

УДК 597.841:591.16

DOI 10.21685/2307-9150-2020-3-7

К. А. Африн, И. В. Степанкова, А. А. Кидов

ВЛИЯНИЕ ФОТОПЕРИОДА НА ЛИЧИНОК КАВКАЗСКОЙ ЖАБЫ, *BUFO VERRUCOSISSIMUS* В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация.

Актуальность и цели. Влияние фотопериода на личинок земноводных остается малоизученным. По результатам предыдущих работ можно отметить, что влияние светового дня существенно различается у земноводных в разных таксономических группах. Кавказская жаба, *Bufo verrucosissimus* распространена в лесном поясе Кавказа и Леванта. Вид внесен в Красные книги Российской Федерации, Азербайджана и Южной Осетии. В настоящее время разрабатывается технология зоокультуры этого вида. Определены оптимальные условия для выращивания личинок кавказской жабы, в том числе плотность и температура. Настоящее исследование посвящено изучению влияния разной продолжительности светового дня на длительность развития и выживаемость личинок *B. verrucosissimus*, размеры молодых жаб после метаморфоза и затраты кормов на их выращивание. Цель работы – выявление оптимального светового режима для выращивания личинок кавказской жабы в зоокультуре.

Материалы и методы. Материалом для исследований послужило потомство от лабораторного размножения пары кавказских жаб, отловленных в Караево-Черкесской Республике. Личинок содержали в контейнерах размером 39 × 28 × 14 см, наполненных 9 л воды. Освещение контейнеров (400 люкс) осуществляли люминесцентными светильниками, находящимися на расстоянии 5 см от поверхности воды. При содержании личинок использовались пять вариантов фотопериода: круглосуточное освещение, 18 ч в сут, 12 ч в сут, 6 ч в сут, круглосуточное отсутствие освещения. Выращивание животных при каждом режиме освещения осуществляли в трехкратной повторности.

Результаты. Длина светового дня оказывала влияние на продолжительность личиночного развития кавказской жабы. Личинки, выращиваемые при круглосуточном освещении, имели самое длительное развитие до метаморфоза. В остальных вариантах длительность личиночного развития была схожей, однако наименьшие значения этого показателя были в группе с фотопериодом 12 ч. Личинки при всех вариантах освещения демонстрировали высокую выживаемость, однако максимальной она была при полном отсутствии освещения, а минимальной – при фотопериоде 12 ч. Самыми крупными были жабы, выращенные при круглосуточном освещении. Все остальные группы по размерным характеристикам между собой не отличались. Наибольшие затраты

© Африн К. А., Степанкова И. В., Кидов А. А., 2020. Данная статья доступна по условиям всемирной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая дает разрешение на неограниченное использование, копирование на любые носители при условии указания авторства, источника и ссылки на лицензию Creative Commons, а также изменений, если таковые имеют место.

корма на выращивание одной личинки до метаморфоза были при круглосуточном освещении, а наименьшие – в темноте и при 6-часовом освещении. Затраты корма на одну особь в других группах были схожими. На прирост 1 г массы жаб после метаморфоза больше всего было потрачено корма в группе со световым периодом 12 ч, а меньше всего – при фотопериоде 6 ч.

Выводы. Для выращивания личинок кавказской жабы в лаборатории рекомендуется использовать 6-часовой световой день. Личинки при этом фотопериоде имели относительно короткий период развития (46–58 сут), высокую выживаемость (88,9–100 %), длину тела (10,0–12,4 мм) и массу (0,10–0,20 г) после прохождения метаморфоза, а также низкие затраты корма на выращивание одной особи (0,196–0,216 г).

Ключевые слова: земноводные, редкие виды, сохранение, личинки, световой день, зоокультура.

K. A. Afrin, I. V. Stepankova, A. A. Kidov

THE PHOTOPERIOD'S EFFECT ON LARVAE OF THE CAUCASIAN TOAD, *BUFO VERRUCOSISSIMUS* IN LABORATORY CONDITIONS

Abstract.

Background. The effect of the photoperiod on amphibian larvae remains poorly understood. Based on the results of previous studies, it can be noted that the effect of daylight hours differs significantly in amphibians in different taxonomic groups. The Caucasian toad, *Bufo verrucosissimus*, is common in the forest belt of the Caucasus and the Levant. The species is included in the Red Data Books of the Russian Federation, Azerbaijan and South Ossetia. The technology of zooculture of this species is currently being developed. The optimal conditions for growing the larvae of the Caucasian toad, including density and temperature, have been determined. The present study is devoted to the study of the effect of different daylight hours on the duration of development and survival of *B. verrucosissimus* larvae, the size of young toads after metamorphosis, and the cost of feed for their rearing. The purpose of this work is to identify the optimal light regime for growing the larvae of the Caucasian toad in zooculture.

Materials and methods. The material for the research was the offspring from the laboratory breeding of a pair of Caucasian toads caught in the Karachay-Cherkess Republic. The larvae were kept in containers 39 × 28 × 14 cm filled with 9 L of water. The containers (400 lux) were illuminated with fluorescent lamps located at a distance of 5 cm from the water surface. When keeping the larvae, five variants of the photoperiod were used: round-the-clock lighting, 18 hours a day, 12 hours a day, 6 hours a day, round-the-clock lack of lighting. Raising animals under each illumination mode was carried out in triplicate.

Results. The length of daylight hours influenced the duration of the larval development of the Caucasian toad. Larvae reared under 24-hour lighting had the longest development before metamorphosis. In other variants, the duration of larval development was similar; however, the lowest values of this indicator were in the group with a photoperiod of 12 hours. The larvae demonstrated high survival under all illumination options; however, it was maximal in the complete absence of illumination, and minimal, with a photoperiod of 12 hours. The largest were toads raised under 24-hour lighting. All other groups did not differ in terms of size characteristics. The highest feed costs for growing one larva before metamorphosis were under 24-hour illumination, and the lowest – in the dark and under 6-hour illumination.

The feed costs per animal were similar in other groups. For an increase in 1 g of toad weight after metamorphosis, most of all was spent on food in the group with a light period of 12 hours, and the least – with a photoperiod of 6 hours.

Conclusions. It is recommended to use 6-hour daylight hours for growing the larvae of the Caucasian toad in the laboratory. During this photoperiod, the larvae had a relatively short period of development (46–58 days), high survival rate (88,9–100 %), body length (10,0–12,4 mm) and weight (0,10–0,20 g) after the passage of metamorphosis, as well as low feed costs for growing one individual (0,196–0,216 g).

Keywords: amphibians, rare species, conservation, larvae, daylight hours, zoo culture.

Введение

Влиянию различных факторов на рост и выживаемость личинок земноводных посвящено большое число работ [1–3]. Можно считать, что относительно полно изучены особенности раннего развития амфибий при различной плотности посадки [4–6], разных температурных режимах [7–9], интенсивности и спектрах освещения [2, 3, 10], в присутствии других видов гидробионтов [11–13]. Значительно меньше исследований посвящено влиянию фотопериода на личинок земноводных [14]. При этом результаты некоторых работ позволяют заключить, что влияние света на амфибий видоспецифично. Так, было показано, что постоянное освещение ускоряло развитие личинок у *Lithobates pipiens* (Schreber, 1782) [15], но угнетало рост личинок *Discoglossus pictus* Otth, 1837 [16]. В одних исследованиях молодь *Xenopus laevis* (Daudin, 1802), проходящая метаморфоз при постоянном свете, была мельче метаморфов из контрольной группы, содержащейся при естественном освещении [17], а по другим данным [14], фотопериод не влиял на рост и развитие личинок этого вида. У *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 с уменьшением длительности светового дня снижалась выживаемость и увеличивалась продолжительность личиночного развития [14]. Вероятно, наблюдаемые различия обусловлены особенностями биологии личинок разных видов амфибий.

Таким образом, влияние фотопериода на молодь земноводных неоднозначно и заслуживает специального исследования для представителей разных таксономических групп. Такие работы особенно актуальны для оптимизации технологии зоокультуры редких и исчезающих видов.

Кавказская жаба, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) – восточно-средиземноморский реликт: одна часть ее дизъюнктивного ареала расположена в лесном поясе Кавказа, а другая – в Леванте [18, 19]. В связи с возрастающим антропогенным воздействием (вырубка лесов, уничтожение мест размножения, дорожное строительство, интродукция хищников-батрахофагов) и естественной аридизацией численность вида неуклонно снижается. По этой причине кавказская жаба внесена в Красные книги Российской Федерации, Азербайджана и Южной Осетии [20–22].

В искусственных условиях *B. verrucosissimus* подолгу живет и регулярно размножается: в лабораторном кабинете зоокультуры кафедры зоологии РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева получено уже пять поколений этого вида [23, 9].

Цель настоящего исследования – оценка роста, развития и выживаемости личинок кавказской жабы при различной длине светового дня.

Материалы и методы

Работу осуществляли в весенне-летний период 2020 г. Материалом для исследований послужило потомство, полученное от лабораторного размножения пары кавказских жаб, отловленных в Карачаевском районе Карачаево-Черкесской Республики (самка – из окрестностей аула Нижняя Мара, самец – из аула Каменномост).

Получение кладки и инкубация яиц происходила по стандартным методикам [23]. В день перехода на экзогенное питание случайно отлавливали личинок и рассаживали их по 18 экземпляров в полипропиленовые контейнеры марки “Samla” (производитель – ИКЕА, РФ) размером $39 \times 28 \times 14$ см, наполненные 9 л воды. Емкости устанавливали в закрытый шкаф, который для исключения попадания света снаружи дополнительно укрывали черной толстой полиэтиленовой пленкой.

Освещение контейнеров на уровне 400 люкс осуществляли люминесцентными светильниками (производитель – ИЕК, КНР), находящимися на расстоянии 5 см от поверхности воды. При содержании личинок использовались пять вариантов фотопериода: круглосуточное освещение, 18 ч в сут, 12 ч в сут, 6 ч в сут, круглосуточное отсутствие освещения. Каждый вариант проводился в трехкратной повторяемости.

Гидрохимические показатели были стабильны на протяжении всего периода исследований и составляли: водородный показатель (pH) = 7,5, общая жесткость (gH) = 7°, карбонатная жесткость (kH) = 7°, содержание фосфатов (PO_4) = 0,2 мг/л, нитритов (NO_2) = 0,0 мг/л; нитратов (NO_3) = 0 мг/л.

Подмену 2/3 объема воды на отстоянную того же состава осуществляли через день. Обогрев, аэрацию и фильтрацию воды не проводили. Температура за весь период проведения эксперимента была равной во всех контейнерах и варьировала в пределах 16,1–20,0 °C (рис. 1).



Рис. 1. Температура воды в период проведения эксперимента

Кормление личинок осуществляли полнорационным хлопьевидным кормом для аквариумных рыб “TetraMin” (производитель – Tetra GmbH, Германия) по отработанной методике ежедневно [24]. Корм задавали в контейнеры по мере поедаемости его личинками, предварительно взвешивая каждую порцию.

Измерение длины тела (L) молоди при выходе на сушу осуществляли электронным штангенциркулем “SolarDigitalCaliper” (производитель – *Xueliee*, КНР) с погрешностью 0,1 мм, а для определения массы корма и животных использовали электронные весы марки *W-999* (КНР) с погрешностью 0,01 г.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ *Microsoft Excel*. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и размах признака (min–max). Для оценки статистической значимости наблюдаемых различий определяли U -критерий Манна – Уитни ($U_{\text{эмп}}$).

Результаты

Длительность светового дня оказывала влияние на длительность личиночного развития кавказской жабы. Личинки, выращиваемые при круглосуточном освещении, по средней продолжительности личиночного периода статистически значимо отличались от животных, содержащихся при фотопериоде в 0 ч ($U_{\text{эмп}} = 746,5$; $p \leq 0,01$), 6 ч ($U_{\text{эмп}} = 193$; $p \leq 0,01$), 12 ч ($U_{\text{эмп}} = 40$; $p \leq 0,01$) и 18 ч ($U_{\text{эмп}} = 437$; $p \leq 0,01$) (табл. 1). Наименьшими сроками достижения метаморфоза характеризовались жабы при фотопериоде 12 ч, они достоверно опережали в развитии личинок из групп с фотопериодом 0 ч ($U_{\text{эмп}} = 384$; $p \leq 0,01$), 6 ч ($U_{\text{эмп}} = 571$; $p \leq 0,01$) и 18 ч ($U_{\text{эмп}} = 521,5$; $p \leq 0,01$).

Таблица 1

Длительность развития личинок кавказской жабы
при различном фотопериоде (среднее по трем повторностям)

Фото- период, ч	$M \pm SD$ min–max				
	Длительность личиночного развития, сут		Средняя длительность развития, сут		Выжива- емость, %
	до первого метаморфа	до последнего метаморфа	до прорыва передних конечностей	до выхода на сушу	
24	$52,3 \pm 0,58$ 52–53	$63,3 \pm 4,04$ 59–67	$52,6 \pm 4,39$ 48–64	$56,6 \pm 3,96$ 52–67	$92,6 \pm 3,21$ 88,9–94,4
18	$45,3 \pm 1,53$ 44–47	$56,7 \pm 4,04$ 53–61	$45,7 \pm 3,58$ 40–56	$51,9 \pm 4,10$ 44–61	$94,4 \pm 5,56$ 88,9–100,0
12	$44,7 \pm 1,15$ 44–46	$53,0 \pm 0,00$ 53–53	$44,7 \pm 3,99$ 38–63	$48,3 \pm 2,35$ 44–53	$88,9 \pm 5,56$ 83,8–94,4
6	$48,3 \pm 2,08$ 46–50	$54,7 \pm 3,06$ 52–58	$46,6 \pm 2,80$ 42–56	$50,7 \pm 2,47$ 46–58	$94,4 \pm 5,56$ 88,9–100,0
0	$47,3 \pm 2,89$ 44–47,9	$61,3 \pm 0,58$ 61–62	$49,5 \pm 4,71$ 40–59	$53,1 \pm 4,33$ 44–62	$100,0 \pm 0,00$ 100,0–100,0

Личинки при всех вариантах освещения демонстрировали высокую выживаемость, однако максимальной она была при полном отсутствии освещения, а минимальной – при фотопериоде 12 ч.

Самыми крупными и по длине тела, и по массе были жабы, содержащиеся в период личиночного развития при постоянном освещении. Метаморфы из этой группы по длине тела статистически значимо превосходили животных, выращенных при длительности светового дня 0 ч ($U_{эмп} = 990,5$; $p \leq 0,05$), 12 ч ($U_{эмп} = 872,5$; $p \leq 0,05$) и 18 ч ($U_{эмп} = 943,5$; $p \leq 0,05$). По массе тела при выходе на сушу жабы из контейнеров с постоянным освещением были тяжелее метаморфов из групп с фотопериодом 0 ч ($U_{эмп} = 734$; $p \leq 0,01$), 6 ч ($U_{эмп} = 7373$; $p \leq 0,01$), 12 ч ($U_{эмп} = 569$; $p \leq 0,01$) и 18 ч ($U_{эмп} = 726$; $p \leq 0,01$). Вероятно, наблюдаемые различия обусловлены длительным периодом развития и, следовательно, более продолжительным периодом питания. Все остальные группы по размерно-весовым характеристикам между собой не отличались.

Таблица 2

Размерно-весовая характеристика метаморфов кавказской жабы, выращенных при различном фотопериоде (среднее по трем повторностям)

Фото- период, ч	$\overline{M \pm SD}$ min-max					
	Длина тела при выходе на сушу, мм			Масса тела при выходе на сушу, г		
	первого метаморфа	последнего метаморфа	среднее	первого метаморфа	последнего метаморфа	среднее
24	$11,7 \pm 1,06$ 10,9–12,9	$10,6 \pm 1,72$ 8,6–11,8	$11,3 \pm 0,75$ 8,6–12,9	$0,16 \pm 0,035$ 0,14–0,20	$0,14 \pm 0,053$ 0,08–0,18	$0,16 \pm 0,030$ 0,08–0,24
18	$11,5 \pm 1,12$ 10,5–12,7	$10,6 \pm 0,95$ 9,5–11,3	$11,1 \pm 0,57$ 10,1–12,8	$0,16 \pm 0,023$ 0,13–0,17	$0,12 \pm 0,030$ 0,09–0,15	$0,14 \pm 0,023$ 0,09–0,20
12	$11,0 \pm 0,81$ 10,1–11,6	$10,6 \pm 0,74$ 9,8–11,2	$11,1 \pm 0,59$ 9,8–12,3	$0,14 \pm 0,023$ 0,13–0,17	$0,14 \pm 0,012$ 0,13–0,15	$0,14 \pm 0,018$ 0,10–0,19
6	$11,4 \pm 0,35$ 11,0–11,7	$11,0 \pm 0,74$ 10,2–11,6	$11,2 \pm 0,55$ 10,0–12,4	$0,15 \pm 0,026$ 0,13–0,18	$0,14 \pm 0,031$ 0,11–0,17	$0,14 \pm 0,022$ 0,10–0,20
0	$11,1 \pm 0,72$ 10,6–11,9	$11,2 \pm 0,86$ 10,4–12,1	$11,1 \pm 0,68$ 9,4–12,8	$0,15 \pm 0,032$ 0,13–0,19	$0,15 \pm 0,026$ 0,12–0,17	$0,14 \pm 0,020$ 0,10–0,19

Наибольшие затраты корма на выращивание одной личинки до метаморфоза наблюдались при круглосуточном освещении, а наименьшие – в темноте и при 6-часовом освещении (табл. 3). Затраты корма на одну особь при фотопериодах 12 и 18 ч были схожи.

Таблица 3

Затраты кормов на выращивание личинок кавказской жабы при различном фотопериоде (среднее по трем повторностям)

Фотопериод, ч	$\overline{M \pm SD}$ min-max	
	Затраты корма на выращивание 1 метаморфа, г	Затраты корма на получение 1 г метаморфов, г
1	2	3
24	$0,235 \pm 0,0064$ 0,241–0,253	$1,466 \pm 0,1154$ 1,403–1,641

Окончание табл. 3

1	2	3
18	$0,208 \pm 0,0167$ 0,192–0,224	$1,476 \pm 0,0687$ 1,422–1,551
12	$0,209 \pm 0,0181$ 0,199–0,234	$1,515 \pm 0,0387$ 1,517–1,587
6	$0,201 \pm 0,0099$ 0,196–0,216	$1,415 \pm 0,1280$ 1,348–1,589
0	$0,200 \pm 0,0093$ 0,193–0,211	$1,424 \pm 0,0986$ 1,334–1,516

Больше всего корма на получение 1 г метаморфов затрачивалось в группе со световым периодом 12 ч, а меньше всего – при фотопериоде 6 ч. В целом же, по этому показателю все группы имели очень схожие значения.

Заключение

Таким образом, применение круглосуточного освещения способствует пролонгации развития личинок кавказской жабы и влияет на показатели, которые положительно зависят от продолжительности личиночного развития – длине тела и массе метаморфов, а также затратах кормов на выращивание одной особи. По всей видимости, этот фактор не сказывается на выживаемости личинок и на затратах корма на прирост единицы массы. Вероятно, круглосуточный световой день может быть использован для получения более крупного потомства.

Личинки, выращиваемые при других режимах освещения (0, 6, 12 и 18 ч в сут), между собой характеризовались схожей продолжительностью развития, близкими значениями выживаемости, размерами при выходе на метаморфоз и затратами кормов. Интересным представляется тот факт, что личинки кавказской жабы, выращенные в полной темноте, не только не уступали личинкам из других групп в эксперименте по длине тела и массе, но даже демонстрировали максимальную выживаемость и самые низкие затраты на одну особь до метаморфоза. Ранее Б. А. Ручин по результатам исследований на представителях семейств Pipidae (*X. laevis*) и Ranidae (*Pelophylax ridibundus* и *R. temporaria*) показал, что полное отсутствие освещения угнетает рост и снижает выживаемость земноводных [10, 14].

Остается неясным, как полное отсутствие освещения или, наоборот, круглосуточный световой день, не свойственные амфибиям в естественных условиях, будут сказываться на дальнейшем росте и выживаемости сеголетков после метаморфоза. Это обстоятельство не позволяет пока рекомендовать эти варианты выращивания для личинок кавказской жабы как наиболее предпочтительные.

Предварительно мы рекомендуем использовать 6-часовой световой день, так как в этом варианте личинки демонстрировали относительно короткий период развития (46–58 сут), высокую выживаемость (88,9–100 %), приемлемую длину тела (10,0–12,4 мм) и массу (0,10–0,20 г) после прохождения метаморфоза, а также низкие затраты корма на выращивание одной особи (0,196–0,216 г).

Библиографический список

1. **Лобачев, Е. А.** Влияние колебаний экологических факторов на эмбрионально-личиночное развитие земноводных : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Лобачев Е. А. – Саранск, 2008. – 23 с.
2. **Ruchin, A. B.** Light spectrum impacts on early development of amphibians (Amphibia: Anura and Caudata) / A. B. Ruchin // *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. – 2018. – Vol. 41, № 4. – P. 1889–1897.
3. **Ruchin, A. B.** The effects of illumination on the early development of amphibians (Amphibia: Anura and Caudata) / A. B. Ruchin // *Periodico Tche Quimica*. – 2018. – Vol. 15, № 30. – P. 152–159.
4. **Ляпков, С. М.** Влияние начальной численности генерации на численность завершивших метаморфоз особей, их размеры и сроки выхода у травяной (*Rana temporaria*) и остромордой (*R. arvalis*) лягушек / С. М. Ляпков, А. С. Северцов // *Зоологический журнал*. – 1994. – Т. 73, № 1. – С. 97.
5. **Кидов, А. А.** Рост, развитие и выживаемость личинок кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) при различной плотности посадки в зоокультуре / А. А. Кидов, К. А. Африн, И. В. Степанкова, А. А. Гориков // *Известия Горского государственного аграрного университета*. – 2020. – № 57 (1). – С. 164–169.
6. **Немыко, Е. А.** Рост, развитие и выживаемость личинок кавказского тритона, *Lissotriton lantzi* при различной плотности посадки в зоокультуре / Е. А. Немыко, А. А. Кидов, Я. А. Вяткин // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки*. – 2019. – № 1 (25) – С. 113–125. – DOI 10.18500/1814-6090-2018-18-3-4-125-134.
7. **Кидов, А. А.** Влияние температуры на раннее развитие редкого кавказского вида – тритона Ланца, *Lissotriton lantzi* в зоокультуре / А. А. Кидов, Е. А. Немыко // *Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия и экологически сбалансированного природопользования на Западном Кавказе*. – Нальчик, 2019. – С. 76, 77.
8. **Немыко, Е. А.** Выращивание личинок тритона Ланца, *Lissotriton lantzi* (Wolterstorff, 1914) при различных температурах / Е. А. Немыко, Я. А. Вяткин, А. А. Кидов // *Современная герпетология*. – 2019. – Т. 19, № 2-3. – С. 125–131. – DOI 10.18500/1814-6090-2019-19-3-4-125-131.
9. **Африн, К. А.** Рост, развитие и выживаемость личинок кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) при различной температуре / К. А. Африн, И. В. Степанкова, А. А. Кидов // *Известия Горского государственного аграрного университета*. – 2020. – № 57 (3). – С. 94–98.
10. **Ruchin, A. B.** The effect of illumination and light spectrum on growth and larvae development of *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Anura) / A. B. Ruchin // *Biological Rhythm Research*. – 2019. – DOI 10.1080/09291016.2019.1594126.
11. **Пястолова, О. А.** Экология онтогенеза хвостатых амфибий и проблема сосуществования близких видов / О. А. Пястолова, Д. Н. Тархнишвили. – Свердловск : УрО АН СССР, 1989. – 156 с.
12. **Khas, Z. T.** Experimental evaluation of predatory impacts of mosquitofish (*Gambusia affinis*) on embryos and larvae of the green toad *Bufo variabilis* (Amphibia: Anura) / Z. T. Khas, S. Vaissi, S. Yaghobi, M. Sharifi // *Zoology and Ecology*. – 2018. – DOI 10.1080/21658005.2018.1517714.
13. **Khas, Z. T.** Temperature induced predation impact of mosquitofish (*Gambusia affinis*) on growth, development, and survival of larvae and tadpole of *Bufo variabilis* (Amphibia: Anura) / Z. T. Khas, S. Vaissi, S. Yaghobi, M. Sharifi // *Russian Journal of Ecology*. – 2019. – Vol. 50, № 1. – P. 80–87.

14. **Ruchin, A. B.** The effect of the photoperiod on the larval development and growth of two amphibian species (Amphibia: Anura) / A. B. Ruchin // *Biological Rhythm Research*. – 2019. – DOI 10.1080/09291016.2019.1631025.
15. **Eichler, V. B.** The influence of environmental lighting on the growth and prometamorphic development of larval / V. B. Eichler, L. S. Gray // *Development, Growth and Differentiation*. – 1976. – Vol. 18. – P. 177–182.
16. **Gutierrez, P.** Influence of photoperiod and melatonin administration on growth and metamorphosis in *Discoglossus pictus* larvae / P. Gutierrez, M. J. Delgado, M. Alonso-Bedate // *Comparative Biochemistry and Physiology*. – 1984. – Vol. 79. – P. 255–260.
17. **Edwards, M. L.** The effects of photoperiod and different dosages of melatonin on metamorphic rate and weight gain in *Xenopus laevis* tadpoles / M. L. Edwards, E. B. Pivorun // *General and Comparative Endocrinology*. – 1991. – Vol. 81. – P. 28–38.
18. **Jablonski, D.** The Caucasian toad, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) in the Levant: evidence from mitochondrial DNA / D. Jablonski, R. A. Sadek // *Herpetozoa*. – 2019. – Vol. 32. – P. 255–258. – DOI <https://doi.org/10.3897/herpetozoa.32.e37560>.
19. Taxonomic assessment and distribution of common toads (*Bufo bufo* and *B. verrucosissimus*) in Turkey based on morphological and molecular data / N. Özdemir, C. Dursun, N. Üzümlü, B. Kutrup, S. Gül // *Amphibia-Reptilia*. – 2020. – P. 1–13. – DOI 10.1163/15685381-bja10009.
20. **Кузьмин, С. Л.** Кавказская жаба *Bufo verrucosissimus* / С. Л. Кузьмин // Красная книга Российской Федерации (животные). – Москва : Астрель, 2001. – С. 318, 319.
21. **Qəniyev, F. R.** Qafqaz quru qurbağası *Bufo verrucosissimus* Pallas, 1814 / F. R. Qəniyev // Azərbaycan respublikasının qırmızı kitabı. Nadir və nəslə kəsilməkdə olan fauna növləri. – İkinci nəşr. – Bakı, 2013. – S. 226, 227.
22. **Туниев, Б. С.** Жаба кавказская (колхидская) *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) / Б. С. Туниев, К. Ю. Лотиев // Красная книга Республики Южная Осетия. – Нальчик : Полиграфсервис и Т, 2017. – С. 219, 220.
23. Лабораторное разведение серых жаб Кавказа (*Bufo eichwaldi* и *B. verrucosissimus*) без применения гормональной стимуляции / А. А. Кидов, К. А. Матушкина, К. А. Африн, С. А. Блинова, А. Л. Тимошина, Е. Г. Коврина // Современная герпетология. – 2014. – Т. 14, № 1-2. – С. 19–26.
24. **Матушкина, К. А.** Применение полнорационных кормов для рыб в зоокультуре жаб рода *Bufo* (Amphibia, Anura, Bufonidae) / К. А. Матушкина, А. А. Кидов, А. А. Серякова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 1 (29). – С. 36–45. – DOI 10.21685/2307-9150-2020-1-4.

References

1. Lobachev E. A. *Vliyaniye kolebaniy ekologicheskikh faktorov na embrional'no-lichinonoe razvitiye zemnovodnykh: avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Influence of fluctuations of ecological factors on embryonic-larval development of amphibians: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences]. Saransk, 2008, 23 p. [In Russian]
2. Ruchin A. B. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 2018, vol. 41, no. 4, pp. 1889–1897.
3. Ruchin A. B. *Periodico Tche Quimica*. 2018, vol. 15, no. 30, pp. 152–159.
4. Lyapkov S. M., Severtsov A. S. *Zoologicheskiy zhurnal* [Zoological journal]. 1994, vol. 73, no. 1, p. 97. [In Russian]
5. Kidov A. A., Afrin K. A., Stepankova I. V., Gorikov A. A. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of Gorsky State Agrarian University]. 2020, no. 57 (1), pp. 164–169. [In Russian]

6. Nemyko E. A., Kidov A. A., Vyatkin Ya. A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2019, no. 1 (25), pp. 113–125. DOI 10.18500/1814-6090-2018-18-3-4-125-134. [In Russian]
7. Kidov A. A., Nemyko E. A. *Aktual'nye problemy sokhraneniya bioraznoobraziya i ekologicheski sbalansirovannogo prirodopol'zovaniya na Zapadnom Kavkaze* [Actual issues of biodiversity conservation and ecologically balanced nature management in the Western Caucasus]. Nalchik, 2019, pp. 76, 77. [In Russian]
8. Nemyko E. A., Vyatkin Ya. A., Kidov A. A. *Sovremennaya gerpetologiya* [Modern herpetology]. 2019, vol. 19, no. 2-3, pp. 125–131. DOI 10.18500/1814-6090-2019-19-3-4-125-131. [In Russian]
9. Afrin K. A., Stepankova I. V., Kidov A. A. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of Gorsky State Agrarian University]. 2020, no. 57 (3), pp. 94–98. [In Russian]
10. Ruchin A. B. *Biological Rhythm Research*. 2019. DOI 10.1080/09291016.2019.1594126.
11. Pyastolova O. A., Tarkhnishvili D. N. *Ekologiya ontogeneza khvostatykh amfibiyy i problema sosushchestvovaniya blizkikh vidov* [Ecology of ontogeny of tailed amphibians and the problem of coexistence of closely related species]. Sverdlovsk: UrO AN SSSR, 1989, 156 p. [In Russian]
12. Khas Z. T., Vaissi S., Yaghobi S., Sharifi M. *Zoology and Ecology*. 2018. DOI 10.1080/21658005.2018.1517714.
13. Khas Z. T., Vaissi S., Yaghobi S., Sharifi M. *Russian Journal of Ecology*. 2019, vol. 50, no. 1, pp. 80–87.
14. Ruchin A. B. *Biological Rhythm Research*. 2019. DOI 10.1080/09291016.2019.1631025.
15. Eichler V. B., Gray L. S. *Development, Growth and Differentiation*. 1976, vol. 18, pp. 177–182.
16. Gutierrez P., Delgado M. J., Alonso-Bedate M. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 1984, vol. 79, pp. 255–260.
17. Edwards M. L., Pivorun E. B. *General and Comparative Endocrinology*. 1991, vol. 81, pp. 28–38.
18. Jablonski D., Sadek R. A. *Herpetozoa* [Herpetozoa journal]. 2019, vol. 32, pp. 255–258. DOI <https://doi.org/10.3897/herpetozoa.32.e37560>.
19. Özdemir N., Dursun C., Üzümlü N., Kutrup B., Gül S. *Amphibia-Reptilia*. 2020, pp. 1–13. DOI 10.1163/15685381-bja10009.
20. Kuz'min S. L. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (zhivotnye)* [The Red Book of the Russian Federation (animals)]. Moscow: Astrel', 2001, pp. 318, 319. [In Russian]
21. Qəniyev F. R. *Azərbaycan respublikasının qırmızı kitabı. Nadir və nəslə kəsilməkdə olan fauna növləri* [The Red Book of the Republic of Azerbaijan. Rare and endangered species]. 2nd ed. Baku, 2013, pp. 226, 227.
22. Tuniev B. S., Lotiev K. Yu. *Krasnaya kniga Respubliki Yuzhnaya Osetiya* [The Red Book of the South Ossetia]. Nalchik: Poligrafservis i T, 2017, pp. 219, 220. [In Russian]
23. Kidov A. A., Matushkina K. A., Afrin K. A., Blinova S. A., Timoshina A. L., Kovrina E. G. *Sovremennaya gerpetologiya* [Modern herpetology]. 2014, vol. 14, no. 1-2, pp. 19–26. [In Russian]
24. Matushkina K. A., Kidov A. A., Seryakova A. A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2020, no. 1 (29), pp. 36–45. DOI 10.21685/2307-9150-2020-1-4. [In Russian]

Африн Кирилл Александрович

аспирант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)

E-mail: afrin_ka@rambler.ru

Afrin Kirill Aleksandrovich

Postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

Степанкова Ирина Владимировна

аспирант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)

E-mail: stepankova@rgau-msha.ru

Stepankova Irina Vladimirovna

Postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

Кидов Артем Александрович

кандидат биологических наук, доцент, кафедра зоологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)

E-mail: kidov_a@mail.ru

Kidov Artem Aleksandrovich

Candidate of biological sciences, associate professor, sub-department of zoology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

Образец цитирования:

Африн, К. А. Влияние фотопериода на личинок кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* в лабораторных условиях / К. А. Африн, И. В. Степанкова, А. А. Кидов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 3 (31). – С. 79–89. – DOI 10.21685/2307-9150-2020-3-7.