

УДК 591.13:597.851:[502.51:504.5] (470.57)

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

© Ф.Ф. Зарипова, А.И. Файзулин, А.Е. Кузовенко

Ключевые слова: питание; *Rana ridibunda*; техногенное загрязнение; Республика Башкортостан.

Исследовано питание озерной лягушки *Rana ridibunda* в условиях техногенного загрязнения тяжелыми металлами в условиях критического, высокого, среднего и низкого (фонового) содержания тяжелых металлов – меди и цинка. Наименьшая ширина трофической ниши по индексу Sd отмечена в условиях критического загрязнения тяжелыми металлами (1,95), больше – в условиях среднего (7,23) и высокого уровня (12,51). Наибольшая ширина зафиксирована в условиях наименьшего загрязнения тяжелыми металлами (16,25).

ВВЕДЕНИЕ

Амфибии играют важную роль в трофических цепях, участвуя в переносе веществ и энергии между разными экологическими нишами. Эта функция становится более существенной в антропогенных ландшафтах, где амфибии потребляют около 0,1 % первичной продукции, а в природных экосистемах на долю пищевых объектов приходится 0,03–0,06 % [1]. Исследование питания амфибий в условиях антропогенного воздействия проведено для урбанизированных территорий [2–9], для сельскохозяйственных угодий [1]. Также исследовано питание в условиях низкой антропогенной трансформации [10–12].

Целью нашей работы стало изучение особенностей питания амфибий в условиях техногенного загрязнения тяжелыми металлами в зоне Зауралья Республики Башкортостан на примере озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Отлов амфибий проводили в водоемах г. Баймак и Сибай Башкирского Зауралья и их окрестностей в период 2007–2011 гг. Исследовано 195 особей озерной лягушки из биотопов Баймакского района республики с различной степенью трансформации.

Оценку антропогенного воздействия проводили по результатам химического анализа проб воды из мест обитания и печени озерной лягушки по содержанию тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Pb). Анализы проводились атомно-абсорбционным методом на аппарате Contrl A (Германия).

Исследования проведены в 4-х популяциях, обитающих в различных по степени загрязнения тяжелыми металлами условиях: 1. Таналык – г. Баймак, р. Таналык, пруд предприятия «Баймакский литейно-механический завод»; 2. Худолаз – г. Сибай, р. Худолаз, городской плотина; 3. Исяново – Баймакский район, оз. Талкас; 4. Казанка – р. Худолаз. Биотоп представлен участком р. Худолаз, находящийся выше по

течению г. Сибай между населенными пунктами п. Казанка и п. Туяляс.

Уровень содержания тяжелых металлов в обследованных водоемах с указанием ПДК – предельно допустимой концентрации, установленной для рыбохозяйственных водоемов, и ПДУ – предельно-допустимого уровня для водоемов рекреационного пользования представлен в табл. 1.

Для выявления спектра питания у земноводных исследовали содержимое желудочно-кишечного тракта. Компоненты пищи сортировались по группам и определялись с помощью соответствующих определителей [13, 14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из 810 пищевых объектов озерных лягушек из зауральской зоны 52,7 % (427 экз.) определены до вида, 20,9 % (169 экз.) – до семейства, 24,2 % (196 экз.) – до отряда, 2,2 % (18 экз.) – до класса (табл. 2).

В популяции «Таналык» до вида определены из сем. Tachinidae: *Calliphora erythrocephala* (1; 0,4 %), сем. Vespidae: *Vespa crabro* (1; 0,4 %), сем. Carabidae: *Carabus granulatus* (2; 0,8 %), *Platynus dorsalis* (1; 0,4 %), сем. Dytiscidae: *Graphoderes cinereus* (1; 0,4 %), сем. Elateridae: *Selatosomus aeneus* (1; 0,4 %), сем. Chrysomelidae: *Donacia crassipes* (4; 1,6 %), сем. Silphidae: *Phosphuga atrata* (1; 0,4 %), сем. Curculionidae: *Hylobius pinastri* (1; 0,4 %), *Otiorrhynchus tristis* (1; 0,4 %), сем. Gerridae: *Aquarius paludum* (2; 0,8 %), *Gerris lacustris* (3; 1,2 %), сем. Notonectidae: *Notonecta lutea* (3; 1,2 %), сем. Lymnaeidae: *Lymnaea palustris* (2; 0,8 %), *L. stagnalis* (2; 0,8 %).

Для выборки «Худолаз» пищевые остатки определены до вида из сем. Vespidae: *Polistes gallicus* (2; 0,7 %), сем. Formicidae: *Lasius flavus* (2; 0,7 %), *L. niger* (2; 0,7 %), сем. Apidae: *Andrena cineraria* (1; 0,3 %), *A. clarkella* (1; 0,3 %), сем. Carabidae: *Amara aenea* (1; 0,3 %), *Carabus cancellatus* (3; 1,0 %), *Zabrus tenebrioides* (2; 0,7 %), *Platysma cupreum* (1; 0,3 %), *P. nigrum* (1; 0,3 %), сем. Meloidae: *Mylabris vesicatoria* (25; 8,1 %), сем. Dytiscidae: *Graphoderes austriacus* (1; 0,3 %), *G. cine-*

Таблица 1

Показатели содержания (мг/л) тяжелых металлов местообитаний озерной лягушки в районе исследования

Выборка	Степень загрязнения/Застройка	Тяжелые металлы (мг/л)			
		Cu	Zn	Pb	Cd
Таналык	Критический/Промзона	0,0234*	0,4470*	0,0004	0,0029**
Худолаз	Высокий/Малоэтажная	0,0213*	0,3790*	0,00001	0,0030**
Исяново	Средний/Без застройки	0,0090*	0,0260	0,00001	0,0009
Казанка	Низкий/Зеленая зона	0,0026	0,0320	0,00001	0,0003
*ПДК _{рыбхоз.}		0,001	0,01	0,006	0,005
**ПДУ _{рекр.}		1,0	1,0	0,03	0,001

Таблица 2

Спектр питания популяций озерной лягушки Зауралья Башкортостана

Таксоны пищевых объектов	Популяции озерной лягушки							
	Таналык		Худолаз		Исяново		Казанка	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Insecta	–	0	9	2,9	1	1,1	8	4,8
Odonata	–	0	5	1,62	1	1,1	–	0
Anisoptera, larvae	–	0	12	3,9	–	0	3	1,8
Zygoptera, larvae	–	0	1	0,3	–	0	–	0
Calopterygidae	–	0	–	0	–	0	9	5,4
Lestidae	–	0	6	2,0	–	0	–	0
Dermoptera	–	0	4	1,3	–	0	–	0
Diptera, imago	1	0,4	7	2,3	1	1,1	19	11,5
Diptera, larvae	–	0	2	0,7	1	1,1	–	0
Culicidae	–	0	1	0,3	–	0	–	0
Stratiomyidae, larvae	1	0,4	–	0	–	0	–	0
Tabanidae	–	0	–	0	–	0	2	1,2
Syrphidae	1	0,4	2	0,7	–	0	–	0
Muscidae	4	1,6	–	0	–	0	–	0
Tachinidae	1	0,4	–	0	–	0	–	0
Hymenoptera	7	2,8	9	2,9	8	9,1	2	1,2
Ichneumonidae	–	0	–	0	1	1,1	4	2,4
Vespidae	1	0,4	3	1,0	17	19,3	2	1,2
Apidae	1	0,4	14	4,5	4	4,6	13	7,8
Formicidae	1	0,4	38	12,3	–	0	7	4,2
Scoliidae	–	0	–	0	2	2,3	–	0
Cercopidae	–	0	–	1,3	–	0	–	0
Coleoptera	19	7,7	52	16,8	–	0	13	7,8
Carabidae	3	1,2	11	3,6	4	4,6	10	6,0
Dytiscidae, i.	1	0,4	4	1,3	8	9,1	3	1,8
Dytiscidae, l.	175	70,9	2	0,7	–	0	–	0
Staphylinidae	–	0	1	0,3	–	0	–	0
Silphidae	1	0,4	–	0	–	0	–	0
Cantharididae	–	0	–	0	1	1,1	–	0
Buprestidae	–	0	–	0	–	0	1	0,6
Nitidulidae	–	0	–	0	–	0	1	0,6
Meloidae	–	0	25	8,1	–	0	–	0
Tenebrionidae	–	0	–	0	–	0	2	1,2
Elateridae	2	0,8	–	0,7	–	0	3	1,8
Coccinellidae	–	0	3	1,0	–	0	10	6,0
Haliplidae	–	0	–	0	1	1,1	–	0
Chrysomelidae	4	1,6	–	0,3	3	3,4	12	7,2
Curculionidae	2	0,8	12	3,9	–	0	6	3,6
Scarabaeidae	–	0	1	0,3	–	1,1	16	9,6
Hemiptera	–	0	1	0,3	–	0	–	0

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pentatomidae	–	0	–	0	–	1,1	–	0
Saldidae	–	0	–	0	–	0	1	0,6
Gerridae	8	3,2	7	2,3	–	0	1	0,6
Naucoridae	–	0	–	0	–	0	4	2,4
Notonectidae	–	1,2	–	1,9	–	0	–	0
Corixidae	–	0	1	0,3	–	0	–	0
Acrididae	–	0	8	2,6	13	14,8	2	1,2
Pieridae	–	0	–	0	–	0	2	1,2
Aranei	7	2,8	6	1,9	–	0	–	0
Agelenidae	–	0	–	0	–	0	3	1,8
Lymnaeidae	4	1,6	5	1,6	–	0	3	1,8
Planorbidae	–	0	2	0,7	–	0	1	0,6
Oligochaeta	–	0	–	0	–	0	–	0
Lumbriciidae	–	0	1	0,3	–	0	–	0
Amphipoda	–	0	41	13,27	–	0	–	0
Cypriniformes	–	0	–	0	–	0	3	1,8
Всего	247	–	309	–	88	–	166	–

Примечание: n – экземпляры пищевых объектов.

reus (2; 0,7 %), *Macrodytes marginalis* (1; 0,3 %), сем. Elateridae: *Corymbites pectinicornis* (2; 0,7 %), сем. Coccinellidae: *Propylaea quatuordecimpunctata* (1; 0,3 %), *Coccinella septempunctata* (2; 0,7 %), сем. Scarabaeidae: *Aphodius fossor* (1; 0,3 %), сем. Staphylinidae: *Emus hirtus* (1; 0,3 %), сем. Chrysomelidae: *Cassida nebulosa* (1; 0,3 %), сем. Curculionidae: *Otiorrhynchus tristis* (10; 3,2 %), сем. Gerridae: *Gerris lacustris* (3; 1,0 %), сем. Corixidae: *Sigara striata* (1; 0,3 %), сем. Notonectidae: *Notonecta glauca* (4; 1,3 %), *N. lutea* (2; 0,7 %), сем. Lestidae: *Lestes dryas* (2; 0,7 %), сем. Lymnaeidae: *Lymnaea truncatula* (5; 1,6 %), отр. Dermaptera: *Labidura riparia* (1; 0,3 %), *Forficula auricularia* (3; 1,0 %), отр. Amphipoda: *Gammarus lacustris* (41; 13,3 %), сем. Lumbriciidae: *Lumbricus terrestris* (1; 0,3 %).

В популяции «Исяново» сем. Ichneumonidae: *Ichneumon sarcitorius* (1; 1,1 %), сем. Apidae: *Andrena cineraria* (4; 4,6 %), сем. Carabidae: *Carabus cancellatus* (2; 2,3 %), *C. nitens* (1; 1,1 %), *Platysma nigrum* (1; 1,1 %), сем. Dytiscidae: *Colymbetes striatus* (1; 1,1 %), *Ilybius similis* (1; 1,1 %), *Graphoderes cinereus* (5; 5,7 %), сем. Scarabaeidae: *Aphodius fossor* (1; 1,1 %), сем. Chrysomelidae: *Donacia cinerea* (1; 1,1 %), *D. simplex* (2; 2,3 %), сем. Pentatomidae: *Eurygaster integriceps* (1; 1,1 %), сем. Arctiidae: *Arctia caja* (1; 1,1 %).

Для «Казанки» сем. Tabanidae: *Tabanus autumnalis* (2; 1,2 %), сем. Vespidae: *Vespula vulgaris* (1; 0,6 %), сем. Formicidae: *Camponotus caryae* (3; 1,8 %), *Formica rufa* (1; 0,6 %), *Myrmica laevinodis* (1; 0,6 %), сем. Apidae: *Andrena cineraria* (2; 1,2 %), *Apis mellifera* (3; 1,8 %), *Prosopis communis* (1; 0,6 %), сем. Ichneumonidae: *Amblyteles vadatorius* (4; 2,4 %), сем. Carabidae: *Carabus cancellatus* (2; 1,2 %), *Platysma lepidium* (1; 0,6 %), сем. Dytiscidae: *Colymbetes striatus* (1; 0,6 %), *Ilybius similis* (1; 0,6 %), *Graphoderes cinereus* (1; 0,6 %), сем. Tenebrionidae: *Oxycara laevigata* (2; 1,2 %), сем. Elateridae: *Agriotus ustulatus* (2; 1,2 %), сем. Coccinellidae: *Halysia sedecimpunctata* (1; 0,6 %), *Hippodamia tredecimpunctata* (2; 1,2 %), *Coccinella quinquepunctata* (1; 0,6 %), *C. septempunctata* (3; 1,8 %), *C. vigintiduopunctata* (3; 1,8 %),

сем. Scarabaeidae: *Geotrupes stercorosus* (6; 3,6 %), *G. sylvaticus* (4; 2,4 %), сем. Chrysomelidae: *Donacia aquatica* (7; 4,2 %), *D. simplex* (1; 0,6 %), *Cassida nebulosa* (1; 0,6 %), *C. viridis* (1; 0,6 %), сем. Nitidulidae: *Carpophilus grandis* (1; 0,6 %), сем. Curculionidae: *Phytobius leugaster* (1; 0,6 %), сем. Gerridae: *Limnoporus rufoscutellatus* (1; 0,6 %), сем. Naucoridae: *Naucoris cimicoides* (3; 1,8 %), сем. Saldidae: *Saldula saltatoria* (1; 0,6 %), сем. Pieridae: *Aporia crataegi* (2; 1,2 %), сем. Agelenidae: *Argyroneta aquatica* (3; 1,8 %), отр. Cypriniformes: *Carassius auratus gibelio* (3; 1,8 %).

В зависимости от доли пищевые объекты в рационе амфибий из зоны Башкирского Зауралья распределены следующим образом. В популяции «Таналык» доминируют Dytiscidae (larvae), обычные Coleoptera, единичны представители 19 таксономических групп (насекомые, паукообразные, моллюски).

У особой выборки «Худолаз» в пищевом рационе преобладают Coleoptera, обычные Formicidae, Meloidae, единичными являются виды из 32 различных таксонов (имаго и личинки насекомых, паукообразные, брюхоногие моллюски и кольчатые черви). Для «Исяново» доминирующими объектами в пище являются Vespidae, обычные Hymenoptera, Dytiscidae (imago), Acrididae, к единичным отнесены беспозвоночные из 13 таксономических групп класса Насекомые. У озерных лягушек из популяции «Казанка» доминантов в трофическом спектре нет, обычными объектами являются Calopterygidae, Diptera (imago), Apidae, Coleoptera, Carabidae, Chrysomelidae, Scarabaeidae, единичные виды представлены 22 систематическими группами беспозвоночных и позвоночных животных из класса Насекомые, Паукообразные, Брюхоногие моллюски и Костные рыбы.

Таким образом, с возрастанием антропогенной нагрузки на реках Худолаз и Таналык в трофической структуре падает доля обычных особей и растет доля единичных.

В Зауралье наибольшее сходство спектра питания отмечено для популяций «Худолаз» с «Казанка» ($I\lambda = 0,473$) и «Исяново» ($I\lambda = 0,184$), а также «Исяново»

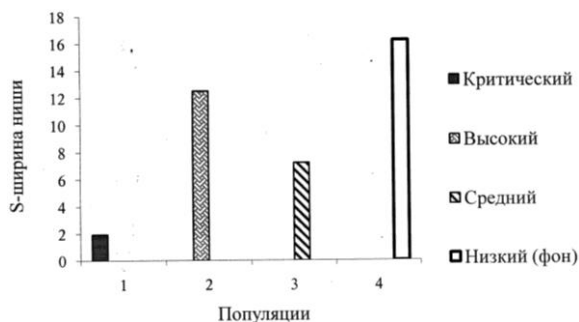


Рис. 1. Ширина трофической ниши (S_d) озерной лягушки в районе гг. Баймак и Сибай. Цифрами обозначены: 1. Баймак; 2. Сибай; 3. Исяново; 4. Казанка

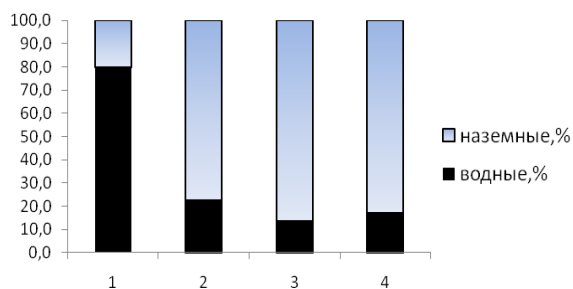


Рис. 2. Экологические формы (водные и наземные) объектов питания в рационе озерных лягушек гг. Баймак и Сибай и их окрестностей. Цифрами обозначены: 1. Таналык; 2. Худолоз; 3. Исяново; 4. Казанка

и «Казанка» ($I_d = 0,248$). Наименьшее сходство наблюдается в рационе озерных лягушек из популяции «Таналык» с популяциями «Казанка» ($I_d = 0,036$), «Исяново» ($I_d = 0,020$) и «Худолоз» ($I_d = 0,074$).

Ширина трофической ниши амфибий из этой зоны республики резко отличается в различных биотопах (рис. 1).

Так, в р. Таналык трофическая ниша озерной лягушки в условиях техногенного загрязнения сокращается до минимума в отличие от контрольной точки для этой реки (популяция «Исяново»). Такая же закономерность характерна для особей «сибайской» популяции, но здесь показатели ширины трофической ниши принимают достаточно высокие показатели.

При сравнении встречаемости экологических групп объектов питания в рационе озерных лягушек этого региона (рис. 2) обнаружили преобладание водных кормов (79,74 %) в биотопе «Таналык», где амфибии охотно питались личинками жуков из отр. *Dytiscidae*. В остальных популяциях Зауралья доля водных кормов держится на уровне 13,6–22,3 %.

Таким образом, рацион питания амфибий из разных популяций зависит от экологического состояния биогеоценозов. Так, с возрастанием уровня антропопрессии в спектре питания наблюдается уменьшение доли обычных особей и одновременно увеличение доли единичных объектов.

Размер трофической ниши (по индексу полидоминантности S_d) в условиях низкого антропогенного воздействия шире, чем в условиях средней и высокой антропогенной трансформации местообитаний.

Полученные данные согласуются с исследованиями, проведенными в условиях высокой трансформации

местообитаний, где отмечается возрастание доли водных объектов в рационе [6–8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьева О.А. Бесхвостые земноводные как биоиндикаторы антропогенных изменений в экосистемах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1990. 20 с.
2. Буты Г.С., Хицова Л.Н. Особенности питания земноводных и пресмыкающихся в антропогенных биотопах г. Воронежа // Вестник Воронеж. ун-та. 2003. № 2. С. 108-115.
3. Вершинин В.Л. Динамика питания сеголеток бурых лягушек в период завершения метаморфоза // Экология. 1995. № 6. С. 68-75.
4. Вершинин В.Л., Иванова Н.Л. Специфика трофических связей вида-вселенца – *Rana ridibunda* Pall. в зависимости от условий местообитаний // Поволжский экологический журнал. 2006. № 2/3. С. 119-128.
5. 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. 20 с.
6. Файзулин А.И., Кузовенко А.Е., Чихляев И.В., Исаева И.А. О питании прудовой лягушки (*Rana lessonae*) урбанизированных территорий Среднего Поволжья // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2012. Т. 1. № 1. С. 139-143.
7. Файзулин А.И., Чихляев И.В., Кривошеев В.А., Кузовенко А.Е. Анализ спектра питания озерной лягушки (*Rana ridibunda*) урбанизированных территорий Среднего Поволжья // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2010. Т. 1. № 1. С. 126-129.
8. Фоминих А.С. Трофическая характеристика озерной лягушки на Среднем Урале в зимний период // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий. Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2008. С. 62-66.
9. Чихляев И.В., Файзулин А.И., Замалетдинов Р.И., Кузовенко А.Е. Трофические связи и гельминтофауна зеленых лягушек *Rana esculenta* complex (Anura, Amphibia) урбанизированных территорий Волжского бассейна // Праці Українського герпетологічного товариства. 2009. № 2. С. 102-109.
10. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М.: Т-во науч. изд. КМК, 1999. 298 с.
11. Кулакова Е.Ю., Лада Г.А., Резванцева М.В. Таксономический состав пищевых компонентов в рационе зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) Хоперского государственного заповедника (Новохоперский район Воронежской области) // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2009. Т. 14. Вып. 3. С. 549-554.
12. Файзулин А.И. Сезонная динамика трофической ниши популяции озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia) в Среднем Поволжье // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2008. Т. 10. № 2 (24). С. 452-455.
13. Мамаев Б.М., Медведов Л.Н., Правдин Ф.Н. Определитель насекомых европейской части СССР: учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1976. 304 с.
14. Определитель пресноводных беззвончатых России и сопредельных территорий / под общ. ред. С.Я. Цаллохина. СПб.: Наука, 2004. Т. 6. Моллюски, Полихеты. Немертины. 528 с.

БЛАГОДАРНОСТИ: Исследования выполнены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-04-31774).

Поступила в редакцию 14 марта 2013 г.

Zaripova F.F., Fayzulin A.I., Kuzovenko A.E. MARSH FROG'S FOOD HABITS IN CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC HEAVY METAL POLLUTION (REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)

Food habits of a marsh frog *Rana ridibunda* was investigated in critical, average and low (control) content of heavy metals pollution – copper and zinc. The smallest width of the trophic niche with the index S_d was found in critical pollution of heavy metals (1.95), larger – in average level (7.23) and high level (12.51). The maximum width was found in a low level of heavy metals pollution (16.25).

Key words: food habits; *Rana ridibunda*; industrial pollution; Republic of Bashkortostan.