АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

г. Краснодар, 24 апреля, 2009 г.

Материалы XXII Межреспубликанской научно-практической конференции с международным участием

Aristolochia steupii Woronow, 1930

Библиографический список

Таранец А. Я. О некоторых особенностях строения передних позвонков у карповых // Зоол. журн. 1946. Т. 25, вып. 1. С. 118—123.

Яковлев В. Н., Изюмов Ю. Г., Касьянов А. Н. Фенетический метод исследования популяций карповых рыб // Биол. науки. 1981. № 2. С. 98—103.

УДК 574.632:597.851(497.2)

МОРФОЛОГИЯ ОЗЁРНОЙ ЛЯГУШКИ В ВОДОЁМАХ БОЛГАРИИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ

Ж. М. Желев

Кубанский государственный университет, г. Краснодар,
Пловдивский государственный университет им. П. Хелендарского (Болгария)

Объект исследования — озёрная лягушка *Rana ridibunda* Pal. Сбор земноводных проведён в 2007 г. в двух регионах Болгарии: р. Сазлийка, вблизи ТЭЦ «Марица-Исток-1» — водоём 1 (55 особей) и окрестности г. Димитровграда, р. Марица — водоём 2 (35 особей).

В год исследования в водоёме 1 содержание нитритов превышло ПДК в 1,75—8,75 раз; их наличие свидетельствует о попадании в воду органических веществ, в частности нефтепродуктов. Количество нефтепродуктов летом превышает ПДК в 1,6 раза, в другие сезоны содержание нефтепродуктов ниже ПДК; содержание сульфатов превышает ПДК зимой в 1,9 раза, в остальные сезоны оно ниже ПДК. В целом количество загрязняющих веществ в воде р. Сазлийки уменьшилось по сравнению с предыдущими годами в результате более тщательной очистки сбросных вод ТЭЦ. В водоёме 2 количество фосфатов превышает ПДК летом в 2,7 раза (в другие сезоны содержание фосфатов ниже ПДК); содержание нефтепродуктов выше ПДК зимой — в 1,2 раза. Отмечены новые загрязнители, отсутствовавшие ранее: 1) количество фенола выше ПДК в 1,6—2 раза зимой и весной (в другие сезоны содержание фенола ниже ПДК); 2) тяжёлые металлы — кадмий 0,0045 *мг/л*, свинец 0,02 *мг/л*, ртуть 0,0007 *мг/л*, никель 0,05 *мг/л*; указанные концентрации превышают ПДК, но являются безвредными для гидробионтов (Физикохимичен анализ…, 2008).

В результате сопоставления данных химического анализа воды мы пришли к выводу, что степень загрязнения двух водоёмов, из которых были взяты выборки озёрных лягушек в 2007 г., существенно различается: водоём 2 (из района Димитровграда) загрязнённый, а водоём 1 (р. Сазлийка) можно считать относительно чистым.

Для всех отловленных лягушек измерены длина тела L, длина головы L.c., длина бедра F. и длина голени T. (*мм*), а также масса тела (*г*). Цифровой материал обработан статистически. В работе принят 5%-ный уровень значимости (Лакин, 1990).

Длина и масса тела были измерены отдельно для морф striata и maculata (табл. 1).

В относительно чистом районе (р. Сазлийка) не обнаружено различий по длине тела между особями разных морф (как самцов, так и самок), средняя длина самцов (без учёта морф) составляет 68,2 ± 2,01 *мм*, а средняя длина самок — соответственно 75,5 ± 2,68 *мм*. Как правило, самки превосходят самцов по длине и массе тела (t = 2,18 и 2,09 соответственно).

В загрязнённом районе (г. Димитровград) у самок морфы striata длина тела достоверно в 1,2 раза больше, чем длина тела самок морфы maculata (t = 2,10). У самцов различия размеров особей разных морф лежат в пределах статистической ошибки, что, по-видимому, связано с малым количеством особей пятнистой морфы и, следовательно, с большой ошибкой среднего арифметического (хотя тенденция к увеличению размеров полосатых особей есть). Различий по массе тела у лягушек двух морф мы не обнаружили.

Насколько нам известно, размерных различий двух морф озёрной лягушки ранее не отмечалось (Боркин, Тихенко, 1979; Жукова, Кубанцев, Бурлаченко, 1986).

Средняя длина тела озёрной лягушки в загрязнённой популяции (без учёта принадлежности к той или иной морфе) для самцов — 76,3 ± 9,48 *мм*, а для самок — 95,6 ± 7,28 *мм*.

В чистом биотопе длина тела озёрных лягушек варьирует в пределах 9,7—13,2 %, а масса тела — в пределах 24,3—38,6 %; в загрязнённом биотопе эти показатели соответственно 13,0—16,9 % и 23,1—29,4 %. Следовательно, варьирование длины тела в обоих биотопах выражается близкими значениями, а масса тела — более вариабельный показатель в чистом биотопе. В монографии С. С. Шварца, В. С. Смирнова, Л. Н. Добринского (1968) математически аргументировано, что при сохранении всех пропорций тела коэффициент вариации массы тела животных превосходит коэффициент вариации длины тела в 1,7—3 раза. В исследованных выборках озёрной лягушки коэффициент вариации массы тела превосходит коэффициент вариации длины тела в чистом водоёме в 2,5—3,4 раза (нормальное соотношение), а в загрязнённом биотопе отношение коэффициента вариации массы и длины тела лягушек составляет 0,8; 1,4 и 2,4 (т. е. нормальное соотношение нарушено).

Сравнивая линейные и весовые размеры половозрелых озёрных лягушек из двух различающихся по степени загрязнения мест обитания, мы видим, что в более загрязнённом месте обитания земноводные ста-

Таблица 1

Экстерьерные показатели озёрной лягушки из двух исследованных биотопов (пределы, x±m, C_v±m_{cv}) (2007 г.)

Биотоп	Пол	Морфа striata	Морфа maculata
Длина тела, L (*мм*)			
Чистый — р. Сазлийка	Самцы	60,7—91,6 (n = 18) 67,7±1,89 11,5±1,92	61,3—81,3 (n = 10) 69,0±0,24 9,7±2,17
	Самки	65,5—98,7 (n = 9) 77,7±3,64 13,2±3,11	61,7—98,6 (n = 18) 74,4±2,13 11,8±1,97
Загрязнённый — р. Марица, окр. г. Димитровграда	Самцы	60,8—90,4 (n = 14) 75,0±2,70 13,0±2,46	65,6—110,7 (n = 3) 82,2±17,53 30,2±12,3
	Самки	73,6—120,2 (n = 6) 108,1±7,72 16,7±4,82	62,5—100,7 (n = 12) 89,3±4,53 16,9±3,45
Масса тела, *m* (*г*)			
Чистый — р. Сазлийка	Самцы	19,4—61,8 (n = 18) 29,0±2,71 38,6±6,43	22,9—48,6 (n = 10) 29,8±2,41 24,3±5,43
	Самки	27,5—69,3 (n = 9) 39,1±5,25 37,9±8,93	24,8—73,2 (n = 18) 38,8±3,12 33,2±5,53
Загрязнённый — р. Марица, окр. г. Димитровграда	Самцы	24,5—64,1 (n = 14) 38,6±3,14 29,4±5,56	29,5—44,3 (n = 3) 34,5±5,97 24,5±10,00
	Самки	43,7—78,5 (n = 6) 62,1±6,41 23,1±6,67	31,2—73,2 (n = 12) 52,5±3,79 23,9±4,88

тистически достоверно крупнее, чем в более чистом. Это справедливо и для самцов, и для самок (t = 2,21—4,03 при сравнении длины тела и t = 2,31—5,18 при сравнении массы тела).

В литературе есть сведения о том, что в зоне промышленных стоков химических и металлургических заводов на Украине происходит увеличение размеров и массы озёрной лягушки (Мисюра, 1985). В условиях высокой минерализации воды также отмечено укрупнение размеров озёрной лягушки (Михеев, 1993). На территории промышленного города в популяциях травяной лягушки *Rana temporaria* с загрязнённых (сульфатами, свинцом и нефтепродуктами) участков преобладают животные крупного размера с более интенсивным обменом веществ (Вершинин, Волегова, 1993). Обращает на себя внимание и то, что в приведённых литературных данных наблюдается сходный с водоёмами Димитровграда характер загрязнений: нефтепродукты, сульфаты, свинец, а также высокая минерализация воды. Увеличение размеров амфибий при обитании в загрязнённых водоёмах, видимо, можно считать адаптивным.

Однако наряду с приведёнными примерами изменения размеров амфибий в условиях загрязнения есть и другие данные, свидетельствующие о прямо противоположной направленности изменений экстерьера. Так, в популяции озёрной лягушки из слабо загрязнённого пестицидами водоёма (рыбоводный пруд) животные всех возрастных групп имеют большую массу, а половозрелые самки ещё и большие линейные размеры, чем в популяции из рисового чека (Жукова, Кубанцев, 1982; Жукова, Кубанцев, Бурлаченко, 1986). Аналогичные изменения размеров земноводных описаны и под влиянием некоторых других загрязнителей: нефти (Пястолова, 1990); промышленных стоков (Ищенко и др., 1993; Овчинникова, 1984). Возможно, меньшие размеры амфибий в загрязнённых водоёмах связаны как с накоплением токсических веществ в организме, так и с ухудшением кормовой базы, т. е. являются следствием неблагоприятных условий существования (Пескова, 2000).

Не исключено, что разные формы антропогенного воздействия могут вызывать разнонаправленные реакции популяций даже одного и того же вида. Так, пестицидное загрязнение однозначно приводит к уменьшению размеров тела обитающих в водоёмах земноводных (Пескова, 2002), а промышленное загрязнение — к увеличению размеров амфибий (наши данные; Мисюра, 1985; Вершинин, Волегова, 1993).

В исследованных нами популяциях озёрной лягушки нет различий таких морфологических показателей, как длина головы *L.c.*, длина бедра *F.* и длина голени *T.* у лягушек, относящихся к разным морфам, поэтому данные по двум морфам объединены (табл. 2).

В обеих популяциях длины частей тела самок озёрных лягушек, как правило, статистически достоверно превышают соответствующие значения самцов, что и следовало ожидать в связи с большими размерами тела самок. При сравнении особей двух популяций видно, что при обитании в условиях загрязнения длина головы, бедра и голени больше, чем у амфибий из чистого биотопа, что также вполне понятно, поскольку общая длина тела озёрной лягушки в загрязнённом водоёме больше.

Таким образом, в популяции озёрной лягушки из загрязнённого водоёма Болгарии длина тела самок морфы striata достоверно больше, чем длина тела самок морфы maculata, а у самцов отмечена тенденция к увеличению размеров полосатых особей. Различий по массе тела у лягушек двух морф мы не обнаружили. В более загрязнённом месте обитания и самцы, и самки обеих морф озёрной лягушки статистически достоверно крупнее (и по длине тела, и по массе); соответственно длина головы, бедра и голени также превышает соответствующие показатели амфибий из чистого водоёма (т. е. происходит пропорциональное увеличение линейных показателей). В водоёмах в окрестностях Димитровграда с высокой минерализацией воды, загрязнённых сульфатами, солями свинца и нефтепродуктами, увеличение размеров амфибий, видимо, можно считать адаптивным.

Таблица 2

Некоторые морфометрические показатели озёрной лягушки из двух исследованных биотопов (пределы, x±m, $C_v \pm m_{cv}$) (2007 г.)

Биотоп	Показатель	Самцы	Самки
Чистый	L.c. (*мм*)	17,3—25,3 (n = 28) 21,2±0,43 10,6±1,42	19,2—27,6 (n = 27) 23,1±0,48 10,5±1,43
Критерий Стьюдента при сравнении **U** и **T**		t = 2,95*	
Грязный	L.c. (*мм*)	18,3—34,7 (n = 17) 26,2±1,34 20,5±3,51	19,2—35,8 (n = 18) 29,9±1,41 19,4±3,23
Критерий Стьюдента при сравнении **U** и **T**		t = 1,90	
Критерий Стьюдента при сравнении $\mathbf{U}_{чист.}/\mathbf{U}_{грязн.}$, $\mathbf{T}_{чист.}/\mathbf{T}_{грязн.}$		t = 2,52*	t = 4,56*
Чистый	F (*мм*)	27,2—33,4 30,1±0,32 5,5±0,73	27,8—44,7 32,0±0,62 10,0±1,36
Критерий Стьюдента при сравнении **U** и **T**		t = 2,72*	
Грязный	F (*мм*)	29,3—47,8 35,6±1,38 15,6±2,68	29,8—49,3 40,8±1,69 17,1±2,85
		t = 2,38*	
Критерий Стьюдента при сравнении $\mathbf{U}_{чист.}/\mathbf{U}_{грязн.}$, $\mathbf{T}_{чист.}/\mathbf{T}_{грязн.}$		t = 3,88*	t = 4,89*
Чистый	T. (*мм*)	29,3—36,2 33,4±0,35 5,4±0,72	31,2—51,2 35,8±0,75 10,7±1,46
Критерий Стьюдента при сравнении **U** и **T**		t = 2,90*	
Грязный	T. (*мм*)	30,5—53,2 39,3±1,69 17,1±2,93	31,2—54,2 44,6±1,94 18,0±3,00
Критерий Стьюдента при сравнении **U** и **T**		t = 20,6*	
Критерий Стьюдента при сравнении $\mathbf{U}_{чист.}/\mathbf{U}_{грязн.}$, $\mathbf{T}_{чист.}/\mathbf{T}_{грязн.}$		t = 3,42*	t = 4,23*

Примечание: * — различия достоверны для 5%-ного уровня значимости.

Библиографический список

Боркин Л. Я., Тихенко Н. Д. Некоторые аспекты морфологической изменчивости полиморфизма окраски, роста, структуры популяции и суточной активности *Rana lessonae* на северной границе ареала // Экология и систематика амфибий и рептилий: Тр. зоол. ин-та. Л., 1979. Т. 89. С. 8—54.

Вершинин В. Л., Волегова Э. В. Анализ размерно-возрастного состава производителей *Rana temporaria* (L.) на территории промышленного города // Биология и экология: вестн. Днепропетр. ун-та. 1993. Вып. 1. С. 113.

Жукова Т. И., Кубанцев Б. С. Влияние пестицидного загрязнения водоёмов на некоторые морфофизиологические характеристики озёрной лягушки // Антропогенные воздействия на экосистемы и их компоненты. Волгоград, 1982. С. 104—120.

Жукова Т. И., Кубанцев Б. С., Бурлаченко Т. Л. Некоторые реакции популяций озёрной лягушки на пестицидное загрязнение водоёмов // Антропогенные воздействия на популяции животных. Волгоград, 1986. С. 61—81.

Ищенко В. Г., Леденцов А. В., Мисюра А. Н. Использование некоторых экологических показателей остромордой лягушки для оценки состояния вида в различных частях ареала // Биология и экология: вестн. Днепропетр. ун-та. 1993. Вып. 1. С. 118—119.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М.,1990.

Мисюра А. Н. Некоторые эколого-биохимические аспекты адаптации озёрной лягушки к техногенным факторам // Вопросы герпетологии. Л., 1985. С. 143—144.

Михеев А. В. Популяционные адаптации озёрной лягушки в условиях подтопления поймы р. Самара шахтными водами // Биология и экология: вестн. Днепропетр. ун-та. 1993. Вып. 1. С. 121—122.

Овчинникова Н. А. Изучение влияния хозяйственной деятельности человека на развитие земноводных // Проблемы региональной экологии животных в цикле зоологических дисциплин педвуза. Витебск, 1984. Вып. 2. С. 130.

Пескова Т. Ю. Морфологические и морфофизиологические изменения при обитании земноводных в условиях загрязнения // Герпетологический вестник. Львов, 2000. Т. 2, № 3—4. С. 25—33.

Пескова Т. Ю. Структура популяций земноводных как биоиндикатор антропогенного загрязнения среды. М., 2002.

Пястолова О. А. Некоторые проблемы зоологического контроля природной среды на Урале // Животные в условиях антропогенного ландшафта. Свердловск, 1990. С. 3—9.

Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л.-Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск, 1968. Т. 58.

Физикохимичен анализ на проба повърхностна вода от р. Марица. Хасково, 2008.

УДК 597.8:631.8

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СМЕРТНОСТЬ ГОЛОВАСТИКОВ МАЛОАЗИАТСКОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA MACROCNEMIS* BOUL.)

Т. И. Жукова

Кубанский государственный университет, г. Краснодар

Интенсификация сельскохозяйственного производства включает широкое использование различных химических веществ, среди которых первыми в списке значатся минеральные удобрения и разнообразные пестициды. Существует практика применения удобрений в выростных прудах рыбопитомников. Известные нам работы посвящены исследованию влияния некоторых удобрений на очень ограниченный перечень земноводных. Преимущественно это работы зарубежных авторов, исследований на территории России практически не проводилось. Действие удобрений на личиночное развитие малоазиатской лягушки *Rana macrocnemis* Boul. (довольно распространённого вида в предгорных районах Краснодарского края) неизвестно.

Исследования проводили на личинках малоазиатской лягушки, эксперимент был начат 17 мая 2007 г. с головастиками 37-й стадии развития и продолжался до 10 июля 2007 г. Мы пользовались стандартной методикой содержания головастиков земноводных в лабораторных условиях (Пястолова, 1989). Были поставлены опыты по выявлению влияния на личиночное развитие малоазиатской лягушки двух минеральных удобрений: нитрата аммония (азотное удобрение) и аммофоса (фосфорное удобрение). Концентрации удобрений были подобраны, исходя из норм для этих веществ, принятых в рыбоводстве (Москул, 1998). Для опыта взяты следующие концентрации: нитрата аммония — 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 *мг/л*; аммофоса — 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 *мг/л*. Для опыта использовали трёхлитровые ёмкости; плотность посадки головастиков амфибий — 10 *экз./л*. Через 5—10 дней подсчитывали число погибших личинок и удаляли их, при этом уменьшали объём воды для поддержания постоянной плотности. Опыты продолжали до наступления метаморфоза или до гибели всех личинок. Всех животных, закончивших метаморфоз, мы выпустили в естественные водоёмы. Всего в эксперимент были взяты 270 головастиков малоазиатской лягушки.

Данные по изменению численности головастиков