

## ДЕЙСТВИЕ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛИЧИНОК ТРАВЯНОЙ ЛЯГУШКИ *Rana temporaria* L.

© 2003 А. Б. Ручин

Мордовский государственный университет, 430000 Саранск, ул. Большевистская, 68

Поступила в редакцию 24.07.2000 г.

В экспериментах выявлено ускорение роста и развития личинок травяной лягушки при коротковолновом освещении. В то же время наибольшие линейно-весовые показатели сеголеток получены в желтом и зеленом свете и наименьшие – в синем. Вариабельность личинок во всех монохроматических режимах уменьшалась. Красная часть спектра индифферентна в отношении роста и развития как головастиков, так и сеголеток.

Свет имеет большое как прямое, так и косвенное значение в жизни земноводных. Например, фотопериод влияет на изменение некоторых веществ в плазме крови лягушек (Don Stevens, 1983), рост головастиков *Xenopus laevis* и сеголеток *Rana pipiens* (Richards, Lehman, 1980; Delgado *et al.*, 1987). Ирихимович (1947) показал, что в темноте личинки травяной лягушки лучше развиваются, чем на свету. Нами (Ручин, 1998) было установлено стимулирующее влияние колебаний освещенности на рост и развитие этого же вида.

В настоящей работе представлены результаты экспериментов по изучению действия различных участков видимой части спектра на рост и развитие личинок *Rana temporaria* L.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Икра травяной лягушки получена из естественного водоема из одной кладки. После инкубации до начала эксперимента личинки были выровнены по стадии 38 (Дабагян, Слепцова, 1975). Опыты проводили в аквариумах объемом 20 л, в каждый из которых помещали по 50 особей. Ежедневно производили смену 1/4 части воды на отстоянную водопроводную. За время опыта не было зарегистрировано развития фитопланктона (вода оставалась прозрачной), однако стенки аквариумов обрастали одноклеточными водорослями, которые приходилось периодически удалять. Температура поддерживалась на уровне  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , содержание кислорода в воде 7–7.5 мг/л (принудительная аэрация).

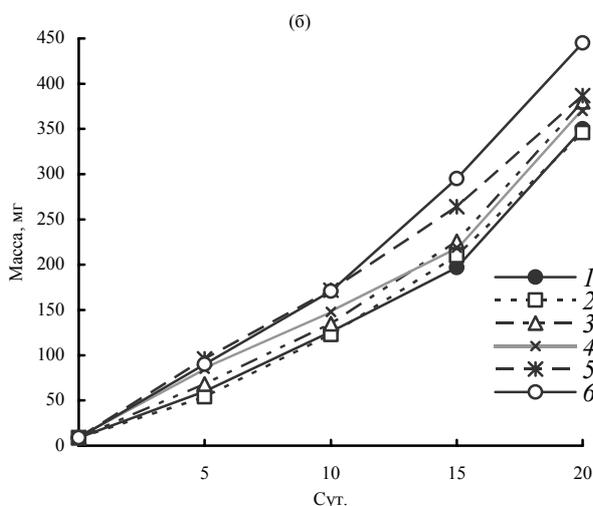
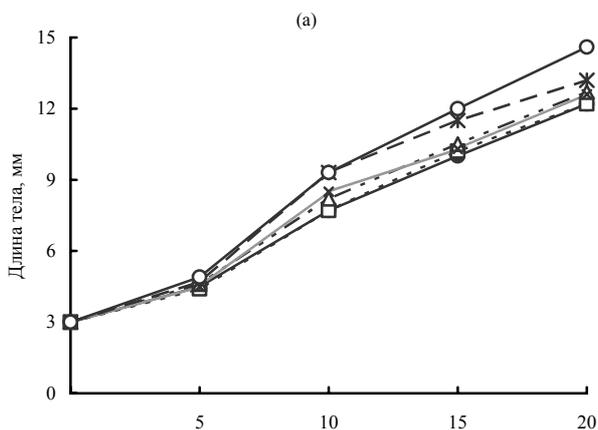
Над экспериментальными аквариумами с помощью люминесцентной лампы марки ЛБ создавали освещение. Спектр данной лампы, в котором присутствует весь набор длин волн, принимался за контроль. Спектральное пропускание светофильтров определяли на приборе ДМР-23 с фотоумножителем ФЭУ-100. Все

фильтры пропускали достаточно широкий набор длин волн, однако до 80–85% излучения приходилась на довольно узкую зону спектра, которая и служила условным обозначением стекла: красный – 680–760 нм, желтый – 520–580, зеленый – 510–540, голубой – 440–500, синий – 430–470 нм. Освещенность была одинаковой во всех вариантах (100 лк) и измерялась на поверхности воды люксметром Ю-116 после прохождения света через фильтр.

Личинок кормили измельченными в ступке свежими листьями крапивы, задаваемыми в избытке. Длину тела, массу и стадии развития головастиков (Дабагян, Слепцова, 1975) регистрировали через 5 сут., с началом метаморфоза – ежедневно. В ряде случаев для оценки изменения вариабельности размеров головастиков использовали отношение  $CV_2 : CV_1$ , где  $CV_2$  и  $CV_1$  соответственно коэффициент вариации в конце и начале опыта. Статистическая обработка цифрового материала проводилась методом парных сравнений с применением *t*-критерия Стьюдента (Лакин, 1990).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные показывают, что различные участки видимой части спектра неоднозначно влияют на рост и развитие головастиков травяной лягушки. Так, на протяжении первых 20 сут. эксперимента наиболее благоприятное воздействие на рост личинок оказывал синий свет (рис. 1). В среднем длина особей в данных режимах статистически достоверно превосходила контрольный вариант соответственно на 20.2% ( $p < 0.05$ ), масса – на 37.8% ( $p < 0.01$ ). При голубом освещении значительная разница (18% по длине и 35% по массе относительно контроля) была зарегистрирована на 10 и 15-е сут. от вылупления, когда личинки находились на стадиях 40–44, что, по всей видимости, можно связать с осо-

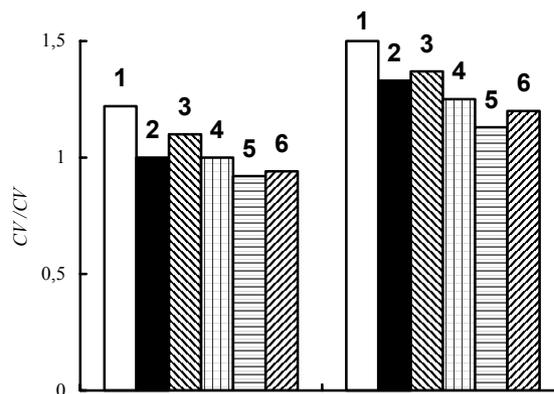


**Рис.1.** Линейный (а) и весовой (б) рост личинок травяной лягушки в различных монохроматических режимах: 1 – контроль, 2 – красный, 3 – желтый, 4 – зеленый, 5 – голубой, 6 – синий (для рис. 1–3). По оси абсцисс – сутки от вылупления.

бенностями действия этой зоны спектра на развивающихся головастиков именно в это время. Однако на 20-е сут. размеры головастиков различались незначительно. В желтом и зеленом свете линейный рост несколько увеличивался (статистически недостоверно), а весовой превосходил контрольную группу в среднем на 9.9% ( $p < 0.05$ ). Особи, развивающиеся при красном свете, практически не отличались по своим размерам от контроля.

Необходимо отметить, что выживаемость головастиков во всех вариантах равнялась 100%. Кроме того, наступление определенных стадий в ряде монохроматических режимов совпадало, что указывает на одинаковое развитие личинок в опытных и контрольных аквариумах. Исключение составляли синий и голубой свет, в котором головастики на 10, 15 и 20-е сут. от вылупления отличались от белого освещения на 1–2 стадии.

Как известно (Поляков, 1975), уровень изменчивости линейно-весовых показателей может служить критерием оптимальности существования организмов.



**Рис. 2.** Вариабельность длины (а) и массы (б) личинок травяной лягушки в различных монохроматических режимах, рассчитанная по соотношению коэффициентов вариации в конце ( $CV_2$ ) и начале ( $CV_1$ ) опыта.

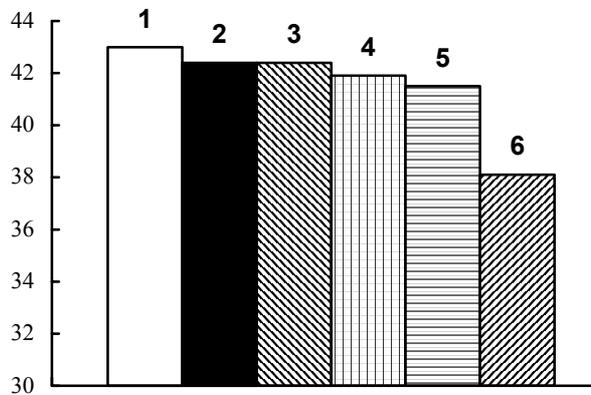
Результаты наших исследований свидетельствуют о снижении вариабельности длины и массы личинок во всех монохроматических режимах по сравнению с контролем (рис. 2). Так, при синем и голубом освещении данный показатель уменьшался в среднем соответственно на 22.5 и 25.6% ( $p < 0.05$ ).

На рисунке 3 видно, что длительность личиночного развития снижалась по мере уменьшения длины волны падающего света, однако достоверная разница зарегистрирована только при синем свете. По-иному влияли монохроматические зоны спектра на размерные показатели прошедших метаморфоз молодых особей. Если оптимальным режимом для роста и развития головастиков являлся синий свет, то наиболее крупные особи отмечены при желтом освещении (таблица). В последнем случае длина сеголеток превосходила таковую контрольного варианта на 7.5, масса – на 14.3% ( $p < 0.05$ ). Наоборот, в синем режиме масса достоверно ( $p < 0.05$ ) снижалась на 6.0% по сравнению с белым светом, тогда как длина почти

Некоторые показатели сеголеток травяной лягушки в различных монохроматических режимах

Режим	Длина тела, мм	Масса, мг	Коэффициент вариации	
			по длине	по массе
Контроль	16.0 $\pm$ 0.2	368.0 $\pm$ 15.3	7.15	20.02
Красный	16.0 $\pm$ 0.2	353.6 $\pm$ 12.4	6.36	17.53
Желтый	17.2 $\pm$ 0.2	420.5 $\pm$ 14.5	6.45	17.25
Зеленый	16.4 $\pm$ 0.2	386.7 $\pm$ 12.7	6.71	16.78
Голубой	16.4 $\pm$ 0.2	377.6 $\pm$ 14.5	7.04	19.17
Синий	15.9 $\pm$ 0.2	345.9 $\pm$ 15.8	5.41	26.54

Длительность  
ь развития  
до полной  
редукции  
хвоста  
(стадия 54),  
сутки



**Рис. 3.** Длительность развития травяной лягушки до полной редукции хвоста в различных монохроматических режимах.

не изменялась. В остальных монохроматических вариантах статистически значимой разницы в размерах сеголеток обнаружено не было. Также как при личиночном развитии, вариабельность линейно-весовых показателей молоди во всех, за исключением синего, опытных аквариумах уменьшалась (см. таблицу).

Личинки травяной лягушки образуют в водоемах скопления, которые придерживаются хорошо прогреваемых и освещаемых мелководий (Банников, Денисова, 1956). В таких условиях отдельные монохроматические зоны еще не поглощаются водной толщей и поэтому должны оказывать предположительно равнозначное действие на головастиков. При этом в процессе онтогенеза *R. temporaria* цветоразличение возникает рано (Мантейфель, 1977). Наши результаты говорят о неоднозначном влиянии различных участков спектра на рост и развитие личинок данного вида. В частности, коротковолновая часть спектра стимулирует рост головастиков, тогда как длинноволновые лучи в этом отношении индифферентны. Данное обстоятельство частично согласуется с выводом Юнга (Jung, 1878, цит. по: Беркович, 1953) о негативном влиянии красного света на рост головастиков. Косвенное подтверждение наших результатов можно найти в работе Мунца (Muntz, 1963), который выявил предпочтение личинками травяной лягушки зеленого и синего цветов красному.

Параллельно с ускорением роста при коротковолновом излучении увеличивается и темп развития особей. В целом, длительность личиночного периода жизни была ниже наблюдаемой в природе (Банников,

Денисова, 1956), но соответствовала полученной в эксперименте (Пястолова, Иванова, 1978). В то время как желтый и зеленый свет незначительно стимулировал рост личинок, наибольшие размеры вышедшая на сушу молодь имела именно в этих режимах. В противоположность увеличению темпов роста личинок при синем освещении, масса сеголеток снижалась. По данным Ковальчук (1978), энергетические траты на развитие головастиков возрастают только на этапе метаморфоза. Видимо, в период метаморфоза резко усиливается метаболизм особей, содержащихся при синем свете, что и объясняет неизменность линейных размеров с одновременным достоверным уменьшением массы молоди и увеличением вариабельности данного показателя. Однако последнее обстоятельство лишь предположение, для выяснения которого необходимы специальные исследования.

Работа выполнена по гранту Президента РФ (МК-1066.3003.04).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Банников А.Г., Денисова М.Н. Очерки по биологии земноводных. М.: Учпедгиз, 1956. 168 с.
- Беркович Е.М. Влияние белого и монохроматического света на животный организм // Успехи соврем. биологии. 1953. Т. 36. Вып. 1. С. 43.
- Дабагян В.Н., Слепцова Л.А. Травяная лягушка (*Rana temporaria*) // Объекты биологии развития. М.: Наука, 1975. С. 442–462.
- Ирхимонович А.И. Влияние света на скорость развития головастиков *Rana temporaria* // Доклады АН СССР. 1947. Т. 55. № 2. С. 177.
- Ковальчук Л.А. Особенности окислительного метаболизма в онтогенезе бесхвостых амфибий (Anura, Amphibia) // Экспериментальная экология низших позвоночных. Свердловск, 1978. С. 72–85.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 293 с.
- Мантейфель Ю.Б. Зрительная система и поведение бесхвостых амфибий. М.: Наука, 1977. 266 с.
- Поляков Г.Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1975. 157 с.
- Пястолова О.А., Иванова Н.Л. Рост и развитие личинок амфибий в экспериментальных условиях // Экспериментальная экология низших позвоночных. Свердловск, 1978. С. 13–31.
- Ручин А.Б. Рост и развитие головастиков травяной лягушки в условиях колебаний освещенности // 3 конф. молодых ученых Мордовского государственного университета: Тез. докл. Ч. 2. Саранск, 1998. С. 83.

*Delgado M.J., Gutierrez P., Alonso-Bedatle M.* Melatonin and photoperiod alter growth and larval development in *Xenopus laevis* tadpoles // *Comp. Biochem. and Physiol.* 1987. A 86. № 3. P. 417–421.

*Don Stevens E.* The effect of photoperiod on changes in plasma glucose, cholesterol, and free fatty acids during cold acclimation in frogs // *Comp. Biochem. and Physiol.* 1983. A 74. N 2. P. 391 – 393.

*Muntz W.R.* The development of phototaxis in the frog (*Rana temporaria*) // *J. Exper. Biol.* 1963. V. 40. № 2. P. 371–379.

*Richards C.M., Lehman C.C.* Photoperiodic stimulation of growth in postmetamorphic *Rana pipiens* // *Copeia.* 1980. № 1. P. 147–149.