

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

# **ЭКОЛОГИЯ: популяция, вид, среда**

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

14 – 18 апреля 2014 г.  
ЕКАТЕРИНБУРГ

УДК 574 (061.3)

Э 40

*Материалы конференции изданы при финансовой поддержке  
Президиума Уральского отделения РАН (проект № 14-4-МШ-32)  
и Российского фонда фундаментальных исследований  
(проект № 14-04-06811).*

**Экология:** популяция, вид, среда. Материалы конф. молодых ученых, 14 – 18 апреля 2014 г. / ИЭРиЖ УрО РАН – Екатеринбург: Гощицкий, 2014. – 176 с.

В сборнике опубликованы материалы Всероссийской конференции молодых ученых «Экология: популяция, вид, среда». Мероприятие проходило в Институте экологии растений и животных УрО РАН с 14 по 18 апреля 2014 г. Работы посвящены проблемам изучения биологического разнообразия на популяционном, видовом и экосистемном уровнях, анализу экологических закономерностей эволюции, поиску механизмов адаптации биологических систем к экстремальным условиям, а также популяционным аспектам экотоксикологии, радиобиологии и радиоэкологии.

ISBN 978-5-98829-047-6

© Авторы, 2014

© ИЭРиЖ УрО РАН, 2014

© Оформление. Издательство «Гощицкий», 2014

---

# ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ $^{90}\text{Sr}$ В КОСТНОЙ ТКАНИ ГРЫЗУНАМИ РАЗНЫХ ВИДОВ В ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ ВУРСа

Ю.В. Городилова\*, Г.П. Малиновский\*\*

\* Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

\*\* Институт промышленной экологии УрО РАН, г. Екатеринбург

*Ключевые слова: ВУРС, грызуны, краниальный скелет, пищевая специализация,  $^{90}\text{Sr}$ .*

Территория Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа) на Южном Урале является уникальным природно-антропогенным комплексом в силу своей заповедности и радиационного загрязнения. Оценка уровней радиоактивного загрязнения здесь проводится со времен аварии на ПО «Маяк» в 1957 г. и по сей день (Восточно-Уральский радиоактивный..., 1996; Позолотина и др., 2008). Представляет интерес изучение особенностей накопления радионуклидов живыми организмами (Ильенко, Покаржевский, 1972; Ильенко, 1974; Стариченко и др., 1993; Тарасов, 2000).

Оценка содержания радионуклидов в костных тканях животных традиционными – радиметрическим и радиохимическим – методами часто приводит к разрушению или уничтожению исходного материала, что нежелательно для уникальных коллекций черепов мелких млекопитающих. Учитывая это, был разработан неразрушающий метод оценки содержания  $^{90}\text{Sr}$  в костной ткани краниального скелета животных (Стариченко, Жуковский, 2012; Малиновский, 2012; Малиновский и др., 2012). Ценность данного метода состоит в том, что в дальнейшем можно будет оценить влияние уровня накопления  $^{90}\text{Sr}$  на признаки формы и размеров нижних челюстей и черепа грызунов, учитывая их пищевую специализацию, то есть на экологическую приспособленность животных к обитанию в данных условиях.

Цель работы – анализ накопления  $^{90}\text{Sr}$  в краниальном скелете трех видов грызунов, имеющих различную экологическую и пищевую специализацию, обитающих в головной части ВУРСа.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на неповрежденных образцах краниального скелета зрелых сеголеток грызунов. Отловы грызунов проводили в Каслинском р-не Челябинской области в головной части ВУРСа (район лежневой дороги –  $60^{\circ}50'$  в.д.,  $55^{\circ}45'$  с.ш.) в августе 2005 г. (Городилова, Чибиряк, 2013). Основным загрязнителем территории ВУРСа является  $^{90}\text{Sr}$ , плотность загрязнения почвы на исследуемом участке составляет  $23.9\text{--}39.8 \text{ МБк/м}^2$  (Позолотина и др., 2008).

В исследование включены три вида двух семейств, имеющие различные экологические особенности и пищевую специализацию: малая лесная мышь (*Sylvaeus uralensis* Pallas, 1811), красная полевка (*Clethrionomys rutilus* Pallas, 1779) и пашенная полевка (*Microtus agrestis* Linnaeus, 1761).

Бета-активность скелета животных на 90–95% обусловлена  $^{90}\text{Sr}$  и продуктом его полураспада  $^{90}\text{Y}$  (Малиновский и др., 2012). Удельную активность этих изотопов в черепе и нижних челюстях животных определяли ранее разработанным неразрушающим методом с использованием бета-радиометрии целостной костной структуры с помощью прибора БДПБ-01. Данная методика учитывает эффект самопоглощения, геометрию и распределение радионуклида между поверхностью и объемом кости. Поэтому при оценке накопления  $^{90}\text{Sr}$  применялись коэффициенты конверсии для перехода от измеренного сигнала к величине активности образца (Малиновский и др., 2012). Коэффициенты перехода надежно установлены для определенного диапазона активности (2–276 и 1–597 Бк/г для черепа и челюстей соответственно). Для расчетов при большем накоплении  $^{90}\text{Sr}$  проводилась экстраполяция полученных данных в предположении сохранения степенной зависимости между показаниями радиометрии и удельной активностью  $^{90}\text{Sr}$ . Дополнительные эксперименты в этом диапазоне доз не проводились ввиду нежелательности разрушения костного материала животных, обитавших на территории с высоким уровнем загрязнения. Также была сделана поправка на распад радионуклидов в образце в период между отловом животного (2005 г.) и периодом измерений (2012 г.), за 7 лет распадается около 15%  $^{90}\text{Sr}$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности остеотропного накопления  $^{90}\text{Sr}$ , как аналога кальция, в костных структурах мышевидных грызунов связаны с экологическими приспособлениями отдельных видов. Предварительный анализ полученных данных дает основания предполагать, что постоянный рост щечных зубов, отсутствие корнеобразования и особенности питания приводят к избирательному повышенному накоплению радиостронция в костной и зубной системах грызунов, обитающих в радиационно-загрязненной среде. Результаты оценки удельной активности  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  в костной ткани животных приведены в таблице.

Максимальные различия удельной активности (УА)  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  обнаружены между малой лесной мышью (*S. uralensis*) и пашенной полевкой (*M. agrestis*), для красной полевки (*C. rutilus*) характерны средние значения. У малой лесной мыши и красной полевки наблю-

ТАБЛИЦА. Удельная  $\beta$ -активность  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  в костях краниального скелета трех модельных видов грызунов на территории ВУРСа (среднее $\pm$ SE)

Вид	N	Череп	Левая нижняя челюсть	Правая нижняя челюсть
<i>Sylvaeumus uralensis</i>	13	603.2 $\pm$ 66.7	565.1 $\pm$ 91.3	576.4 $\pm$ 95.1
<i>Clethrionomys rutilus</i>	4	981.9 $\pm$ 161.9	863.5 $\pm$ 117.2	872.1 $\pm$ 124.0
<i>Microtus agrestis</i>	14	1446.9 $\pm$ 161.3	2730.7 $\pm$ 316.8	2729.3 $\pm$ 322.5

дается равномерное накопление радионуклидов в осевом черепе и нижнечелюстных костях, тогда как в костной ткани нижней челюсти пашенной полевки оказалось многократное превышение удельной активности, указывающее на избирательность накопления радионуклидов в нижней челюсти по сравнению с осевым черепом.

Малая лесная мышь является в основном семеноядным грызуном. Питается семенами различных растений, в том числе и культурных, сочными плодами, а также ягодами и в меньшей степени зелеными частями растений (Большаков и др., 2006), то есть потребляет более калорийную пищу с меньшим содержанием радиоактивных веществ (Позолотина и др., 2008). Важную роль в питании также занимает животная пища, в первую очередь насекомые. В зубной системе мыши постоянно растут только резцы, тогда как дефинитивные коренные зубы постепенно стираются. Для малой лесной мыши характерно наименьшее накопление радионуклида среди изученных видов.

Для красной полевки характерно смешанное и весьма разнообразное питание: зеленые части и семена растений, древесная кора, ягоды, грибы, мхи и лишайники, изредка животные корма, насекомые и их личинки (Большаков и др., 2006). Наличие корнеобразования в зубной системе с возрастом приводит к относительному уменьшению общей массы зубов. По уровню накопления радионуклида этот вид занимает промежуточное положение.

Пашенная полевка является более специализированным зеленоядным грызуном, потребляя преимущественно зеленые части растений, резе семена, корневища, грибы и ягоды (Большаков и др., 2006). При этом в зубной системе данного вида отсутствуют корни, а зубы (резцы и коренные), характеризуются постоянным ростом в течение жизни. Мы предполагаем, что максимальные значения удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в костях именно у пашенной полевки обусловлены высоким содержанием радионуклидов в зеленых частях растений (по сравнению с семенами и плодами) и высокой скоростью роста зу-

бов, обуславливающей высокий обмен веществ на тканевом уровне. С этим же, по-видимому, связано двукратное превышение накопления  $^{90}\text{Sr}$  в нижнечелюстных костях по сравнению с черепом.

При оценке накопления радионуклидов следует учитывать индивидуальные, видовые и экологические особенности животных. Возможно, именно поэтому полученные данные не всегда согласуются с предыдущими исследованиями, особенно, если они выполнены другими методами. Так в работах (Стариченко, Жуковский, 2012; Стариченко, Модоров, 2013) показано повышенное накопление в челюстях грызунов в 2–3 раза, чем в черепе. Таким образом, данный вопрос требует дальнейшего изучения на большем материале.

Авторы выражают благодарность д.б.н., проф. А.Г. Васильеву, д.б.н. И.А. Васильевой, к.б.н. М.В. Чибиряку и д.т.н., проф. М.В. Жуковскому за помощь в проведении исследования и обсуждении результатов. Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума УрО РАН (12-М-24-2016) и ведущих научных школ (НШ-2840.2014.4).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Большаков В.Н., Бердюгин К.И., Кузнецова И.А. Млекопитающие Среднего Урала: справочник-определитель. Екатеринбург: Сократ, 2006. 221 с.
- Восточно-Уральский радиоактивный след (Свердловская область) / Под ред. проф. В.Н. Чуканова. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. 167 с.
- Городилова Ю.В., Чибиряк М.В. Многолетняя динамика численности и биоразнообразия мелких млекопитающих ВУРСа // Вопросы радиационной безопасности. 2013. Спецвыпуск. С. 74–83.
- Ильенко А.И. Концентрирование животными радиоизотопов и их влияние на популяцию. М.: Наука, 1974. 169 с.
- Ильенко А.И., Покаржевский А.Д. Влияние биоценологических различий на концентрирование стронция-90 мелкими млекопитающими // Зоол. журн. 1972. Т. 51. № 8. С. 1219–1224.
- Малиновский Г.П. Современные дозы облучения мышевидных грызунов, обитающих на ВУРСе // Экология: традиции и инновации. Материалы конф. молодых ученых, 9–13 апреля 2012 г. Екатеринбург: Гощицкий, 2012. С. 66.
- Малиновский Г.П., Жуковский М.В., Стариченко В.И., Модоров М.В. Неразрушающие методы оценки содержания  $^{90}\text{Sr}$  в костях мышевидных грызунов, обитающих на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа // АНРИ. 2012. № 3. С. 87–92.
- Позолотина В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н. и др. Современное состояние наземных экосистем зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа. Екатеринбург: Гощицкий, 2008. 204 с.
- Стариченко В.И., Жуковский М.В. Дозовые нагрузки на костные поверхности мышевидных грызунов в зависимости от уровня накопления  $^{90}\text{Sr}$  в скелете // Экология. 2012. № 3. С. 210–214.

- Стариченко В.И., Любашевский Н.М., Попов Б.В.* Индивидуальная изменчивость метаболизма остеотропных токсических веществ. Екатеринбург: Наука, 1993. 164 с.
- Стариченко В.И., Модоров М.В.* Распределение бета-активности а организме мышевидных грызунов, обитающих на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа // Вопросы радиационной безопасности. 2013. Спецвыпуск. С. 66–73.
- Тарасов О.В.* Радиоэкология наземных позвоночных головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Озерск, 2000. 16 с.