

Специальный выпуск

ISSN 1990-5378

2008

ИЗВЕСТИЯ САМАРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Главный редактор
В.П. Шорин

www.ssc.smr.ru

Специальный выпуск

«Безопасность. Технологии. Управление»

Самарский научный центр Российской академии наук

УДК 591.551+597.828

ЗЕМНОВОДНЫЕ КАК БИОИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ: ПОЛО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ

© 2008 А. И. Файзулин

Институт экологии Волжского бассейна РАН
(Россия, г. Тольятти)

В 1996–1998, 2000 и 2005–2008 гг. исследована поло-возрастная структура популяций озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) в Среднем Поволжье. Установлено, что в условиях высокой антропогенной трансформации в большинстве популяций различие между выборочными долями самок и самцов статистически достоверны. Одной из причин нарушения половой структуры, является более высокая, по сравнению с самцами, смертность самок в репродуктивном возрасте.

Ключевые слова: половой состав, популяции, озерная лягушка, антропогенные воздействия.

Введение

Одной из важнейших характеристик популяции является половая структура, которая оценивается по соотношению самцов и самок в популяции [14]. При их равной, среди половозрелых особей, численности формируется наиболее высокий репродуктивный потенциал [15]. Однако в природных популяциях амфибий, обитающих в условиях низкой антропогенной нагрузки, этот показатель может отклоняться в сторону преобладания самцов [6, 9, 16] или самок [2, 10]. Изменение полового состава популяции может служить индикатором неблагоприятных процессов в популяции, вызванных в том и числе и возрастанием антропогенной нагрузки.

Цель нашего исследования – проанализировать состояние половой структуры популяций озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) из Среднего Поволжья в условиях антропогенной трансформации местообитаний.

Материал и методика

Нами проанализировано отношение самок и самцов на 4 обследованных участках в районе устья р. Чапаевки в 1996–1998 и 2000 гг. и на 4 участках в г. Тольятти и его окрестностях в 2005–2008 гг. Исследование проводили вне периода размножения – в июле–августе. Выборка подразделялась на репродуктивную и нерепродуктивную части по размеру особей и состоянию развития внутренних органов половой системы.

В качестве популяций, подвергающихся воздействию максимальной антропогенной нагрузки, нами выбраны две. Первая популяция находится в мелководье Васильевских островов в Саратовском водохранилище (2–2,5 км ниже устья р. Чапаевки). Для данного участка отмечены превышение ПДК (здесь и далее ПДК указаны для водоемов рыбохозяйственного назначения): в 1995–1996 гг.

для легкоокисляемых органических веществ в 2–3 раза, фенолов в 3–5 раз, фосфора 3–9 раз; в 1997 г. для марганца в 11 раз [11]. Вторая популяция населяет прибрежное мелководье Куйбышевского водохранилища у с. Климовка, где наблюдается превышение ПДК фенола в 6 раз, марганца в 4,9 раза (весна 2006 г.), свинца в 12 раз (лето 2006) [данные Гидрометобсерватории г. Тольятти]. Участок акватории водохранилища в районе Васильевских островов отнесен в 1997 г. к зоне «экологического бедствия» [4, 8].

Повышенный уровень антропопрессии испытывает популяция в пруду ливневой канализации на ул. Баныкина в Центральном районе г. Тольятти. Пруд загрязняется бытовыми и промышленными стоками, что в свою очередь вызывает термальное загрязнение. Для этой популяции нами проведен анализ ее возрастной структуры. Данные по возрасту животных были получены скелетохроническим методом [12, 13]. Также повышенную антропогенную трансформацию испытывает популяция, населяющая изолированный искусственный пруд у с. Кольцово.

Средний уровень антропопрессии отмечается для участка поймы Саратовского водохранилища у пос. Федоровка Комсомольского района г. Тольятти, а также у пос. Мордово на территории национального парка «Самарская Лука». Прибрежные участки здесь характеризуются выпасом скота и высокой рекреационной нагрузкой. В районе Мордовинской поймы в 1997 и 2000 г. наблюдалось значительное ухудшение состояния Саратовского водохранилища до состояния «зоны экологического бедствия» [4, 8]. Как зона с минимальной антропогенной нагрузкой (контроля) нами выбран участок в пойме р. Кондурча около с. Старый Буян, где хозяйственная деятельность минимальна, в частности, отсутствует выпас скота. Низкий уровень антропо-

попрессии наблюдается и на участке Мордовинской поймы у с. Брусяны.

Статистическая оценка встречаемости самок и самцов оценивалась по критерию Фишера, с поправкой Йетса и угловым ϕ — преобразованием частот [7].

Результаты и обсуждение

Анализ соотношения самцов и самок в репродуктивной части популяции показал (табл. 1), что в условиях контроля (с. Брусяны и пойма р. Кондурча) выборочные доли самок и самцов популяции статистически недостоверны. Статистически достоверно выше ($p < 0,05$) доля самок отмечена в условиях средней нагрузки у с. Мордово, (в 1997 и 2000 гг.) и у пос.

Федоровка (в 2007 г); в условиях высокой нагрузки — на Васильевских островах (1998 г.) и у с. Климовка (2005 г.). Статистически достоверное преобладание самцов ($p < 0,05$), наблюдалось только в популяции озерной лягушки из Центрального района г. Тольятти (2005, 2006 и 2008 г.). Среди неполовозрелых особей (табл. 2) доля самок статистически достоверно выше в прибрежном мелководье Васильевских островов (1998 г.) и у пос. Мордово (2000 г.). Напротив, доля самцов оказалась выше в популяции из Центрального района г. Тольятти в 2008 г. В условиях низкой антропогенной нагрузки выборочные доли неполовозрелых самок и самцов достоверно не различались.

Таблица 1

Доля самцов и самок в репродуктивной части популяции озерной лягушки

Географический пункт	Год	$P \pm S_p (\%)$		δ/ϕ	n	Уровень антропопрессии
		Самцы	Самки			
пойма р. Кондурча	2005	44,44 $\pm$ 11,71	55,56 $\pm$ 11,71	1:1,29	15	Низкий
с. Брусяны	1998	55,56 $\pm$ 11,71	44,44 $\pm$ 11,71	1:0,80	18	
пос. Федоровка	2005	47,16 $\pm$ 12,11	52,94 $\pm$ 12,11	1:1,13	17	Средний
	2006	51,11 $\pm$ 7,45	48,89 $\pm$ 7,45	1:0,96	45	
	2007	44,19 $\pm$ 5,36	55,81 $\pm$ 5,36	1:1,26*	86	
	2008	46,67 $\pm$ 12,88	53,33 $\pm$ 12,88	1:1,14	15	
пос. Мордово	1996	59,38 $\pm$ 8,68	40,62 $\pm$ 8,68	1:0,68	32	
	1997	42,31 $\pm$ 9,09	57,69 $\pm$ 9,09	1:1,36*	26	
	1998	54,00 $\pm$ 7,05	46,00 $\pm$ 7,05	1:0,85	50	
	2000	45,46 $\pm$ 8,67	54,54 $\pm$ 8,67	1:1,22*	33	
с. Кольцово	1998	62,5 $\pm$ 17,12	37,5 $\pm$ 17,12	1:0,77	8	Высокий
Центральный район г. Тольятти	2005	70,97 $\pm$ 8,15	29,03 $\pm$ 8,15	1:0,41*	31	
	2006	56,82 $\pm$ 7,47	43,18 $\pm$ 7,47	1:0,76	44	
	2007	66,67 $\pm$ 8,21	33,33 $\pm$ 8,21	1:0,50*	45	
	2008	82,61 $\pm$ 7,9	17,39 $\pm$ 7,9	1:0,21*	26	
Васильевские о-ва	1998	39,39 $\pm$ 8,51	60,61 $\pm$ 8,51	1:1,50*	33	
с. Климовка	2005	35,71 $\pm$ 12,81	64,29 $\pm$ 12,81	1:1,80*	14	

Примечание. * — Различия статистически достоверны ($p < 0,05$).

Таблица 2

Доля самцов и самок в нерепродуктивной части популяции озерной лягушки

Географический пункт	Год	$P \pm S_p (\%)$		δ/ϕ	n	Уровень антропопрессии
		Самцы	Самки			
с. Брусяны	1998	48,54 $\pm$ 4,92	51,46 $\pm$ 4,93	1:1,06	103	Низкая
пос. Федоровка	2008	50,0 $\pm$ 9,13	50,0 $\pm$ 9,13	1:1,00	45	Средняя
пос. Мордово	1998	53,10 $\pm$ 7,13	46,9 $\pm$ 7,13	1:0,88	49	
	2000	36,0 $\pm$ 6,79	64 $\pm$ 6,79	1:1,77*	50	
с. Кольцово	1998	47,89 $\pm$ 4,58	52,11 $\pm$ 4,58	1:1,09	119	Высокая
Центральный район г. Тольятти	2005	48,51 $\pm$ 12,11	51,49 $\pm$ 12,11	1:1,00	26	
	2008	63,89 $\pm$ 8,01	36,11 $\pm$ 8,01	1:0,57*	33	
Васильевские о-ва	1998	39,47 $\pm$ 7,93	60,52 $\pm$ 7,93	1:1,53*	37	

Примечание. * — Различия статистически достоверны ($p < 0,05$).

Проведен анализ демографической структуры популяции — соотношения самок и самцов разных возрастов — в условиях максимально антропогенной трансформации, которая наблюдается в пруду-отстойнике ливневой канализации Центрального района г. Тольятти (рис.). Доля самок в репродук-

тивной части популяции (3–6 летние особи) статистически достоверно ниже доли самцов (для возраста 3, 4 и 5 лет). Возраст единичных самок достигает 6 лет. Следует отметить, что в природных популяциях (Волжско-Камский заповедник) озерные лягушки достигают возраста 11 лет [3].

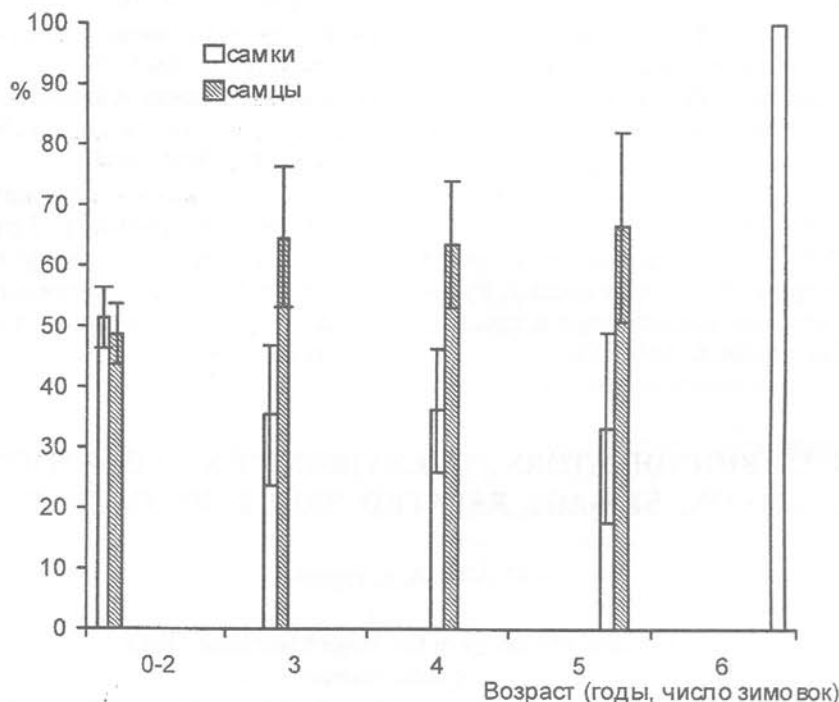


Рис. Соотношение самок и самцов в нерепродуктивной (0–2 года) и репродуктивной (3–6 лет) части популяции озерной лягушки (Центральный район г. Тольятти).

Считают, что уменьшение доли самок в популяции является неблагоприятным фактором, снижающим репродуктивный потенциал популяции и приводящим к обеднению генетической структуры [1]. Анализ демографической структуры популяции озерной лягушки из Центрального района г. Тольятти показал, что самки имеют здесь более высокую смертность, за счет чего отношение полов в репродуктивной части популяции смещается в сторону увеличения доли самцов.

Наши исследования показали, что антропогенная трансформация местообитания озерной лягушки вызывает нарушения половой структуры популяции. При этом преобладание в популяции самок является, вероятно, результатом гибели значительной части самцов до наступления половозрелости. Напротив, преобладание самцов в популяции вызвано повышенной смертностью самок в репродуктивном возрасте. Таким образом, половой состав разных возрастных групп в популяции может использоваться в биоиндикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большаков В.Н., Кубанцев Б.С. Половая структура популяций млекопитающих и её динамика. М.: Наука, 1984. 233 с.

2. Вершинин В.Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 1997. 47 с.
3. Гаранин В.И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. М.: Наука, 1983. 175 с.
4. Евланов И.А., Минеев А.К., Розенберг Г.С. Оценка состояния пресноводных экосистем по морфологическим аномалиям у личинок рыб (методическое пособие). Тольятти: ИЭВБ РАН, 1999. 38 с.
5. Жукова Т.И. Влияние антропогенных воздействий на численность и структуру популяций озерных лягушек // Антропогенные воздействия на природные комплексы и экосистемы. Волгоград, 1978. С. 93–103.
6. Кубанцев Б.С. О значении антропогенных факторов в динамике половой структуры популяций // Экология. 1983. № 2. С. 39–44.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
8. Минеев А. К. Индекс состояния скоплений личинок рыб как показатель загрязненности водоема // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2005. Спец. вып. «Актуальные проблемы экологии». Вып. 4. - С. 306–313.

9. Пескова Т.Ю. Влияние антропогенных загрязнений среды на земноводных. Волгоград: Волгоградский гос. пед. университет, 2002. 160 с.
10. Пескова Т. Ю. Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2004. 38 с.
11. Селезнев В.А., Цыкало В.А., Сергиенко Т.С. Содержание марганца в поверхностных водах Самарской области // 10 лет Гос. комитету по охране окружающей среды Самарской области: Итоги научных исследований. Самара: Комитет по охране окружающей среды Самарской области, 1998. С. 108–117.
12. Смирнова Э.М. Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям в кости // Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. Киев, 1989. С. 144–153.
13. Файзулин А.И., Замалетдинов Р.И. Анализ половозрастной структуры популяций озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 и зеленой жабы *Bufo viridis* Laurenti, 1768 в условиях г. Тольятти // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. тр. Вып. 10. Тольятти, 2007. С. 160–165.
14. Яблоков А.В. Популяционная биология. М.: Высшая школа, 1987. 302 с.
15. Kalmus H., Smith A.B. Evolutionary origin sexual differentiation and sex ratio // Nature. 1960. V. 186. № 4730. P. 1004–1006.
16. Lada G. A., Borkin L. J., Vinogradov A. E. Distribution, population systems and reproductive behavior of green frogs (hybridogenetic *Rana esculenta* complex) in the central Chernozyem Territory of Russia // Russian Journal of Herpetology. Vol. 2, № 1. 1995. P. 46–57.

AMPHIBIAN AS BIOINDICATORS OF ENVIRONMENT CONDITION IN MIDDLE VOLGA REGION: SEX-AGE RELATED STRUCTURE OF POPULATIONS

© 2008 A. I. Fayzulin

Institute of ecology of the Volga River basin, RAS
(Togliatti, Russia)

445003, Togliatti, Komzina st., 10, researcher of laboratory of population ecology

In 1996–1998, 2000 and 2005–2008 years sex-age related structure of population of marsh frog (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) was investigated in middle Volga region. It was established that in high antropogenic transformation conditions difference between sampling fractions of males and females are statistically trustworthy for majority of populations. One of the reasons of sex-related structure disorder is a higher (compared with males) female mortality in reproductive age.

Keywords: sex-related structure, populations, marsh frog, antropogenic influence.