accident. The assumption was made that the peculiarities of this testing area are connected to supplemental entry of ¹³⁷Cs in soil as the result of “Nuclear Waste-2 Depository” building.

Поступила в редакцію 02.08.05,
после доработки – 21.11.05.