

5. Петухова Г. А., Ануфриева В. В., Афанасьева Т. Н., Волкова С. Ю. Ответные реакции организмов на нефтяное загрязнение среды // Северный регион: наука и социокультурная динамика. 2002. С. 24-26.

6. Медведев Н. Н. Практическая генетика. М.: Наука, 1968. 237 с.

7. Власова И. Е., Умбетова Г. Х., Беляева Е. С., Жимулёв И. Ф. Выявление активных районов в политенных хромосомах *Drosophila melanogaster* при иммунофлюоресцентной локализации гибридов ДНК // Генетика, 1986. Т. 21. № 3. С. 424-428.

*Оксана Николаевна ЖИГИЛЕВА,  
Анна Владимировна БУРАКОВА —  
биологический факультет,  
Тюменский государственный  
университет, Тюмень, Россия*

УДК 574.576.895:597.6

**ПОКАЗАТЕЛИ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ,  
ПАРАЗИТАРНОЙ ИНВАЗИИ И ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ  
ПОПУЛЯЦИЙ ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ *RANA ARVALIS*  
НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ И ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

*АННОТАЦИЯ. На основе анализа генетической структуры, показателей стабильности развития и паразитарной инвазии остромордой лягушки *Rana arvalis* дается комплексная сравнительная характеристика состояния ее популяций на фоновых и урбанизированных территориях в условиях юга Тюменской области.*

*Genetic structure, indices of developmental stability and parasitic invasion of populations of the moor frog *Rana arvalis* in natural and urban territories were studied in the south of Tyumen region.*

Амфибии составляют существенный компонент водных и наземных биоценозов и являются удобным объектом биологического мониторинга антропогенно нарушенных территорий. Из множества различных методов оценки состояния популяций животных в последнее время уделяется особое внимание показателям флуктуирующей асимметрии [1-3]. Величина флуктуирующей асимметрии, определяемая как незначительные ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии между двумя сторонами тела, является характеристикой, по которой можно судить о стабильности развития организма [4]. Стабильность развития — это способность организма к формированию генетически детерминированного фенотипа. Основу любой морфологической изменчивости составляет генетическая, самым доступным методом выявления которой в популяциях любых видов служит изучение полиморфизма белков. Другим широко используемым для оценки состояния популяций подходом служит паразитологический анализ [5]. Как правило, эти подходы используются независимо друг от друга, между тем, в комплексном мониторинге природных популяций очевидна ценность интегрированных исследований. В связи с этим целью нашей работы была комплексная эколого-генетическая и паразитологи-

ческая характеристика состояния популяций остромордой лягушки на урбанизированных и фоновых территориях.

### Материалы и методы

Материалом для исследования послужили остромордые лягушки *Rana arvalis* Nilss, отловленные в летний период 2003 и 2004 гг. в разных районах юга Тюменской области. Всего ручным способом было отловлено 147 взрослых особей, в том числе в окрестностях биостанции «Озеро Кучак» Нижне-Тавдинского района — 105, в районе ТЭЦ-2 в черте г. Тюмени — 20 и окрестностях с. Ражево Голышмановского района — 22 особи.

Для изучения показателей паразитарной инвазии применяли метод полного гельминтологического вскрытия отдельных органов — легких и желудочно-кишечного тракта [6]. Гельминтов определяли по Рыжикову с соавт. [7].

Для оценки стабильности развития использовали показатели флуктуирующей асимметрии по 12 признакам на левой и правой сторонах тела: число полос на бедре, голени и стопе, число пятен на бедре, голени, стопе и спине, число белых островков на внутренней стороне 2-го, 3-го и 4-го пальцев, число пор на внутренней стороне 4-го пальца, число зубов на сошнике. Уровень флуктуирующей асимметрии оценивали по следующим показателям: средняя частота асимметричного проявления на признак, которая представляет собой число асимметричных признаков на особь, деленное на число проанализированных признаков [8]; среднее число случаев асимметрии на 1 особь, которое получается путем деления числа случаев асимметрии в выборке на количество особей; доля асимметричных особей по всем признакам — количество асимметричных лягушек, поделенное на объем выборки, %; доля асимметричных особей по разным признакам — число случаев асимметрии по каждому из признаков, деленное на объем выборки, % [9].

С целью изучения популяционно-генетической структуры лягушек изучен полиморфизм белков мышц по 14 локусам, кодирующим малатдегидрогеназу НАДФ-зависимую (1.1.1.40), аспартатаминотрансферазу (2.6.1.1.), супероксиддисмутазу (1.15.1.1.), неспецифические эстеразы (3.1.1.1, 3.1.1.2), миогены. Для разделения белков применяли стандартный метод электрофореза в 7,5%-ом ПААГ, с использованием Трис-ЭДТА-боратной буферной системы (рН 8,0) и гелевой Трис-ЭДТА-боратной системы (рН 8,6) [10]. Гистохимическое выявление белков проводили по Корочкину с соавт. [11]. Рассчитаны частоты аллелей, доля полиморфных локусов (Р) и средняя частота гетерозигот на локус (Н).

Достоверность различий средних величин оценивали по критерию Стьюдента [12]. Статистическая обработка проводилась с использованием ЭВМ по программе STATAN С. Н. Гашева.

### Результаты и обсуждение

В популяциях остромордой лягушки по 12 исследованным признакам асимметричны 99-100% особей, на каждую особь приходится 4,7-4,9 случаев асимметрии. Средняя частота асимметричного проявления на признак составляет 0,39-0,41 и достоверно не различается в разных районах (табл. 1). Доля асимметричных особей по разным признакам варьирует от 1,9 до 85,0%. Наибольшую степень асимметрии лягушки проявляют по числу пятен на спине, голени,

шую степень асимметрии лягушки проявляют по числу пятен на спине, голени, бедре и стопе, причем лидируют по этим показателям лягушки, отловленные в районе ТЭЦ-2 и с. Ражево. У кучаковских лягушек выявлена асимметрия по числу белых островков и пор на пальцах. Также были исследованы различающиеся по антропогенной нагрузке биотопы в окрестностях биостанции.

Таблица 1

Показатели флуктуирующей асимметрии остромордой лягушки из разных районов обитания

Признак	Район исследования		
	Кучак	ТЭЦ-2	с. Ражево
Ср. частота асимметричного проявления на признак	0,39 ± 0,01	0,41 ± 0,03	0,40 ± 0,02
Среднее число случаев асимметрии на особь	4,66	4,90	4,80
Доля асимметричных особей по признакам:			
Число полос на бедре	48,57 ± 3,45	50,00 ± 7,91	63,64 ± 7,25
Число пятен на бедре	53,33 ± 3,44	75,00 ± 6,85*	40,91 ± 7,41
Число полос на голени	60,95 ± 3,37	50,00 ± 7,91	63,64 ± 7,25
Число пятен на голени	60,00 ± 3,38	65,00 ± 7,54	77,27 ±
Число полос на стопе	48,57 ± 3,45	50,00 ± 7,91	6,32**
Число пятен на стопе	48,57 ± 3,45	60,00 ± 7,75	72,73 ± 6,72*
Число пятен на спине	76,19 ± 2,94	85,00 ±	45,45 ± 7,51
Число ост-ков на 2-ом пальце	0,95 ± 0,67	5,65***	63,64 ± 7,25
3-ем пальце	1,90 ± 0,94*	0	0
4-ом пальце	5,71 ± 1,60*	0	0
Число пор	3,81 ± 1,32*	0	0
Число зубов на сошнике	57,14 ± 3,41	0	0
		55,00 ± 7,87	50,00 ± 7,54
Доля асимметричных особей по всем признакам	99,05 ± 0,67	100	100

Примечание: \* — достоверно больше по сравнению с другими районами ( $P < 0,05$ );

\*\* — достоверно больше по сравнению с Кучаком ( $P < 0,05$ );

\*\*\* — достоверно больше по сравнению с Ражево ( $P < 0,05$ ).

Не выявлено достоверных отличий по общим показателям флуктуирующей асимметрии и по большинству исследованных признаков у лягушек, отловленных в карьере, липняке и вдоль железнодорожного полотна (табл. 2). Исключение составляют признаки: число островков и пор на пальцах, асимметрия по которым выявлена только у лягушек из карьера и липняка. У лягушек, отловленных вдоль железной дороги, понижены среднее число случаев асимметрии на особь, доля асимметричных особей по всем признакам, что может быть связано с большим давлением отбора на асимметричных животных в этом биотопе.

Выявлены незначительные различия генетической структуры популяций лягушек урбанизированной (выборка из Тюмени) и фоновой (выборка с Кучака) территорий. Частоты генов по всем локусам, кроме двух — Es-1 и Mu-5, достоверно не отличаются, доля полиморфных локусов и ожидаемая гетерозиготность идентичны (табл. 3). Однако наблюдаемая гетерозиготность в тюменской популяции выше в 1,5 раза. На урбанизированной территории реализуется больший уровень генетической изменчивости популяции, что может быть свя-

зано с большим разнообразием биотопических условий, высокой пространственной подразделенностью. Повышение изменчивости — одна из неспецифических популяционных реакций на стрессовые условия среды [13].

Таблица 2

Показатели флуктуирующей асимметрии остромордой лягушки в разных биотопах окрестностей оз. Кучак

Признак	Биотоп		
	Карьер n=38	Липняк n=39	Ж/Д n=28
Средняя частота асимметричного проявления на признак	0,39 ± 0,02	0,39 ± 0,02	0,37 ± 0,02
Среднее число случаев асимметрии на 1 особь	4,76	4,69	4,46
Доля асимметричных особей по признакам:			
Число полос на бедре	42,11 ± 5,56	48,72 ± 5,66	57,14 ± 6,61
Число пятен на бедре	52,63 ± 5,73	53,85 ± 5,65	53,57 ± 6,66
Число полос на голени	57,89 ± 5,66	64,10 ± 5,43	60,71 ± 6,53
Число пятен на голени	60,53 ± 5,61	58,97 ± 5,57	60,71 ± 6,53
Число полос на стопе	42,11 ± 5,66	48,72 ± 5,66	57,14 ± 6,61
Число пятен на стопе	60,53 ± 5,61	51,28 ± 5,66	28,57 ± 6,04*
Число пятен на спине	71,05 ± 5,20	79,49 ± 4,57	78,57 ± 5,48
Число ост-ков на 2ом пальце	0	2,56 ± 1,79	0
3ем пальце	5,26 ± 2,56*	0	0
4ом пальце	15,79 ± 4,18*	0	0
Число пор	10,53 ± 3,52*	0	0
Число зубов на сошнике	57,89 ± 5,66	61,54 ± 5,51	50,00 ± 6,68
Доля асимметричных особей по всем признакам	100 ± 0	100 ± 0	96,43 ± 2,48

Примечание: \* — достоверные отличия по сравнению с другими биотопами (P<0,05)

Гельминтофауна остромордой лягушки исследованных территорий включает 6 видов гельминтов, в том числе 3 вида нематод и 3 вида трематод. В легких паразитируют трематоды *Haplometra cylindracea* Zeder, 1800 и нематоды *Rhabdias bufonis* Schrank, 1788, в кишечнике — нематоды *Oswaldocruzia filiformis* Goeze, 1782, *Cosmocerca ornata* Dujardin, 1845, трематоды *Dolichosaccus rastellus* Olsson, 1876 и *Opisthioglyphe ranae* Froelich, 1791. Причем нематодофауна двух исследованных районов сходна, а состав трематод — различен (табл. 4). В окрестностях оз. Кучак у лягушек паразитируют *H. cylindracea* и *D. rastellus*, в черте г. Тюмени встречается *O. ranae*. Ядро гельминтофауны обоих районов составляют кишечные нематоды *O. filiformis* и *C. ornata*, роль субдоминантов выполняют на Кучаке *D. rastellus* и *R. bufonis*, в Тюмени — *R. bufonis*. Качественные различия гельминтофауны окрестностей биостанции и урбанизированной территории обусловлены различиями состава биоценоза, в частности, беспозвоночных, выполняющих роль про-

межуточных хозяев трематод. Общая зараженность лягушек — высокая. Экстенсивность инвазии в окрестностях оз. Кучак достигает 89%, в одной зараженной особи встречается до 30 гельминтов, со средним индексом обилия 6 паразитов на особь. В Тюмени экстенсивность инвазии составляет 60%, интенсивность — от 1 до 11 гельминтов в лягушке, индекс обилия — 1,5 паразита на особь. Зараженность лягушек в черте города достоверно ниже по всем показателям ( $P < 0,05$ ), что может быть связано с менее благоприятными условиями для реализации жизненного цикла паразитов, особенно гетероксенных, на урбанизированной территории, в частности, меньшей плотностью окончательного хозяина, загрязнением почв выбросами ТЭЦ-2, отсутствием подходящих промежуточных хозяев (разных видов моллюсков). Аналогичные изменения в фауне гельминтов лягушек антропогенно трансформированных территорий выявили Т. А. Гинецинская и Е. Б. Голубева [14].

Таблица 3

Генетическая структура популяций остромордой лягушки

Локус	Ген	Кучак	Тюмень
Es-1	A	0,151±0,039	0,200±0,063
	B	0,523±0,054	0,525±0,079
	C	0,326±0,051	0,275±0,071
Es-2	F	0,333±0,048	0,325±0,074
	S	0,667±0,048	0,675±0,074
Es-3	F	0,012±0,012	0,500±0,079
	S	0,988±0,012*	0,500±0,079
Aat-1	A	0,406±0,050	0,400±0,077
	B	0,594±0,050	0,600±0,077
Aat-2	A	1,000	1,000
My-1	A	1,000	1,000
My-2	A	0,062±0,025	0
	B	0,938±0,025	1,000
My-3	A	1,000	1,000
My-4	A	0,750±0,062	0,825±0,060
	B	0,250±0,062	0,175±0,060
My-5	A	0,778±0,069	0,950±0,034
	B	0,222±0,069*	0,050±0,034
My-6	A	1,000	1,000
Sod-1	A	1,000	1,000
Sod-2	A	0,364±0,103	0,313±0,116
	B	0,636±0,103	0,687±0,116
Mdh	A	1,000	1,000
P 95%		0,500	0,428
P 90%		0,428	0,428
H наблюдаемая		0,115±0,038	0,172±0,062
H ожидаемая		0,203±0,062	0,203±0,064

Примечание: \* — достоверно больше по сравнению с другим районом ( $P < 0,05$ )

Таблица 4

Показатели зараженности остромордой лягушки окрестностей оз. Кучак и ТЭЦ-2

Виды гельминтов	Индекс обилия		Интенсивность инвазии				Экстенсивность инвазии, %	
	Кучак n=105	ТЭЦ-2 n=20	Кучак		ТЭЦ-2		Кучак	ТЭЦ-2
			Lim	X ср.± ош.	Lim	X ср.±ош.		
<i>Oswaldocruzia filiformis</i>	3,65±0,41*	0,60±0,18	1-23	4,91±0,47*	1-3	1,33±0,24	74,29±3,02*	45,00±7,87
<i>Cosmocerca ornata</i>	1,58±0,21*	0,40±0,22	1-9	2,52±0,25	1-4	2,00±0,71	62,86±3,33*	20,00±6,32
<i>Dolichosaccus rastellus</i>	0,40±0,14*	0	1-10	2,80±0,78*	0	0	14,29±2,42*	0
<i>Rhabdias bufonis</i>	0,32±0,15	0,45±0,29	1-14	3,09±1,12	1-5	3,00±1,15	10,48±2,11	15,00±5,65
<i>Opisthioglyphes ranae</i>	0	0,05±0,005*	0	0	1	-	0	5,00±3,45
<i>Haplometra cylindracea</i>	0,09±0,04*	0	1-3	2,00±0,25*	0	0	7,62±1,83*	0
Всего	6,05±0,54*	1,5±0,55	1-30	6,83±0,56*	1-11	2,50±0,81	88,57±2,20*	60,00±7,75

### Заключение

У остромордых лягушек на фоновых (оз. Кучак, с. Ражево) и урбанизированных (г. Тюмень, ТЭЦ-2) территориях выявлен значительный уровень флуктуирующей асимметрии и генетической изменчивости. В популяции асимметричны 99-100% особей, на каждую в среднем приходится до 5 случаев асимметрии; полиморфны около 50% изученных локусов со средней частотой гетерозигот 12-17% на локус. Не выявлено достоверных различий в уровнях асимметрии и полиморфизма лягушек на фоновых и урбанизированных территориях. Остромордая лягушка обладает высокой экологической и генетической пластичностью, которая позволяет ей адаптироваться к обитанию в антропогенно нарушенных ландшафтах. Наиболее чувствительными показателями состояния популяций лягушек из числа исследованных служат: гетерозиготность, имеющая тенденцию к повышению на урбанизированной территории, а также качественные и количественные показатели паразитарной инвазии, снижающиеся при антропогенной нагрузке.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобразования PD02-1. 4-8.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гилева Э. А., Нохрин Д. Ю. Флуктуирующая асимметрия краниометрических признаков у восточноевропейской полевки из зоны радиационного неблагополучия // Экология. 2001. № 1. С. 22-49.
2. Чеботарева Ю. В., Изюмов Ю. Г. Морфологическая изменчивость, флуктуирующая асимметрия и частота микроядер в эритроцитах периферической крови у серебряного карася *Carassius auratus gibelio* из пруда-отстойника бытовых стоков // Вопросы ихтиологии. 2001. Т. 41. № 2. С. 283-285.
3. Гелашвили Д. Б., Чупрунов Е. В., Логинов В. В., Силкин А. А. Структурно-информационные показатели флуктуирующей асимметрии амфибий на загрязненных территориях // Современные проблемы водной токсикологии: Тез. докл. Всерос. конференции. Борок, 2002. С. 81-82.
4. Захаров В. М. Онтогенез и популяция (Стабильность развития и популяционная изменчивость) // Экология. 2001. № 3. С. 164-168.

5. Евланов И. А., Кириллов А. А., Чихляев И. В., Кириллова Н. Ю., Рубанова М. В., Трубицына О. В. Итоги и перспективы изучения позвоночных животных Самарской области // Основные достижения и перспективы развития паразитологии: Тез. докл. М., 2004. С. 98-99.
6. Ивашкин В. М., Контримавичус В. Н., Назарова Н. С. Методы сбора и изучения гельминтов наземных млекопитающих. М.: Наука, 1971. 124 с.
7. Рыжиков К. М., Шарпило В. П., Шевченко Н. Н. Гельминты амфибий фауны СССР. М.: Наука, 1980. 275 с.
8. Чубинишвили А. Т. Гомеостаз развития в популяциях озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.), обитающих в условиях химического загрязнения в районе средней Волги // Экология. 1998. № 1. С. 71-74.
9. Романов Н. С., Ковалев М. Ю. Флуктуирующая асимметрия серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Cyprinidae) из некоторых водоемов Дальнего Востока // Вопросы ихтиологии. 2004. Т. 44. № 1. С. 109-117.
10. Маурер Г. Диск-электрофорез. Теория и практика электрофореза в ПААГ. М.: Мир, 1971. 243 с.
11. Корочкин Л. И., Серов О. А., Пудовкин А. И. и др. Генетика изоферментов. М.: Наука, 1977. 278 с.
12. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
13. Имашева А. Г. Стрессовые условия среды и генетическая изменчивость в популяциях животных // Генетика. 1999. Т. 35. № 4. С. 421-431.
14. Гинецинская Т. А., Голубева Е. Б. Изменение гельминтофауны *Rana temporaria* в Петергофском парке за 50 лет // Эволюция паразитов. 1990. С. 211-215.

*Ольга Александровна ДРАГИЧ —  
Тюменская государственная  
сельскохозяйственная академия,  
Тюмень, Россия*

УДК 572.7

## **НЕКОТОРЫЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

*АННОТАЦИЯ. В статье дан сравнительный анализ некоторых антропометрических показателей организма — длины и массы тела, окружности грудной клетки и площади поверхности тела у студентов сельскохозяйственных вузов Уральского региона. Результаты исследований показали необходимость разработки теоретических и практических основ изучения механизмов адаптации к изменяющимся социальным и экологическим факторам.*

*The comparative analysis of several anthropometric indices of the Ural region agricultural universities students such as body length and weight, breast diameter and body total surface has been carried out. The research results determine the necessity to develop theoretical and applied fundamentals essential to research adaptation mechanisms to changing social and environmental factors.*

Сегодня человек стал объектом изучения многих естественных и общественных наук. Конечная цель таких исследований, в основном, — оценка состояния здоровья человека и разработка программ по его сохранению и развитию. Формируются новые подходы в укреплении и развитии здоровья, объеди-