

ВЛИЯНИЕ ФОТОПЕРИОДА НА ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ И РОСТ ЗЕМНОВОДНЫХ

Проведены эксперименты по изучению влияния фотопериода на развитие и рост земноводных. Оказалось, что круглосуточная темнота по сравнению с круглосуточным освещением снижает рост и темпы развития и увеличивает смертность головастиков травяной лягушки. Однако рост сеголеток шпорцевой лягушки не изменялся в зависимости от фотопериода.

Ключевые слова: фотопериод, рост, развитие, земноводные

Один из самых значимых для планеты факторов – световой. Свет влияет на различные процессы жизнедеятельности растений и животных, регулируя их жизненные ритмы и отдельные процессы жизнедеятельности. Однако в литературе имеются лишь отрывочные сообщения относительно влияния света на функционирование организма земноводных. Для личинок шпорцевой лягушки *Xenopus laevis* выявлен оптимальный режим фотопериода – одночасовое воздействие светом в течение суток [14]. Сеголетки лягушки *Rana pipiens* лучше росли при непрерывном освещении [16]. Аргентинские исследователи [15] изучали влияние двух фотопериодов, имитирующих весенние и осенние условия, на рост и развитие головастиков *Rana catesbiana*. Оказалось, что ни один из режимов освещения не оказал сколько-либо значительного влияния. В работах [5, 9, 10] показано, что при освещенности личиночное развитие ускоряется, а скорость роста головастиков земноводных увеличивается. Целью наших исследований являлось изучение влияния фотопериода на личиночное развитие и рост головастиков травяной лягушки *Rana temporaria* и сеголеток шпорцевой лягушки.

Материал и методы исследования

Икра травяной лягушки получена из естественного водоема из одной кладки, которую осторожно переносили в лабораторию и инкубировали целиком при рассеянном естественном периодическом освещении (100 лк) и температуре 21°C. Для опытов отбирали одноразмерных (длина тела 3.5 мм, масса 9 мг) перешедших к активному питанию личинок на стадии 38 [3]. Исследования проводили в двукрат-

ной повторности в аквариумах с объемом воды 25 л (размер сосудов 40*27*25 см). Плотность посадки 2 ос./л. Сеголеток шпорцевой лягушки выращивали перед экспериментом со стадии личинки (из одной кладки), затем отбирали одноразмерных особей и помещали в экспериментальные аквариумы. Эксперименты проведены в двукратной повторности.

Аквариумы устанавливались в отсеках, разделенных непрозрачными перегородками и освещавшихся люминесцентными лампами (марка ЛБ), находящимися сверху на расстоянии 50 см от поверхности воды. Освещенность измеряли люксметром Ю-116. Использовали следующие режимы фотопериода: постоянное отсутствие света – 0 ч свет / 24 ч темнота (0С/24Т), 8 ч свет / 16 ч темнота (8С/16Т), 12 ч свет / 12 ч темнота (12С/12Т), 16 ч свет / 8 ч темнота (16С/8Т), и круглосуточное освещение (24С/0Т). Включение и отключение света осуществлялось автоматически.

Личинок травяной лягушки кормили измельченными листьями крапивы и небольшими порциями сваренного вкрутую желтка куриного яйца, сеголеток шпорцевой лягушки – живыми кормами (трубочником и мотылем). При этом следили за тем, чтобы корм постоянно находился в аквариумах в избытке, т. е. у головастиков имелась возможность круглосуточного потребления пищи. Длину тела, массу и стадии развития головастиков регистрировали через 10 дней, с началом метаморфоза – ежедневно. Ежедневно сливали 1/4 часть объема воды с одновременной чисткой аквариумов (доливали отстоянную дехлорированную воду). Статистическая обработка цифрового материала проводилась стандартными методами с использованием *t*-критерия Стьюдента [6].

Результаты и их обсуждение

В первых сериях экспериментов изучали влияние фотопериода на рост и личиночное развитие травяной лягушки. На рис. 1 видно, что изменения длины и массы тела головастиков травяной лягушки были практически одинаковы в трех вариантах опыта при фотопериоде 24С/0Т, 16С/8Т, 12С/12Т. Снижение размерных показателей наблюдалось при отсутствии света и значении фотопериода 8С/16Т. Так, в первом случае длина тела на 30-й день опыта была ниже на 24.4%, масса – на 31.7% при полной темноте по сравнению с аналогичными

показателями головастиков из аквариума при непрерывной освещенности. Рассматривая темпы развития, отметим, что стадии личинок во всех вариантах опыта не различались до 10-го дня развития, при фотопериоде 16С/8Т и 24С/0Т – весь период развития. И только при отсутствии света они были на 2–4 стадии ниже по сравнению с другими вариантами. Особенно четко это проявилось к 30-му дню эксперимента, когда в темноте личинки находились на 44-й стадии, а в остальных вариантах – на 47–48-й стадиях.

Наиболее высокий процент отхода головастиков наблюдается при нулевой освещенности, наиболее низкий процент – в режиме 16С/8Т. Продолжительность личиночного развития в темноте увеличилась на 9.7% по сравнению с таковой при непрерывной освещенности (табл. 1).

Продолжительность метаморфоза травяной лягушки (метаморфического климакса) при 12-часовом освещении достоверно различалась. В темноте она увеличилась по сравнению с таковой при непрерывном освещении на 24%. В остальных вариантах продолжительность фотопериода достоверной разницы не имела.

В этот период высокой смертностью особей также отличался вариант нулевой освещенности. Максимальные размеры сеголеток, прошедших метаморфоз, наблюдались при режиме 12С/12Т. В темноте их длина была на 23.3%, масса – на 37.2% ниже по сравнению с аналогичными показателями сеголеток из оптимальных вариантов.

Результаты наших опытов не соответствуют данным А.И. Ирихимовича [4]. В опытах цитируемого автора не было установлено достоверных различий по скорости роста головастиков при удлиненном и укороченном фотопериоде. Предполагается, что уменьшение воздействия светом во времени ведет к усилению секреции тиротропина и, соответственно, ускорению метаморфоза. Однако не стоит забывать, что метаморфоз травяной лягушки проходит в конце июня – начале июля (опыты проводились в июне), когда укорочение светового дня незначительно и еще не может существенно повлиять на скорость метаморфоза. Даже если принять во внимание это пред-

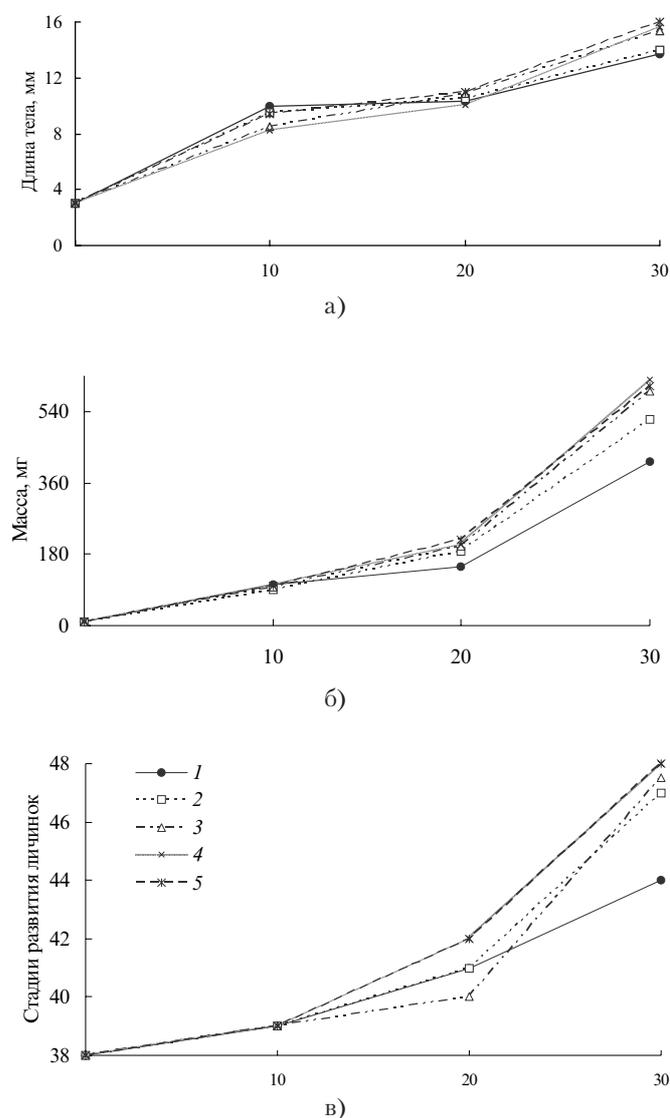


Рисунок 1. Динамика длины (а), массы (б) тела и стадий развития (в) личинок травяной лягушки при различных соотношениях света и темноты (С/Т): 1 – 0/24, 2 – 8/16, 3 – 12/12, 4 – 16/8, 5 – 24/0. По осям абсцисс – дни от вылупления

Таблица 1. Некоторые показатели личиночного развития травяной лягушки при различном фотопериоде

Фотопериод, свет /темнота, часы	Отход личинок до метаморфоза, %	Продолжительность ($\bar{x} \pm s_x$)		Смертность метаморфизирующих особей, %	Размеры сеголеток ($\bar{x} \pm s_x$)	
		личиночного развития, сут	метаморфоза, ч		Длина тела, мм	Масса тела, мг
0/24	16.7	38.3±0.3	72.6±5.2	30.0	13.2±0.5	310±26
8/16	13.3	34.9±0.3	64.2±4.8	25.0	16.4±0.8	457±19*
12/12	13.3	33.6±0.5**	52.1±4.0*	20.0	17.2±0.7*	494±23**
16/8	8.3	34.2±0.4**	56.9±3.9	20.0	16.9±0.6*	483±22**
24/0	11.7	34.6±0.4**	55.2±4.2	16.9	16.8±0.9*	454±18*

* – достоверно при $p < 0.05$, ** – достоверно при $p < 0.01$

положение, то личинки травяной лягушки, развивающиеся в условиях полярного дня (например, на Кольском полуострове), не смогли бы пройти метаморфоз. В природе такая ситуация не наблюдается. Следует отметить не совсем верный подход к методике постановки опыта. Так, кормление осуществлялось только в течение 6 ч во время светового дня. Остальной промежуток времени опытные группы корм не получали. В то же время свет мог привести к увеличению затрат энергии (сходно с молодью рыб [8, 11], вследствие чего головастики, содержащиеся при 17-часовом естественном дне, отставали в размерах. Усиление метаболизма на свету у озерной лягушки показано также в работе М.А. Бескровного [1]. Иные результаты получены другими авторами. В опытах Шнейдера (Schneider, 1948, цит. по: [12]) личинки травяной лягушки росли и развивались в темноте хуже, чем при естественном и круглосуточном освещении. Головастики близкого к травяной лягушке вида, остромордой лягушки, при длительном затенении развивались медленнее, чем при круглосуточном освещении [12].

В экспериментах на сеголетках шпорцевой лягушки получены несколько отличные от опытов на травяной лягушке результаты. Оказалось, что рост сеголеток этого вида не зависит от фотопериода (рис. 2). На протяжении 30 дней эксперимента особи из разных режимов освещения практически (недостоверно) не отличались друг от друга. По окончании опытов наибольшие линейные и весовые размеры имели лягушата из варианта с отсутствием света. Однако разница сред-

них значений показателей не была достоверна. Таким образом, на рост сеголеток шпорцевой лягушки фотопериод не влияет.

Как известно, головастики личинок и сеголеток лягушек обладают хорошо развитыми органами зрения, которые представлены латеральными глазами и теменным органом, или

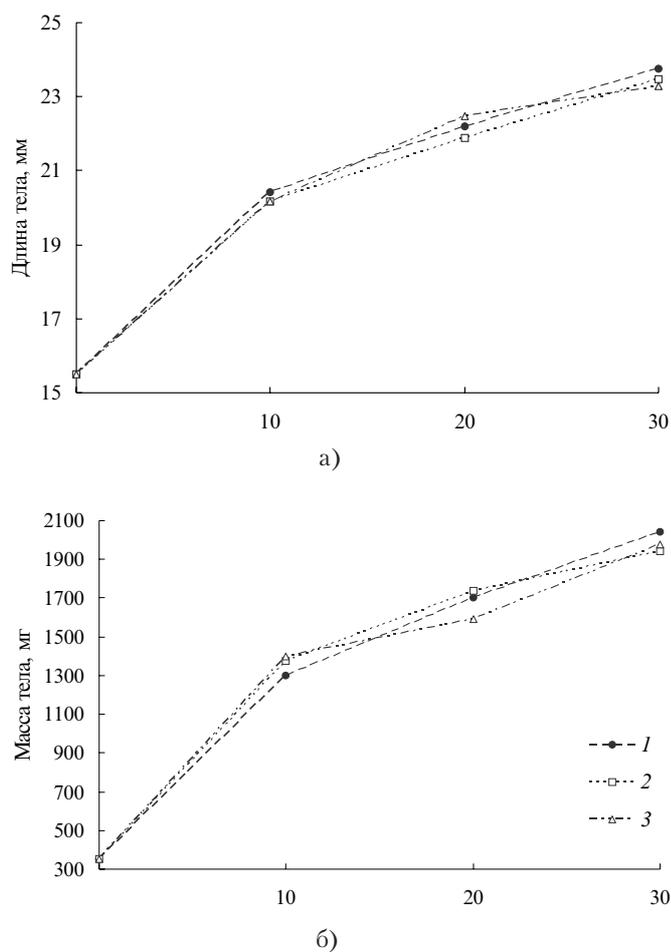


Рисунок 2. Динамика длины (а) и массы (б) тела сеголеток шпорцевой лягушки при различных соотношениях света и темноты (С/Т): 1 – 0/24, 2 – 12/12, 3 – 24/0. По оси абсцисс – дни от начала опыта

пинеальным органом [7]. При этом в темноте наблюдается увеличение секреции мелатонина эпифизом, который замедляет развитие и рост головастиков некоторых лягушек [13, 14, 17]. Наряду с гормональными влияниями в темноте нарушается синтез витамина D, что также отрицательно сказывается на организме животных. Некоторые результаты экспериментов показывают, что в темноте рост и развитие личинок лягушек задерживается. Так, в опытах развитие личинок шпорцевой лягушки при однократном полуторачасовом световом воздействии в сутки задерживалось по сравнению с контрольными особями, содержащимися в условиях круглосуточного освещения (Тоivonen,

цит. по: [2]). Головастики этого же вида замедляли темпы роста и метаморфоза в условиях круглосуточного освещения или темноты [13].

На основании результатов наших экспериментов можно сделать следующий вывод. Постоянное отсутствие света по сравнению с круглосуточным освещением приводит к тому, что рост и темпы развития головастиков травяной лягушки значительно и достоверно снижаются, а смертность возрастает. По нашему мнению, снижение темпов онтогенеза и роста личинок в темноте надо считать вполне естественным явлением. В то же время на рост сеголеток шпорцевой лягушки фотопериод не оказал достоверного влияния.

10.12.2012

Список литературы:

1. Бескровный М.А. Зависимость некоторых эколого-физиологических особенностей лягушки озерной (*Rana ridibunda* Pall.) от температуры и света // Зоолог. журн. – 1952. – Т. 31. – Вып. 3. – С. 413–418.
2. Боркин Л.Я., Бергер Л., Гюнтер Р. О гигантских головастиках зеленых лягушек комплекса *Rana esculenta* // Тр. Зоол. ин-та. – 1981. – Т. 101. – С. 29–47.
3. Дабагян В.Н., Слепцова Л.А. Травяная лягушка (*Rana temporaria*) // Объекты биологии развития. – М.: Наука, 1975. – С. 442–462.
4. Ирихимович А.И. Влияние света на скорость развития головастиков *Rana temporaria* // Докл. АН СССР. – 1947. – Т. 55. – №2. – С. 177–180.
5. Кузнецов В.А., Ручин А.Б. Влияние колебаний pH и освещенности на рост и развитие озерной лягушки *Rana ridibunda* // Зоолог. журнал. – 2001. – Т. 80. – Вып. 10. – С. 1246–1251.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. школа, 1990. – 293 с.
7. Мантейфель Ю.Б. Зрительная система и поведение бесхвостых земноводных. – М.: Наука, 1977. – 266 с.
8. Ручин А.Б. Особенности роста и энергетика карпа при разной освещенности // Зоолог. журн. – 2001. – Т. 80. – №4. – С. 433–437.
9. Ручин А.Б. Влияние постоянной и переменной освещенности на личиночное развитие шпорцевой лягушки // Зоол. журн. – 2003. – Т. 82. – №7. – С. 834–838.
10. Ручин А.Б. Изучение действия температуры и освещенности на рост и развитие личинок травяной лягушки (*Rana temporaria*) // Зоолог. журн. – 2004. – Т. 83. – №12. – С. 1463–1467.
11. Ручин А.Б. Влияние фотопериода на рост, физиологические и гематологические показатели молоди сибирского осетра *Acipenser baerii* // Изв. РАН, серия биол. – 2007. – №6. – С. 698–704.
12. Топоркова Л.Я., Клименко И.А. Влияние фотопериода на рост и развитие личинок рода *Rana* // Экология. – 1977. – №3. – С. 101–103.
13. Delgado M.J., Gutierrez P., Alonso-Bedate M. Melatonin and photoperiod alter growth and larval development in *Xenopus laevis* tadpoles // Comp. Biochem. and Physiol. – 1987. – V. A 86. – №3. – P. 417–421.
14. Edwards M.L., Pivorun E.B. The effects of photoperiod and different dosages of melatonin on metamorphic rate and weight gain in *Xenopus laevis* tadpoles // Gen. and Comp. Endocrinol. – 1991. – V. 81. – №1. – P. 28–38.
15. Miranda L.A., Pisano A., Paz D. Influencia del fotoperiodo y temperatura en el crecimiento corporal y metamorfosis de *Rana catesbiana* // Rev. Mus. Argent. Cienc. Nature. Ecol. – 1993. – V. 4. – №5. – P. 53–65.
16. Richards C.M., Lehman C.C. Photoperiodic stimulation of growth in postmetamorphic *Rana pipiens* // Copeia. – 1980. – №1. – P. 147–149.
17. Wright M.L. Melatonin, diel rhythms, and metamorphosis in anuran amphibians // Gen. and Comp. Endocrinology. – 2002. – V. 126. – №3. – P. 251–254.

Сведения об авторе:

Ручин Александр Борисович, директор Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича, доктор биологических наук, доцент
431230, Республика Мордовия, Темниковский район, пос. Пушта, тел./факс 8(83445)29648,
e-mail: sasha_ruchin@rambler.ru

UDC 597.828: 591.542

Ruchin A.B.

INFLUENCE OF THE PHOTOPERIOD ON THE LARVAL DEVELOPMENT AND GROWTH OF THE AMPHIBIANS

Experiments on studying of influence of the photoperiod on development and growth of the amphibians are made. It appeared that the constant darkness in comparison with the constant lighting reduces growth and rates of development and increases mortality of *Rana temporaria* tadpoles. However growth of *Xenopus laevis* fingerlings a didn't change depending on the photoperiod.

Key words: photoperiod, growth, development, amphibians.

Bibliography:

1. Beskrovny M.A. Dependence of some ecological and physiological features of a *Rana ridibunda* Pall. from temperature and light // Zoolog. zhurn. – 1952. – V. 31. – №3. – P. 413–418.
2. Borkin L.Ya., Berger L., Gunter R. About huge tadpoles of green frogs of the *Rana esculenta* complex // Trudy Zoolog. instituta. – 1981. – V. 101. – P. 29–47.
3. Dabagian V.N., Sleptsova L.A. *Rana temporaria* // Ob'ekty biologii razvitiya. – M.: Nauka, 1975. – P. 442–462.
4. Irikhimovich A.I. Influence of light on the speed of development of *Rana temporaria* tadpoles // Doklady AN SSSR. – 1947. – V. 55. – №2. – P. 177–180.
5. Kuznetsov V.A., Ruchin A.B. Influence of fluctuations pH and illumination on growth and development of *Rana ridibunda* // Zoolog. zhurn. – 2001. – V. 80. – №10. – P. 1246–1251.
6. Lakin G.F. Biometrics. – M.: Vysshaia shkola, 1990. – 293 p.
7. Manteifel' Yu.B. Visual system and behavior of the Anura amphibians. – M.: Nauka, 1977. – 266 c.
8. Ruchin A.B. Features of growth and power of a carp at different illumination // Zoolog. zhurn. – 2001. – V. 80. – №4. – P. 433–437.
9. Ruchin A.B. Influence of a constant and variable illumination on larval development of a *Xenopus laevis* // Zoolog. zhurn. – 2003. – V. 82. – №7. – P. 834–838.
10. Ruchin A.B. Studying of action of temperature and illumination on growth and development of *Rana temporaria* larvae // Zoolog. zhurn. – 2004. – V. 83. – №12. – P. 1463–1467.
11. Ruchin A.B. Influence of photoperiod on growth, physiological and hematologic indicators thresh the *Acipenser baerii* // Izvestia RAN, seria biolog. – 2007. – №6. – P. 698–704.
12. Toporkova L.Ya., Klimenko I.A. Influence of the photoperiod on growth and development of larvae of a *Rana* // Ekologia. – 1977. – №3. – P. 101–103.
13. Delgado M.J., Gutierrez P., Alonso-Bedate M. Melatonin and photoperiod alter growth and larval development in *Xenopus laevis* tadpoles // Comp. Biochem. and Physiol. – 1987. – V. A 86. – №3. – P. 417–421.
14. Edwards M.L., Pivorun E.B. The effects of photoperiod and different dosages of melatonin on metamorphic rate and weight gain in *Xenopus laevis* tadpoles // Gen. and Comp. Endocrinol. – 1991. – V. 81. – №1. – P. 28–38.
15. Miranda L.A., Pisano A., Paz D. Influencia del fotoperiodo y temperature en el crecimiento corporal y metamorfosis de *Rana catesbiana* // Rev. Mus. Argent. Cienc. Nature. Ecol. – 1993. – V. 4. – №5. – P. 53–65.
16. Richards C.M., Lehman C.C. Photoperiodic stimulation of growth in postmetamorphic *Rana pipiens* // Copeia. – 1980. – №1. – P. 147–149.
17. Wright M.L. Melatonin, diel rhythms, and metamorphosis in anuran amphibians // Gen. and Comp. Endocrinology. – 2002. – V. 126. – №3. – P. 251–254.