

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ *SYLVAEMUS URALENSIS* НА ЮЖНОМ УРАЛЕ: ТЕХНОГЕННЫЙ АСПЕКТ

Изучали изменчивость формы нижней челюсти малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811) на Южном Урале методами геометрической морфометрии. Выявлена неспецифическая морфогенетическая реакция вида на воздействие техногенных факторов разной природы (фториды, радионуклиды). Установлено, что ландшафтно-биотопическая и техногенная компоненты вносят различный вклад в общую изменчивость.

Ключевые слова: геометрическая морфометрия, морфологическая изменчивость, радионуклиды, фториды.

С целью оценки влияния техногенных факторов на морфологическую изменчивость изучали выборки из популяций малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811) с контрольных и импактных территорий Южного Урала. Всего проанализировано 102 экз. однородных по возрасту сеголеток, отловленных в 2001 и 2007 годах в Оренбургской области и в 2005 г. – в Челябинской. На юге вблизи Южно-Уральского криоолитового завода (ЮУКЗ, г. Кувандык, Оренбургская обл.) воздействие на импактную группировку обусловлено выбросами фторидов, а на севере – хроническим облучением в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС, окр. ЗАТО Озерск, Челябинская обл.). Расстояние между районами отлова в Челябинской и Оренбургской областях более 500 км, а внутри каждой области между контрольными и импактными участками – около 10 км.

Известно, что техногенные поллютанты, такие как ^{90}Sr и фтор, являются остеотропными химическими элементами, относящимися к одной группе по оказываемому воздействию на организм животного [1]. Содержание фторидов в костях импактных животных достигает 6000 мг/кг (окрестности ЮУКЗа), тогда как у контрольных не более 500 мг/кг (пос. Кашук). Концентрация ^{90}Sr в костной ткани зверьков с территории ВУРСа достигает 600-700 Бк/г, в контроле этот показатель в среднем не более 100 Бк/г (по данным О.В. Тарасова и М.В. Чибиряка).

Проверяли рабочие гипотезы о том, что географическая изменчивость выражена сильнее, чем техногенная биотопическая, причем разные техногенные факторы вызывают неспецифическую морфогенетическую реакцию у животных, обитающих на импактных территориях. Проверяли также возможность разделения ландшафтно-биотопической и техногенной компонент морфологической изменчивости.

Для характеристики морфологической изменчивости изучали форму нижней челюсти малой лесной мыши методами геометрической морфометрии [2, 3]. При описании формы нижней челюсти использовали 16 гомологичных меток-ландмарков (landmarks). Предварительно провели оценку эффекта повторной расстановки меток на устойчивость характеристик формы нижней челюсти. Оценивали также вероятную связь изменчивости формы нижней челюсти с полом животных. Установлено, что данные факторы не оказывают значимого воздействия на проявления изменчивости, поэтому в дальнейшем материал анализировали на основе однократной расстановки меток и по объединенным выборкам самцов и самок.

Изменения формы нижней челюсти мыши изучали на основе канонического анализа относительных деформаций (RW), полученных по прокрустовым остаткам (рис. 1). Показано, что географическая изменчивость формы нижней челюсти малой лесной мыши в широтном направлении в популяциях Оренбургской и Челябинской областей проявляется вдоль первой канонической оси (CVA1 – около 80% дисперсии). Вдоль второй канонической оси (CVA2 – около 15% дисперсии) выражены межгрупповые различия по форме челюсти между контрольными и импактными группировками животных – техногенно-биотопическая изменчивость. Таким образом, в северной и южной импактных популяционных группировках малой лесной мыши проявилась неспецифическая морфогенетическая реакция на техногенное загрязнение разной природы, которая представляет собой однонаправленные параллельные изменения формы нижней челюсти. При этом географическая составляющая существенно больше, чем техногенно-биотопическая. Эффект хронического радиоактивного воздействия на морфогенез животных в зоне влияния ВУРСа сопоставим по масштабу с влиянием высокого содержа-

ния фторидов в костной ткани как опосредованного воздействия ЮУКЗа.

Челябинские животные, отличаются укороченной резцовой частью челюсти, укороченным зубным рядом, более мощными венечным и угловым отростками, причем венечный отросток более изогнут в дорзальном направлении. Оренбургские зверьки, напротив, имеют удлиненные резцовую часть и зубной ряд, а также тонкий направленный назад венечный отросток и более массивный сочленовный отросток. Все импактные животные отличаются относительно укороченным зубным рядом и более расширенной в дорзо-вентральном направлении нижней челюстью, причем венечный отросток у них смещен вперед. Эти деформации можно рассматривать как неспецифическую морфогенетическую реакцию животных, обитающих в условиях техногенной нагрузки, поскольку направление изменений формы нижней челюсти сходно в зонах влияния ВУРСа и криолитового завода.

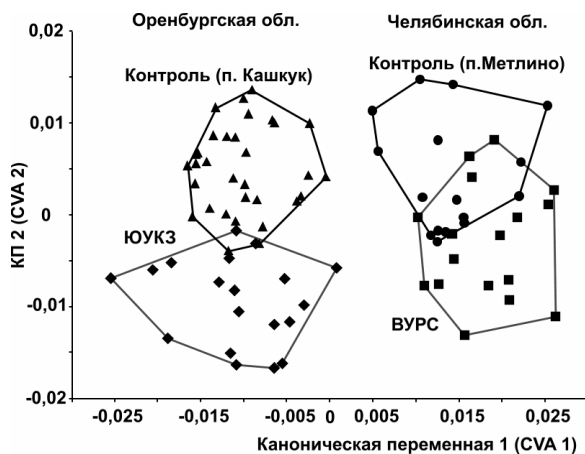


Рисунок 1. Результат канонического анализа (CVA1-CVA2) формы нижней челюсти контрольных и импактных популяций малой лесной мыши

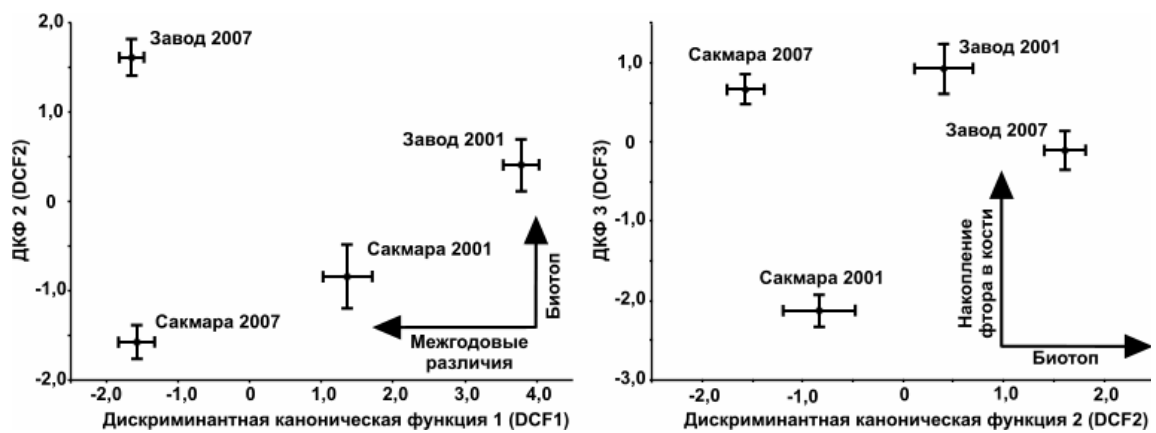


Рисунок 2. Результаты дискриминантного канонического анализа формы нижней челюсти малой лесной мыши в зоне влияния ЮУКЗ

На основе определения содержания фторидов в костной ткани мышей в Оренбургской области сделана попытка оценить влияние ландшафтно-биотопических условий местообитания животных и техногенного загрязнения окружающей среды на морфологическую изменчивость. Для этого использован материал 2001 и 2007 гг., собранный параллельно вблизи Южно-Уральского криолитового завода (импактный участок) и в пойме р. Сакмара (контрольный участок). Биотопы в пойме р. Сакмара отличаются большей влажностью по сравнению с более открытыми и возвышенными участками вблизи завода.

Содержание фтора в 2001 г. в костной ткани зверьков различалось: в пойме р. Сакмара – 200 мг/кг, а на импактном участке – более 1400 мг/кг. В 2007 г. уровень содержания фторидов в кости в контроле достиг уровня завода. Вероятно в результате аварийных ситуаций на криолитовом заводе пойма р. Сакмара была загрязнена фторидами. Поэтому контроль 2007 г. можно также рассматривать в качестве импактной территории. Контрольная группировка мышей 2001 г. имеет достоверно наименьшее содержание фтора в костях.

В результате дискриминантного канонического анализа относительных деформаций (RW) нижней челюсти установлено, что межгрупповые различия вдоль всех трех канонических переменных статистически достоверны (рис. 2). Интерпретация изменчивости вдоль осей основана на результатах рангового корреляционного анализа Спирмена. Хронографическая (межгодовая) изменчивость формы нижней челюсти в популяционных группировках малой лесной мыши проявилась вдоль первой канонической оси (CVA1 – около 64% общей дисперсии; $r_s = 0,83$). Вдоль второй канонической переменной (CVA2 – около 22%; $r_s = 0,75$) выражены межгрупповые различия по форме челюсти, связан-

ные с ландшафтно-биотопической приуроченностью мест отлова животных. Техногенная составляющая изменчивости нижней челюсти малой лесной мыши, достоверно связанная с содержанием фтора в кости, проявилась вдоль третьей оси (CVA3 – около 14%; $r_s = 0,41$).

При высоком содержании фторидов тело нижней челюсти мыши становится более массивным, укорачивается резцовая часть, удлиняется и вытягивается в каудальном направлении венечный отросток. Это согласуется с различиями между контрольными и импактными территориями, о чем было сказано ранее.

Таким образом, южная (оренбургская) и северная (челябинская) популяции малой лесной мыши различаются по форме нижней челюсти, что

указывает на проявление географической изменчивости вида на Южном Урале.

Выявлены однонаправленные и совпадающие по размаху изменения формы нижней челюсти в импактных группировках малой лесной мыши как в челябинской популяции при радиоактивном воздействии (ВУРС), так и в оренбургской при загрязнении фторидами (ЮУКЗ). Это косвенно указывает на неспецифическое воздействие техногенных факторов разной природы на морфогенез. Показана возможность разделения ландшафтно-биотопической и техногенной компонент морфологической изменчивости. Межгрупповая дисперсия, характеризующая техногенную составляющую изменчивости, меньше, чем у биотопической компоненты.

1.09.2011

Список литературы:

1. Любашевский Н.М., Стариченко В.И. Экологический анализ неспецифичности различий популяционных реакций грызунов на антропогенные поллютанты // Териофауна России и сопредельных территорий: Материалы международного совещания, 1-4 февраля 2011 г. Москва: Т-во научных изданий КМК, – 2011. – С. 287.
2. Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журн. общ. биологии. – 2002. – Т. 63. – №6. – С. 473-493.
3. Zelditch M.L., Swiderski D.L., Sheets H.D., Fink W.L. et al. Geometric morphometrics for biologists: a primer. Elsevier; Acad. Press, – 2004. – 443 p.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№11-04-00720_a), Президиума РАН (программа «Биологическое разнообразие», №09-П-4-1029) и программы Президиума УрО РАН по совместным проектам УрО, СО (№09-С-4-1004) и ДВО РАН (№09-С-4-1005)

Сведения об авторах: **Большаков В.Н.**, директор Института экологии растений и животных УрО РАН (ИЭРиЖ УрО РАН), доктор биологических наук, профессор, действительный член РАН, e-mail: vladimir.bolshakov@ipae.uran.ru

Васильев А.Г., заведующий лабораторией эволюционной экологии ИЭРиЖ УрО РАН, доктор биологических наук, профессор, e-mail: vag@ipae.uran.ru

Васильева И.А., ведущий научный сотрудник лаб. эволюционной экологии ИЭРиЖ УрО РАН, доктор биологических наук, e-mail: via@ipae.uran.ru

Городилова Ю.В., младший научный сотрудник лаб. эволюционной экологии ИЭРиЖ УрО РАН, e-mail: gorodilova@ipae.uran.ru

Любашевский Н.М., консультант ИЭРиЖ УрО РАН, доктор биологических наук e-mail: common@ipae.uran.ru

Чибиряк М.В., старший научный сотрудник лаб. эволюционной экологии ИЭРиЖ УрО РАН, кандидат биологических наук, e-mail: chibiryak@ipae.uran.ru
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202/3, тел. (343) 2608255

UDC 575.2:574.3:599.323(470.55/.58)

Bolshakov V.N., Vasil'ev A.G., Vasil'eva I.A., Gorodilova Yu.V., Lyubashevskii N.M., Chibiryak M.V. Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Division, Russian Academy of Sciences, e-mail: vag@ipae.uran.ru
Variability of the small wood mouse (*Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811) mandible shape by geometric morphometrics methods was studied in the Southern Urals. Nonspecific morphogenetic reaction of the species to the influence of technogenic factors of different origin (fluorides, radionuclides) was revealed. It was established, that landscape-biotopical and technogenic components bring the different contributions into the general variance.

Key words: geometric morphometrics, morphological variability, radionuclides, fluorides.

Bibliography:

1. Lyubashevskii N.M., Starichenko V.I. The ecological analysis of nonspecificity distinctions of rodents population reactions to anthropogenous pollutants // Teriofauna of Russia and adjacent territories: Materials of the international meeting, on February, 1-4, 2011. Moscow: Association of scientific editions KMK, – 2011. – P. 287.
2. Pavlinov I.Ya., Mikeshina N.G. Principles and methods of geometric morphometrics // Journal of the general biology. – 2002. – V. 63. – N6. – P. 473-493.
3. Zelditch M.L., Swiderski D.L., Sheets H.D., Fink W.L. et al. Geometric morphometrics for biologists: a primer. Elsevier; Acad. Press, – 2004. – 443 p.