
ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ТКАНЯХ РЫЖИХ ПОЛЕВОК ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ФОНОВОЙ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ

А.В. Истомин

Псковский государственный педагогический университет
пл. Ленина, Псков, Россия, 180017

В статье приведены данные о содержании и особенностях биоаккумуляции некоторых радионуклидов в тканях рыжей полевки из природных популяций различных типов лесных экосистем фоновой территории центральной части Русской равнины (Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник, Тверская область, Россия).

Одна из важнейших проблем оценки качества среды связана с загрязнением, которое характеризуется крайней мозаичностью и большим разбросом концентраций поллютантов в различных регионах, средах и объектах. В связи с этим достаточно давно в практике исследований сложились три подхода: импактный, региональный, фоновый. В гораздо меньшей степени развиты фоновые исследования. До сих пор окончательно не сформировалось понятие современного фона загрязнения [1—3]. По мнению некоторых авторов, наиболее целесообразно базироваться на понятии регионального фона, имея в виду под этим среднестатистические значения концентраций поллютантов, которые воздействуют на биоту региона [3].

Одними из основных источников информации о загрязнении природной среды на фоновом уровне должны быть биосферные заповедники. В данной статье обобщены некоторые результаты исследования содержания и миграции радионуклидов в различных компонентах лесных экосистем Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГПБЗ).

ЦЛГПБЗ расположен на Главном Каспийско-Балтийском (Русском) водоразделе Русской равнины в трех административных районах Тверской области. Согласно схеме геоботанического районирования [4] этот регион относится к подзоне южной тайги. Растительный покров в основном представлен еловыми (47% территории) и образовавшимися на их месте вторичными (32%) лесами. Исторические и палеоэкологические исследования показали, что в течение последнего тысячелетия осваивались не более 15% современной территории заповедника [5]. В настоящее время суммарная доля антропогенных местообитаний в границах собственно заповедного ядра составляет только 1,5%. В пределах ближнего переноса также отсутствуют явные источники атмосферного загрязнения. Все это позволяет считать данную территорию эталоном естественных процессов южно-таежных экосистем Русской равнины.

Мелкие млекопитающие принадлежат к числу объектов, использование которых в биогеохимическом мониторинге весьма перспективно [3; 6—12]. Многие виды этой группы организмов вполне соответствуют основным критериям, которые предъявляются к выбору животных-биоиндикаторов загрязнения среды: широкий ареал, эвритопность, оседлость, антисинантропность, индикационная пластичность, простота добычи и учета, что позволяет формировать достаточную массу пробы. Кроме этого, немаловажное значение имеет возможность проведения

экспериментальных экотоксикологических исследований. Некоторые авторы отмечают наличие видовой специфичности в накоплении токсических элементов у мелких млекопитающих из природных популяций [10].

Рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) полностью удовлетворяет упомянутым выше требованиям и принадлежит к фоновым видам лесов умеренного климата, где чрезвычайно широко распространена. На исследуемой территории рыжая полевка доминирует во всех лесных экосистемах и играет среди мышевидных грызунов первостепенную ценотическую роль как массовый фитофаг, основной пищевой компонент для мелких хищников и прокормитель многих паразитических организмов. Это определяет важную роль вида для установления особенностей биоаккумуляции загрязнителей в ходе трофических взаимодействий организмов.

При подготовке и анализе образцов на загрязнение различных компонентов биоты ЦЛГПБЗ радионуклидами основное внимание уделялось «отрезку» пищевой цепи с участием видов млекопитающих разных трофических уровней. Были исследованы:

- верхние горизонты почвы, подстилка (среда для мышевидных грызунов);
- мохово-гравяно-кустарничковый ярус (основной пищевой субстрат фитофагов из группы микромаммалия);
- рыжая полевка (фитофаг, массовый модельный вид, основной пищевой компонент для мелких хищных млекопитающих);
- лесная куница (мелкий хищник «наземно-древесной» приуроченности).

Материал по загрязнению среды и биоты в основном был собран коллективом ЦЛГПБЗ при непосредственном участии автора в 1986—1987 гг. (в 1986 г. сбор осуществлялся после аварийного выброса Чернобыльской АЭС, который внес существенный дополнительный вклад в формирование глобальных радиоактивных выпадений на европейской территории). Образцы рыжей полевки нами были подготовлены из разных типов местообитаний, которые составляли ряд сукцессионной серии неморальной структуры: молодняки 25—30 лет, мелколиственные производные 60—80 лет, зрелые ельники. Вторичные производные указанного возраста были представлены березняками и осинниками, возобновляющимися после вырубок на месте неморальных ельников. Образец для каждого местообитания состоял из нескольких десятков особей рыжих полевок (тушки с органами). Также было проанализировано содержание радионуклидов в 10 тушках (с органами) лесной куницы. Аналитические работы по определению уровней содержания некоторых радионуклидов в отдельных образцах были выполнены на базе научно-производственного объединения «Радон» (Н.Я. Минеева, А.В. Маркелов). Результаты анализов были представлены в виде соответствующих приложений к «Летописи природы» заповедника. Некоторые материалы оформлены в виде публикаций [13—14 и др.] На основании архивных и литературных данных нами рассчитаны среднестатистические значения уровней содержания радионуклидов в среде и в различных компонентах экосистем.

По данным А.В. Маркелова и др. [13], полученным в августе 1987 г., при подробном исследовании различных объектов на комплексном радиоэкологическом профиле в Европейской провинции подзоны хвойно-широколиственных лесов, район ЦЛГПБЗ принадлежит к числу территорий «повышенной» фоновой радиа-

ционной нагрузки. По мнению авторов, это связано с доминированием возвышенного рельефа, что формирует специфику глобальных выпадений.

Дикие мышевидные грызуны, вследствие их тесного контакта с почвой, как правило, оказываются в сфере достаточно интенсивного действия внешнего и внутреннего ионизирующего излучения [11]. В нашем случае сравнение усредненных показателей содержания радионуклидов в рыжих полевках продемонстрировало определенные различия между исследованными типами местообитаний. Причем для всех проанализированных нуклидов обнаружена одинаковая закономерность: более низкие показатели загрязнения получены для особей из зрелых ельников (рис. 1—4). В мелколиственных производных разного возраста содержание радионуклидов в тканях рыжей полевки было более высоким. Это может быть связано как с различиями в уровне содержания нуклидов в исследованных типах экосистем, так и с особенностями зверьков, которые их населяют. В частности, можно предположить, что в зрелых ельниках, которые являются наиболее оптимальными для рыжей полевки, основу населения составляют оседлые особи, тогда как в мелколиственных производных велика доля расселяющихся особей [15], которые в силу своих регулярных перемещений в большей степени способны накапливать радионуклиды.

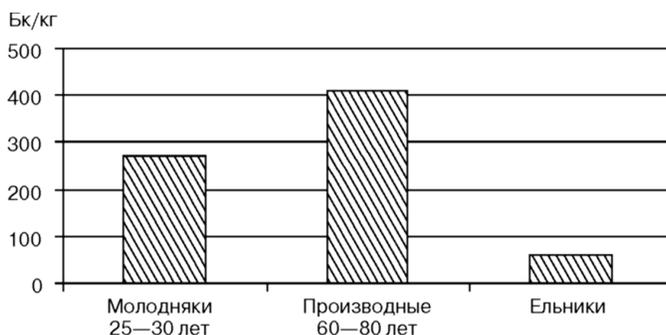


Рис. 1. Содержание α -излучающих радионуклидов (^{238}Pu , ^{239}Pu) в тушках рыжих полевок в различных типах местообитаний

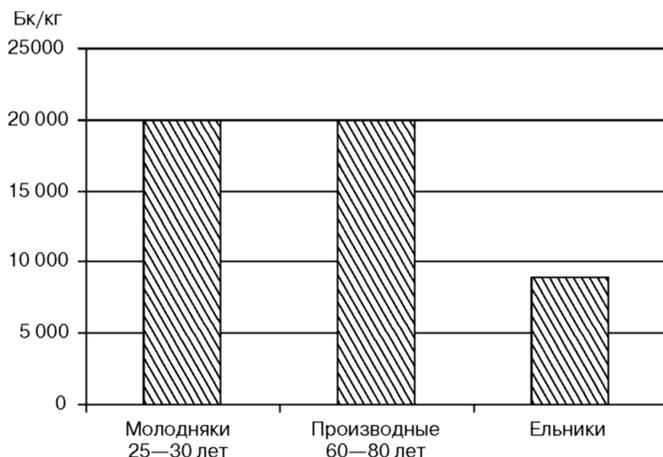


Рис. 2. Содержание β -излучающих радионуклидов (^{90}Y , ^{90}Sr) в тушках рыжих полевок в различных типах местообитаний

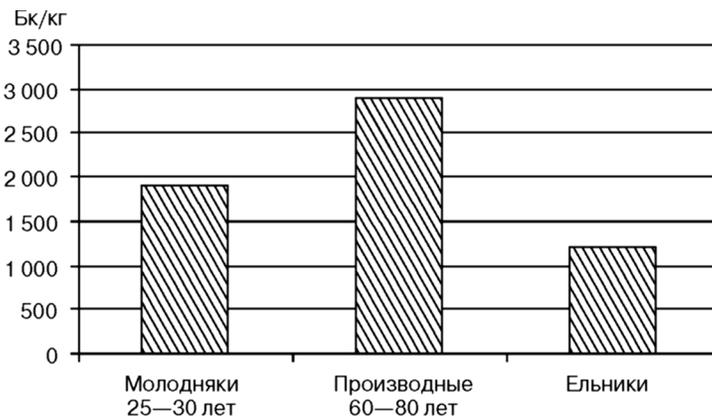


Рис. 3. Содержание ^{90}Sr в тушках рыжих полевков в различных типах местообитаний

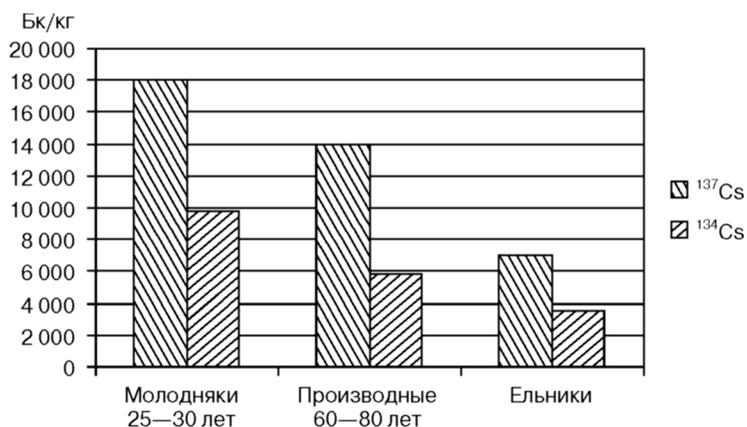


Рис. 4. Содержание ^{137}Cs и ^{134}Cs в тушках рыжих полевков в различных типах местообитаний

В табл. 1 приведены усредненные показатели содержания радионуклидов в различных компонентах исследованных типов лесных экосистем.

Таблица 1

Содержание радионуклидов в различных компонентах лесных экосистем
(Бк/кг, ? — репрезентативные данные отсутствуют)

Компоненты лесных экосистем	$\Sigma\beta$ $^{90}\text{Y}, ^{90}\text{Sr}$	^{90}Sr	^{137}Cs	^{134}Cs
Лесная подстилка	$2,1 \times 10^3$	$6,8 \times 10^2$?	?
Мхи	$5,0 \times 10^3$	$3,3 \times 10^2$?	?
Травяно-кустарничковый ярус	$5,5 \times 10^3$	$8,3 \times 10^2$?	?
Рыжая полевка	$16,0 \times 10^3$	$20,0 \times 10^2$	$13,0 \times 10^3$	$6,4 \times 10^3$
Лесная куница	$20,6 \times 10^3$	$4,0 \times 10^2$	$22,0 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$

На основании этих материалов рассчитаны коэффициенты биологического накопления радионуклидов по отношению к среде и с учетом трофодинамического взаимодействия (табл. 2).

Коэффициенты накопления радионуклидов в лесных экосистемах

Компоненты лесных экосистем	$\Sigma\beta$ ⁹⁰ Y, ⁹⁰ Sr	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
Рыжая полевка — среда (лесная подстилка)	7,6	2,9	?	?
Рыжая полевка — пищевой субстрат	3,1	3,3	?	?
Лесная куница — рыжая полевка	1,3	0,2	1,7	0,5

Между особенностями биоаккумуляции исследованных радионуклидов отмечены определенные различия. Достаточно четко прослеживалось накопление при миграции по трофической цепи ¹³⁷Cs и β-излучающих нуклидов (⁹⁰Y, ⁹⁰Sr), наиболее высокое содержание которых отмечено у лесной куницы, тогда как повышенные значения концентрации ⁹⁰Sr отмечены для рыжей полевки. На изменение коэффициентов концентрации могут действовать многие, в том числе и небиологические факторы.

Обнаруженные особенности накопления радионуклидов у рыжей полевки из различных типов лесных экосистем фоновой территории центра Русской равнины свидетельствуют о том, что уровень загрязнения зависит от сочетания экологических особенностей животных и природных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ровинский Ф.Я., Колосков И.А., Черханов Ю.П. и др. Опыт комплексного фоновое мониторинга загрязнения природных сред // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — С. 134—146.
- [2] Ровинский Ф.Я., Буянова Л.И. Мониторинг фоновое состояния окружающей природной среды в Восточно-Европейском регионе // Проблемы фоновое мониторинга состояния природной среды. — Л.: Гидрометеиздат, 1982. — Вып. 1. — С. 8.
- [3] Степанов А.М. Методология биоиндикации и фоновое мониторинга экосистем суши // Экотоксикология и охрана природы. — М.: Наука, 1988. — С. 28—108.
- [4] Исаченко Т.И. Южно-таежные леса // Растительность Европейской части СССР. — 1980. — С. 93—96.
- [5] Каримов А.Э., Носова М.Б. Использование земель и воздействие на природу Центрально-Лесного заповедника (конец 16 — начало 20 вв.) // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. — СПб.: РБО, 1999. — С. 299—310.
- [6] Катаев Г.Д., Попова М.Ф. Оценка качества природной среды по состоянию *Microgametalia* в окрестностях г. Мончегорска // Материалы Всесоюзного совещания по грызунам. — М.: Наука, 1980. — С. 411—412.
- [7] Степанов А.М., Попов И.Ю., Зацепин Т.С. Млекопитающие — индикаторы промышленного загрязнения // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. — М.: Наука, 1986. — С. 204—210.
- [8] Катаев Г.Д. Роль мелких млекопитающих в биоиндикации природной среды Кольского Севера // Экотоксикология и охрана природы. — М., 1988. — С. 195—199.
- [9] Лукьянова Л.Е. Изменение популяционных параметров мелких млекопитающих в условиях техногенного воздействия // Тез. докл. 5 съезда ВТО. — М., 1990. — Т. 2. — С. 242—243.

- [10] Степанов А.М., Кабиров Р.Р., Черненко Т.В., Садыков О.Ф., Ханисламова Г.М., Некрасова Л.С., Бутусов О.В., Бальцевич Л.А. Комплексная экологическая оценка техногенного воздействия на экосистемы южной тайги. — М.: ЦЕПЛ, 1992.
- [11] Кудяшева А.Г., Шишкина Л.Н., Загорская Н.Г., Таскаев А.И. Биохимические механизмы радиационного поражения природных популяций мышевидных грызунов. — СПб.: Наука, 1997.
- [12] Черненко Т.В., Бутусов О.В., Сычев В.В., Конева Г.Г., Кабиров Р.Р., Степанов А.М., Куперман Р.Г., Катаев Г.Д. Воздействие металлургических производств на лесные экосистемы Кольского полуострова. — СПб, 1995.
- [13] Маркелов А.В., Минеева Н.Я., Гордиенко П.В. Грибы в системе биоиндикации радиационных нагрузок // Биоиндикация и биомониторинг. — М.: Наука, 1991. — С. 129—139.
- [14] Истомин А.В. Содержание и миграция загрязняющих веществ в лесных экосистемах Центрально-Лесного биосферного заповедника // Экологический мониторинг лесных экосистем. Материалы Всероссийского совещания. — Петрозаводск, 1999а. — С. 43.
- [15] Истомин А.В. Расселение и динамика численности полевки-экономки и рыжей полевки на ранних стадиях зарастания сплошных вырубок южной тайги // Актуальные вопросы биоразнообразия животных в антропогенном ландшафте. Тезисы докл. научно-практической конференции. — Киев: Изд-во УА МБН, 1999б. — С. 62—65.

**PECULIARITIES OF BIOACCUMULATION
OF RADIONUCLIDE IN THE TISSUES OF BANK VOLES
FROM NATURAL POPULATIONS
IN THE CENTRAL RUSSIAN PLAIN**

A.V. Istomin

Pskov State Pedagogical University
Lenin sq., Pskov, Russia, 180017

Content and bioaccumulation of some radionuclide in the tissues of bank voles from natural populations were investigated. Research was made in different types of forest ecosystems in the central Russian Plain (Central Forest National Nature Biosphere Reserve, Tver region).