

IV Всероссийская научно-практическая
конференция с международным участием

**Биологические системы:
устойчивость, принципы
и механизмы функционирования**

Часть I



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ:
УСТОЙЧИВОСТЬ, ПРИНЦИПЫ И МЕХАНИЗМЫ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

Материалы
IV Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
26–29 марта 2012 года

Часть I

Нижний Тагил
2012

УДК 504
ББК 20.1
Б633

*Материалы конференции изданы при финансовой поддержке
Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии
и Российского фонда фундаментальных исследований
(проект № 12-04-06008-з)*

Печатается по решению ученого совета НТГСПА (протокол № 4 от 29 декабря 2011 г.)

Б633 Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Нижний Тагил, 26–29 марта 2012 г. Ч. 1 / отв. ред. Т. В. Жуйкова, О. В. Полявина, О. В. Семенова, О. А. Тимохина ; Нижнетагил. гос. соц.-пед. акад. – Нижний Тагил : НТГСПА, 2012. – 282 с.

ISBN 978-5-8299-0232-2

Рецензенты:

В. С. Безель,
д-р биол. наук, профессор,
Институт экологии растений и животных УрО РАН;

М. М. Ишмуратова,
д-р биол. наук, профессор,
Башкирский государственный университет

В сборнике представлены материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, проходившей на базе Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии 26–29 марта 2012 г. Работы посвящены исследованию биологических систем организменного и надорганизменного уровней, экологическим проблемам особо охраняемых природных территорий и антропогенно нарушенных биотопов, вопросам устойчивости биологических систем к техногенному воздействию, методическим подходам в исследованиях экологических систем, современным проблемам экологии человека.

Предназначен для биологов, экологов, географов и химиков широкого профиля, аспирантов, магистрантов и студентов естественно-научных факультетов высших учебных заведений, учителей школ, педагогов дополнительного образования.

УДК 504
ББК 20.1

ISBN 978-5-8299-0232-2

© Авторы статей, 2012
© Нижнетагильская государственная
социально-педагогическая академия, 2012

Ю. В. Городилова, И. А. Васильева, А. Г. Васильев,
М. В. Чибиряк, Н. Е. Колчева
Институт экологии растений и животных УрО РАН
620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202
gorodilova@ipae.uran.ru

СООТНОШЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ ФОРМ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ У МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ НА СРЕДНЕМ И ЮЖНОМ УРАЛЕ*

Оценка соотношения разных компонент морфологической изменчивости представляет несомненный интерес с точки зрения традиционной эволюционной экологии (Шварц, 1980). Микроэволюционные процессы в пределах вида могут быть вызваны различными факторами среды как естественного происхождения (географические, климатические, биотопические, хронографические), так и антропогенно обусловленными. Подбирая соответствующие серии выборок модельного вида – малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pallas 1811) – из популяций с относительно чистых и подверженных загрязнению территорий, можно попытаться соотнести масштабы естественной внутривидовой изменчивости и антропогенно обусловленных морфогенетических популяционных изменений, являющихся отдаленными последствиями техногенного загрязнения (Васильев, Васильева 2009). В последнем случае можно говорить об особой форме внутри- и межпопуляционной изменчивости – **техногенной** (Зорина, 2008; Большаков и др., 2011).

Малая лесная мышь является широко распространенным видом на Урале и занимает в сообществах грызунов доминантное или субдоминантное положение. В данной работе проведено сопоставление размаха изменчивости формы нижней челюсти в выборках малой лесной мыши из разных географических точек на Среднем и Южном Урале (географический аспект), включая территории с интенсивным техногенным загрязнением (техногенный аспект). Все исследуемые выборки принадлежат восточно-европейской хромосомной форме европейской расы вида (Карамышева и др., 2010).

Для изучения техногенной изменчивости *S. uralensis* использованы выборки с территорий, подверженных техногенному загрязнению разной природы (далее будем называть их «импактными»). Этими территориями являются: Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) в его головной части с высоким уровнем загрязнения радионуклидами; окрестности п. Большой Куганак вблизи г. Стерлитамака, где наблюдается поступление токсических нефтепродуктов (фенолов, альдегидов и других) в поймы рек Белая и Куганак; окрестности г. Кувандык в зоне влияния Южно-Уральского криолитового завода (ЮУКЗ), где загрязнение среды обуслов-

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-04-00720 и президиума УрО РАН (молодежный проект) № 11-4-НП-443.

лено выбросами фторидов. В работе использованы собственные сборы авторов и материалы из коллекционного фонда лаборатории эволюционной экологии ИЭРиЖ УрО РАН. Всего изучено 11 выборок с территории Уральского региона (см. табл.).

Место сбора и объем выборки *Sylvaemus uralensis*

№ п/п	Место сбора	Геогр. коорд.		Год сбора	Кол-во экз.	Коллектор
		В.д.	С.ш.			
1	Свердловская обл., Шалинский р-н, д. Шигаево	58°41'	57°21'	2006 – 2008, 2010	27	Колчева Н. Е.
2	Челябинская обл., Каслинский р-н, ЗАТО Озерск, окр. п. Метлино	61°01'	55°49'	2005	29	Чибирик М. В., Городилова Ю. В.
3	ВУРС	60°50'	55°45'	2005	13	
4	Оренбургская обл., Кувандыкский р-н, г. Кувандык, окр. п. Кашук	57°17'	51°28'	1986	30	Васильев А. Г., Васильева И. А., Лукьянов О. А.
5	г. Кувандык, окр. ЮУКЗ	57°25'	51°25'	2001	17	Любашевский Н. М., Чибирик М. В.
6	г. Кувандык, окр. ЮУКЗ	57°25'	51°25'	2007	20	Городилова Ю. В., Чибирик М. В.
7	Саракташский р-н, с. Черный отрог	56°02'	51°53'	1986	16	Васильев А. Г., Лукьянов О. А.
8	Соль-Илецкий р-н, с. Егинсай	55°07'	50°57'	1978	28	Васильев А. Г.
9	Респ. Башкортостан, окр. г. Уфа	55°97'	54°40'	1986	12	Васильев А. Г., Лукьянов О. А.
10	Куюргазинский р-н, с. Ира	55°56'	52°52'	1986	31	
11	Стерлитамакский р-н, с. Большой Куганак	56°09'	53°48'	1986	31	

Сравнивали однородных в возрастном отношении сеголеток (ювенильных и сенильных зверьков в выборке не включали). Объектом исследования послужила форма нижней челюсти, проанализированная с помощью методов геометрической морфометрии (Павлинов, Микешина, 2002; Zelditch et al., 2004), для ее характеристики использовали 16 метокландмарок. Нижняя челюсть животных имеет непосредственное отношение к процессам добычания и переработки пищи, которые характеризуют экологические особенности вида, а также она является плоским объектом, что важно для корректной оцифровки изображений при применении методов геометрической морфометрии.

По прокрустовым координатам провели канонический анализ формы нижней челюсти по 11-ти контрольным и импактным группировкам малой лесной мыши на Урале. На рисунке 1 представлено расположение центров выборок в пространстве первой и второй канонических осей. Видно, что область импактных выборок смещена вдоль первой оси и фактически отражает направление неспецифических морфогенетических измене-

ний нижней челюсти, связанных с техногенными воздействиями разной природы (радиация, фториды, токсичные нефтепродукты). Межгрупповая дисперсия вдоль этой оси составляет 47,5 % от общей.

Необходимо отметить, что наибольшее уклонение по первой оси проявляют обе выборки из района ВУРСа, что связано, по-видимому, с отдаленными последствиями хронического радиационного облучения, сохраняющимися в популяции на протяжении более ста поколений зверьков, сменившихся с момента Кыштымской аварии 1957 г. Положение выборки из Метлино объясняется тем, что она является лишь относительным контролем при сравнении с сильно загрязненными участками из головной части ВУРСа, но по отношению к территориям с фоновым уровнем радиационного загрязнения для Урала, этот участок все-таки имеет повышенный уровень загрязнения.

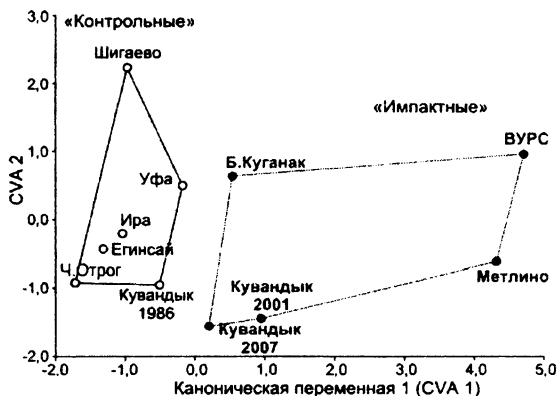


Рис. 1. Канонический анализ формы нижней челюсти малой лесной мыши в контрольных и импактных популяционных группировках Урала: расположение выборок в плоскости CVA1 и CVA2

Широтная географическая изменчивость нижней челюсти малой лесной мыши проявилась вдоль второй канонической оси (рис. 2А). Видно, что слева размещены южные оренбургские выборки, правее башкирские, затем челябинские, и, наконец, самая северная выборка – свердловская из п. Шигаево. Вдоль третьей оси наблюдается уклонение куганакской выборки из Башкортостана, которое, вероятно, связано с отдаленными последствиями хронического влияния токсических продуктов нефтехимической промышленности на морфогенез мышей импактной куганакской популяции.

И наконец, вдоль четвертой канонической переменной у малой лесной мыши (рис. 2Б) проявилась параллельная неспецифическая морфогенетическая реакция на воздействие остеотропных поллютантов (фторидов в районе ЮУКЗа и радиостронция на ВУРСе), проявляющаяся в однонаправленном изменении формы нижней челюсти.

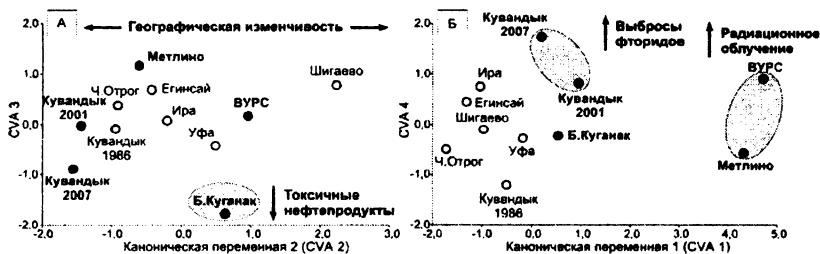


Рис. 2. Канонический анализ формы нижней челюсти малой лесной мыши в контрольных и импактных популяционных группировках Урала: расположение выборок в плоскостях переменных CVA2, CVA3 (А) и CVA1, CVA4 (Б)

Дискриминантный анализ прокрустовых остатков обобщенных контрольных и импактных выборок выявил устойчивые различия (рис. 3), что было подтверждено перекрестным тестом – cross-validation test. Форма челюсти в импактных выборках заметно отличается от контрольных более вытянутой в дорзальном направлении венечно-сочленовной частью, укороченным зубным рядом и относительно укороченным угловым отростком. Возможно, именно эти черты связаны с неспецифической морфогенетической реакцией на техногенное загрязнение различной природы. Подобные изменения формы нижней челюсти у малой лесной мыши были отмечены нами при более детальном изучении животных, добытых в окрестностях Южно-Уральского криолитового завода и в зоне влияния Восточно-Уральского радиоактивного следа (Городилова, Васильева, 2010).



Рис. 3. Результаты обобщенного дискриминантного анализа формы нижней челюсти контрольных (1) и импактных (2) популяционных группировок малой лесной мыши Южного и Среднего Урала

Таким образом, техногенная изменчивость формы нижней челюсти *S. uralensis*, вызванная отдаленными последствиями загрязнения среды радионуклидами, фторидами и токсичными отходами нефтехимической промышленности, может быть сопоставима или превосходит по уровню естественную широтную географическую изменчивость в пределах восточно-европейской хромосомной расы на Урале и в Приуралье. Малая лесная мышь проявляет высокую морфогенетическую реактивность на хроническое воздействие различных техногенных поллютантов и является к ним более чувствительной, чем к градиенту изменения естественных природных факторов в широтном направлении. Географическая изменчивость в этом направлении у нее проявляется на Урале только при смене природных зон.

ПРИМЕЧАНИЯ

Большаков В. Н., Васильев А. Г., Васильева И. А., Городилова Ю. В., Любашевский Н. М., Чибиряк М. В. Морфологическая изменчивость малой лесной мыши *Sylvaemus uralensis* на Южном Урале: техногенный аспект // Вестник Оренбургского университета. 2011. № 12. С. 29–31.

Васильев А. Г., Васильева И. А. Гомологическая изменчивость морфологических структур и эпигенетическая дивергенция таксонов: основы популяционной мерономии. М.: КМК, 2009. 511 с.

Городилова Ю. В., Васильева И. А. Оценка соотношения географической и техногенно-биотопической изменчивости малой лесной мыши на Южном Урале методами геометрической морфометрии // Экология от южных гор до северных морей: Материалы всероссийской конф. молодых ученых, 19–23 апреля 2010 г. Екатеринбург, 2010. С. 44–54.

Зорина А. А. Техногенная изменчивость показателей и индексов асимметрии березы пушистой в Карелии // Флора и фауна северных городов: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., 24–26 апр. 2008 г. Мурманск: МГПУ, 2008. С. 54–57.

Карамышева Т. В., Богданов А. С., Картавецова И. В., Лихошвай Т. В., Бочкарев М. Н., Колчева Н. Е., Марочкина В. В., Рубцов Н. Б. Сравнительный FISH-анализ С-позитивных блоков прицентромерных районов хромосом малых лесных мышей *Sylvaemus uralensis* (Rodentia, Muridae) // Генетика. 2010. Т. 46. № 6. С. 805–816.

Павлинов И. Я., Микешина Н. Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журн. общ. биологии. 2002. Т. 63. № 6. С. 473–493.

Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 278 с.

Zelditch M. L., Swiderski D. L., Sheets H. D. et al. Geometric morphometrics for biologists: a primer. New York: Elsevier Acad. Press, 2004. 443 p.