

УДК 591.53:597.6

ОСОБЕННОСТИ ПОЛИМОРФИЗМА ПО ПРИЗНАКУ STRIATA В ПОПУЛЯЦИЯХ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ *RANA RIDIBUNDA* PALLAS, 1771 (ANURA, AMPHIBIA) РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

© 2013 А.И. Файзулин¹, Ф.Ф. Зарипова², И.М. Хусаинова²

¹ Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

² Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета,
г. Сибай

Поступила 25.12.2012

В 2006 – 2012 гг. исследован полиморфизм по признаку *striata* популяций озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) на территории Республики Башкортостан для районов со средним – Предуралье и высоким – Зауралье природным фоновым содержанием тяжелых металлов в среде (меди, цинка, кадмия). Установлено, что в условиях техногенного загрязнения особи с признаком *striata* отличаются меньшим накоплением тяжелых металлов в Предуралье – меди в 1,9, кадмия в 1,4, цинка в 1,2 раза; для Зауралья – кадмия в 12,8, меди в 1,9, свинца в 1,6 раз.

Ключевые слова: фенетическая структура, популяции, озерная лягушка, антропогенные воздействия, Республика Башкортостан.

ВВЕДЕНИЕ

У большого числа представителей рода *Rana* встречаются особи с дорсомедиальной полосой, обозначаемой как морфа или фенотип «*striata*» [27, 17, 43]. Наиболее изучены особенности полиморфизма по признаку *striata* у озерной *Rana ridibunda* Pallas, 1771 и остромордой *R. arvalis* Nilsson, 1842 лягушек. Наличие признака «*striata*» определяет доминантный аллель диаллельного аутосомного гена, что установлено для озерной [40] и остромордой [39] лягушек. Для полосатой морфы остромордой лягушки выявлены следующие физиологические особенности. С.С. Шварц и В.Г. Ищенко [36] указывают на высокую чувствительность особей морфы *striata* у *R. arvalis* к «заморным» явлениям и их более высокую энергоемкость. Также у сеголетков *R. arvalis* установлено более высокое выделение CO₂ в единицу времени на 1 г массы у *striata* по сравнению с бесполосыми морфами выше в 1,5-2 раза [7]. Данная особенность обуславливает у них высокую миграционную способность и засухоустойчивость [17]. В другой работе [25] показано, что сеголетки полосатой морфы у остромордой лягушки обладают низкой чувствительностью к тироксину, связанную с исходно высоким уровнем окислительно-восстановительных процессов. В целом отмечено более раннее половое созревание и короткая общая продолжительность жизни у полосатых особей [22]. Исследование натриевой проницаемости кожи *R. arvalis* [6] показало существенное ее сни-

жение (более чем в 3 раза) у полосатых особей по сравнению с бесполосыми. Данные физиологические особенности приводят к усилению легочного дыхания, что обуславливает высокое содержание железа в организме полосатых особей остромордой лягушки [4, 5]. Многочисленные исследования на разных видах рода *Rana* показали, что полосатые особи обладают большей массой тела и печени [36], также для них характерен повышенный обмен веществ [7], понижена проницаемость кожи [6]. Отмечаются также различия по накоплению тяжелых металлов для особей с различными фенотипами у остромордой [35] и у озерной [42] лягушек.

Распределение доли полосатых и бесполосых особей также связывают с особенностями местобитаний – наличием водно-воздушной растительности (где проявляется криптическое значение дорсомедиальной полосы), а также скорости течения водотока [20].

По литературным данным наблюдается зависимость проявления полиморфизма от степени антропогенного воздействия [3, 8–10, 16, 19, 23, 24, 26, 28–31, 34, 37, 38, 42]. Следует отметить, что для соотношения фенотипов *striata* и *non-striata* наблюдается сезонная изменчивость [20, 38]. При обитании земноводных в условиях загрязнения данные физиологические различия между полосатыми и бесполосыми особями могут быть причиной адаптивного преобладания фенотипа *striata* в популяциях озерной лягушки [2–5, 24].

Изучены особенности географического распределения встречаемости полосатых морф у зеленых лягушек [27, 41]. Полиморфизм по признаку «*striata*» и по комплексу признаков рисунка и окраски исследовался как в Республике Башкортостан [16], так и в сопредельных регионах: Республике Татарстан [10–12], Челябинской [34] и

Файзулин Александр Ильдусович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, amvolga@inbox.ru; Зарипова Фалия Фуатовна, кандидат биологических наук, ассистент; Хусаинова Ильнара Миргалейтовна, студент

Самарской [29, 31, 32, 42] областях. В других регионах России цветовой полиморфизм по данному признаку анализировался в Калужской [28], Тамбовской [20], Волгоградской [21] областях.

Цель работы – проанализировать особенности проявления полиморфизма по признаку *striata* в популяциях озерной лягушки в условиях Республики Башкортостан, а также выявить особенности аккумуляции тяжелых металлов полосатыми и бесполосыми морфами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве объекта исследования выбрана озерная лягушка – наиболее устойчивый к антропогенной трансформации местообитаний вид амфибий, населяющий в том числе и урбанизированные территории [14]. Анализ полиморфизма проводился по соотношению числа полосатых (морфа «*striata*») (рис. 1а) и бесполосых (морфа «*non-striata*») (рис. 1б) особей в популяции.

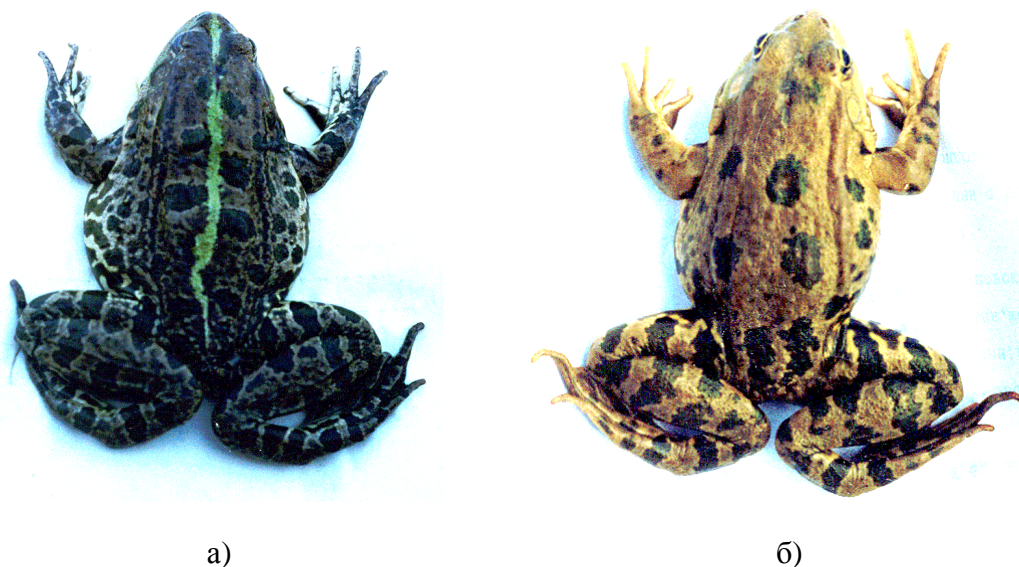


Рисунок 1. Варианты окраски спины озерной лягушки: а) полосатая; б) бесполосая.

Сбор материала проводился с 2006 по 2012 годы в Предуралье и Зауралье Республики Башкортостан (рис. 2) в 15 географических пунктах: 1. «Кама» – залив Курья р. Кама Краснокамского района; 2. «Затон» – парк «Волна», микрорайон Затон г. Уфа; 3. «Теплое» – оз. Теплое, Инорс, Калининский район, г. Уфа; 4. «Баязитово» – дер. Баязитово Альшеевского района, р. Тюлянь; 5. «Алкино» – пос. Алкино Чишминского р-на, р. Дема; 6. «Локотки» – с. Локотки, Уфимского района, оз. Большой Улукуль; 7. «Нагаево» – г. Уфа, дер. Нагаево, озера поймы р. Белая; 8. «Салават» – г. Салават, пруд в парке им. 50 лет Октября; 9. «Белая» – г. Салават, р. Белая (пляж у моста); 10. «Сабашево» – дер. Сабашево Мелеузовского района, р. Белая; 11. «Ишимбай» – г. Ишимбай, р. Белая (пляж); 12. «Исяново» – с. Исяново Баймакского р-на, пруд у оз. Талкас; 13. «Таналык» – г. Баймак, р. Таналык; 14. «Казанка» – г. Сибай, пос. Казанка, р. Худолаз; 15. «Худолаз» – г. Сибай, городская плотина, р. Худолаз.

Оценку антропогенного воздействия проводили по результатам химического анализа проб воды из мест обитания озерной лягушки по содержанию тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Pb) и дру-

гих показателей. Анализы проводились атомно-абсорбционным методом на аппарате Contrl A (Германия) в центральной лаборатории Сибайского филиала ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат», а также в испытательном лабораторном центре филиала ФГУЗ «Центр Гигиены и Эпидемиологии в РБ» г. Учалы. Анализ состояния биотопов озерной лягушки представлен в таблице 1.

По содержанию тяжелых металлов в воде обследованные местообитания озерных лягушек подразделены на 4 группы с критическим, высоким, средним и низким (относительно фона) содержанием тяжелых металлов.

Из таблицы 1 следует, что основными загрязнителями водоемов в регионе исследования являются медь, цинк и кадмий. По ранее опубликованным данным о накоплении тяжелых металлов в организме основным биотоксикантом является кадмий, аккумулирующийся в печени озерной лягушки [15].

Анализ накопления в коже меди, цинка, свинца, кадмия выполнен в центральной лаборатории СФ ОАО «УГОК» атомно-абсорбционным методом с расчетом по принятой методике.

Таблица 1. Характеристика местообитаний озерных лягушек по содержанию тяжелых металлов в водоемах для периода исследования

№	Географический пункт	Содержания тяжелых металлов мг/л				Степень загрязнения
		по Cu	по Zn	по Pb	по Cd	
1	Кама	-	-	-	-	низкий
2	Затон	0,076 ¹	0,123 ¹	0,000036	0,083 ^{1,2,3}	критический
3	Теплое	0,061 ¹	0,078 ¹	0,00024	0,018 ^{1,2,3}	критический
4	Баязитово	0,015 ¹	0,038 ¹	0,000012	0,0007	низкий
5	Алкино	0,007 ¹	0,023 ¹	0,000012	0,0002	низкий
6	Локотки	0,041 ¹	0,063 ¹	0,00003	0,022 ^{1,2,3}	высокий
7	Нагаево	0,006 ¹	0,037 ¹	0,00015	0,0025 ²	средний
8	Салават	0,008 ¹	0,023 ¹	0,0005	0,0004	средний
9	Белая	0,018 ¹	0,039 ¹	0,00066	0,001 ²	высокий
10	Сабашево	0,009 ¹	0,03 ¹	0,0005	0,0001	низкий
11	Ишимбай	0,02 ¹	0,05 ¹	0,00222	0,0016 ²	высокий
12	Исяново	0,009 ¹	0,026 ¹	0,00001	0,0009	низкий
13	Таналык	0,0234 ¹	0,447 ^{1,3}	0,000366	0,0029 ²	критический
14	Казанка	0,0026 ¹	0,032 ¹	0,00001	0,0003	средний
15	Худолаз	0,0213 ¹	0,379 ¹	0,00001	0,003 ²	высокий

Примечание: ¹ПДК рыбохозяйственный (Россия); ²ПДУ рекреационных водоемов (Россия); ³ПДК рыбохозяйственный (Италия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Соотношение морф striata и non-striata [1] в урбанизированных биотопах и естественных популяциях амфибий на территории Республики Башкортостан представлено на рис. 2.

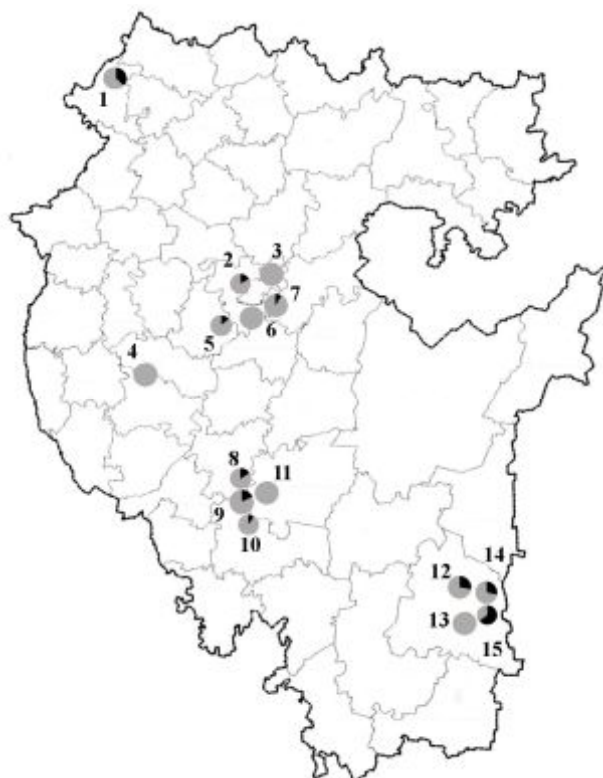


Рисунок 2. Доля полосатых и бесполосых особей озерных лягушек в антропогенных и контрольных участках.

Примечание: 1. Кама (n = 16); 2. Затон (n = 30); 3. Теплое (n = 28); 4. Баязитово (n = 12); 5. Алкино (n =

40); 6. Локотки (n = 20); 7. Нагаево (n = 20); 8. Салават (n = 51); 9. Белая (n = 45); 10. Сабашево (n = 35); 11. Ишимбай (n = 19); 12. Исяново (n = 25); 13. Таналык (n = 31); 14. Казанка (n = 48); 15. Худолаз (n = 121). Цветом выделены: черным – доля полосатых особей (striata %), серым – доля бесполосых особей.

Как видно из рисунка 2, морфа «striata» отсутствует в 5 популяциях. Редки с частотой до 20% полосатые особи в 6 популяциях. Средняя частота встречаемости от 25 до 40% зарегистрирована в 3, а доминируют с частотой от 50 до 75% только в 1 популяции. Анализ соотношения полосатых и бесполосых особей в двух зонах республики показал высокую долю особей с морфой striata в зоне Зауралья (20,6%), а в Предуралье их доля насчитывает 8,8%. На бесполосых особей приходится 17,6 и 53,0% соответственно. Распределение фенотипов среди озерных лягушек можно объяснить географической изменчивостью встречаемости признака «striata» в популяциях озерной лягушки.

По существующим данным доля особей с признаком «striata» снижается к востоку Республики Татарстан [11, 12] и северо-востоку Самарской области (наши данные) от центральной и западной части региона [29, 31-33]. По данным Е.А. Чибилева [34], доля полосатых особей превышает 50% только в юго-восточной части региона. Следует отметить, что восточнее Башкортостана в г. Челябинск доля морфы striata изменяется от 98% (очистные сооружения) и 46–57% (пруд Коммунар) до 10% (Шершеневское водохранилище) [34].

В отличие от района исследования в других регионах отмечается доминирование особей с признаком striata. В частности для Центрально-

Черноземного региона, по данным Г.А. Лады [20], доля полосатых особей (по сборам в мае – июне) составляет – 97,2–98,6%, для р. Северский Донец (Белгородской области, с. Новотаволжанка) – 92,3%, р. Усманка (Воронежский заповедник) – 100%, пойма р. Цна (окр. г. Тамбова) – 97,2%. В Калужской области также преобладают полосатые особи озерной лягушки – от 100% в большинстве исследованных популяций [28]. В частности в Калуге доля полосатых особей составляет

от 95,46 до 95,24% в северо-западной, 95% в центральной и восточной части, до 90–84,62% для западной части города [28]. На Нижней Волге доля полосатых особей составляет от 52,1% левого берега Ахтубы (рисовые чеки) до 58,4% окр. оз. Хара (водоемы правобережья старосты Ахтубы) [21].

Нами проведен анализ накопления тяжелых металлов полосатыми и бесполосыми особями озерной лягушки в районе исследования (табл. 2).

Таблица 2. Накопление тяжелых металлов в коже озерных лягушек (по сухой массе) полосатых и бесполосых морф

Популяции, морфа		Медь	Цинк	Свинец	Кадмий	
Предуралье						
Теплое	Кожа (М)	бесполосые	0,18	1240,46	11,83	11,27
	Вода (мг/дм ³)		0,061	0,078	0,004	0,018
Затон	Кожа (М)	бесполосые	1032,63	1823,70	20,49	199,07
	Вода (мг/дм ³)		0,076	0,123	0,0006	0,083
Локотки	Кожа (М)	бесполосые	0,25	837,62	7,43	21,48
	Вода (мг/дм ³)		0,041	0,063	0,0005	0,022
Белая	Кожа (М)	полосатые	5,83	94,09	0,15	1,32
		бесполосые	11,04	109,97	0,06	1,86
	Вода (мг/дм ³)		0,018	0,039	0,011	0,001
Зауралье						
Худолаз	Кожа (М)	полосатые	57,97	735,87	8,89	3,77
		бесполосые	81,34	736,32	14,31	48,42
	Вода (мг/дм ³)		0,021	0,379	0,0005	0,003
Таналык	Кожа (М)	бесполосые	7,51	862,85	5,01	14,98
	Вода (мг/дм ³)		0,023	0,447	0,008	0,004

По данным таблицы 2 видно, у бесполосых происходит наибольшее, за исключение свинца, накопление кадмия, цинка, меди в местообитании со средним фоновым содержанием и высоким антропогенным воздействием (район г. Салават). В условиях высокого природного фона и техногенного загрязнения водоемов горно-обогатительными предприятиями для популяции «Худолаз» также у бесполосых особей наблюдается более высокое накопление таких тяжелых металлов, как медь, свинец, кадмий (за исключением цинка). Следует отметить, что в условиях критического загрязнения – выборка из популяции «Таналык», накопление меди и свинца ниже, чем у полосатых особей из популяции «Худолаз».

Наши данные (табл. 2) по озерной лягушке из Предуралья показывают снижение накопления в ряду медь (в 1,9 раз)→кадмий (в 1,4 раза)→цинк (в 1,2 раза), при этом полосатые особи накапливают свинец в среднем в 2,5 раза больше, чем бесполосые. В Зауралье ряд снижения накопления имеет вид: кадмий (в 12,8 раза)→свинец (в 1,6 раз)→медь (в 1,9 раза), цинк накапливается у полосатых и бесполосых особей на одном уровне.

В литературе указывается, что «относительно слабая способность к биоаккумуляции и высокая скорость физиологических процессов у амфибий

обусловили увеличение частоты встречаемости морфы *striata* в пределах естественных и искусственных геохимических аномалий [4] и «антропогенно дестабилизированных территорий» [5, с. 68].

По данным С.А. Шарыгина [35] полосатые особи *striata* остромордой лягушки накапливают, в отличие от бесполосых, в 5 раз меньше стронция–90, марганца в 3,5 раза, хрома в 5 раз, никеля в 4 раза, олова в 6 раз, цинка в 2,5 раза меньше, за исключением железа, которое полосатые особи накапливают в 2 раза больше. Более низкое накопление данных металлов в организме полосатых особей *R. arvalis* обуславливает высокую встречаемость полосатых особей в Уральском регионе [35].

Наши данные из таблицы 2 показывают, что только накопление кадмия ниже у особей озерной лягушки с морфой *striata* в Предуралье («Белая»), в отличие от Зауралья («Худолаз»).

Данные таблицы 2 подтверждают более низкое накопление морфами *striata* отдельных видов металлов. С другой стороны, в условиях высокого техногенного и природного уровня территории Республики Башкортостан преобладают популяции, где доля полосатых особей незначительна или они отсутствуют (рис. 1). Данный факт не

согласуется с выводами А.С. Шарыгина [35] о влиянии геохимической провинции Урала на встречаемость в популяции особей с дорсомедиальной полосой. По нашим данным, для Зауралья также отмечается доминирование полосатых особей остромордой лягушки по сравнению с Предуралем.

Таким образом, наши данные подтверждают выводы В. Л. Вершинина [5] о проявлении адаптационных свойств морфы *striata* у представителей рода *Rana*. При этом наблюдаются географические особенности в распределении полосатых морф озерной лягушки, не связанные с уровнем тяжелых металлов в местообитаниях.

В большинстве литературных данных отмечается увеличение доли особей морфы *striata* в условиях антропогенного воздействия городов Урала [5], Предкавказья [24], Самарской [29–31] и Ульяновской [26] областей. За пределами России, в Болгарии, увеличение доли полосатых особей озерной лягушки отмечается для популяций г. Пловдива [8]. Напротив, в целом или в отдельных популяциях, отмечают почти равное соотношение полосатых и бесполосых особей [37], снижение доли полосатых отмечается для Калужской области [28], Нижнего Поволжья [21, 37, 38] и даже практически полное отсутствие особей с признаком *striata* в Самарской области [31; наши данные] и Республики Башкортостан [16]. По данным А.А. Шиян [37, с. 20]: «В популяции лягушек с полей фильтрации сахарных заводов отмечено либо равное соотношение особей морф *striata* и *maculata*, либо преобладание (в 2,0 раза) особей морфы *maculata*». Доля полосатых особей выше на 6,3% в контроле, по сравнению с рисовыми чеками [21].

При этом в условиях Республики Башкортостан – территории с высоким фоновым содержанием в среде меди, цинка и кадмия, в большинстве популяций озерной лягушки преобладают бесполосые особи (рис. 2). Увеличение доли бесполосых особей данного вида характерно для сопредельных с Республикой Башкортостан регионов – в восточных районах Республики Татарстан [10, 12] и в Самарской области (окр. пос. Яблоня, Похвистневского района) (наши данные).

По нашему мнению, в условиях техногенного загрязнения меньшее накопление тяжелых металлов может свидетельствовать о проявлении адаптивной реакции. Обитание в условиях высокого техногенного загрязнения водоемов тяжелыми металлами приводит к изменениям морфофизиологических показателей – относительной массы внутренних органов [13]. Следует отметить, что высокие концентрации тяжелых металлов могут приводить как к снижению массы органов в результате высоких энергетических затрат, направленных на детоксикацию, так и к гипертрофии

ткани в результате патологических процессов. Отсутствие полосатых особей в большинстве популяций Республики Башкортостан, по нашему мнению, связано с особенностью локального распределения встречаемости морфы «*striata*», которая редка и в сопредельных регионах.

Таким образом, эколого-физиологические особенности фенотипов, маркируемых признаком «*striata*», имеют адаптивные преимущества, связанные как с высоким уровнем обмена, так и с более коротким личиночным периодом развития и повышенной проницаемостью кожных покровов в условиях техногенного загрязнения местообитаний.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят инженера Сиражитдинову Э.М. (Сибай) за помощь при подготовке проб.

Часть материала собрана при поддержке ФЦП «Интеграция» Э-0121 «Изучение разнообразия амфибий Волжского бассейна (генетические и таксономические аспекты, географическая изменчивость, межвидовая гибридизация, биоиндикация антропогенного воздействия». В 2012 году исследования выполнены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-04-31774).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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. Труды ЗИН АН СССР. Т. 89. Л., 1979. С. 18–54.
2. Вершинин В.Л. О распространении озерной лягушки в городе Свердловске // Экология. 1990. № 2. С. 67–71.
3. Вершинин В.Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 1997. 47 с.
4. Вершинин В.Л. Морфа *Striata* и ее роль в путях адаптации рода *Rana* в современной биосфере // Доклады академии наук, 2004. Т. 396, № 2. С. 280–282.
5. Вершинин В.Л. Морфа *Striata* у представителей рода *Rana* (Amphibia, Anura) – причины адаптивности к изменениям среды // Журнал общей биологии. 2008. Т. 69. № 1. С. 65–71.
6. Вершинин В.Л., Терешин С.Ю. Физиологические показатели амфибий в экосистемах урбанизированных территорий // Экология. 1999. № 3. С. 283–287.
7. Добринский Л.Н., Малафеев Ю.М. Методика изучения интенсивности выделения углекислого газа мелкими пойкилотермными животными с помощью оптического акустического газоанализатора // Экология. 1974. № 1. С. 73–78.
8. Желев Ж.М. Биоиндикационная оценка состояния двух биотопов в Южной Болгарии на основании флуктуирующей асимметрии и фенетического состава популяций озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia, Ranidae) и краснобрюхой жерлянки *Bombina orientalis* Linnaeus, 1761 (Amphibia, Anura, Discoglossidae) в условиях синтопического обитания // Перспективы науки. 2011. № 22. С. 7–18.

9. Замалетдинов Р.И. Фенотипическая структура популяций зеленых лягушек на урбанизированных территориях // Поволжский экологический журнал. 2002. № 2. С. 163–165.
10. Замалетдинов Р.И. Экология земноводных в условиях большого города (на примере г. Казани): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2003. 24 с.
11. Замалетдинов Р.И. Изменчивость цветового полиморфизма озерной лягушки в Республике Татарстан // Сб. науч. тр. «Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии». Вып. 8. Тольятти, 2005. С. 38–45.
12. Замалетдинов Р.И. Географическая изменчивость цветового полиморфизма зеленых лягушек в Республике Татарстан // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. тр. Вып. 10. Тольятти, 2007. С. 61–65.
13. Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И. Характеристика морфофизиологических показателей популяций озерной лягушки *Rana ridibunda* (Anura, Amphibia) урбанизированных территорий Республики Башкортостан // Известия Самарского научного центра Российской академии наук Т. 15, № 5. 2012. С. 145–149.
14. Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И. Беспхвостые земноводные (Anura, Amphibia) урбанизированных территорий Республики Башкортостан: видовой состав, распространение, оценка встречаемости и состояние популяций // Экологический сборник 2. Труды молодых ученых Поволжья / под ред. проф. С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2009. С. 55–58.
15. Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И., Юмагулова Г.Р. Содержание тяжелых металлов в печени озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 Башкирского Зауралья // Вестник Оренбургского государственного университета. № 6. Оренбург, 2009. С. 145–146.
16. Зарипова Ф.Ф., Юмагулова Г.Р., Файзулин А.И. Характеристика состояния популяции озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia) в Республике Башкортостан по полиморфизму рисунка окраски спины // Известия Самарского научного центра Российской академии наук Т. 1, № 1. 2009. С. 78–82.
17. Иценко В.Г. Динамический полиморфизм бурых лягушек фауны СССР. М., «Наука», 1978. 148 с.
18. Колякин Н.Н. Озерная лягушка в условиях промышленного города / Н.Н. Колякин // Экологическая и морфологическая изменчивость животных под влиянием антропогенных факторов. Волгоград, 1994. С. 83–92.
19. Кубанцев Б.С., Жукова Т.И. Антропогенные воздействия на среду обитания земноводных и половая структура их популяций // Экологическая и морфологическая изменчивость животных под влиянием антропогенных факторов. Волгоград, 1994. С. 124.
20. Лада Г.А. О генетическом полиморфизме озерной лягушки в Центральном Черноземье // Материалы 4 всесоюз. совещ. «Фенетика популяций». М., 1990. С. 151–152.
21. Лебединский А.А. Гельминтофауна озерных лягушек в условиях антропогенного воздействия и связь инвазии с полиморфизмом // Животные в природных экосистемах. Н. Новгород, 1994. С. 25–32.
22. Леденцов А.В. Динамика возрастной структуры и численности репродуктивной части популяции остроумордой лягушки (*Rana arvalis* Nilss.): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1990. 18 с.
23. Никашин И.А. Эколого-морфологические признаки популяций озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) как средство оценки антропогенного воздействия на водные экосистемы (на примере Липецкой области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Липецк, 2007. 17 с.
24. Пескова Т.Ю. Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Тольятти, 2004. 36 с.
25. Рункова Г.Г. Опыт применения некоторых методов математического планирования эксперимента в эколого-биологических исследованиях // Математическое планирование эксперимента в биологических исследованиях. Свердловск, 1975. Вып. 97. С. 18–104.
26. Спирина Е.В. Амфибии как биоиндикационная тест-система для экологической оценки водной среды обитания: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ульяновск, 2007. 23 с.
27. Терентьев П.В. Характер географической изменчивости зеленых лягушек // Труды Петергофского биологического института ЛГУ. 1962. № 19. С. 98–121.
28. Устюжанина О.А., Стрельцов А.Б. Изменчивость и встречаемость морфы *striata* у *Rana ridibunda*, *R. lessonae*, *R. esculenta* в Калужской области // Зоол. ж. 2005. Т. 84, № 6. С. 699–706.
29. Файзулин А.И. Эколого-фаунистический анализ земноводных Среднего Поволжья и проблемы их охраны: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2004. 20 с.
30. Файзулин А.И. Антропогенные воздействия - микроэволюционный фактор? // В мире научных открытий, 2010, №4 (10), Часть 1. С. 77–80.
31. Файзулин А.И., Кузовенко А.Е. Использование амфибий в мониторинге состояния окружающей среды в условиях Самарской области: фенетическая структура популяций // Известия Самарского научного центра Российской академии наук Т. 1 (3), № 1. 2012. С. 829–833.
32. Файзулин А.И., Чихляев И.В. Возрастная динамика полиморфизма озерной лягушки (*Rana ridibunda*) из района Мордовинской поймы (Национальный парк «Самарская Лука») // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. тр. Вып. 4. Тольятти, 2000. С. 75–78.
33. Файзулин А.И., Чихляев И.В. Характеристика полиморфизма озерной лягушки (*Rana ridibunda*) Самарской Луки // Бюлл. «Самарская Лука». № 11-01. Самара, 2001. С. 314–318.
34. Чибилёв Е.А. Биология и экология зеленых и бурых лягушек Челябинской городской агломерации // Материалы I Международной научно-практической конференции «Животные в антропогенном ландшафте». Астрахань: Изд-во Астраханского гос. ун-та, 2003. С. 73–76.
35. Шарыгин С.А. Микроэлементы в организме некоторых амфибий и рептилий и их динамика под влиянием антропогенных факторов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1980. 24 с.
36. Шварц С.С., Иценко В.Г. Динамика генетического состава популяций остроумордой лягушки // Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы. Отд. биол. 1968. Т. 73. № 4. С. 127–134.
37. Шиян А.А. Экологическая характеристика озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) при обитании на полях фильтрации сахарных заводов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2011. 21 с.
38. Шиян А.А. Изменения популяционных характеристик озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) при обитании в прудах-испарителях сахарных заводов // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2011. № 67 (3). URL:

- <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/27.pdf> (дата обращения: 20.08.2012).
39. Щупак Е.Л. Наследование спинной полосы особями остромордой лягушки // Информационные материалы института экологии растений и животных. Свердловск: ИЭРиЖ УрО АН СССР, 1977. С. 36.
40. Berger L., Smielowski J. Inheritance of vertebral stripe in *Rana ridibunda* Pall. (Amphibia, Ranidae) // Amphibia-Reptilia. 1982. Vol. 3. P. 145–151.
41. Borkin L.Ja., Garanin W.I., Tichenko N.T., Zaune I.A. Some results in the green frogs survey in the USSR // Mitt. zool. Mus. Berlin. 1979. Pl. 1. № 55. P. 153–170.
42. Faizulin A.I. Adaptive strategies and assessment of tolerance to anthropogenic impacts on the territory of the Volga River Basin // Types of Strategy and not only (Materials of the Fourth Russian-Polish School of Young Ecologists. Togliatti: Kassandra, 2010. P. 11–14.
43. Hoffman E.A., Blouin M.S. A review of color and pattern polymorphisms in anurans // Biological Journal of Linnean Society 2000. 70. № 4. P. 633–665.

POLYMORPHISM ON THE BASIS OF STRIATA IN THE POPULATIONS OF A MARSH FROG *RANA RIDIBUNDA* PALLAS, 1771 (ANURA, AMPHIBIA) IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

© 2013 A.I. Faizulin¹, F.F. Zaripova², I.M. Khusaynova²

¹Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti

²Sibay Institute of Bashkir State University, Sibay

Polymorphism on the basis of striata in the populations of a marsh frog *Rana ridibunda* Pallas, 1771 was investigated in 2006-2012 in the Republic of Bashkortostan in the areas with an average concentration of heavy metals – Cis-Urals, and Trans-Urals - with a high natural background concentration of heavy metals (copper, zinc, cadmium). It was found that in industrial pollution frogs with a sign striata accumulate less concentration of heavy metals in Cis-Urals – copper in 1,9, cadmium in 1,4, zinc in 1,2 times; in Trans-Urals - cadmium in 12,8, copper in 1,9, plumbum in 1,6 times.

Key words: phenetic structure, populations, marsh frog, anthropogenic impact, Republic of Bashkortostan.