

УДК 574.3: 591.9+597.8

АМФИБИИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ: ВИДОВОЙ СОСТАВ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ БИОИНДИКАЦИИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ

© А.И. Файзулин

Ключевые слова: амфибии; урбанизированные территории; адаптогенез.

По результатам проведенного исследования земноводные Среднего Поволжья подразделены на 3 группы: виды с низкой толерантностью (*Triturus cristatus*, *Bufo bufo*, *Rana temporaria*, *Pelophylax esculentus*, *Lissotriton vulgaris*), средней (*Bombina bombina*, *Pelophylax lessonae*, *Pelobates vespertinus*, *Rana arvalis*) и высокой (*Bufo viridis*, *Pelophylax ridibundus*). Установлены факторы адаптогенеза амфибий к обитанию в условиях урбанизированных территорий.

Антропогенные воздействия являются основной причиной сокращения численности и обеднения видового разнообразия земноводных [1]. Наиболее интенсивная трансформация местообитаний отмечается в условиях урбанизированных территорий, где суммируются многие негативные для земноводных факторы [1]: разрушение и фрагментация местообитаний, изоляция популяций, загрязнение водоемов токсикантами, гибель от автотранспорта, отлов, сокращение кормовой базы, пресс хищников синантропов.

Цель нашего сообщения – дать обобщенную характеристику степени «устойчивости» – толерантности – земноводных к антропогенным воздействиям, выявить особенности биологии, которые характеризуют адаптивную стратегию амфибий в условиях Среднего Поволжья. Здесь обитают 11 видов земноводных. Это – обыкновенный тритон *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758), гребенчатый тритон *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), краснобрюхая жерлянка *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761), чесночница Палласа *Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771), серая или обыкновенная жаба *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), зеленая жаба *Bufo viridis* (Laurenti, 1768), травяная лягушка *Rana temporaria* (Linnaeus, 1758), остромордая лягушка *Rana arvalis* (Nilsson, 1842), прудовая лягушка *Pelophylax lessonae* (Camerano, 1882), озерная лягушка *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) и съедобная лягушка *Pelophylax esculentus* (Linnaeus, 1758).

Видовой состав и распространение амфибии городских территорий Волжского бассейна изучены в 3-х городах: Ульяновске, Самаре и Тольятти. Обобщены собственные данные и публикации [2–4].

В зависимости от доминирующего типа застройки урбанизированные территории подразделяют на 5 зон – промышленную, многоэтажную, малоэтажную застройку, территории лесопарков и контроля [1].

I зона промышленной застройки – территории, примыкающие к промышленным предприятиям, пустыри, отстойники и полигоны промышленных и бытовых отходов. Основной характер антропогенного воздействия – загрязнение окружающей среды.

II зона многоэтажной застройки включает также исторический центр города. Антропогенный пресс здесь связан в первую очередь с коренным преобразованием природного ландшафта, что приводит к значительной изоляции популяций, обусловленной развитой сетью автомобильных дорог.

III зона малоэтажной застройки, примыкающие к ним пустыри и парки, расположенные внутри города, и дачные массивы. Характер антропогенного воздействия выражается в незначительном преобразовании естественных ландшафтов и небольшом загрязнении среды.

IV зона лесопарковая – городские и пригородные лесопарки и леса, а также нераспаханные остепененные участки. Основной характер антропогенного воздействия – рекреационная нагрузка.

K – зона контроля, территории удаленные от городской черты на 20 км, с минимальной антропогенной трансформацией, особо охраняемые территории (заповедники, национальные парки, заказники).

Видовой состав зон, выделенных по степени урбанизации, представлен в табл. 1.

По приведенным в табл. 1 данным наименее адаптированы к трансформации местообитаний – серая жаба *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), гребенчатый тритон *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768). Виды со средней толерантностью к антропогенным воздействиям – обыкновенный тритон *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758), обыкновенная чесночница *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768), травяная лягушка *Rana temporaria* (Linnaeus, 1758) обычны в условиях слабой урбанизации (лесопарков, зон малоэтажной застройки).

Более адаптированы к антропогенным воздействиям краснобрюхая жерлянка *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) и остромордая лягушка *Rana arvalis* (Nilsson, 1842), обитают в зонах сброса промышленных отходов, используют водоемы-отстойники в качестве нерестилищ. Данные виды встречаются на территориях с высокой степенью урбанизации – в районах жилой и промышленной застройки, однако имеются лимитирующие факторы – например, отсутствие лесных массивов,

Таблица 1

Видовой состав земноводных городских территорий Среднего Поволжья

Город	Виды амфибий										
	<i>Triturus cristatus</i>	<i>Bufo bufo</i>	<i>Rana temporaria</i>	<i>Pelophylax esculentus</i>	<i>Lissotriton vulgaris</i>	<i>Bombina bombina</i>	<i>Pelophylax lessonae</i>	<i>Pelobates vespertinus</i>	<i>Rana arvalis</i>	<i>Bufo viridis</i>	<i>Pelophylax ridibundus</i>
Ульяновск	К	III, IV, К	III, IV, К	III, К	II ¹ , III, IV, К	I, III, IV, К	III, IV, К	I, III, IV, К	I, II, III, IV, К	I–IV, К	I, II, III, IV, К
Самара	IV ² , К ²	IV ¹	IV ² , К	К	II ² , III, IV, К	IV, К	IV, К	II ² , III, IV, К	II, III, IV, К	I, II, III, IV, К	I, II ² , III, IV, К
Тольятти	К ²	К ¹	К	IV, К	IV, К	I, III, IV, К	I, III, IV, К	I, III, IV, К	I, III, IV, К	I, II, III, IV, К	I, II, III, IV, К
Толерантность к урбанизации среды	низкая				средняя				высокая		
→ВОЗРАСТАНИЕ ТОЛЕРАНТНОСТИ К АНТРОПОПРЕССИИ→											

Примечание: I – промышленная застройка, II – многоэтажная застройка, III – малоэтажная застройка, IV – лесопарковая зона, К – контроль; 1 – вид указан в публикациях до 1955 г.; 2 – вид указан в публикациях и коллекционных сборах до 1975 г.

наличие пригодных мест для нереста и зимовок, высокая автотранспортная нагрузка, которые приводят к гибели амфибий при миграциях.

Зеленая жаба *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) и озерная лягушка *Rana ridibunda* (Pallas, 1771) наиболее адаптированы к обитанию в условиях высокой антропогенной трансформации местообитаний. Следует отметить, что озерная лягушка вместе с прудовой *Rana lessonae* (Camerano, 1882) и съедобной *Rana esculenta* (Linnaeus, 1758) лягушками относится к среднеевропейской группе зеленых лягушек *Rana esculenta*.

Особенности биологии земноводных позволяют выделить адаптивные особенности, характеризующие особенности адаптогенеза амфибий в критических условиях обитания.

Криптические и гибридогенные формы. Как показали исследования, проведенные для разных групп позвоночных животных, ряд криптических и гибридогенных форм имеют генетически обусловленные различия, имеющие адаптивное значение в условиях трансформации местообитания. Данные формы могут отличаться физиологическими особенностями, что в ряде случаев позволяет существенно расширить ареал обитания у отдельных видов рыб [5] и амфибий [6].

Установлено, что морфологически сходные виды (виды-двойники, криптические и гибридогенные формы) обладают различными адаптивными реакциями к антропогенным воздействиям у низших позвоночных [5; 7–9]. Различия также выявлены и в биоценологических связях – спектре питания [3; 10] и гельминтофауне [11]. Из амфибий, обитающих на урбанизированных территориях региона, выявлены гибридогенный вид – съедобная лягушка *Pelophylax esculentus* – и криптические формы у обыкновенной чесночницы, зеленой жабы и озерной лягушки [3]. Чесночница Палласа *Pelobates vespertinus* ранее рассматривалась как «восточная» форма обыкновенной чесночницы *Pelobates fuscus* [3; 12]. Дифференцированы криптические подвиды зеленой жабы – переднеазиатский *B. v. variabilis* (Pallas, 1769) и номинативный *Bufo v. viridis* (Laurenti, 1768) [3]. Таксономический статус криптических форм озерных лягушек до настоящего времени не установлен, в частности для западной – «*Rana ridi-*

bunda» и восточной – «*Rana cf. bedriagaе*», обитающих на территории Самарской [3] и Пензенской [8–9] областей.

Фенотипическое разнообразие. В качестве критерия фенотипического разнообразия рассматривались морфометрические признаки и качественные признаки рисунка окраски (полиморфизм). Так, установлено, что механизмы устойчивости к загрязнению водоемов включают внутривидовые различия среди особей по уровню проницаемости кожи. У ряда видов, толерантных к антропогенному воздействию, обнаружен полиморфизм как по степени кожной проницаемости, так и по уровню обмена веществ, что установлено для остромордой лягушки [1] и озерной лягушки по накоплению кадмия у полосатых и бесполовых особей [13].

Миграционная активность. Низкая миграционная активность в стабильных и высокая при неблагоприятных условиях. Наименьшая миграционная активность отмечается у половозрелых озерных лягушек, прудовая мигрирует к зимовальным водоемам, остальные виды перемещаются к местам нереста и зимовки. При этом неполовозрелые озерные лягушки активно расселяются, заселяя загрязненные водоемы, где не происходит развитие икры. Сокращение численности видов с высокой миграционной активностью связывают с гибелью амфибий при пересечении автодорог от автотранспорта [14].

Трофические связи. Полифагия и широкая трофическая ниша (например, потребление водных и наземных пищевых объектов) характерны для толерантных к урбанизации видов. С усилением урбанизации снижается не только доля наземных объектов, но и размеры трофической ниши, что говорит о снижении разнообразия кормовой базы [3]. С возрастанием урбанизации снижается трофический пресс природных хищников батрахофагов. Отмечается снижение зараженности некоторыми видами гельминтов и последующая их элиминация из состава гельминтофауны свидетельствует о прекращении трофических связей между лягушками из популяций, обитающих в условиях антропогенной трансформации и батрахофагами [3; 11]. Хищники батрахофаги замещаются хищниками синантропами – воронами, серыми крысами, домашними жи-

вотными – кошками и собаками, а также видами вселенцами – ротаном-головешкой.

Адаптация половозрастной структуры. В условиях высокой антропогенной трансформации в популяциях амфибий наблюдаются отклонения в соотношении самок и самцов в популяции [1]. По нашим данным, одной из причин нарушения половой структуры является более высокая, по сравнению с самцами, смертность самок в репродуктивном возрасте. Так, доля самок в репродуктивной части популяции (3–6-летние особи) статистически достоверно ниже доли самцов (для возраста 3, 4 и 5 лет).

Эврипотность. Наиболее уязвимы к трансформации виды, приуроченные к лесным массивам (гребенчатый тритон, серая жаба, травяная лягушка), при этом лимитирующими факторами являются диапазон влажности, наличие убежищ, мест зимовок и кормовая база [3]. В условиях урбанизации лесные массивы деградируют, подвергаются вырубке и фрагментации, что приводит к изоляции популяции, например, бурых лягушек. Другим фактором, характеризующим степень эврипотности, является диапазон кислотности (pH) нерестовых водоемов. По уровню кислотности сходные ниши имеют *B. bombina* с *R. arvalis* и *B. viridis* и *R. ridibunda*, наибольшие различия у *Pelobates fuscus* и *R. lessonae*. В центральной части ареала озерная лягушка не проникает в лесные водоемы, т. к. высокая кислотность препятствует нересту [15]. Изменение кислотности – ощелачивание нерестовых водоемов в черте городов, – вероятно, приводит к расселению озерной лягушки и вытеснению прудовой лягушки из урбоценозов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вершинин В.Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 1997. 47 с.
2. Павлов С.И., Магдеев Д.В., Залышев С.В. Оскудение фауны земноводных в урбоценозах г. Самары // Первая конф. герпетологов Поволжья: тез. докл. Тольятти, 1995. С. 48–49.
3. Файзулин А.И., Чихляев И.В., Кузовенко А.Е. Амфибии Самарской области. Тольятти: ООО «Кассандра», 2013. 140 с.
4. Garantin V.I. The distribution of amphibians in the Volga-Kama region // Advances in Amphibian Research in the Former Soviet Union. 2000. V. 5. P. 79–132.
5. Карабанов Д.П. Генетические адаптации черноморско-каспийской тюльки *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840) (Actinopterygii: Clupeidae). Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2013. 179 с.
6. Plotner J., Uzzell T., Beerli P., Spolsky C., Ohst T., Litvinchuk S. N., Guex G. D., Reyer H.U., Hotz H. Widespread unidirectional transfer of mitochondrial DNA: a case in western Palaearctic water frogs // J. of Evolutionary Biology. 2008. № 21. P. 668–681.
7. Акуленко Н.М., Жалай Е.И., Некрасова О.Д. Гибридный комплекс зеленых лягушек – случайность, эволюционный резерв, или процесс адаптации с ограниченными возможностями? // Современные проблемы эволюции: сб. материалов конф. (г. Ульяновск, 5–7 апреля 2012 г.). Ульяновск: Ульянов. гос. пед. ун-т, 2012. С. 61–67.
8. Ермаков О.А., Закс М.М., Титов С.В. Диагностика и распространение «западной» и «восточной» форм озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* s. l. в Пензенской области (по данным анализа гена COI мтДНК) // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2013. Т. 18. Вып. 6. С. 2999–3002.
9. Закс М.М. Экология зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) Пензенской области: распространение, популяционная изменчивость, влияние антропогенных факторов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пенза, 2013. 20 с.
10. Кузовенко А.Е., Файзулин А.И. О питании зеленых лягушек (*Pelophylax esculentus* complex) в популяционной системе REL-типа в Самарской области // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2013. Т. 18. Вып. 6. С. 3022–3025.
11. Чихляев И.В., Файзулин А.И., Замалетдинов Р.И. Гельминты съедобной лягушки *Rana esculenta* Linnaeus, 1758 (Anura, Amphibia) Среднего Поволжья // Поволжский экологический журн. 2009. № 3. С. 270–274.
12. Borkin L.J., Litvinchuk S.N., Rosanov J.M., Khalturin M.D., Lada G.A., Barissovsky A.G., Faizulin A.I., Kotserzhinskaya I.M., Novitsky R.V., Ruchin A.B. New data on the distribution of the two cryptic forms of the common spadefoot toad (*Pelobates fuscus*) in Eastern Europe // Russ. J. Herpetol., 2003. V. 10. № 1. P. 115–122.
13. Файзулин А.И., Зарипова Ф.Ф., Хусаинова И.М. Особенности полиморфизма по признаку *Striata* в популяциях озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia) Республики Башкортостан // Известия Самарского науч. центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3–1. С. 452–458.
14. Файзулин А.И. Антропогенный фактор как причина гибели земноводных (Amphibia) на территории Среднего Поволжья // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: сб. науч. тр. Вып. 7. Тольятти, 2004. С. 152–154.
15. Файзулин А.И. Анализ кислотности (pH) нерестовых водоемов как параметр экологической ниши бесхвостых земноводных (Anura, Amphibia) Среднего Поволжья // Известия Самарского науч. центра Российской академии наук. 2010. Т. 1. № 1. С. 122–125.

БЛАГОДАРНОСТИ: Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ, грант № 14-04-97031 p_поволжье_a.

Поступила в редакцию 3 июля 2014 г.

Fayzulin A.I. AMPHIBIANS URBANIZED AREAS OF MIDDLE VOLGA: SPECIES COMPOSITION, DISTRIBUTION AND USE OF BIO-INDICATION FOR ENVIRONMENTAL QUALITY

According to the results of the study amphibians Middle Volga are divided into 3 groups. Species are with low tolerance (*Triturus cristatus*, *Bufo bufo*, *Rana temporaria*, *Pelophylax esculentus*, *Lissotriton vulgaris*), medium (*Bombina bombina*, *Pelophylax lessonae*, *Pelobates vespertinus*, *Rana arvalis*) and high (*Bufo viridis*, *Pelophylax ridibundus*). The factors adaptogenesis amphibians to life in conditions of urban environment are stated.

Key words: amphibians; urbanized areas; adaptogenesis..

Файзулин Александр Ильдусович, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, г. Тольятти, Самарская область, Российская Федерация, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: amvolga@inbox.ru

Fayzulin Aleksander Ildusovich, Institute of Ecology of Volga Basin of Russian Academy of Sciences, Tolyatti, Samara region, Russian Federation, Candidate of Biology, Senior Research Worker, e-mail: amvolga@inbox.ru