

УДК 575.21+591.151:597.851

## ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ *RANA RIDIBUNDA* PALLAS, 1771 (ANURA, AMPHIBIA) В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН ПО ПОЛИМОРФИЗМУ РИСУНКА ОКРАСКИ СПИНЫ

© 2009 Ф.Ф. Зарипова<sup>1</sup>, Г.Р. Юмагулова<sup>2</sup>, А.И. Файзулин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Сибайский филиал Башкирского государственного университета, г. Сибай  
e-mail: faliyabio@mail.ru

<sup>2</sup> Башкирский государственный университет, г. Уфа  
e-mail: guldar02@mail.ru

<sup>3</sup>Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти  
e-mail: ievbras2005@mail.ru

Поступила 31.10.2008

Приведены результаты проведенного июле-августе 2008 г. изучения полиморфизма по морфам рисунка окраски спины 4 популяций озерной лягушки на территории Республики Башкортостан. Химический анализ воды местообитаний *Rana ridibunda*, а также их оценка по уровню урбанизации позволили выделить 3 группы по степени антропопрессии – умеренную, высокую и критическую. Установлена зависимость разнообразия по морфам рисунка окраски спины от степени антропогенной нагрузки. В условиях критической антропопрессии разнообразие статистически достоверно снижено ( $2,06 \pm 0,24$ ), по сравнению с популяциями из высокой ( $2,517 \pm 0,179$ ;  $2,99 \pm 0,237$ ) и умеренной антропогенной нагрузкой ( $3,49 \pm 0,183$ ).

Ключевые слова: озерная лягушка, характеристика состояния, Республика Башкортостан.

### ВВЕДЕНИЕ

Земноводные относятся к группе животных, уязвимых при антропогенных воздействиях [3]. Особого внимания заслуживают толерантные виды, способные обитать в условиях высокой антропогенной нагрузки. На территории Республики Башкортостан озерная лягушка *Rana ridibunda* Pallas, 1771 – самый распространенный вид фауны земноводных [1, 16], обитающий в условиях высокой антропогенной трансформации местообитаний. Известно, что в условиях антропопрессии наблюдается изменение фенотипического состава и показателей физиологического состояния [3]. Для характеристики фенотипического состава используют отдельные фены окраски рисунка, например наличие и отсутствие центральной полосы спины [3, 9, 14] и их сочетания – морфы [2, 15].

Целью нашей работы стало изучение проявления полиморфизма по признакам рисунка спины в популяциях озерной лягушки *R. ridibunda* Pallas, 1771, обитающей в двух

разных зонах на территории Республики Башкортостан: Предуралье и Зауралье в условиях умеренной, высокой и критической антропогенной нагрузки.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Настоящая работа основывается на материалах, полученных в результате изучения популяции амфибий городской черты в летний период 2008 г. В качестве объекта исследования мы выбрали широко распространенный на территории вид – озерную лягушку (*Rana ridibunda*, Pallas, 1771). Произведены 4 выборки из популяций озерной лягушки. 1. Озеро в пойме р. Белой в микрорайоне Затон, расположенное в лесопарковой зоне (на границе с зоной малоэтажной и многоэтажной застройки) г. Уфа (n = 15). 2. Пруд «Теплый», в пойме р. Уфа, микрорайон «ИНОРС», г. Уфа в лесопарковой зоне. 3. Река Худолаз, на границе Республики Башкортостан и Челябинской области (n = 18). 4. Запруженный участок р. Таналык, в черте г. Баймак Баймакского района (n = 16).

Было отловлено 64 особи, из них 34 самки и 30 самцов. Вариации окраски спины оценивали по общепринятой градации Л.Я. Боркина, Н.Д. Тихенко [2]; Г.А. Лады и А.С. Соколова [13]: 1. Striata (S). Полосатость –

---

Фалия Фуатовна Зарипова, соискатель; Гульдар Рашитовна Юмагулова, доцент кафедры зоологии; Александр Ильдусович Файзулин, научный сотрудник лаборатории популяционной экологии.

наличие светлой дорсомедиальной полосы; 2. Maculata (M). Пятнистость – наличие крупных (от 2–3 мм диаметром) пятен; 3. Punctata (P). Крапчатость – на верхней части присутствуют мелкие точки; 4. Burnsi (B). Чистая – полное отсутствие полосы, пятнистости и крапчатости на верхней части туловища.

Оценку разнообразия морф проводили по показателям, предложенным Л.А. Животовским [7]:  $\mu$  – показатель разнообразия полиморфных признаков,  $h$  – доля редких морф, а также индекс сходства –  $g$  и критерий идентичности –  $I$ , которое соответствует распределению  $\chi^2$  с  $m-1$  степенями свободы, где  $m$  – число исследуемых полиморфных признаков. Рассчитывались соответствующие статистические ошибки  $S_\mu$ ,  $S_h$  и  $S_g$ .

Оценку антропогенного воздействия проводили по результатам химического анализа воды из мест обитания озерной лягушки на содержание тяжелых металлов и другие показатели. В исследуемых образцах определяли общее содержание таких элементов, как медь, кадмий, цинк, никель. Анализы проводились в центральной лаборатории Сибайского филиала ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» (СФ ОАО «УГОК»), в испытательном лабораторном центре филиала ФГУЗ «Центр Гигиены и Эпидемиологии в РБ» г. Учалы. Все исследованные популяции приурочены к урбанизированным биотопам. Проведенный химический анализ воды позволяет условно поделить их по степени загрязненности на умеренно загрязненные, высоко и критически загрязненные водоемы (табл. 1).

Таблица 1

Сведения об исследованных биотопах озерной лягушки на территории Республики Башкортостан

Наименование показателей и свойства	ПДК/ОБУВ*	ВДУ**	Водоемы			
			1	2	3	4
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	7,36	7,67	8,0	4,85
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	10,0	0,75	0,7	0,4	13,7	49,0
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	1000,0	1000,0	–	–	241,6	1896,0
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	100,0	500,0	6,7	33,5	42,66	886,6
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	300,0	350,0	6,7	4,0	11,34	517,57
Фосфаты (P), мг/дм <sup>3</sup>	0,2	1,2	–	–	0,01	0,324
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	40,0	45,0	2,1	1,7	0,86	3,19
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	0,08	3,0	0,01	0,02	0,03	0,11
Аммоний, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	2,0	0,01	< 0,05	0,04	0,15
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	1,0	–	–	0,007	0,035
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	1,0	–	–	0,03	1,65
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,3	0,22	0,07	0,045	0,87
Никель, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,1	–	–	0,003	–
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,1	–	–	0,008	0,38
Кадмий, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,001	–	–	0,001	–

**Примечание.** \* - Перечень рыбо-хозяйственных нормативов ПДК и ОБУВ; \*\* - величина допустимого уровня для рекреационного водопользования а также в черте населенных мест. Выделены значения превышающие ПДК. 1 - Пруд в парке «Волна», микрорайон «Затон» г. Уфа; 2 - оз. Теплое, микрорайона «ИНОРС», г. Уфа; 3 - р. Худолаз, окр. г. Сибай в районе «Казанского моста»; 4 - пруд г. Баймак на р. Талалык.

Нами проведен химический анализ воды исследуемых водоемов. Установлено, что в городском пруду г. Баймака наблюдалось превышение нормы ПДК цинка в 165 раз, марганца – 38, меди – 35, сульфатов – 8,9, общего железа – 8,7, хлоридов – 1,73, фосфатов – 1,62. В пруду микрорайона Затон выявлено превышение ПДК по общему железу в 2,2 раза. Показатели ПДК меди и цинка в реке Худолаз также увеличены в несколько раз (в 7 и 3 раза соответственно), что объяс-

няется расположением исследуемого биотопа в промышленной зоне СФ ОАО «УГОК», занимающийся добычей и обогащением медных и медноцинковых руд, что вызывает хроническое загрязнение р. Худолаз на границе с Челябинской областью [11]. Для оз. «Теплое» характерно также термальное загрязнение сбросами ТЭЦ-2. Учитывая степень урбанизации и трансформации мест обитания, выборки подразделены на 3 зоны антропопресии – критическую (г. Баймак),

высокую (р. Худолаз, оз. Теплое, микрорайон «ИНОРС», г. Уфа) и умеренную антропогенную нагрузку (парк Волна, микрорайона «Затон», г. Уфа).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У 64 изученных особей озерных лягушек нами были обнаружены 4 основные морфы: Maculata (M), Striata (S), Punctata (P), Burnsi (B); а также сочетание двух морф: дорсомедиальной полосы с пятнистостью – это морфа MS и пятнисто-крапчатые особи – морфа MP (табл. 2).

**Таблица 2**

Встречаемость морф дорсальной стороны озерной лягушки Республики Башкортостан

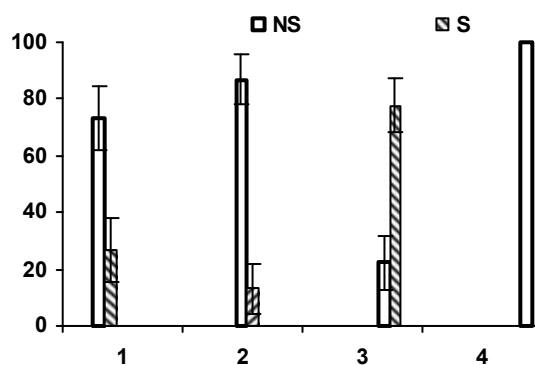
Морфы*	Выборки							
	1		2		3		4	
	экз.	%	экз.	%	экз.	%	экз.	%
M	8	53,3	11	73,4	3	16,7	14	87,5
S	–	0,00	–	0,00	1	5,55	–	0,00
P	1	6,7	2	13,3	–	0,00	1	6,25
B	2	13,3	–	0,00	–	0,00	1	6,25
M + S	4	26,7	2	13,3	13	72,2	–	0,00
M + P	–	0,00	–	0,00	1	5,55	–	0,00

Прим.: \*M – крупные пятна спины, S – центральная полоса спины, P – мелкие пятна спины (крап), B – спины без пятен и полос; 1 - пруд в парке «Волна», Ленинский р-н, микрорайон «Затон» г. Уфа, 2 - оз. Теплое, микрорайона «ИНОРС», г. Уфа, 3 - р. Худолаз, окр. г. Сибай в районе «Казанского моста», 4 - пруд г. Баймак на р. Таналык.

Популяции *R. ridibunda*, которые обитают в условиях умеренной и высокой антропогенной нагрузки (пруд в микрорайоне «Затон» г. Уфы, р. Худолаз в г. Сибай), обладают наибольшей полиморфностью. В этих местобитаниях проявляется наиболее широко встречаемый фен MS (26,7% и 72,2% соответственно), маркирующий популяционные группировки озерной лягушки [6, 12]. На р. Худолаз также присутствуют особи морфы striata. Берега этой реки обильно покрыты зарослями ивы, рогоза и другими прибрежными растениями, такие биотопы являются излюбленным местом обитания полосатых особей озерных лягушек. Бесполовые особи предпочитают глубоководные участки с крутыми, резко входящими в воду берегами, практически лишенными прибрежно-водной растительности, чем и объясняется отсутствие

морфы striata у лягушек, отловленных в оз. Теплом.

Наименьшее фенетическое разнообразие наблюдается у популяции, обитающей в городском пруду г. Баймака: около 87,5% *R. ridibunda* имеют пятнистость (морфа M), у остальных наблюдается либо крапчатость – 6,25%, либо полное отсутствие всякого рисунка – 6,25%. Морфы S, MS, MP в данной популяции не обнаружены. Возможно, что причиной является практически полное отсутствие прибрежных растений по берегам данного пруда, а как было замечено И.Г. Ганеевым [5], морфы striata предпочитают именно мелководные участки с богатой прибрежно-водной растительностью. Следует отметить, что по литературным данным [3, 4, 10, 14, 15] морфа «striata» статистически достоверно доминирует в популяциях озерной лягушки в условиях повышенной антропогенной нагрузки, хотя наши данные несколько отличаются: полосатые особи обнаружены только в одной популяции с высокой степенью антропопрессии (г. Уфа, оз. Теплое, микрорайон «ИНОРС»). Эта же закономерность наблюдается в работах Р.И. Замалетдинова [8], исследовавшего популяции амфибий в условиях низкой антропопрессии для Республики Татарстан. Он показал, что на встречаемость морфы окраски спины могут влиять и другие факторы, например, географическая изменчивость.



**Рис. 1.** Встречаемость (%) бесполовых (NS) и полосатых (S) на территории Республики Башкортостан: 1 - пруд в парке «Волна», микрорайон «Затон» г. Уфа; 2 - оз. Теплое, микрорайона «ИНОРС», г. Уфа; 3 - р. Худолаз, окр. г. Сибай в районе «Казанского моста»; 4 - пруд г. Баймак на р. Таналык

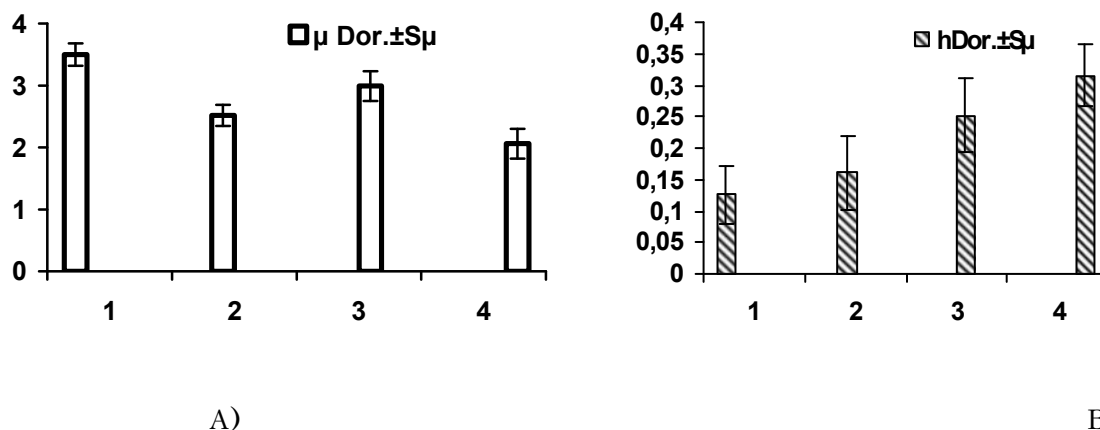
Согласно рис. 1, полосатые особи отсутствуют в зоне с критической антропогенной на-

грузкой и термальным загрязнением (г. Баймак, р. Таналык) и высокой антропопрессии (г. Уфа, пойма р. Уфа, микрорайон «ИНОРС»).

Оценка показателей полиморфизма – разнообразия феносочетаний ( $\mu$ ) и доля редких

феносочетаний ( $h$ ) представлена на рис. 2а и 2в.

Как видно из рис. 2, показатели разнообразия морф рисунка спины уменьшаются с увеличением антропогенной нагрузки, также пропорционально увеличивается доля редких морф.



**Рис. 2.** Значение показателей разнообразия (А) и доли редких морф (В) с выборочными ошибками ( $\mu \pm S_{\mu}$ ;  $h \pm S_h$ ): 1 - пруд в парке «Волна», Ленинский р-н, микрорайон «Затон» г. Уфа; 2 - оз. Теплое, микрорайона «ИНОРС», г. Уфа; 3 - р. Худолаз, окр. г. Сибай в районе «Казанского моста»; 4 - пруд г. Баймак на р. Таналык

В табл. 3 представлены показатели сходства популяции ( $r$ ) и критерии идентичности ( $I$ ) озерной лягушки.

**Таблица 3**

Показатели сходства популяции ( $r$ ) и критерий идентичности ( $I$ ) озерной лягушки Республики Башкортостан

Популяции	I			
	1	2	3	4
1	$t$	8,51	24,81***	14,21**
2	0,908 ± 0,060	$t$	32,95***	9,59*
3	0,737 ± 0,11	0,660 ± 0,124	$t$	41,65***
4	0,839 ± 0,098	0,892 ± 0,074	0,382 ± 0,153	$t$

**Примечание.** Статистически достоверные различия \* $P < 0,5$ , \*\* $P < 0,1$ , \*\*\* $P < 0,01$ ; 1 - пруд в парке «Волна», микрорайон «Затон» г. Уфа; 2 - оз. Теплое, микрорайона «ИНОРС», г. Уфа; 3 - р. Худолаз, окр. г. Сибай в районе «Казанского моста»; 4 - пруд г. Баймак на р. Таналык.

Судя по данным табл. 3, большинство популяций статистически достоверно различаются по морфам спины, исключение составляют выборки «Затон» и «Теплое». Обе популяции расположены в черте г. Уфа. Наибольшие различия по морфам спины выявлены между популяцией озерной лягушки Зауралья, обитающих в долинах рек Таналык (г. Баймак) и Худолаз.

Таким образом, в результате изучения популяции озерной лягушки (*Rana ridibunda*, Pallas, 1771), обитающей в разных по степени антропогенного воздействия зонах Башкортостана, выявлена зависимость фенотипического разнообразия от степени антропопрессии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антропогенный пресс оказывает влияние на разнообразие полиморфизма: на урбанизированных территориях падает фенетическое разнообразие *R. ridibunda*, встречаются только три морфы: Maculata (M), Punctata (P), Burnsi (B). С повышением антропогенной нагрузки снижается разнообразие морф дорсальной части тела (3,50 2,52 2,99 2,06) и равномерно повышается доля редких морф (0,126 0,161 0,250 0,316). Популяции статистически достоверно отличаются по морфам рисунка спины. Исключение составляют популяции озерной лягушки г. Уфы, которые обладают наиболее высоким статистически достоверным сходством ( $r = 0,908 \pm 0,060$ ), наименьшее сходство ( $r = 0,382 \pm 0,153$ ) между популяциями г. Баймак и р. Худолаз.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баянов М.Г. Класс Земноводные // Животный мир Башкортостана. Уфа: Китап, 1995.
2. Боркин Л.Я., Тихенко Н.Д. Некоторые аспекты морфологической изменчивости, полиморфизма окраски, роста, структуры популяции и суточной активности *Rana esculenta* на северной границе ареала // Экология и систематика амфибий и рептилий. Тр.ЗИН АН СССР. Л., 1979. Т. 89.
3. Вершинин В.Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 1997.
4. Вершинин В.Л. Морфа *Striata* и ее роль в путях адаптациогенеза рода *Rana* в современной биосфере // Докл. РАН. 2004. Т. 396, № 2.
5. Ганеев И.Г. О некоторых аспектах экологии и полиморфизме рисунка озерной лягушки на северо-востоке ареала // Вопросы герпетологии. Л.: Наука, 1981.
6. Гоголева И.П. О фенетических вариациях в окраске спины озерной лягушки // Фенетика природных популяций. М., 1990.
7. Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. М.: Наука, 1982.
8. Замалетдинов Р.И. Изменчивость цветового полиморфизма озерной лягушки в Республике Татарстан // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. тр. Вып. 8. Тольятти, 2005.
9. Ищенко В.Г. Динамический полиморфизм бурых лягушек фауны СССР. М.: Наука, 1978.
10. Ковылина Н.В. Использование озерной лягушки (*R. ridibunda* Pall.) для оперативной индукции техногенного загрязнения водоемов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Волгоград, 1999.
11. Колесникова А.М. Тяжелые металлы в реках Башкирского Зауралья в условиях добычи и переработки медно-колчеданных руд: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2004.
12. Лада Г.А. О генетическом полиморфизме озерной лягушки (*Rana ridibunda*) в Центральном Черноземье // Фенетика природных популяций. М., 1990.
13. Лада Г.А., Соколов А.С. Методы исследования земноводных: Науч.-метод. пособие. Тамбов: ТГУ, 1999.
14. Пескова Т.Ю. Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тольятти, 2004.
15. Файзулин А.И. Эколого-фаунистический анализ земноводных Среднего Поволжья и проблемы их охраны: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2004.
16. Хабибуллин В.Ф. Земноводные и пресмыкающиеся Республики Башкортостан. Уфа: БашГУ, 2003.

## PRESENT STATE OF POPULATION OF LAKE FROG *RANA RIBUNDA* PALLAS, 1771 (ANURA, AMPHIBIA) IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN ACCORDING TO THE POLYMORPHISM OF SPINAL COLORATION PATTERNS

© 2009 F.F. Zaripova<sup>1</sup>, G.R. Yumagulova<sup>2</sup>, A.I. Faizulin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sibay Institute of Bashkir State University, Sibay

<sup>2</sup>Bashkir State University, Ufa

<sup>3</sup>Institute of Ecology of the Volga River Basin, Russian Academy of Sciences, Togliatti

The article shows the results of research (carried out in July and August, 2008) on polymorphism of back, neck and abdomen coloration patterns in 4 populations of lake frogs on the territory of Bashkortostan. The chemical analysis of water in habitats of *Rana ridibunda* and estimation of habitat urbanization helped to define 3 groups of anthropopression: moderate, high, and critical. The dependency of spinal coloration patterns variety from pression caused human intrusion has been found. According to verified statistical data critical anthropopression results in poor variety of coloration patterns ( $2,06 \pm 0,24$ ) in comparison with high ( $2,517 \pm 0,179$ ;  $2,99 \pm 0,237$ ) and moderate ( $3,49 \pm 0,183$ ) levels of anthropopression.

Key words: *a lake frog, the condition characteristic, Republic Bashkortostan.*