

УДК 574.24

## РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ *RANA ARVALIS* (ANURA, RANIDAE) В УСЛОВИЯХ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СПЕЦИФИКИ ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ

В.Л. Вершинин<sup>1,2</sup>, Е.А. Байтмирова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт экологии растений и животных УрО РАН,  
Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202, 620144 Россия  
E-mail: annabios@list.ru

<sup>2</sup>Уральский Федеральный университет, кафедра зоологии,  
Екатеринбург, ул. Мира, 19, 620002 Россия  
E-mail: wow@ipae.uran.ru

**Размерно-возрастные особенности популяции *Rana arvalis* (Anura, Ranidae) в условиях геохимической специфики лесостепного Зауралья.** В.Л. Вершинин, Е.А. Байтмирова. — Проведено сравнение остромордых лягушек, населяющих южную тайгу Среднего Урала и территорию с высоким естественным уровнем минерализации в Юго-Восточном лесостепном Зауралье, по размерно-возрастным характеристикам. Показано что, популяции, обитающие на территориях с высокой минерализацией поверхностных вод (естественного и искусственного происхождения), обладают спецификой скорости роста, характеризующейся высоким темпом на ранних этапах жизни и снижающейся к двухлетнему возрасту.

Ключевые слова: остромордая лягушка, возраст, гидрохимические аномалии, минерализация.

**Age-dimensional features of population of *Rana arvalis* (Anura, Ranidae) under specific geochemical conditions of forest-steppe Urals.** Vershinin V., Baytimirova E. — Were made a comparison of *Rana arvalis* inhabiting the southern taiga and the Middle Urals area with high natural levels of salinity in the South-East forest-steppe, by their age-dimensional characteristics. It was shown that populations living in the area with high salinity of surface water (natural and artificial), have a specific growth rate that characterized with a high speed on the early period of their life and decreasing the age of two.

Key words: *Rana arvalis*, age, hydrochemical anomalies, mineralization.

### Введение

Биота биогеохимических провинций на протяжении длительного времени привлекает внимание исследователей, поскольку служит источником важной информации для понимания механизмов адаптогенеза и разработки методов биоиндикации. Известно, что дефицит или избыток определённых химических элементов нарушает сбалансированность метаболических процессов в организме и служит источником возникновения ряда эндемичных заболеваний человека и животных, сокращению продолжительности жизни (Агаджанян, Скальный, 2001). Нередко основное внимание уделяется изучению антропогенных изменений химизма среды, в то время как исследованию эффектов естественных геохимических ано-

маний не уделяется должного внимания. Геохимические аномалии могут привести к нарушению роста, развития, воспроизводства организмов, увеличению частоты встречаемости аномалий развития, модифицировать течение широко распространенных болезней (Marienfeld, 1972; Ковальский, 1991; Агаджанян, Скальный, 2001). Вне зависимости от наличия промышленных объектов, Уральский регион исходно характеризуется сложной геохимической картиной, свойственной многим горным территориям. Так, условия естественных никель-кобальт-хромовых аномалий Среднего Урала провоцируют снижение численности популяций мелких млекопитающих, а также морфофункциональные изменения репродуктивной и эндокринной систем животных. У амфибий отмечается увеличение суммарной частоты аномалий развития, как на территории естественной геохимической аномалии на юге Башкортостана, так и на территории г. Екатеринбурга (Вершинин, 2011) — геохимической аномалии антропогенного происхождения. Известно влияние геохимических аномалий искусственного и естественного происхождения на контрактильные свойства миокарда бурых лягушек (Шкляр, Вершинин, 2001; Шкляр, Вершинин, 2002).

Для нормального воспроизводства земноводных большое значение имеют гидрохимические параметры нерестовых водоемов. Так, распространение тритонов в городских водоемах лимитируется диапазоном общих концентраций ионов (Beebe, 1981), а выживаемость и поведение личинок травяной лягушки зависят от уровня минерализации городских водоемов (Winkler, Forte, 2011).

Существует значительное число работ, посвящённых влиянию поллютантов на земноводных, главным образом — изучению загрязнения водной среды нерестовых водоёмов. Особое место занимают исследования, выполняемые на урбанизированных территориях, где водоёмы отличаются высоким уровнем общей органики, значительным БПК<sub>5</sub> (биологическое потребление кислорода), сочетающимися с загрязнением нефтепродуктами и детергентами. Комплексной характеристикой состояния таких водоёмов является высокий уровень минерализации (до 1838 мг / дм<sup>3</sup>), в основном за счёт высоких концентраций хлоридов и сульфатов, при обилии кислородокисляемой органики. В таких условиях успех размножения остромордой лягушки определяется формированием адаптаций на уровне «материнских эффектов» в сравнительно короткий срок (Вершинин, Трубецкая, 1992; Rasanen et al., 2003a,b). Популяции, населяющие естественные геохимические аномалии, представляют особый интерес, поскольку существуют на этих территориях на протяжении многих поколений.

В восточных районах области, на Тобол-Ишимском междуречье почвообразующие породы представлены, прежде всего, элювием озёрных глин, имеющим в минералогическом составе повышенное содержание солей. Эти характеристики определяют химизм многих озёр в Курганской области. Поэтому озёра такого типа могут рассматриваться как естественные гидрохимические аномалии (Рудник, 1996) и по ряду параметров могут быть близки к водоёмам зоны многоэтажной застройки городской агломерации.

Целью данной работы было изучение ряда популяционных особенностей *R. arvalis*, формирующихся на территориях с естественным высоким уровнем минерализации.

## Материал и методы

Особь остромордой лягушки (126 экз.) были отловлены в весенне-летний период в нескольких точках на территории Среднего Урала (Свердловская обл.) и Юго-Восточного Зауралья (Курганская обл., Петуховский р-н, оз. Степное). Солонова-

тые озёра в Петуховском р-не Курганской обл. характеризуются естественно высоким уровнем общей минерализации, обусловленной, прежде всего, влиянием подстилающих горных пород (Озера..., 1998). Нерестовые водоёмы остромордой лягушки на территории Среднего Урала, как правило, характеризуются нормальным (фоновым) уровнем минерализации воды. Исключение составляют места обитания, подверженные антропогенному влиянию.

У отловленных животных снимали стандартные морфологические промеры с помощью цифрового штангенциркуля «Kraftool» с ценой деления 0,01 мм. Определение возраста животных выполнено методом скелетохронологии (Леденцов, 1990). Гидрохимические анализы сделаны в лаборатории физико-химических исследований Учебно-научного центра факультета геологии и геофизики Уральского государственного горного университета.

Данные были обработаны с помощью трехфакторного дисперсионного анализа. При проверке гипотез о значимости факторов выбран 5 %-ный уровень значимости. Статистическая обработка проведена с помощью программного пакета «Statistica for Windows» 5.5.

### Результаты и обсуждение

Проведено изучение основных гидрохимических показателей исследуемых водоемов (зона многоэтажной застройки в г. Екатеринбурге, оз. Степное (Курганской обл.), Южная Тайга (лес)).

Показано, что уровень содержания хлоридов, рН, общая минерализация, ХПК — химическое потребление кислорода (показатель, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ по количеству израсходованного на окисление химически связанного кислорода) сходны в водоёмах зоны многоэтажной застройки и оз. Степное (табл. 1).

Для анализа изменчивости размеров тела остромордой лягушки была использована трехфакторная модель («геохимический фактор», «возраст», «морфа»). Изучение проведено отдельно для самцов и самок. Дополнительно проанализировано влияние фактора «пол».

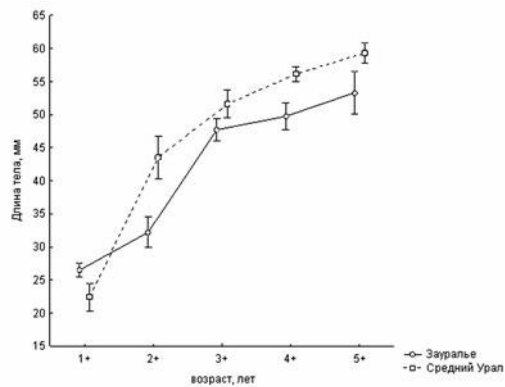
Результаты анализа показали наличие значимых различий по размерам тела животных в зависимости от места сбора материала и половой принадлежности особи (рис. 1, 2).

Половое созревание в популяциях южной тайги и лесостепного Зауралья, как правило, происходит на 3-4-м году жизни. Лягушки, обитающие на территории Среднего Урала, характеризуются более интенсивным приростом на первом году жизни и ко второму году статистически значимо отличаются от животных, населяющих прибрежную зону озера Степное.

Таблица 1. Основные гидрохимические показатели водоемов (2011 г.).

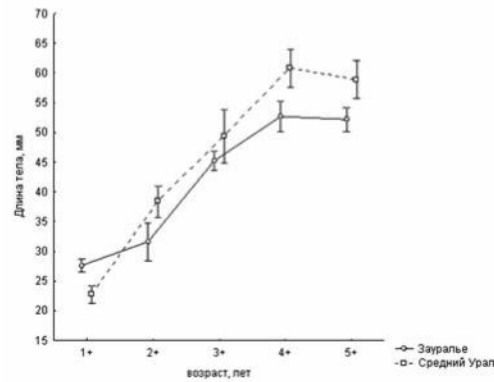
Table 1. The main hydro-chemical indicators of water bodies (2011).

Местообитание	Cl- мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> мг/дм <sup>3</sup>	рН мг/дм <sup>3</sup>	ХПК мгО/дм <sup>3</sup>	Минерализация мг/дм <sup>3</sup>
Зона многоэтажной застройки	28,7 ± 3,26	72,9 ± 17,2	7,76 ± 0,49	18,8 ± 5,8	537,3 ± 44,69
оз. Степное	135,1	10,73	7,4	15,2	650
Южная тайга (лес)	18,6 ± 2,8	13,36 ± 14,89	6,28 ± 0,43	30,5 ± 5,04	189,5 ± 38,7



**Рис. 1.** Длина тела самцов *Rana arvalis* (средние невзвешенные  $\pm 0,95$  доверительный интервал) в зависимости от места отлова.  $F(4,67) = 16,47$  ( $p < 0,05$ ).

**Fig. 1.** Length of males depending on the location of catching (Least Squares Means  $\pm$  confidence intervals).  $F(4,67) = 16,47$  ( $p < 0,05$ ).



**Рис. 2.** Длина тела самок *Rana arvalis* (средние невзвешенные  $\pm 0,95$  доверительный интервал) в зависимости от места отлова.  $F(4,42) = 17,8$  ( $p < 0,05$ ).

**Fig. 2.** Length of females depending on the location of catching (Least Squares Means  $\pm$  confidence intervals).  $F(4,42) = 17,8$  ( $p < 0,05$ ).

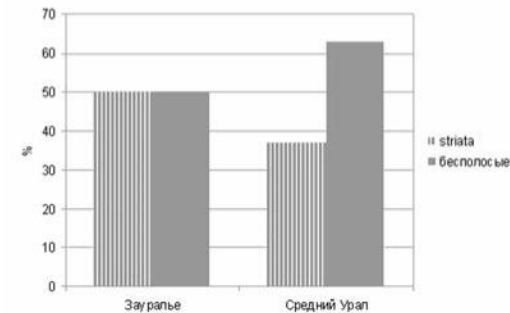
В более старших возрастных классах эти различия сохраняются: остромордые лягушки, населяющие окрестности озера Степное, существенно ( $F(4,117) = 30,712$ ;  $p < 0,05$ ) меньше остромордых лягушек, отловленных на Среднем Урале.

Половой диморфизм по длине тела животных, становится выраженным к моменту наступления половозрелости — 3 года (рис. 2). Как известно, *R. arvalis* — один из немногих видов бесхвостых амфибий, у которого самцы крупнее самок (Ляпков и др., 2007). В исследованных выборках самки меньше самцов, но статистически значимые отличия наблюдаются не во всех возрастных классах.

Статистически значимые отличия по фактору «морфа окраски» отмечены лишь для пятилетних животных. Бесполосые животные крупнее лягушек морфы striata. Однако по нашим данным нельзя сказать о наличии подобной тенденции в остальных возрастных классах. Для уточнения данного вопроса требуется проведение дополнительных исследований. Отмечено увеличение частоты встречаемости животных с морфой striata, обитающих на территории с высоким естественным уровнем минерализации в Юго-Восточном лесостепном Зауралье (рис. 3).

## Заклучение

Установлено, что размеры тела остромордых лягушек в условиях повышенной минерализации меньше (рис. 1, 2). Следует заметить, что сходная тенденция отмечена нами на территориях местообитаний с искусственным высоким уровнем минерализации на урбанизированной территории (Vershinin, 2002) для самок *R. arvalis*. Средние размеры животных из городских (зона многоэтажной застройки) и загородных популяций составляют  $54,67 \pm 1,09$  ( $n = 38$ ) против  $53,43 \pm 0,79$  ( $n = 72$ ) у самцов и  $45,19 \pm 1,15$  против  $51,72 \pm 1,21$  ( $n = 31$ )



**Рис. 3.** Частота встречаемости особей с разной морфой окраски (striata, бесполосые) в изучаемых популяциях *Rana arvalis*.

**Fig. 3.** The frequency of individuals with different color morphs (striata, stripeless) in the investigated populations *Rana arvalis*.

у самок соответственно. Таким образом, при антропогенной трансформации среды происходит значимое уменьшение размеров тела самок ( $p = 0,008$ ), достоверных различий по размерам тела у самцов не выявлено. Сеголетки здесь существенно крупнее, чем в загородных популяциях, но в дальнейшем разница в размерах животных городских и загородных популяций сглаживается, и тенденция меняется на противоположную.

Сравнение остромордых лягушек, населяющих южную тайгу Среднего Урала и территорию с высоким естественным уровнем минерализации в Юго-Восточном лесостепном Зауралье, выявило существенное отличие по их размерным характеристикам. Таким образом, популяции, обитающие на территориях с высокой минерализацией поверхностных вод (естественного и искусственного происхождения) обладают спецификой скорости роста, характеризующейся высоким темпом на ранних этапах жизни и снижающейся к двухлетнему возрасту.

- Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде человека и экологический портрет человека. — М. : КМК, 2001. — 83 с.
- Вершинин В.Л. Материалы по росту и развитию амфибий в условиях большого города // Экологические аспекты скорости роста и развития животных. Свердловск. — 1985 а. — С. 61–75.
- Вершинин В.Л., Неустроева Н.С. Роль трематодной Инвазии в специфике морфогенеза скелета бесхвостых амфибий на примере *Rana arvalis* Nilsson, 1842 // Докл. Академии наук. — 2011. — 440, № 2. — С. 279–281.
- Вершинин В.Л., Трубецкая Е.А. Смертность бурых лягушек в эмбриональный, личиночный и постметаморфический период при разном уровне антропогенного воздействия // Животные в условиях антропогенного ландшафта. — Екатеринбург, 1992. — С. 12–20.
- Леденцов А.В., Динамика возрастной структуры и численности репродуктивной части популяции остромордой лягушки (*Rana arvalis* Nilss.) : Автореф. дис...канд. биол. наук. Свердловск, 1990. — 24 с.
- Лятков С. М., Черданцев В. Г., Черданцева Е. М. Половой диморфизм по морфометрическим признакам у остромордой лягушки (*Rana arvalis*) // Зоол.журн.. — 2007. — 86, вып. 10. — С. 1237–1249.
- Молчанова Я.П., Заика Е.А., Бабкина Э.И., Сурнин В.А. Гидрохимические показатели окружающей среды: справочные материалы / Под ред Т.В. Гусевой. — М. : ФОРУМ ИНФРА, 2009. — 192 с.
- Озера Тоболо-Ишимской лесостепи // Водно-болотные угодья России. Водно-болотные угодья международного значения // Под общ. ред. В. Г. Кривенко. — М. : Wetlands International Publication, 1998. — 1. — С. 158–172.
- Шкляр Т.Ф., Вершинин В.Л. Влияние урбанизации на сократительную функцию миокарда бурых лягушек // Сибирский экол. Журн. — 2002. — № 6. — С. 721–728.
- Шкляр Т.Ф., Вершинин В.Л. Экофизиологическая специфика популяций бесхвостых амфибий антропогенных ландшафтов // Вопросы герпетологии: Материалы Первого съезда Герпетол. об-ва им. А.М.Никольского // Пуццино Москва : МГУ, 2001. — С. 345–347.
- Ishchenko V.G. Problems of demography and declining populations of some Euroasiatic brown frogs // Russ. J. Herpetol. — 1996. — 3, N 2. — P. 143–151.
- Winkler J.D., Forte G. The effects of road salt on larval life history traits and behavior in *Rana temporaria* // Amphibia-Reptilia. — 2011. — 32. — P. 527–532.
- Beebee T.J.C. Habitats of the British amphibians (II): agricultural lowlands and a general discussion of requirements // Biol. Conserv. — 1981. — 21, N 2. — P. 127–139.
- Rasanen K., Laurila A., Merila J. Geographic variation in acid stress tolerance of the moor frog, *Rana arvalis*. I. Local adaptation // Evolution (USA). — 2003 a. — 57, N 2. — P. 352–362.
- Rasanen K., Laurila A., Merila J. Geographic variation in acid stress tolerance of the moor frog, *Rana arvalis*. II. Adaptive maternal effects // Evolution (USA). — 2003 b. — 57, N 2. — P. 363–371.
- Vershinin V.L. Ecological specificity and microevolution in amphibian populations in urbanized areas // Ecological specificity of amphibian populations. Advances in amphibian research in the former Soviet Union. — Moscow; Sophia: Pensoft Publ., 2002. — 7. — P. 1–161.