

Желев Ж.М. ©

Гл. ассистент, Пловдивский государственный университет
им. П. Хилендарского,
г. Пловдив, Болгария

**РАЗМЕРЫ ТЕЛА И КОНЕЧНОСТЕЙ ИНДИВИДОВ
ОБОИХ ФЕНОТИПОВ ПО ОКРАСКЕ НИЖНЕЙ СТОРОНЫ ТЕЛА
В ПОПУЛЯЦИЯХ КРАСНОБРЮХОЙ ЖЕРЛЯНКИ ИЗ ВОДОЕМОВ
РАЗНОЙ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
В БОЛГАРИИ**

Актуальность исследования фенетики земноводных определяется недостаточной степенью теоретической разработки данного вопроса, а также и отсутствием региональных исследований по проблематике. В последние годы появились работы, связывающие преимущественные проявления того или другого фенотипа амфибий со специфическими условиями среды их обитания, в том числе и с антропогенной нагрузкой. Вопрос, связанный с изучением вариаций рисунка дорзальной стороны тела амфибий хорошо разработан. Однако не так обстоит дело с изучением окраски нижней стороны тела амфибий и ее ролью для их существования в антропогенно трансформированных биотопах. В частности это справедливо для краснобрюхой жерлянки, у которой разграничивают два фенотипа окраски брюшка – крупнопятнистый и мелкопятнистый, наследование которых происходит по аутосомному типу и определяется диалельным геном [7, 9]. В последнее время делаются попытки связать фенотипы у этого вида амфибий с разной устойчивостью к загрязнителям. Показано, что крупнопятнистые особи выживают лучше в условиях загрязнения [8, 9; 10, 9; 4, 9; 3, 9]. Давно известно, что при обитании в условиях загрязнения меняются экстерьерные показатели амфибий, как в сторону их уменьшения, так и наоборот – в сторону их увеличения. На основании приведенных выше соображений относительно различной выживаемости индивидов обоих фенотипов краснобрюхой жерлянки в антропогенно загрязненных водоемах, мы попытались обнаружить различия в размерах тела и конечностей у индивидов обоих фенотипов, помимо их половой принадлежности. Для этого мы сравнили три основных метрических показателя тела и конечностей: (L , F , T), а также и два индекса (L/F , L/T) между индивидами обоих фенотипов краснобрюхой жерлянки в трех популяциях в Болгарии, обитающих в водоемах разной степени антропогенного загрязнения.

Материал работы собран в период размножения (м. апрель) в трех биотопах, два из которых находятся в южной части страны и один – в Северной Болгарии. Первый биотоп находится на севере от г. Пловдив (Южная Болгария) – это испускатель воды и верхний участок главного канала, заполняющего систему рисовых чеков. Здесь поймано 66 жерлянок из популяции 1 (для обозначения популяций в работе приняты условные обозначения). Испускатель представляет собой водоем искусственного происхождения размерами 50-60 x 30-40 м, огороженный земляным валом высотой 2-3 м. В нем круглый год задерживается вода с переменным уровнем. Его дно каменистое, предоставляющее естественные укрытия земноводным. После весеннего половодья каналов испускатель регулирует уровень воды в них с помощью системы шлюзов. Первые рисовые чеки находятся на расстоянии, не менее 4-5 км от испускателя. Второй биотоп находится на западе от гор. Пловдив – это рисовые чеки по обе стороны автомобильной дороги к г. Софии. Здесь поймано 53 жерлянки из популяции 2. Рисовые чеки – водоемы прямоугольной формы, размерами 250-300 м x 120-130 м, наполняются водой в конце апреля, а сброс воды из рисовой системы производится в конце сентября. Эти чеки каждый год удобряются пестицидами. Оба изученные нами биотопа в Южной Болгарии находятся на расстоянии друг от друга, не менее 10 км по прямой линии (между ними проходит автомобильная трасса «Тракия» и несколько второстепенных дорог), из-за чего допускаем, что обмен животных среди обитающих в них популяций жерлянок невозможен. Третий биотоп находится в Северной Болгарии (отстоит в 200 км по прямой линии от остальных двух). Это мелкие разливные водоемы на правом берегу реки Дунай в окрестностях г. Тутракан. Здесь было отловлено 33 жерлянок из популяции 3. В рисовых чеках под г. Пловдив налицо активное вмешательство со стороны человека, выраженное регулярным внесением пестицидов. Несмотря на то, что в этих местах обитания, как и в остальных двух биотопах, не проводился физико-химический анализ воды, на основании двух биоиндикационных методов (флуктуирующей асимметрии и фенетического состава популяции краснобрюхой жерлянки), ранее [4, 9; 9, 9] мы показали, что в рисовых чеках на западе от г. Пловдив (обитаемых популяцией 2) и в разливных водоемах на правом берегу р. Дунай в районе г. Тутракан (обитаемых популяцией 3) вода загрязненная, и стабильность развития краснобрюхой жерлянки сильно нарушена. С другой стороны, вода в испускатель и главный канал, заполняющий систему рисовых чеков на севере от г. Пловдив, поступает из водоема «Оризаре». Это водоем, используемый для выращивания рыбы и спортивной рыбалки, отвечающий на основании данных бюллетеня о состоянии воды в нем от 2009-2010 [2, 8] водоему второй категории, согласно закону о водах в Республике Болгария и распоряжению

№ 7/08.07.1986 КОПС, МНЗ и КТЦУ о показателях определения качества проточных вод [6, 9]. Водоем оценивается 1-м баллом по биоиндикационному методу ФА для озерной лягушки и краснобрюхой жерлянки [3, 9]. Первые рисовые чеки находятся не менее, чем в 4 км от испускателя, вода в нем относительно чистая, и в нашей работе мы рассматриваем популяцию 1 как обитающую при условиях среды, близких к оптимальным. Далее она принята как контрольная группа.

Измерения стандартных морфометрических параметров (L , F , T) проводились с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм по общепринятой методике [1, 8], после умертвления животных. Статистический анализ проведен по принятой методике [5, 9] с использованием пакета программ «STATISTICA for Windows 6.0.(Stat-Soft, Inc., Tulsa, USA, 1993)».

Анализ данных по фенотипам (для самцов и самок в общем) в отдельных популяциях (см. табл. 1) не обнаруживает существования статистически достоверных отличий ни в одном из трех основных линейных показателей (L , F , T) размеров тела и конечностей, как и в значениях обоих индексов (L/F и L/T) между индивидами крупнопятнистого и мелкопятнистого фенотипов в популяциях краснобрюхой жерлянки, обитающих в главном канале, заполняющем рисовые чеки на севере от г. Пловдив – (1) и другой, обитающей в разливных водоемах на правом берегу р. Дунай возле г. Тутракан – 3. В то же время в популяции в рисовых чеках на западе от г. Пловдив – 2, среднее значение трех линейных метрических признаков и соответственно индекса L/F у краснобрюхих жерлянок крупнопятнистого фенотипа статистически достоверно превышают те, что были отсчитаны у индивидов мелкопятнистого фенотипа.

Таблица 1

**Линейные параметры тела и конечностей разных фенотипов
краснобрюхой жерлянки в исследованных популяциях в Болгарии
(Max–Min; $\bar{X} \pm m$)**

Попу- ляция	Фенотип п (♂+♀)	L(mm)	F(mm)	T(mm)	L/F	L/T
1	K (55)	(34,7–58,2) 42,2±0,72	(12,2–15,7) 14,24±0,08	(11,6–14,8) 13,22±0,09	(2,5–3,73) 2,96±0,04	(2,68–4,38) 3,20±0,04
	M (11)	(33,6–50,3) 41,32±1,88	(11,7–14,9) 13,78±0,34	(10,8–13,8) 12,6±0,35	(2,44–3,47) 2,98±0,08	(2,84–3,7) 3,27±0,08
t		0,44	1,31	1,72	0,22	0,78
p		>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Окончание таблицы 1

Популяция	Фенотип n (♂+♀)	L(mm)	F(mm)	T(mm)	L/F	L/T
1	К (36)	(29,8–56,3) 42,27±1,44	(11,2–15,9) 13,87±0,20	(10,5–13,9) 12,81±0,17	(2,32–4,05) 3,14±0,07	(2,45–4,34) 3,30±0,20
	М (17)	(29,3–54,6) 35,36±1,85	(10,2–15,2) 13,04±0,33	(9,3–13,9) 11,92±0,32	(2,23–3,77) 2,70±0,09	(2,39–3,96) 2,96±0,11
t		2,95**	2,13**	2,47**	4,45**	1,48
p		<0,01	<0,05	<0,05	<0,001	>0,05
3	К (7)	(31,4–41,2) 35,84±1,35	(12,6–14,3) 13,44±0,19	(11,5–13,5) 12,56±0,58	(2,41–3,07) 2,66±0,08	(2,59–3,32) 2,85±0,09
	М (26)	(30,2–41,4) 36,62±0,61	(12,4–15,2) 13,83±0,16	(11,4–13,8) 12,79±0,14	(2,17–3,06) 2,65±0,04	(2,60–3,26) 2,86±0,04
t		0,53	1,5	0,38	0,11	0,10
p		>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Примечание: *Фенотип: К– крупнопятнистый; М– мелкопятнистый;
** Различия статистически значимые для $\alpha=0,05$.

Как выяснилось в проведенном выше рассмотрении, в рисовые чеки на западе от г. Пловдив каждый год поступают пестициды, т.е. краснобрюхие жерлянки обитают в ухудшенных условиях среды. В литературе немало данных, показывающих, как при обитании в условиях загрязнения размеры амфибий изменяются, в частности для краснобрюхой жерлянки у половозрелых взрослых индивидов они уменьшаются по сравнению с размерами жерлянок в относительно чистых водоемах [8, 9]. В этой связи интерес вызывает сравнение линейных размеров тела и конечностей у обоих фенотипов краснобрюхой жерлянки из водоема с пестицидным загрязнением, с точки зрения лучшей приспособляемости крупнопятнистых индивидов в условиях загрязнения.

Анализ данных о популяции 2 из водоема в Южной Болгарии, приведенный в таблице 1, показывает, что размеры тела и конечностей больше по сравнению с теми у мелкопятнистых, у которых уменьшение признака *L* очевидно наибольшее, а признака *T* – меньше.

Сравнение индивидов соответствующих фенотипов в отдельных популяциях (см. табл. 2) по признаку *L* не выявляет достоверных отличий у крупнопятнистого фенотипа среди жерлянок из относительно чистого водоема и из водоема, загрязненного пестицидами. В то же время статистически достоверное самое маленькое значение признака отмечается у крупнопятнистых жерлянок в популяции у р. Дунай. У мелкопятнистых

индивидов длина тела жерлянок из относительно чистого водоема достоверно больше, чем из обоих загрязненных водоемов (интересно, что в популяциях 2 и 3 редукция признака L приблизительно одинаковая ($t=0,65$; $p>0,05$)). Следовательно, если принять, что размер тела крупнопятнистых индивидов, обитающих в рисовых чеках на западе от г. Пловдив (близкий к популяции из относительно чистого водоема), связан с каким-то «преимуществом» при обитании в условиях пестицидного загрязнения по сравнению с мелкопятнистыми из того же биотопа, то подобное допущение о селективном преимуществе, связанное с размером тела крупнопятнистого фенотипа при обитании в условиях загрязнения вообще, неприемлемо, поскольку в популяции у р. Дунай – 3, (где характер загрязнения неизвестный) индивиды обоих фенотипов имеют меньшие размеры по сравнению с теми, что из относительно чистого биотопа.

Средняя длина бедра (F) и голени (T) у крупнопятнистых жерлянок в популяции 3 наименьшая, но отличие статистически достоверно только в сравнении с крупнопятнистыми индивидами из чистого биотопа, а у мелкопятнистых при наименьшей средней длине сегментов нижней конечности в популяции 2, единственное достоверное отличие замечается при сравнении с мелкопятнистыми индивидами в популяции у р. Дунай.

Таблица 2

Значения критерия Стьюдента при межпопуляционных сравнениях линейных показателей тела и конечностей разных фенотипов краснобрюхой жерлянки из биотопов в Болгарии

Показатель	Фенотип*	Популяции	t	p
L (mm)	К	1-2	0,04	>0,05
		1-3	4,16*	<0,001
		2-3	3,26*	<0,01
	М	1-2	2,26*	<0,01
		1-3	2,37*	<0,05
		2-3	0,65	>0,05
F (mm)	К	1-2	1,68	>0,05
		1-3	3,81*	<0,001
		2-3	1,54	>0,05
	М	1-2	1,57	>0,05
		1-3	0,13	>0,05
		2-3	2,15*	<0,05
T (mm)	К	1-2	2,16*	<0,05
		1-3	1,14	>0,05
		2-3	0,41	>0,05

Окончание таблицы 2

Показатель	Фенотип*	Популяции	t	p
	М	1-2	1,45	>0,05
		1-3	0,50	>0,05
		2-3	2,56*	<0,05
L/F	К	1-2	2,25*	<0,05
		1-3	3,33*	<0,01
		2-3	4,36*	<0,001
	М	1-2	2,33*	<0,05
		1-3	3,67*	<0,001
		2-3	0,50	>0,05
L/T	К	1-2	0,50	>0,05
		1-3	3,50*	<0,001
		2-3	2,05*	<0,05
	М	1-2	2,21*	<0,05
		1-3	4,56*	<0,001
		2-3	0,83	>0,01

Примечание: * Фенотип: К – крупнопятнистый; М – мелкопятнистый;
 ** Различия статистически значимые для $\alpha = 0,05$.

Судя по данным о значении индекса L/F при межпопуляционных сравнениях крупнопятнистых жерлянок, эти особи в популяции 3 при сравнительно небольшой длине тела имеют относительно самое длинное бедро (индекс статистически достоверно наименьший по сравнению с тем, что в остальных двух популяциях), тогда как в популяции 2 наоборот – на фоне сравнительно большой длины тела редукция бедра самая заметная (индекс L/F наибольшего значения и отличия от крупнопятнистых жерлянок в остальных двух популяциях статистически достоверны). У мелкопятнистых жерлянок в обоих загрязненных биотопах наблюдается статистически достоверно возрастание бедра по сравнению с теми, того же фенотипа, что в популяции из чистого биотопа. В двух загрязненных биотопах отличия между мелкопятнистыми жерлянками незначительны ($t=0,50$; $p>0,05$).

Анализ данных о индексе L/T у крупнопятнистых жерлянок выявляет наибольшее относительное возрастание голени в популяции из биотопа у р. Дунай (значение индекса статистически достоверно меньше, чем в остальных двух популяциях). Производят впечатление почти одинаковые пропорции длины тела и голени у жерлянок в популяциях 1 и 2 ($t=0,50$; $p>0,05$).

Среди мелкопятнистых жерлянок, аналогично рассмотренной выше расстановке индекса L/F у индивидов того же фенотипа, у особей, обитающих в двух загрязненных биотопах (популяции 2 и 3), замечается статистически достоверно возрастание относительной длины голени по сравнению с однофоновыми жерлянками из чистого биотопа (в обеих популяциях длины тела и длины голени близки ($t=0,83;>0,05$)).

Литература

1. Банников А., Даревский И., Ищенко В., Рустамов А., Щербак И. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. – М: Просвещение, 1977. – 414 с.
2. Бюлетини за състоянието на во дата в р. Марица и яз. Оризаре в периода 2009–2010 гт. Министерство на околната среда и водите. Басейнова дирекция за управление на водите. Източнобеломорски район. – Пловдив, 2010. – 262 с.
3. 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 bombina* Linnaeus, 1761 (*Amphibia*, *Anura*, *Discoglossidae*) в условиях синтопического обитания // Перспективы науки. – 2011. – № 7 (22). – С. 7–18.
4. Желев Ж.М., Пескова Т.Ю. Флуктуирующая асимметрия краснобрюхой жерлянки *Bombina bombina* Linnaeus, 1761 (*Amphibia*, *Anura*, *Discoglossidae*) у южной границы ареала вида // Проблемы изучения и сохранения позвоночных животных антропогенных водоемов. Саранск, 2010. – С. 45–49.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
6. Наредба № 7/08.07.1986, Закон за водите в република България, 1999. – С. 48–50.
7. Пескова Т.Ю. Использование фенетической структуры популяций краснобрюхой жерлянки для биоиндикации пестицидного загрязнения водоемов // Актуальные вопросы экологии и охрана пророды водных экосистем и сопредельных территорий. – Краснодар, 1995. – Ч. 2. – С. 3–4.
8. Пескова Т.Ю. Влияние антропогенных загрязнений среды на земноводных. – Волгоград, 2001. – 156 с.
9. Пескова Т.Ю., Желев Ж.М. Фенотипическая структура популяций краснобрюхой жерлянки *Bobbina bombina* Linnaeus, 1761 (*Amphibia*, *Anura*, *Discoglossidae*) у южной границы ареала вида // Проблемы изучения и сохранения позвоночных животных антропогенных водоемов. – Саранск, 2010. – С. 123–126.
10. Пескова Т.Ю., Жукова Т.И. Использование краснобрюхой жерлянки для биоиндикации пестицидного загрязнения водоемов // Наука Кубани. – 2008. – № 2. – С. 19–23.