

ЗООЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ /
ZOOLOGY, HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Оригинальная научная статья

УДК 591.16:597.8

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-77-83>



**Влияние температуры воды на личиночное развитие
восточной квакши (*Hyla orientalis*, Amphibia, Anura, Hylidae)
при лабораторном выращивании**

Артем Александрович Кидов, Роман Александрович Иволга, Татьяна Эдуардовна Кондратова

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Татьяна Эдуардовна Кондратова, t.kondratova@rgau-msha.ru

Аннотация

Восточная квакша (*Hyla orientalis*) сокращает свою численность на северной и восточной периферии ареала. Восстановление угасающих популяций земноводных возможно при помощи лабораторного разведения и реинтродукции. В работе представлены результаты изучения личиночного развития *H. orientalis* при различной температуре воды. Рожденных в неволе личинок рассаживали по 18 особей в контейнеры размером 39 × 28 × 28 см, наполненные 18 л воды. Выращивание от перехода личинок на экзогенное питание до выхода на сушу осуществляли в двукратной повторности при постоянной температуре воды 20, 23, 26, 29 и 32°C. При всех применяемых температурных режимах молодь восточной квакши характеризовалась высокой выживаемостью (94,4-100%). Повышение температуры способствовало сокращению периода личиночного развития и уменьшению размеров молоди после окончания метаморфоза. Авторы считают, что для выращивания личинок этого вида в искусственных условиях наиболее предпочтительна температура воды 26°C, поскольку в этих условиях вырастает крупная молодь за короткий срок. Результаты работы могут быть использованы специалистами по охране природы, сотрудниками питомников, ООПТ и зоопарков при проведении мероприятий по восстановлению численности *H. orientalis*.

Ключевые слова

бесхвостые земноводные, температурный режим, абиотический фактор, влияние температуры воды, личиночное развитие восточной квакши, лабораторное выращивание восточной квакши

Для цитирования

Кидов А.А., Иволга Р.А., Кондратова Т.Э. Влияние температуры воды на личиночное развитие восточной квакши (*Hyla orientalis*, Amphibia, Anura, Hylidae) при лабораторном выращивании // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 3. С. 77-83. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-77-83>

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-77-83>



**Impact of water temperature on larval development
of the eastern tree frog (*Hyla orientalis*, Amphibia, Anura, Hylidae)
in laboratory rearing**

Artem A. Kidov, Roman A. Ivolga, Tatyana E. Kondratova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Corresponding author: Tatyana E. Kondratova; t.kondratova@rgau-msha.ru

Abstract

The eastern tree frog (*Hyla orientalis*) is declining at the northern and eastern periphery of its range. Restoration of declining amphibian populations is possible through laboratory breeding and reintroduction. This paper presents the results of a study of larval development of *H. orientalis* at different water temperatures. Captive-born larvae were reared in 18 individuals in containers

of 39 × 28 × 28 cm filled with 18 litres of water. The rearing from the transition of the larvae to exogenous feeding until landing was carried out twice at constant water temperatures of 20°C, 23°C, 26°C, 29°C and 32°C. The juveniles of the eastern tree frog were characterized by a high survival rate (94.4-100%) under all applied temperature regimes. Higher temperatures contributed to a shorter period of larval development and a reduction in the size of juveniles after the end of metamorphosis. The authors believe that a water temperature of 26°C is the most suitable for rearing larvae of this species in artificial conditions, since under these conditions large juveniles grow in a short period of time. The results of the work can be used by conservationists, staff of breeding centers, protected areas and zoos when implementing measures to restore the numbers of *H. orientalis*.

Keywords

tailless amphibians, temperature regime, abiotic factor, effect of water temperature, larval development of eastern tree frog, laboratory rearing of eastern tree frog

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.

For citation

Kidov A.A., Ivolga R.A., Kondratova T.E. Impact of water temperature on larval development of the eastern tree frog (*Hyla orientalis*, Amphibia, Anura, Hylidae) in laboratory rearing. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(3):77-83. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-77-83>

Введение Introduction

Температура среды относится к числу важнейших факторов, влияющих на рост и развитие животных, определяя их распространение, распределение, численность, экологию¹. Экотермные организмы, включая низшие группы позвоночных, особенно чувствительны к колебаниям температуры [1], поскольку их метаболизм напрямую зависит от этого фактора среды [2]. В связи с этим закономерно, что глобальные климатические изменения, способствующие повышению температуры и усилению аридизации на большей площади нашей планеты, сказываются прежде всего на животных, чье развитие протекает в небольших пресных водоемах [3]. Земноводные, несмотря на свою широкую представленность в большинстве сухопутных и околотовных местообитаний, являются одной из наиболее уязвимых групп перед лицом потепления планетарного масштаба [4]. Именно повышение температуры указывается как основной лимитирующий фактор для многих редких, исчезающих и узкоареальных амфибий [5].

Восточная квакша (*Hyla orientalis* Bedriaga, 1890) в прошлом была широко распространена на Русской равнине и в Передней Азии, однако уже к концу XX в. стала стремительно исчезать во многих местообитаниях, особенно на восточной периферии ареала². Это послужило основанием для внесения вида в ряд региональных списков охраняемых животных (Красная книга Ставропольского края, Курской области, Белгородской области) [6]. При этом вид вымер на многих особо охраняемых природных

территориях, что нельзя объяснить влиянием общеизвестных антропогенных факторов (уничтожение местообитаний, гибель на дорогах).

По всей видимости, восстановление периферийных популяций *H. orientalis* требует специальных мероприятий по их искусственному воспроизводству и реинтродукции. Например, успешным примером является реинтродукция восточной квакши в Латвию из Беларуси: потомство было получено в неволе и выпущено в Лиепайский район^{3,4}, в результате чего образовалась популяция, расселившаяся на площади 800-900 км² [8]. В этой связи представляют существенный интерес исследования, направленные на подбор оптимальных условий для выращивания восточной квакши в искусственно созданной среде обитания.

Цель исследований: дать характеристику влияния различного градиента температур на рост, развитие и выживаемость личинок восточной квакши в наиболее критичный период их онтогенеза: от перехода на экзогенное питание до выхода на сушу после завершения метаморфоза.

Методика исследований Research method

Исследования осуществляли в 2024 г. на личинках, полученных от лабораторного размножения пары квакш, отловленных на озере Эрцо (Дзауский район, Республика Южная Осетия). После начала личинками внешнего питания (21-24 стадии по таблице нормального развития Госнера⁵) из полученного потомства случайным образом были отобраны 180 особей. Личинок рассаживали по 18 особей в полипропиленовые

¹Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. *Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных*: Монография. Свердловск: Уральский филиал Академии наук СССР, 1968. 386 с. EDN: SIPNJB.

²Лада Г.А. *Бесхвостые земноводные (Anura) Русской равнины: изменчивость, видообразование, ареалы, проблемы охраны*: Дис. ... д-ра биол. наук. Казань, 2012. 628 с.

³Звиргзс Ю.К., Вилнитис В.А. Разведение обыкновенной квакши (*Hyla arborea* L.) для интродукции // *Зоокультура амфибий*. 1990. С. 93-100.

⁴Zvirgzds J., Stašuls M., Vilnītis V. Reintroduction of the European Tree Frog (*Hyla arborea*) in Latvia. *Memo-randa Soc. Fauna Flora Fennica*. 1995;71:139-142.

контейнеры марки Samla (производитель – ИКЕА, Россия) размером 39 × 28 × 28 см, наполненные 18 л воды, то есть плотность посадки – 1 особь на 1 л воды. Выращивание осуществляли в двукратной повторности при температуре воды 20, 23, 26, 29, 32°C, которую поддерживали при помощи снабженных термореле водных обогревателей марки «Aquael Platinum Heater» (производитель – Aquael, Польша) мощностью 100 Вт. Подмену 2/3 объема воды на остаточную того же состава осуществляли ежедневно. После каждой подмены воды личинкам вволю предлагали полнорационный комбикорм для рыб марки «Tetra-Min Flakes» (производитель – Tetra GmbH, Германия) и ошпаренные кипятком листья крапивы.

После окончания метаморфоза (полная резорбция хвостового плавника и выход на сушу – 46 стадия по таблице нормального развития Госнера) оценивали выживаемость, длительность личиночного развития, длину и массу тела молодых квакш.

Статистический анализ и визуализацию данных осуществляли в программе Statistica 14.0 и OriginPro 2022. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и размах (min-max) исследуемых

признаков. Нормальность и гомогенность распределения выборок проверяли критериями Лиллиефорса и Левена. Статистическую достоверность различий в длительности личиночного развития оценивали однофакторным дисперсионным анализом (F). Для оценки остальных признаков использовали ковариационный анализ (F) с длительностью личиночного развития в качестве ковариаты, а при попарном сравнении групп использовали тест Тьюки (Q). Для определения взаимосвязи изучаемых признаков у молодых квакш и температуры воды использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r).

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В каждой опытной группе средняя выживаемость личинок от начала экзогенного питания до окончания метаморфоза была высокой (94,4-100%). Данный показатель статистически значимо не различался у личинок из разных экспериментальных групп ($F_{4,5} = 1,005$; $p = 0,484$) и не зависел ($r = -0,32$; $p > 0,05$) от температурного режима выращивания (табл.).

Таблица

Показатели личиночного развития *Hyla orientalis* при различной температуре выращивания

Температура, °C	Повторность	Выживаемость, %	Длительность личиночного развития, сутки		Длина тела (L) при выходе на сушу, мм		Масса тела (m) при выходе на сушу, г	
			M±SD	min-max	M±SD	min-max	M±SD	min-max
20	1	100,0	38,6±5,40	32-51	15,94±0,839	14,55-18,03	0,40±0,069	0,29-0,56
	2	100,0	37,9±6,27	32-50	15,71±1,033	13,85-17,83	0,40±0,064	0,28-0,49
	среднее	100,0	38,2±5,78	32-51	15,83±0,935	13,85-18,03	0,40±0,066	0,28-0,56
23	1	100,0	38,2±3,46	35-48	15,75±0,948	14,19-17,62	0,37±0,072	0,28-0,56
	2	88,9	36,6±4,30	32-46	15,60±0,843	14,21-17,00	0,35±0,050	0,27-0,43
	среднее	94,4	37,4±3,91	32-48	15,68±0,890	14,19-17,62	0,36±0,062	0,27-0,56
26	1	100,0	32,9±3,84	26-40	16,06±0,841	14,42-17,82	0,42±0,072	0,31-0,61
	2	94,4	32,4±3,71	28-44	15,60±0,852	13,90-17,07	0,39±0,069	0,29-0,54
	среднее	97,2	32,7±3,732	26-44	15,84±0,865	13,90-17,82	0,40±0,071	0,29-0,61
29	1	100,0	31,7±3,38	26-38	14,81±0,909	13,75-16,81	0,34±0,059	0,24-0,48
	2	100,0	30,8±3,204	24-37	15,12±1,148	13,24-17,36	0,35±0,083	0,24-0,49
	среднее	100,0	31,3±3,27	24-38	14,97±1,033	13,24-17,36	0,35±0,071	0,24-0,49
32	1	94,4	31,0±2,62	27-36	14,74±0,841	13,65-15,95	0,34±0,067	0,26-0,48
	2	94,4	31,9±2,59	27-36	14,92±0,816	13,41-16,21	0,33±0,060	0,25-0,46
	среднее	94,4	31,5±2,61	27-36	14,83±0,821	13,41-16,21	0,34±0,062	0,25-0,48

⁵ Gosner K.L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae. *Herpetologica*. 1960;16:183-190.

Table

Indicators of larval development of *Hyla orientalis* at different rearing temperatures

Temperature, °C	Replication	Survival rate, %	Duration of larval development, days		Body length (L) at landfall, mm		Body mass (m) at landfall, g	
			M±SD	min-max	M±SD	min-max	M±SD	min-max
20	1	100.0	38.6±5.40	32-51	15.94±0.839	14.55-18.03	0.40±0.069	0.29-0.56
	2	100.0	37.9±6.27	32-50	15.71±1.033	13.85-17.83	0.40±0.064	0.28-0.49
	average	100.0	38.2±5.78	32-51	15.83±0.935	13.85-18.03	0.40±0.066	0.28-0.56
23	1	100.0	38.2±3.46	35-48	15.75±0.948	14.19-17.62	0.37±0.072	0.28-0.56
	2	88.9	36.6±4.30	32-46	15.60±0.843	14.21-17.00	0.35±0.050	0.27-0.43
	average	94.4	37.4±3.91	32-48	15.68±0.890	14.19-17.62	0.36±0.062	0.27-0.56
26	1	100.0	32.9±3.84	26-40	16.06±0.841	14.42-17.82	0.42±0.072	0.31-0.61
	2	94.4	32.4±3.71	28-44	15.60±0.852	13.90-17.07	0.39±0.069	0.29-0.54
	average	97.2	32.7±3.732	26-44	15.84±0.865	13.90-17.82	0.40±0.071	0.29-0.61
29	1	100.0	31.7±3.38	26-38	14.81±0.909	13.75-16.81	0.34±0.059	0.24-0.48
	2	100.0	30.8±3.204	24-37	15.12±1.148	13.24-17.36	0.35±0.083	0.24-0.49
	average	100.0	31.3±3.27	24-38	14.97±1.033	13.24-17.36	0.35±0.071	0.24-0.49
32	1	94.4	31.0±2.62	27-36	14.74±0.841	13.65-15.95	0.34±0.067	0.26-0.48
	2	94.4	31.9±2.59	27-36	14.92±0.816	13.41-16.21	0.33±0.060	0.25-0.46
	average	94.4	31.5±2.61	27-36	14.83±0.821	13.41-16.21	0.34±0.062	0.25-0.48

Средняя длительность личиночного развития достоверно различалась у особей из разных экспериментальных групп ($F_{4,170} = 24,558$; $p < 0,001$) и сокращалась с повышением температуры воды ($r = -0,58$; $p < 0,05$). Так, особи, которых выращивали при 20 и 23°C, завершали метаморфоз позже, чем сибсы, росшие при температуре воды 26°C ($Q = 8,21$; $p < 0,001$ и $Q = 6,95$; $p < 0,001$ соответственно), 29°C ($Q = 10,41$; $p < 0,001$ и $Q = 9,11$; $p < 0,001$ соответственно) и 32°C ($Q = 9,37$; $p < 0,001$ и $Q = 8,66$; $p < 0,001$ соответственно) (рис. А).

Разброс длины тела молодых квакш после окончания метаморфоза из разных экспериментальных групп сильно перекрывался (рис. Б) и в каждой опытной группе зависел от длительности личиночного развития ($r = 0,45-0,76$; p всегда $< 0,05$). Кроме того, была обнаружена достоверная отрицательная связь длины тела и температурного режима выращивания личинок ($r = -0,37$; $p < 0,05$): крупные особи (длина тела > 15 мм) чаще выходили из контейнеров с низкой (20 и 23°C) и средней (26°C) температурой воды, а мелкие (длина тела < 15 мм) – чаще из контейнеров с высокой (29 и 32°C) температурой

воды. Длина тела с длительностью личиночного развития в качестве ковариаты статистически значимо различалась у молодых квакш ($F_{4,170} = 5,297$; $p < 0,001$): особи, которых выращивали при 26°C, в среднем были достоверно самыми крупными ($Q = 4,36-5,37$; $p = 0,001-0,018$) (рис. Б).

При сравнении массы тела молодых квакш после окончания метаморфоза из разных экспериментальных групп, как и в случае с длиной тела, разброс показателя сильно перекрывался (рис. В), а показатель зависел от длительности личиночного развития в каждой опытной группе ($r = 0,45-0,78$; p всегда $< 0,05$) и температуры выращивания ($r = -0,30$; $p < 0,05$). Наиболее увесистыми (масса тела в среднем – 0,40 г) были особи, которые росли при температуре 20 и 26°C. Масса тела статистически значимо различалась у молодых квакш (длительность тела в качестве ковариаты; $F_{4,170} = 5,297$; $p < 0,001$): особи, которых выращивали при температуре 26°C, в среднем были достоверно крупнее сибсов, росших при 20°C ($Q = 5,72$; $p < 0,001$), 23°C ($Q = 8,29$; $p < 0,001$) и 32°C ($Q = 4,82$; $p = 0,005$) (рис. В).

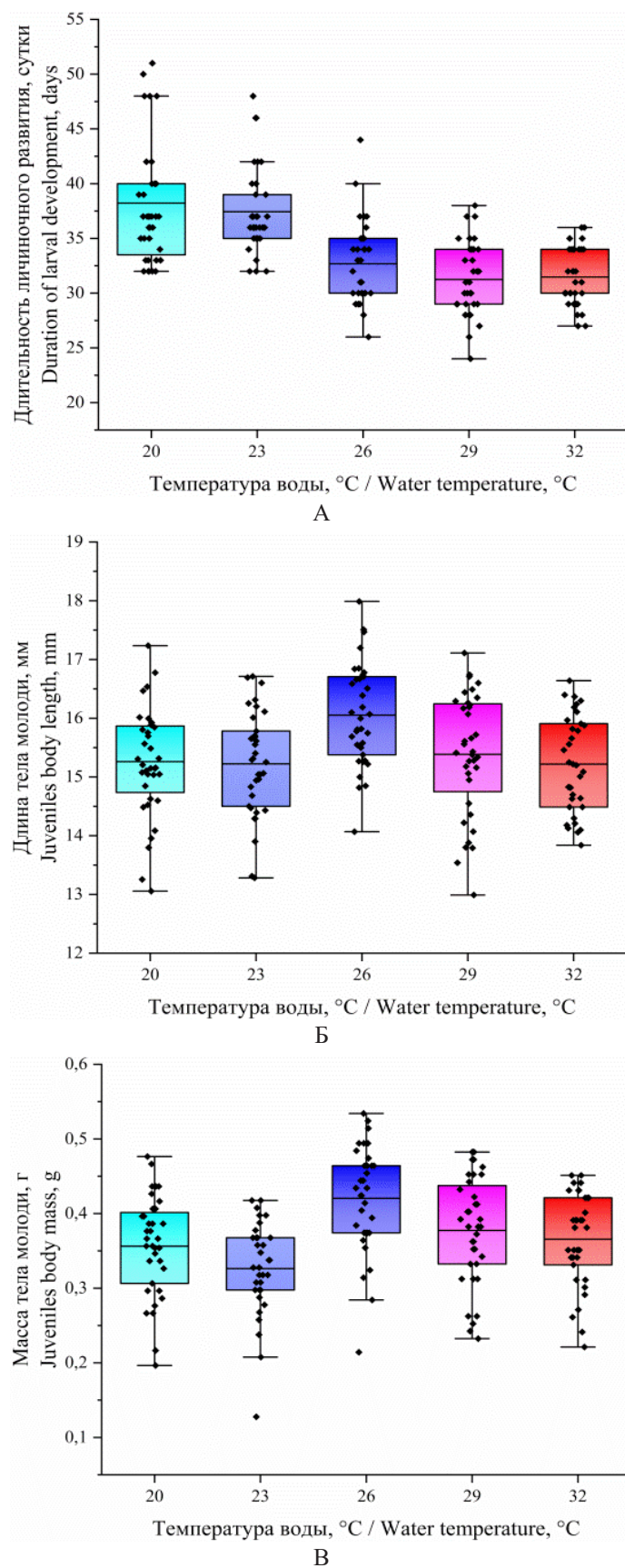


Рис. Длительность личиночного развития (А), длина тела (длительность личиночного развития в качестве ковариаты) (Б) и масса тела (длительность личиночного развития в качестве ковариаты) (В) тела завершившей метаморфоз молоди *Hyla orientalis* при выращивании личинок в разных температурных режимах

Fig. Duration of larval development (A), body length (duration of larval development as a covariate) (B) and body mass (duration of larval development as a covariate) (C) of metamorphosed juveniles of *Hyla orientalis* larvae reared under different temperature regimes

Традиционно повышение температуры окружающей среды способствует увеличению интенсивности метаболизма у эктотермных позвоночных [2]. Считается, что компенсаторным ответом на это станет уменьшение размеров животных в сообществах [9, 10]. Также исследователи указывают на то, что повышенная температура воды во время личиночного развития может привести к уменьшению размерных показателей молоди в связи с адаптивным ответом на стресс. Было показано, что у личинок, которые развивались в воде при температуре 30°C, концентрация дермальных глюкокортикоидов была значительно выше, чем у особей, выращенных при 25°C, что является косвенным показателем физиологического стресса животных [11].

Результаты нашей работы демонстрируют схожие тенденции: при устранении влияния длительности личиночного развития на размерно-весовые показатели молодых квакш длина и масса тела особей увеличивались с повышением температуры и достигли своего пика у сибсов, которых выращивали при 26°C, а затем начали уменьшаться. По всей видимости, увеличение размеров тела в градиенте 20-26°C связано с температурными предпочтениями данного

вида, поскольку в естественной среде личинки квакши развиваются в эфемерных, быстро прогреваемых водоемах [6].

Выводы

Conclusions

Таким образом, личинки восточной квакши характеризуются высокой толерантностью к температуре воды в пределах 20-32°C. При всех вариантах выращивания они характеризовались высокой выживаемостью, а длительность личиночного развития и размеры молоди при выходе на сушу соответствовали изменчивости, отмеченной для этого вида в природе [6]. Также у восточной квакши, как и у других изученных в условиях лаборатории видов бесхвостых амфибий [12, 13], повышение температуры способствует сокращению периода личиночного развития и уменьшению размеров молоди при прохождении метаморфоза.

Для выращивания личинок в искусственных условиях наиболее предпочтительна температура воды 26°C, поскольку эти условия позволяют получать крупную молодь в кратчайшие сроки.

Список источников

1. Gillooly J.F., Charnov E.L., West G.B., Savage V.M. et al. Effects of Size and Temperature on Development Time. *Nature*. 2002;417:70-73. <https://doi.org/10.1038/417070a>
2. Brown J.H., Gillooly J.F., Allen A.P., Savage V.M. et al. Toward a Metabolic Theory of Ecology. *Ecology*. 2004;85(7):1771-1789. <https://doi.org/10.1890/03-9000>
3. Romano A., Bernabò I., Rosa G., Salvadio S. et al. Artificial paradises: Man-made sites for the conservation of amphibians in a changing climate. *Biological Conservation*. 2023;286(38):110309. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110309>
4. Lötters S., Plewnia A., Catenazzi A., Neam K. et al. Ongoing harlequin toad declines suggest the amphibian extinction crisis is still an emergency. *Commun Earth Environ*. 2023;4:412. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01069-w>
5. Luedtke J.A., Chanson J., Neam K., Hobin L. et al. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*. 2023;622:308-314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>
6. Кузьмин С.Л. *Земноводные бывшего СССР*: Монография. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 370 с. EDN: YNDCGL
7. Кукушкин О.В. Рамки сезонной активности и фенология размножения двух видов бесхвостых амфибий (Anura: Bufonidae; Hylidae) Карадагского природного заповедника

References

1. Gillooly J.F., Charnov E.L., West G.B., Savage V.M. et al. Effects of Size and Temperature on Development Time. *Nature*. 2002;417:70-73. <https://doi.org/10.1038/417070a>
2. Brown J.H., Gillooly J.F., Allen A.P., Savage V.M. et al. Toward a Metabolic Theory of Ecology. *Ecology*. 2004;85(7):1771-1789. <https://doi.org/10.1890/03-9000>
3. Romano A., Bernabò I., Rosa G., Salvadio S. et al. Artificial paradises: Man-made sites for the conservation of amphibians in a changing climate. *Biological Conservation*. 2023;286(38):110309. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110309>
4. Lötters S., Plewnia A., Catenazzi A., Neam K. et al. Ongoing harlequin toad declines suggest the amphibian extinction crisis is still an emergency. *Commun Earth Environ*. 2023;4:412. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01069-w>
5. Luedtke J.A., Chanson J., Neam K., Hobin L. et al. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*. 2023;622:308-314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>
6. Kuzmin S.L. *Amphibians of the Former USSR*: a monograph. Moscow: KMK, 2012:370. (In Russ.)
7. Kukushkin O.V. Frames of seasonal activity and the reproductive phenology of two species of anuran amphibians (Anura: Bufonidae; Hylidae) of the Kara-dag Nature Reserve in Crimea. *University Proceedings*.

в Крыму // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки*. 2023. № 4. С. 17-39. <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2023-4-2>

8. Duncе I., Zvirgzds J. The European Tree Frog Reintroduction in Latvia // *Russian Journal of Herpetology*. 2005;12 (S):138-139. EDN: QAPAGH

9. Atkinson D. Temperature and Organism Size – A Biological Law for Ectotherms? *Advances in Ecological Research*. 1994;25:1-58. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60212-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60212-3)

10. Merckx T., Souffreau C., Kaiser A., Baardsenet L.F. et al. Body-size shifts in aquatic and terrestrial urban communities. *Nature*. 2018;558:113-116. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0140-0>

11. Sheun J., Venter L., Ganswindt A. A frog in hot water: the effect of temperature elevation on the adrenal stress response of an African amphibian. *PeerJ*. 2024;12(1): e17847. <https://doi.org/10.7717/peerj.17847>

12. Африн К.А. Рост, развитие и выживаемость личинок кавказской жабы *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) при различной температуре // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2020. Т. 57, № 3. С. 94-98. EDN: DQZUBB

13. Кидов А.А., Кондратова Т.Э., Иволга Р.А., Соколова А.Д. Влияние температуры на личиночное развитие зеленой жабы (*Bufo viridis*, Amphibia, Anura, Bufonidae) в зоокультуре // *Тимирязевский биологический журнал*. 2023. № 1. С. 30-34. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-1-29-34>

Volga Region. Natural Sciences. 2023;4:17-39. (In Russ.) <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2023-4-2>

8. Duncе I., Zvirgzds J. The European Tree Frog Reintroduction in Latvia. *Russian Journal of Herpetology*. 2005;12(S):138-139.

9. Atkinson D. Temperature and Organism Size – A Biological Law for Ectotherms? *Advances in Ecological Research*. 1994;25:1-58. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60212-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60212-3)

10. Merckx T., Souffreau C., Kaiser A., Baardsenet L.F. et al. Body-size shifts in aquatic and terrestrial urban communities. *Nature*. 2018;558:113-116. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0140-0>

11. Sheun J., Venter L., Ganswindt A. A frog in hot water: the effect of temperature elevation on the adrenal stress response of an African amphibian. *PeerJ*. 2024;12(1): e17847. <https://doi.org/10.7717/peerj.17847>

12. Afrin K.A., Stepankova I.V., Kidov A.A. Growth, development and survival of *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) larvae at different temperature. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2020;57(3):94-98. (In Russ.)

13. Kidov A.A., Kondratova T.E., Ivolga R.A., Sokolova A.D. Impact of Temperature on Larval Development of the Green Toad (*Bufo viridis*, Amphibia, Anura, Bufonidae) in Captivity. *Timiryazev Biological Journal*. 2023;(1):29-34. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-1-29-34>

Сведения об авторах

Артем Александрович Кидов, заведующий кафедрой зоологии, доктор биологических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: kidov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>

Роман Александрович Иволга, ассистент кафедры зоологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: romanivolga@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2050-5279>

Татьяна Эдуардовна Кондратова, ассистент кафедры зоологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: t.kondratova@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7533-7327>

Information about the authors

Artem A. Kidov, DSc (Bio), Associate Professor, Head of the Department of Zoology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: kidov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>

Roman A. Ivolga, Assistant at the Department of Zoology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: romanivolga@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2050-5279>

Tatyana E. Kondratova, Assistant at the Department of Zoology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: t.kondratova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7533-7327>

Статья поступила в редакцию 06.08.2024
Одобрена после рецензирования 28.08.2024
Принята к публикации 31.08.2024

The article was submitted to the editorial office
August 06, 2024
Approved after reviewing August 28, 2024
Accepted for publication August 31, 2024