

УДК 597.851-146.32+574.24

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕМЕННИКОВ ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ (RANA ARVALIS (NILSSON 1842)) – ВОЗРАСТНОЙ И ПОПУЛЯЦИОННЫЙ АСПЕКТЫ

¹Байтмирова Е.А., ^{1,2}Вершинин В.Л.

¹*Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: bay@ipae.uran.ru;*

²*Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, e-mail: wow@ipae.uran.ru*

Проведено морфологическое исследование семенников остромордой лягушки из популяции лесопарковой зоны мегаполиса и двух популяций, в разной степени дистацированных от крупной городской агломерации. Показано, что интенсивность сперматогенеза амфибий увеличивается по мере приближения к крупному мегаполису. Максимальные значения отмечены у животных из рекреационной зоны городской агломерации. Интенсивный сперматогенез наблюдается у особей 4-х – 5-ти лет и у животных с морфой striata. Увеличение в популяциях урбанизированных территорий встречаемости самцов генотипа striata способствует росту в группе производителей доли особей с высоким уровнем показателей сперматогенеза, что в целом положительно отражается на уровне воспроизводства.

Ключевые слова: остромордая лягушка, сперматогенез, урбанизированные территории

COMPARATIVE ANALYSIS OF MORPHOLOGY AND FUNCTION OF THE TESTES MOOR FROG (RANA ARVALIS (NILSSON 1842)) – AGE-RELATED AND POPULATION ASPECTS

¹Baytimirova E.A., ^{1,2}Vershinin V.L.

¹*Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Division of Russian Academy of sciences, Yekaterinburg, e-mail: bay@ipae.uran.ru;*

²*Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Department of Zoology, Yekaterinburg, wow@ipae.uran.ru*

We held a morphological study of the testes of the moor frog populations park area of the metropolis and the two populations that live at different distances from this metropolis. The intensity of amphibian spermatogenesis increases the closer to a major metropolis. It maximum for the animals out of the green belt of the metropolis. Studying the dependence of the diameters of the seminiferous tubules of age and morphs found low values of spermatogenesis in the 3-year-old males and striateless frogs. It maximum for the 4-5 years old frogs and striata morphs frogs. Increasing the number of striata genotype males in urban populations promotes increasing of the number of individuals with a high level of performance of spermatogenesis. This has a positive impact on the level of reproduction.

Keywords: moor frog, spermatogenesis, urbanized areas

Успех воспроизводства – одно из важнейших условий, без которого невозможно существование популяции в течение длительного времени. Для земноводных уровень воспроизводства популяций с одной стороны в значительной степени зависит от условий среды, с другой – является функцией биотического потенциала – размерно-возрастной структуры популяции, скорости полового созревания, резерва питательных веществ в организмах производителей, состояния гонад, продолжительности генеративной фазы жизненного цикла, плодовитости, выживаемости. Уровень воспроизводства служит критерием благополучия популяции [3]. Очевидная зависимость земноводных от условий среды определяет тот факт, что в разных популяциях одного вида протяженность периода размножения,

общие сроки активности, особенности жизненной стратегии значительно различаются. Высокая разнородность среды обитания ведет к адаптивным преобразованиям сперматогенных циклов, в соответствии с особенностями репродуктивной стратегии видов [10]. На территориях крупных промышленных городов значительное комплексное преобразование среды ведет к высокой разнородности всех ее параметров [3], что в свою очередь не может не отразиться на репродуктивной функции амфибий, обитающих в этих условиях. Изучение специфики размножения амфибий при действии различных факторов среды, в том числе и урбанизации [1], в основном связано с изучением соотношения полов в популяциях, плодовитости и качества икры [6]. Работ, посвященных морфофизиологическим осо-

бенностям репродуктивной системы самцов амфибий, обитающих на урбанизированных территориях, немного. Исключение составляют некоторые исследования, затрагивающие изучение морфологических, физиологических особенностей размножения озерных лягушек, обитающих на территориях с различной степенью промышленного загрязнения [7].

Цель исследования – оценка морфофункционального состояния семенников остромордых лягушек (*Rana arvalis* (Nilsson 1842)) из популяций в разной степени дистанцированных от крупной городской агломерации.

Материалы и методы исследования

Проведено морфологическое исследование семенников остромордой лягушки из трех местообитаний. Первое – Калиновский лесопарк, расположенный

в г. Екатеринбурге Свердловской области. Согласно типизации городских ландшафтов [3] данное местообитание относится к лесопарковому поясу города и находится в основном под воздействием рекреационной нагрузки. Второе – небольшие естественные водоемы, расположенные в лесу (Окрестности п. Сагра в городском округе Верхняя Пышма Свердловской области – 30 км от г. Екатеринбурга). Водоемы образуются в результате таяния снега, летом, как правило, пересыхают. И третье – водоем с выходом грунтовых вод, образовавшийся в результате добычи песка и глины (окрестности п. Верхние Серги Нижнесергинского района Свердловской области – 91 км от г. Екатеринбурга). За весь период личиночного развития хорошо просматривается дно, и нет угрозы пересыхания. Местообитания остромордой лягушки в окрестностях п. Сагра и п. Верхние Серги можно отнести к относительно слабо преобразованным территориям за пределами городской агломерации.

Отлов животных произведен весной 2010 года. Всего в анализе использовано 34 особи (таблица). Отлавливались одиночные самцы остромордой лягушки непосредственно в нерестовых водоемах в сезон размножения.

Исследуемый материал

Дата отлова	Место отлова	Количество животных, шт.
02.05.2010 г.	Лесопарковая зона г. Екатеринбурга (Калиновские разрезы)	9
03.05.2010 г.	Окрестности (лес) п. Верхние Серги	18
07.05.2010 г.	Окрестности (лес) д. Сагра	7

Индивидуальный возраст особей изучен методом скелетохронологии [4]. Гистологические препараты семенников остромордых лягушек изготовлены по стандартной методике [5]. На срезах подсчитывали количество извитых семенных канальцев, отмечая среди них число канальцев, содержащих сперматоциты 1 и 2 порядков, канальцы со сперматидами и число канальцев, не содержащих половые клетки (пустых) [9]. Измерения диаметров канальцев проведено с использованием программного продукта ImageJ. Отдельно рассмотрена зависимость сперматогенеза от возрастной принадлежности и наследственно обусловленных особенностей животных. В качестве маркера генотипических различий использована так называемая морфа *striata*, фенотипически проявляющаяся в виде светлой дорсомедиальной полосы, отмеченной у ряда видов семейства *Ranidae*. Она определяется доминантным аллелем диаллельного аутосомного гена «*striata*» при полном доминировании

[8]. Статистическая обработка результатов выполнена в программном пакете Statistica for Windows 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ возрастного состава размножающейся части популяций остромордой лягушки показал, что в отловах в основном присутствовали 4- и 5-летние особи (рис. 1).

Известно, что встречаемость полосатых особей в популяциях городской территории всегда значимо выше, чем в загородных популяциях [2]. В исследуемых популяциях была проанализирована частота встречаемости полосатых (*striata*) и бесполосых особей. Установлено, что доля *striata* увеличивается по мере приближения к городской агломерации (рис. 2).

Результаты количественного анализа семенных канальцев амфибий, содержащих разные типы клеток сперматогенного эпителия, представлены на рис. 3.

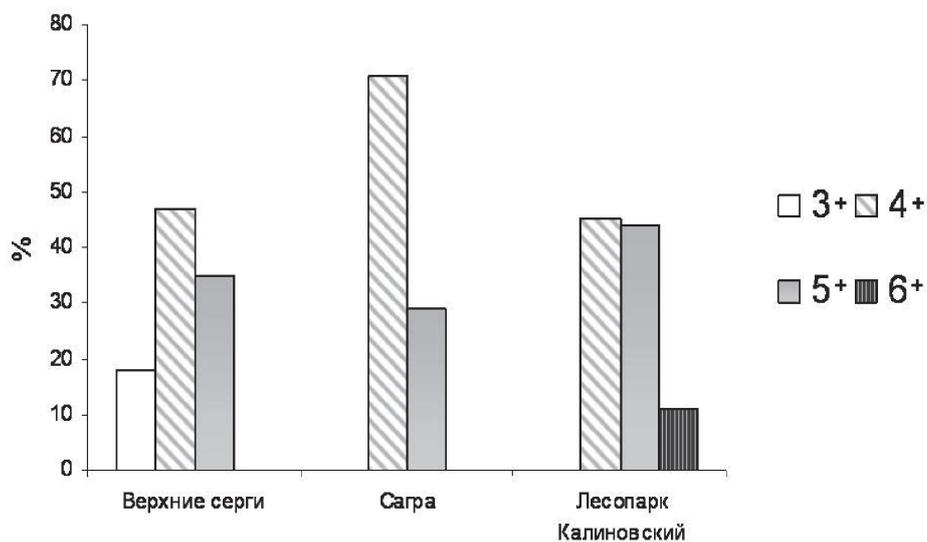


Рис. 1. Возрастная структура изучаемых популяций остромордой лягушки

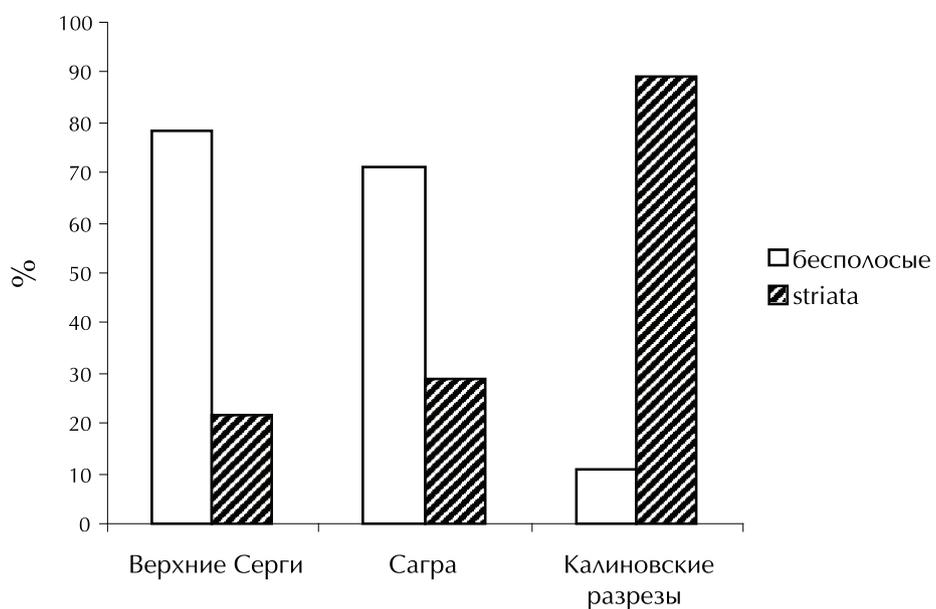


Рис. 2. Частота встречаемости особей морфы striata в популяциях остромордой лягушки

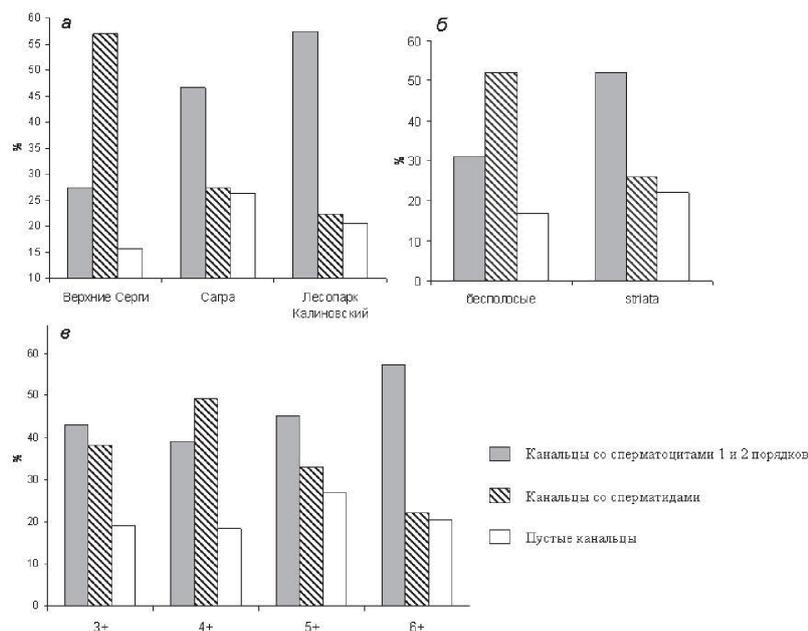


Рис. 3. Семенные каналцы остромордой лягушки с разными типами клеток сперматогенного эпителия:

А – в зависимости от фактора «район»; Б – в зависимости от фактора «возраст»; В – в зависимости от фактора «морфа»

Несмотря на то, что сроки отловов животных из изучаемых районов практически совпадают, морфологическая структура семенников животных несколько отличается. Показано увеличение доли каналцев, содержащих сперматоциты 1 и 2 порядков у амфибий, обитающих в лесопарковой зоне (рис. 3, А) и окрестностях д. Сагра по сравнению с популяцией, населяющей окрестности п. В. Серги. Значимые различия получены в парных сравнениях В.Серги – Сагра ($\varphi^*=2.01$, $p<0,05$), В.Серги – лесопарк ($\varphi^*=4.36$, $p<0,05$). Высокий процент каналцев, содержащих сперматоциты 1 и 2 порядков, свидетельствуют об интенсивном протекании сперматогенеза и подготовке к икротетанию. Значимое уменьшения количества каналцев со сперматидами также показано в популяции, населяющей окрестности В.Серги в сравнении с д. Сагрой ($\varphi^*=4.31$, $p<0,05$) и лесопарком ($\varphi^*=5.15$, $p<0,05$). Наличие большого количества пустых каналцев, может свидетельствовать о новой волне сперматогенеза подготовке животных к продолжению размножения. Однако значимые различия по этому показателю получены не были. Таким образом, морфологическая картина семенников остромордой лягушки из окрестностей п. Верхние Серги соответствует стадии окончания сперматогенеза. На этой стадии большинство каналцев заполнено созревающи-

ми сперматидами и вышедшими из цист, сперматозоидами. Полученные результаты, вероятно, свидетельствуют, о том, что интенсивность сперматогенеза амфибий увеличивается по мере приближения к крупному мегаполису, достигая максимальных значений у животных из рекреационной зоны городской агломерации. Анализ влияния возрастных особенностей и генетической специфики особей на частоту встречаемости семенных каналцев с разным типом клеток сперматогенного эпителия, возможно, свидетельствует о различной скорости сперматогенеза у представителей разных морф. Так у животных с морфой *striata* семенные каналцы в основном содержат сперматоциты 1-2-х порядков, в то время как у бесполовых животных преобладают каналцы со сперматидами, данные различия статистически значимы (рис. 3, Б, В).

Сравнительный анализ показал, что максимальные размеры диаметров семенных каналцев обнаружены у самцов *R. arvalis* из лесопарковой зоны города (рис. 4, а).

Данные по диаметрам семенных каналцев, согласуются с результатами, полученными при количественном анализе каналцев, с тем исключением, что четкой тенденции увеличения интенсивности сперматогенеза по мере приближения к крупному мегаполису не наблюдается.

Таким образом, на данном этапе исследований можно говорить о повышении интенсивности сперматогенеза у животных, населяющих рекреационную зону города (Калиновский лесопарк).

Изучение зависимости диаметров семенных канальцев от возраста выявило низкие значения показателей сперматогенеза у трехлетних молодых размножающихся самцов, которые составляют небольшую долю среди половозрелых особей, участвующих в размножении. Большинство самцов приступает к размножению в возрасте 4-х, реже – 5-ти лет, когда и наблюдаются мак-

симальные значения диаметров семенных канальцев (рис. 4, в).

Анализ диаметра семенных канальцев у полосатых и бесполосых самцов *R. arvalis* показал, что у животных морфы *striata* данный показатель достоверно больше, в сравнении с бесполосыми (рис. 4, б). Увеличение в популяциях урбанизированных территорий встречаемости самцов генотипа *striata* способствует росту в группе производителей доли особей с высоким уровнем показателей сперматогенеза, что в целом положительно отражается на уровне воспроизводства.

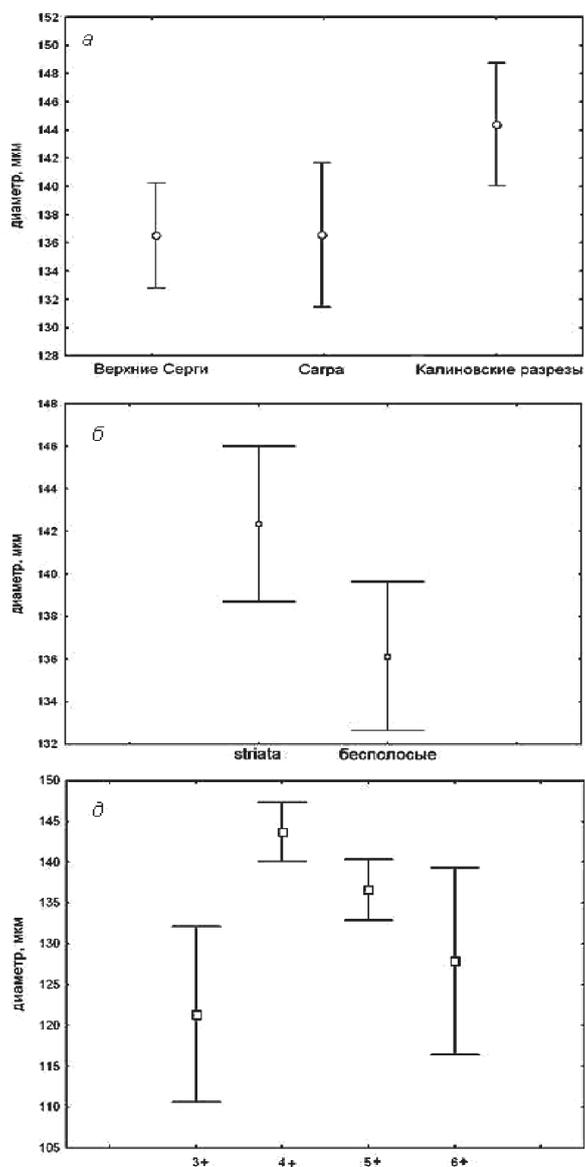


Рис. 4. Диаметр семенных канальцев в семенниках остромордой лягушки (средние невзвешенные ± 0.95 доверительный интервал): а) при действии фактора «район». $KW-H(2, 417) = 7.10$ ($p = 0.03$); б) при действии фактора «морфа». $KW-H(1, 417) = 3.87$ ($p = 0.05$); в) при действии фактора «возраст». $KW-H(2, 417) = 17.27$ ($p < 0.05$)

Таким образом, наличие полиморфизма, за которым стоят наследственно обусловленные физиологические или биохимические различия особей, дает возможность популяции быстро адаптироваться к новым условиям среды за счет изменения генетической структуры.

Авторы выражают глубокую благодарность Е.А. Трубецкой и О.В. Морозовой за помощь в сборе материала, А.В. Леденцову за консультацию по определению возраста лягушек, В.П. Маминой за ценные замечания при анализе гистологических препаратов семенников животных.

Работа выполнена при поддержке РФФИ 14-04-31097 мол_а.

Список литературы

1. Бутов Г.С. Биоэкология земноводных и пресмыкающихся в урбанизированных условиях: на примере г. Воронежа: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. – Воронеж, 2004. – 22 с.
2. Вершинин В.Л. Морфа striata у представителей рода Rana (Amphibia, Anura) – причины адаптивности к изменениям среды // Журн. Общ. биол. Т.69. 2008. №1. С. 65–71.
3. Вершинин В.Л., Середюк С.Д., Черноусова Н.Ф., Толкачев О.В., Силс Е.А. Пути адаптациогенеза наземной фауны к условиям техногенных ландшафтов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 183 с.
4. Леденцов А.В. Динамика возрастной структуры и численности репродуктивной части популяции остромордой лягушки (Rana arvalis Nilss.): Автореф. дис... канд. биол. наук. – Свердловск, 1990. – 24 с.
5. Ромейс Б. Микроскопическая техника. – М.: Изд-во иностр. лит., 1953. – 718 с.
6. Северцова Е.А., Корнилова М.Б. Сравнительный анализ плодовитости травяной и остромордой лягушек из популяций г. Москвы и Подмосквья // Зоол. журн. Т. 81. 2002. № 1. С. 82–90.
7. Шевлюк Н.Н., Блинова Е.В., Обухова Н.В., Демина Л.Л., Елина Е.Е. Некоторые закономерности биологии размножения самцов амфибий, рептилий и млекопитающих в условиях техногенной трансформации биоценозов // Известия оренбургского государственного аграрного университета. Т. 4. 2011. № 32–1. С. 291–293.
8. Щупак Е.Л. Наследование спинной полосы особями остромордой лягушки // Информационные материалы института экологии растений и животных. – Свердловск, 1977. – С. 36.
9. Fogg L.C., Cowing R.F. The Changes in Cell Morphology and Histochemistry of the Testis Following Irradiation and Their Relation to Other Induced Testicular Changes // Cancer Research. 1951. № 11. P. 23–28.
10. Mosconi G., Palermo F., Di Rosa I., Pascolini R., Franzoni F.M., Polzonetti-Magni A.M. Seasonal plasma sex steroid and thyroid hormones in male water frogs of the Rana esculenta complex from agricultural and pristine areas // J. Exp. Zool. A. V.305. 2006. № 2. P. 159.