

УДК 597.828: 535.625

ВЛИЯНИЕ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО СВЕТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛИЧИНОК ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ, *RANA RIDIBUNDA*

Ручин А.Б., Лобачев Е.А.

Мордовский государственный университет, Саранск

Проведены эксперименты по изучению влияния различных зон спектра на личиночное развитие озерной лягушки. Выявлено ускорение роста и развития личинок озерной лягушки при голубом освещении. При синем освещении рост личинок ускорялся, однако размеры прошедших метаморфоз сеголеток снижались. При освещении красными лучами спектра рост личинок не отличался от контроля, а сеголетки имели меньшие размерные показатели. Длительность метаморфоза и смертность не зависели от качества света. Высказываются предположения о роли различных частей спектра в онтогенезе бесхвостых амфибий.

Одной из характеристик солнечного света является его спектральный состав. Различия в происхождении водоемов, присутствии примесей или мелких организмов в воде довольно значительно сказываются на спектральных характеристиках водной среды. Поэтому на жизнедеятельность гидробионтов качество света может оказывать немалое влияние (табл. 1). Например, у солнечника *Actinophrys sol* численность особей снижалась с переходом от коротких волн к длинным [Bourgeois, 1967, цит. по: 2]. Два вида копепоид из семейства Sapphirinidae проявили высокую чувствительность в сине-зеленой части спектра [13]. В опытах выяснено отрицательное воздействие

длинноволнового и положительное зелено-синего света на рост личинок белого толстолобика, пеляди и молоди карпа [5, 6, 10]. В то же время креветка *Fenneropenaeus chinensis* росла быстрее при освещении солнечными лучами, чем в какой-либо отдельно взятой части спектра [16]. К сожалению, подобные работы в отношении земноводных практически отсутствуют. Нами [8, 9] были определены оптимальные монохроматические режимы для развития головастиков травяной и шпорцевой лягушек. В данной работе рассматриваются зависимости роста и развития личинок озерной лягушки при различном цвете освещения.

Таблица 1. Некоторые показатели развития личинок и размеров сеголеток озерной лягушки при различном монохроматическом освещении

Цвет освещения	Продолжительность ($x \pm s_x$), сутки		Отход метаморфизирующих особей, %	Размеры сеголеток ($x \pm s_x$)		Индексы ($x \pm s_x$), % от массы тела	
	личиночного развития	метаморфоза		длина, мм	масса, мг	печени	сердца
Контроль	69.7 \pm 0.7	4.0 \pm 0.2	0	18.3 \pm 0.4	598 \pm 27	2.67 + 0.04	0.33 + 0.02
Красный	67.5 \pm 0.9	4.3 \pm 0.4	2.5	17.9 \pm 0.3	586 \pm 36	2.57 + 0.06	0.33 + 0.02
Желтый	65.3 \pm 0.6*	3.6 \pm 0.3	0	19.2 \pm 0.2	726 \pm 26*	2.74 + 0.03	0.46 + 0.01***
Зеленый	65.5 \pm 0.6*	3.5 \pm 0.2	0	19.6 \pm 0.3*	762 \pm 28*	2.69 + 0.07	0.46+0.02** *
Голубой	64.2 \pm 0.7**	3.5 \pm 0.1*	0	20.3 \pm 0.4**	832 \pm 20**	2.78 + 0.03*	0.49 + 0.01***
Синий	64.8 \pm 0.5**	3.8 \pm 0.2	0	19.4 \pm 0.2	631 \pm 30	2.62 + 0.05	0.45 + 0.01**

* Различия достоверны при $P < 0.05$;

** Различия достоверны при $P < 0.01$;

*** Различия достоверны при $P < 0.001$.

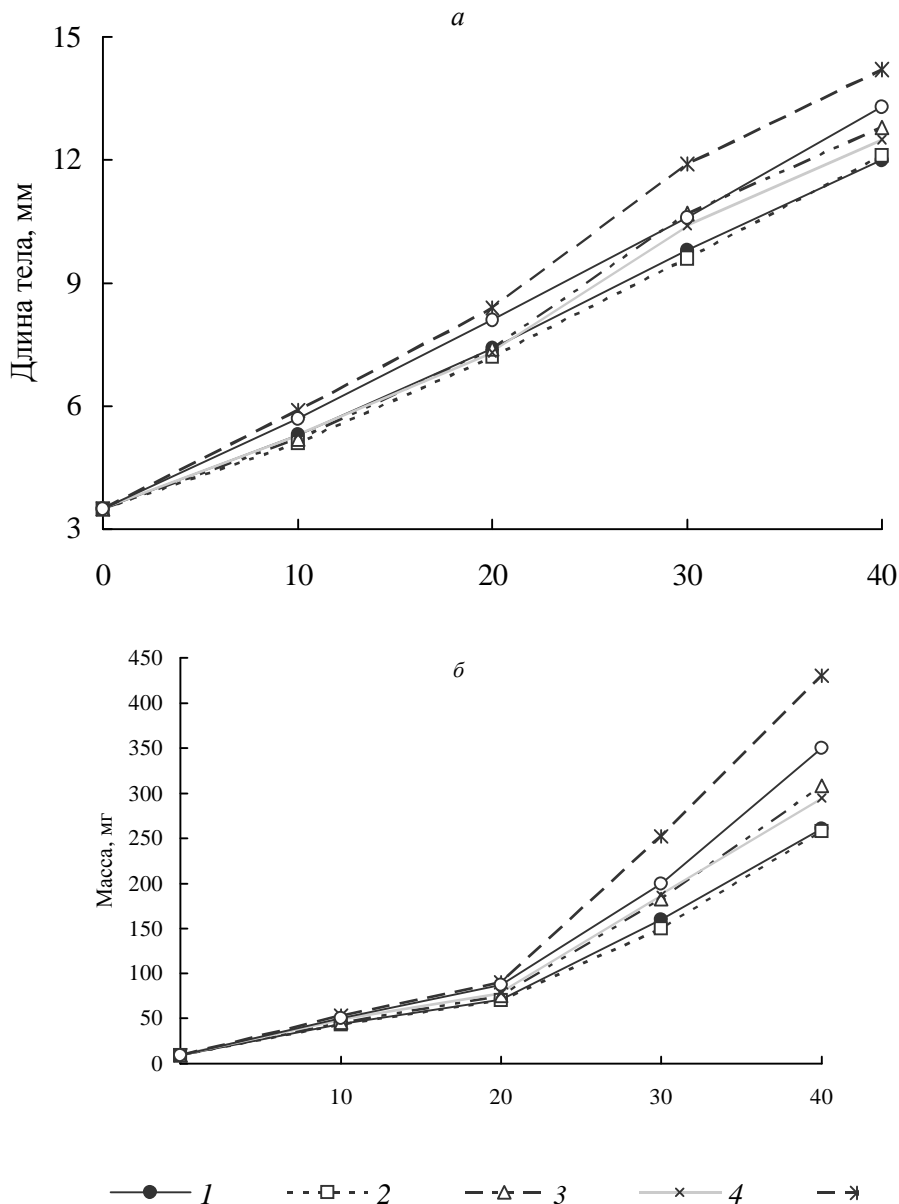


Рисунок 1. Динамика длины (а) и массы (б) тела личинок озерной лягушки в различных монохроматических режимах: 1 – контроль, 2 – красный, 3 – желтый, 4 – зеленый, 5 – голубой, 6 – синий. По осям абсцисс – дни от вылупления.

Икра озерной лягушки *Rana ridibunda* получена из естественного водоема. До начала активного питания личинок, также как и икру, содержали в аквариуме объемом 100 л с принудительной аэрацией при непрерывном освещении люминесцентными лампами белого света (освещенность 100 лк). Эксперимент начали на личинках из одной кладки, которые находились на стадии 24 [11]. Опыты проводили в аквариумах емкостью 30 л со столбом воды 20 см. Плотность посадки 2 ос./л. Температура в опытах составляла 21°C, содержание кислорода в воде 7.0-7.5 мг/л. Опытные аквариумы освещали различными зонами спектра. Характеристики всех светофильтров приведены ранее [8, 9]. Личинок кормили измельченными и ошпаренными листьями кра-

пивы. Длину тела, массу и стадии развития [11] особей регистрировали через 10 дней. Общее физиологическое состояние сеголеток оценивали по морфофизиологическим показателям (индексам сердца и печени) в контроле и опыте [1]. Статистическая обработка цифрового материала проводилась с использованием *t*-критерия Стьюдента [3].

На рисунке 1 видно, что рост головастиков при красном освещении практически не отличался от контроля. При желтом и зеленом освещении длина тела особей на 40-й день выращивания превышала контрольную группу соответственно на 6.7 и 5.0% (различия недостоверны), масса – на 18.0 и 13.1% ($P < 0.05$). Более заметный эффект наблюдался при синем свете. По

нашим данным благоприятным для роста головастиков озерной лягушки являлся голубой свет, при котором длина особей увеличилась на 18.3, а масса – на 64.7% по сравнению с контролем ($P < 0.01$). Коэффициент вариации длины и массы личинок снижался в аквариумах с освещением голубыми и синими лучами спектра. В остальных вариантах изменений не наблюдалось (табл.).

Как и ранее в опытах с травяной лягушкой [9], стадии развития головастиков мало отличались от контрольного варианта. Выживаемость личинок до наступления метаморфического климкса также была одинаковой и составила 100%. Длительность личиночного периода снижалась при любом монохроматическом освещении (табл.). Но если при красном свете этот показатель уменьшался относительно контроля достоверно, то при голубом и синем освещении был достоверно ниже, соответственно на 7.9 и 7.0% ($P < 0.01$). Менее значимая разница по длительности развития зафиксирована в условиях желтого и зеленого освещения. В отличие от длительности развития продолжительность непосредственно метаморфоза (метаморфического климкса) не имела статистически достоверных различий. Исключение составлял голубой свет, при котором эта величина снижалась на 12.5% по сравнению с контролем ($P < 0.05$).

Во время метаморфоза в одном варианте с красным освещением наблюдалась гибель особей, в других аквариумах подобного не зафиксировано (табл.). Размеры сеголеток, выращенных в условиях голубого и зеленого освещения, были достоверно ($P < 0.01$, $P < 0.05$) выше таковых контрольных особей: по длине на 10.9 и 7.1%, по массе соответственно на 39.1 и 27.4%. Интересно, что линейные размеры сеголеток в других вариантах достоверно не отличались от размеров контрольных особей, а весовые показатели при желтом и зеленом освещении были достоверно выше ($P < 0.05$). Изучение морфофизиологических индексов показало, что индекс печени достоверно повысился у сеголеток, прошедших метаморфоз только в одном варианте – при голубом освещении. Напротив, индекс сердца при любом цвете освещения, кроме красного, достоверно увеличивался.

В умеренных зонах озерная лягушка откладывает икру обычно в тех местах, где температура для кладки наиболее благоприятна. После икрометания комки икры набухают и опускаются на дно между водными растениями. По нашим наблюдениям обычно глубина в подобных местах составляет 50–80 см. Вылупившиеся личинки расселяются по всему водоему, но всегда придерживаются зарослей подводной растительно-

сти, в которых они активно питаются. В таких условиях отдельные монохроматические зоны еще не поглощаются водной толщей и поэтому должны оказывать предположительно равнозначное действие на головастиков озерной лягушки.

Аналогично другим земноводным личинки озерной лягушки обладают цветовым зрением благодаря хорошо выраженным латеральным глазам и теменному органу [4]. При наименее комфортном освещении, красном свете, рост и развитие личинок, размеры сеголеток были хуже, чем в других монохроматических режимах. Мы уже высказывали гипотезы о механизмах влияния красной зоны спектра на личинок шпорцевой лягушки [8]. В полной мере они могут быть приложимы и к другим видам (травяной и озерной лягушкам), поскольку полученные результаты одинаковы для трех видов. Особо стоит выделить роль мелатонина, который, предположительно, выделяется в большом количестве при красном освещении. Этот гормон значительно подавляет пролиферацию клеток щитовидной железы, секрецию тироксина и, как следствие, понижает скорость развития [12, 17].

Подобно другим видам личинки *Rana ridibunda* лучше росли и быстрее развивались при зелено-синем освещении. При этом благоприятнее действовала голубая зона спектра. Наше предположение [8] об усилении синтеза соматотропина при освещении голубыми лучами подтверждается увеличением массы печени сеголеток, т.к. известна [7] роль этого гормона в усилении синтеза различных веществ в данном органе. К этой гипотезе можно добавить и предположение об антистрессовой направленности голубого света. Например, на нильской тилпии [15] было показано, что при голубом освещении после стрессового воздействия содержание кортизола в плазме становится несколько меньше и не увеличивается, как при обычном освещении, т.е. в данном случае голубая зона спектра выступает в качестве стресс снимающего агента.

В отличие от голубого освещения, при синем, несмотря на достоверное увеличение ростовых показателей, размеры сеголеток были значительно меньше. Ранее [9] мы указывали, что при синем освещении личинки травяной лягушки развиваются значительно быстрее, однако во время метаморфоза при возрастании энергетических трат масса вышедших сеголеток снижается. Вероятной причиной в данном случае может являться усиление синтеза тироксина, резко увеличивающего энергетический обмен проходящих метаморфоз личинок. Например, он повышает активность дыхательных ферментов, синтез РНК и АТФ, а также стимулирует образование неко-

торых белков, характерных для взрослого организма (гемоглобин, сывороточный альбумин), которые затем поступают в кровяное русло [7, 14]. Из таблицы видно, что при синем освещении на фоне быстрого развития озерной лягушки масса печени ниже, чем в контроле, а общая масса сеголеток несколько выше (различия не достоверны). В то же время при сопоставлении полученных результатов с ранними нашими исследованиями прослеживается определенная зависимость. Синее освещение ускоряет развитие, но мало изменяет или снижает размеры сеголеток, что может быть связано с усилением синтеза тироксина.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (МК-1066.2003.04).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ищенко В.Г. //Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. Киев: Наукова думка, 1989. С. 92.
- Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высш. школа, 1979. 480 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. школа, 1990. 293 с.
- Мантейфель Ю.Б. Зрительная система и поведение бесхвостых земноводных. М.: Наука, 1977. 266 с.
- Раденко В.Н., Алимов И.А. //Вопр. ихтиологии. 1991. Т. 31. Вып. 4. С. 655.
- Раденко В.Н., Терентьев П.В. //Биология сиговых рыб. М.: Наука, 1988. С. 216.
- Розен В.Б. Основы эндокринологии. М.: Изд-во МГУ, 1994. 384 с.
- Ручин А.Б. //Зоол. журнал. 2002. Т. 81. № 6. С. 752.
- Ручин А.Б. //Изв. РАН. Сер. биол. 2003. № 5. С. 582.
- Ручин А.Б., Вечканов В.С., Кузнецов В.А. //Вопр. ихтиологии. 2002. Т. 42. № 2. С. 236.
- Терентьев П.В. Лягушка. М.: Сов. наука, 1950. 345 с.
- Edwards M.L., Pivorun E.B. //Gen. and Comp. Endocrinol. 1991. V. 81. № 1. P. 28.
- Jinho Ch., Shuhei N. //Prelim. Rept Hakuho Maru Cruise. 1995. Kh-94-2. С. 57.
- Tata J.R. //Biochimie. 1999. V. 81. № 4. P. 359.
- Volpato G.L., Barreto R.E. //Brazil. J. Med. Biol. Res. 2001. V. 34. P. 1041.
- Wang F., Dong Sh., Huang G., Wu L., Tian X., Ma Sh. //Aquaculture. 2003. V. 228. № 1-4. P. 351.
- Wright M.L., Cuthbert K.L., Donohue M.J., Solano S.D., Proctor K.L. //J. Exp. Zool. 2000. V. 286. № 6. P. 625.

INFLUENCE OF MONOCHROMATIC LIGHT ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE LAKE FROG, *RANA RIDIBUNDA*

Ruchin A.B., Lobachev E.A.

Experiments on studying influence of various zones of spectrum on larval development of a lake frog are lead. Acceleration of growth and development of larvae a lake frog is revealed at blue illumination. At blue illumination growth of larvae was accelerated, however the sizes of past metamorphoses of juvenile were reduced. At illumination by red beams of a spectrum growth of larvae did not differ from the control, and juvenile had smaller dimensional parameters. Duration the metamorphosis and death rate did not depend on quality of light. Come out with assumptions of a role of various parts of a spectrum in ontogenesis of the anurans amphibians.