

Научная статья
УДК 597.8:591.16
doi: 10.26897/2949-4710-2023-1-29-34



Влияние температуры на личиночное развитие зеленой жабы (*Bufo viridis*, *Amphibia*, *Anura*, *Bufo*) в зоокультуре

Арте́м Алекса́ндрович Ки́дов, Та́тьяна Эдуа́рдовна Ко́ндратова,
Рома́н Алекса́ндрович Иво́лга, Алекса́ндра Де́нисовна Соколо́ва

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

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

Аннотация. Выявление оптимальных температурных режимов для получения наилучших значений продуктивных показателей (снижение длительности развития и затрат кормов, увеличение размеров и выживаемости) является важнейшей задачей для разработки технологий культивирования земноводных. В работе приводятся результаты изучения влияния температуры на личиночное развитие зеленой жабы (*Bufo viridis*). Материалом для работы послужило потомство пары зеленых жаб, отловленных в Калужской области (Россия). Икротетание стимулировали инъекциями сурфактона. При переходе личинок к экзогенному питанию из них были отобраны 144 особи для дальнейшего выращивания. Для экспериментов использовали контейнеры размером 39 × 28 × 28 см, наполненные 18 л воды. Животных выращивали при плотности посадки 1 личинка на 1 л воды при следующих температурах: 20°C, 23°C, 26°C, 29°C. Личинок кормили ежедневно кормом «TetraMin Flakes». При появлении передних конечностей и при выходе из воды у молодых жаб измеряли длину тела. Отмечается, что при использовании всех температурных режимов (от 20 до 29°C) личинки зеленых жаб росли и успешно проходили метаморфоз. Увеличение температуры выращивания снижает длительность личиночного развития, однако не влияет на размер выходящей на метаморфоз молоди. В то же время уменьшение температуры ниже 23°C и повышение более 26°C способствует падению выживаемости. В связи с вышесказанным личинок зеленой жабы рекомендуется выращивать в диапазоне температур 23–26°C, что позволит за 28–59 суток получать молодь длиной тела 11,20–20,83 мм при выживаемости 94100%.

Ключевые слова: бесхвостые амфибии, зеленая жаба, личиночное развитие, температурные режимы, лабораторное разведение

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

© Кидов А.А., Кондратова Т.Э., Иволга Р.А., Соколова Ф.Д.

ZOOLOGY, HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Original article
doi: 10.26897/2949-4710-2023-1-29-34

Impact of Temperature on Larval Development of the Green Toad (*Bufo Viridis*, *Amphibia*, *Anura*, *Bufo*) in Captivity

Artem A. Kidov, Tatyana E. Kondratova, Roman A. Ivolga, Aleksandra D. Sokolova

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

Corresponding author: Aleksandra D. Sokolova, t.kondratova@rgau-msha.ru

Abstract. Identification of optimal temperature regimes to obtain the best values of productive indicators (reduction of development duration and feed costs, increase in size and survival rate) is the most crucial task for the development of amphibian breeding technologies. The paper presents the results of a study of the effect of temperature on the larval development of the green toad (*Bufo viridis*). The offspring of a pair of green toads caught in the Kaluga region (Russia) served as the material for the work. Spawning was stimulated by injections of surfactant. During the transition of larvae to exogenous feeding, 144 individuals were selected from them for further growing. For experiments, containers measuring 39 × 28 × 28 cm filled with 18 liters of water were used. The animals were grown at a density of one larva per liter of water at the following temperatures: 20°C, 23°C, 26°C and 29°C. The larvae were fed daily with “TetraMin Flakes”. When the forelimbs appeared and when emerging from the water, the body length was measured in young toads. It is noted that with all temperature regimes (from 23°C to 29°C), the green toad larvae grew and metamorphosed successfully. Increasing temperature reduces the duration of larval development, but does not affect the size of the young emerging from the water. However, decreases in temperature below 23°C and increases above 26°C contribute to a decrease in survival. Based

on the aforesaid, it is recommended that green toad larvae should be grown at 23–26°C to produce juveniles with body lengths of 11.20–20.83 mm and survival rates of 94–100% in 28–59 days.

Keywords: tailless amphibians, larval development, green toad, temperature regimes, captive breeding

For citation: Kidov A.A., Kondratova T.E., Ivolga R.A., Sokolova F.D. Impact of Temperature on Larval Development of the Green Toad (*Bufo viridis*, Amphibia, Anura, Bufonidae) in Captivity // Timiryazev Biological Journal. 2023;1:30–34. (In Rus.). <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2023-1-29-34>

Введение

Земноводные, или амфибии, широко задействованы в хозяйственной деятельности человека, особенно в странах тропического пояса, что обусловлено их высоким видовым богатством (на ноябрь 2022 г. – 8534 вида) [16] и биомассой в большинстве наземных и пресноводных экосистем [11]. В Европе амфибий используют преимущественно для получения мяса и биологически активных веществ, в качестве объектов биоиндикации и биометода в растениеводстве [4]. С учетом глобального кризиса вымирания в этой группе [13, 14] культивирование земноводных является перспективным путем сокращения изъятия их из природы, а также поддержания угасающих и реставрации утраченных популяций [9, 10, 18].

Температура является главным фактором, обуславливающим существование экотермных животных, включая и амфибий [12]. При этом, несмотря на общие тенденции, влияние температуры имеет свои отличия для различных таксонов земноводных, если учитывать их разные условия обитания в естественной среде [1, 5, 7]. Выявление оптимальных температурных режимов для получения наилучших значений продуктивных показателей (снижение длительности развития и затрат кормов, увеличение размеров и выживаемости) является важнейшей задачей для разработки технологий их культивирования.

Зеленая жаба (*Bufo viridis* Laurenti, 1768) – широко распространенный в Европе вид [15], численность которого, однако, повсеместно сокращается [6]. Несмотря на высокий потенциал к синантропизации, позволяющий виду успешно заселять агроценозы, на состояние популяций негативное влияние оказывают фрагментация ареала, осушение и загрязнение нерестовых водоемов, гибель на дорогах, вселение инвазионных хищников [8]. В связи с этим зеленая жаба внесена в списки охраняемых животных во многих европейских странах, а в России – в Красную книгу ряда регионов (включая Москву, Московскую, Тверскую, Ярославскую и Костромскую области). Создание технологии воспроизводства *B. viridis* в искусственно созданной среде обитания позволило бы не только создавать воспроизводящиеся лабораторные популяции, но и восстанавливать природные за счет реинтродукции [2].

Задачей исследований стало выявление температурного режима, оптимального для выращивания личинок зеленой жабы в лабораторных условиях.

Методика исследований

Исследования проводили в 2021 г. на кафедре зоологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Материалом для работы послужило потомство, полученное от размножения в искусственных условиях пары зеленых жаб, отловленной в д. Адлеровка Малоярославецкого района Калужской области. Икротетание стимулировали инъекциями сурфагона по ранее отработанной методике [3]. При переходе личинок к экзогенному питанию (21–24 стадия по таблице нормального развития Госнера [17]) из них случайным образом были отобраны 144 экз. для дальнейшего эксперимента, а остальные выпущены в природный водоем.

Для экспериментов использовали полипропиленовые контейнеры марки Samla (производитель – ИКЕА, Россия) размером 39 × 28 × 28 см, наполненные 18 л воды. В каждый контейнер помещали по 18 личинок, то есть плотность посадки составляла 1 личинку на 1 л воды. Молодь выращивали в двух повторностях при температурных режимах 20°C, 23°C, 26°C, 29°C, которые поддерживали при помощи водных обогревателей марки «Aquael Platinum Heater» (производитель – Aquael, Польша) мощностью 100 Вт. Подмену 2/3 объема воды на отстоянную того же состава производили через день. Личинок кормили ежедневно вволю хлопьевидным полнорационным комбикормом для рыб марки «TetraMin Flakes» (производитель – Tetra GmbH, Германия).

При прорыве передних конечностей (42–44 стадии по таблице нормального развития Госнера) у личинок электронным штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм измеряли длину тела (L), хвоста (Lcd), а также общую длину туловища с хвостом (L + Lcd). После выхода молодых жаб на сушу (47 стадия по таблице нормального развития Госнера) у них измеряли длину тела (L).

Статистический анализ данных осуществляли в программах Microsoft Excel и Statistica 8.0. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и размах (min-max) исследуемых признаков. Нормальность и гомогенность распределения выборок проверяли критериями Лиллиефорса и Левена. Статистическую значимость наблюдаемых различий оценивали однофакторным дисперсионным анализом (F), а при попарном сравнении групп использовали тест Тьюки (Q). Для выявления связи исследуемых признаков и температурного режима использовали регрессионный анализ (Beta).

Результаты и их обсуждение

При использовании всех температурных режимов (от 20 до 29°C) личинки зеленых жаб росли и успешно проходили метаморфоз. Поскольку молодь разных повторностей одного температурного режима не демонстрировала достоверных различий по исследуемым показателям, мы объединяли их для дальнейшего анализа.

Выживаемость от начала экзогенного питания до завершения метаморфоза была максимальной при использовании второго (23°C) и третьего (26°C) температурных режимов. Понижение или повышение температуры за пределы 23–26°C приводило к снижению выживаемости молоди (табл. 1).

Длительность личиночного развития до первой выходящей на сушу особи была близка при разных температурных режимах, однако первый и последний метаморфы выходили на сушу раньше при повышении температуры (коэффициент Beta = -0,34). Так, при увеличении температуры воды на 1°C длительность развития личинок сокращалась в среднем на $0,76 \pm 0,197$ сут. ($F_{1,114} = 14,77$; $R^2 = 0,115$; $p < 0,001$).

Группы личинок, содержащиеся при различных температурах, статистически значимо различались по длительности личиночного развития ($F_{3,112} = 5,57$; $p = 0,001$). Особи, выращиваемые при 20°C, росли до метаморфоза достоверно дольше, чем при 23°C ($Q = 3,805$; $p = 0,041$), 26°C ($Q = 4,469$; $p = 0,011$) и 29°C ($Q = 5,319$; $p = 0,002$). Остальные группы по этому показателю не различались.

Личинки на 42–44 стадии по таблице нормального развития Госнера из разных экспериментальных групп не имели достоверных различий по длине тела, хвоста и общей длине тела с хвостом (табл. 2). Молодь, выращенная в разных группах, при выходе на сушу также не имела статистически значимых различий по длине тела. Зависимость размеров молоди от температуры нами отмечена не была.

Таким образом, как и у других изученных в искусственно созданной среде обитания видов земноводных [1, 5, 7], снижение и повышение температуры за пределы оптимума приводят к снижению выживаемости и влияют на длительность развития. Однако если для большинства амфибий форсификация развития при высоких температурах отрицательно коррелирует с размером проходящей метаморфоз молоди, то у зеленой жабы такая зависимость не наблюдается.

Таблица 1

Характеристика развития зеленой жабы при выращивании в различных температурных режимах

Температура, °C	Повторность	Длительность личиночного развития, сут.		Средняя длительность личиночного развития, сут., M±SD	Выживаемость, %
		до первого метаморфа	до последнего метаморфа		
20	1	31	43	37±3,7	67
	2	35	65	42±8,3	83
	среднее	31	65	39±7,4	75
23	1	28	59	34±7,0	100
	2	28	59	34±7,0	100
	среднее	28	59	35±7,2	100
26	1	28	46	34±5,3	94
	2	27	49	35±6,4	100
	среднее	27	49	34±5,8	97
29	1	27	41	32±3,9	83
	2	31	33	32±1,2	17
	среднее	27	41	32±3,6	50

Таблица 2

Размерные показатели молоди зеленой жабы при выращивании в различных температурных режимах

Температура, °С	Повторность	Показатель $\frac{M \pm SD}{\min - \max}$			
		42–44 стадии (прорыв передних конечностей)			47 стадия (выход на сушу)
		L	Lcd	L + Lcd	L
20	1	$\frac{15,31 \pm 1,003}{13,81 - 16,34}$	$\frac{20,43 \pm 2,998}{16,08 - 24,91}$	$\frac{35,96 \pm 3,515}{30,16 - 39,96}$	$\frac{14,26 \pm 0,968}{12,58 - 15,76}$
	2	$\frac{15,15 \pm 2,117}{12,71 - 20,6}$	$\frac{18,78 \pm 4,533}{9,83 - 25,74}$	$\frac{34,04 \pm 5,274}{25,1 - 43,14}$	$\frac{13,64 \pm 1,522}{11,75 - 16,24}$
	среднее	$\frac{15,22 \pm 1,705}{12,71 - 20,60}$	$\frac{19,49 \pm 3,969}{9,83 - 25,74}$	$\frac{34,86 \pm 4,629}{25,10 - 43,14}$	$\frac{13,92 \pm 1,320}{11,75 - 16,24}$
23	1	$\frac{14,97 \pm 1,291}{12,23 - 16,47}$	$\frac{20,54 \pm 2,368}{17,57 - 15,85}$	$\frac{35,54 \pm 2,950}{31,9 - 42,38}$	$\frac{13,63 \pm 1,136}{11,26 - 15,10}$
	2	$\frac{15,22 \pm 0,991}{13,01 - 17,39}$	$\frac{20,23 \pm 3,093}{13,18 - 26,38}$	$\frac{35,44 \pm 3,425}{29,45 - 42,47}$	$\frac{14,07 \pm 0,788}{12,50 - 15,99}$
	среднее	$\frac{15,09 \pm 1,142}{12,23 - 17,39}$	$\frac{20,38 \pm 2,717}{13,18 - 26,38}$	$\frac{35,49 \pm 3,151}{29,45 - 42,47}$	$\frac{13,85 \pm 0,989}{11,26 - 15,99}$
26	1	$\frac{14,79 \pm 1,782}{12,53 - 20,31}$	$\frac{19,50 \pm 2,865}{14,12 - 24,3}$	$\frac{34,95 \pm 3,920}{29,01 - 43,68}$	$\frac{14,07 \pm 2,132}{11,45 - 18,74}$
	2	$\frac{15,13 \pm 1,268}{12,28 - 18,39}$	$\frac{19,91 \pm 2,310}{16,05 - 24,12}$	$\frac{34,69 \pm 2,718}{29,11 - 39,25}$	$\frac{14,71 \pm 2,127}{11,20 - 20,83}$
	среднее	$\frac{14,96 \pm 1,526}{12,28 - 20,31}$	$\frac{19,71 \pm 2,564}{14,12 - 24,30}$	$\frac{34,82 \pm 3,308}{29,01 - 43,68}$	$\frac{14,40 \pm 2,122}{11,20 - 20,83}$
29	1	$\frac{15,31 \pm 1,522}{13,82 - 18,68}$	$\frac{19,36 \pm 3,297}{10,37 - 24,12}$	$\frac{34,04 \pm 3,737}{24,33 - 39,93}$	$\frac{14,00 \pm 1,459}{12,51 - 18,50}$
	2	$\frac{16,64 \pm 2,686}{14,24 - 19,54}$	$\frac{22,57 \pm 2,387}{19,99 - 24,70}$	$\frac{37,43 \pm 3,006}{34,38 - 40,39}$	$\frac{14,16 \pm 0,542}{13,70 - 14,76}$
	среднее	$\frac{15,53 \pm 1,737}{13,82 - 19,54}$	$\frac{19,89 \pm 3,338}{10,37 - 24,70}$	$\frac{34,61 \pm 3,775}{24,33 - 40,39}$	$\frac{14,03 \pm 1,315}{12,51 - 18,50}$

Выводы

Увеличение температуры выращивания снижает длительность личиночного развития, однако не влияет на размер выходящей на метаморфоз молоди. В то же время уменьшение температуры ниже 23°C и повышение более 26°C способствуют падению выживаемости. В связи с вышесказанным личинок зеленой жабы рекомендуется выращивать в диапазоне температур 23–26°C, что позволит за 28–59 суток получать молодь длиной тела 11,20–20,83 мм при выживаемости 94–100%.

Список источников

1. Африн К.А., Степанкова И.В., Кидов А.А. Рост, развитие и выживаемость личинок кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) при различной температуре // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2020. – № 57 (3). – С. 94–98.

2. Кидов А.А., Иволга Р.А., Кондратова Т.Э., Соколова А.Д. Влияние начальной плотности на личиночное развитие зеленой жабы (*Bufo viridis*)

References

1. Afrin K.A., Stepankova I.V., Kidov A.A. Rost, razvitie i vyzhivaemost' lichinok kavkazskoy zhaby, *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) pri razlichnoy temperature [Growth, development and survival of *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) larvae at different temperatures]. Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020; 57 (3): 94–98. (In Rus.)

2. Kidov A.A., Ivolga R.A., Kondratova T.E., Sokolova A.D. Vliyaniye nachal'noy plotnosti na lichinochnoe razvitie zelenoy zhaby (*Bufo viridis*, Amphibia, Anura, Bufonidae) v laboratornykh usloviyakh [Impact of initial density on larval development of the green

viridis, Amphibia, Anura, Bufonidae) в лабораторных условиях // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Т. 8 (74), № 3. – С. 68–76.

3. Кидов А.А., Иволга Р.А., Кондратова Т.Э., Кидова Е.А. Особенности размножения и раннего развития у самого высокогорного земноводного территории бывшего СССР – батурской жабы (*Bufo baturae*, Amphibia, Bufonidae) (по результатам лабораторных исследований) // Зоологический журнал. – 2022. – Т. 100, № 2. – С. 153–164. doi: 10.31857/S0044513421120060.

4. Кидов А.А. Ресурсы земноводных: учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. – 161 с.

5. Кидова Е.А. Размножение, развитие и рост тритона Ланца (*Lissotriton lantzi*, Amphibia, Caudata, Salamandridae) в зоокультуре: Дис. ... канд. биол. наук. – М., 2021. – 178 с.

6. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 370 с.

7. Немыко Е.А., Вяткин Я.А., Кидов А.А. Выращивание личинок тритона Ланца, *Lissotriton lantzi* (Wolterstorff, 1914) при различных температурах // Современная герпетология. – 2019. – Т. 19, № 2–3. – С. 125–131. doi: 10.18500/1814-6090-2019-19-3-4-125-131.

8. Степанкова И.В., Иволга Р.А., Петровский А.Б., Шпагина А.А., Африн К.А., Кидов А.А. К распространению зеленой жабы, *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) на территории города Москвы // Глобальные и региональные аспекты устойчивого развития: современные реалии. – Грозный, 2020. – С. 150–154.

9. Утешев В.К., Кидов А.А., Каурова С.А., Шишова Н.В. Первый опыт размножения тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) с использованием оплодотворения икры уринальной спермой // Вестник Тамбовского университета. Серия «Естественные и технические науки». – 2013. – Т. 18, № 6–1. – С. 3090–3092.

10. Утешев В.К., Каурова С.А., Шишова Н.В., Манохин А.А., Мельникова Е.Г., Гахова Э.Н. Современные технологии разведения амфибий // Праці Українського герпетологічного товариства. – 2013. – № 4. – С. 175–183.

11. Хейер В.Р., Доннелли М.А., Мак Дайермид Р.В. Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных. – М.: Изд-во КМК, 2003. – 380 с.

12. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. – Свердловск: АН СССР, Уральский филиал, 1968. – 387 с.

13. Bishop P.J., Angulo A., Lewis J.P., Moore R.D., Rabb G.B., Garcia Moreno J. The Amphibian Extinction Crisis – what will it take to put the action into the Amphibian Conservation Action Plan? // SAPIENS (IUCN Commissions). – 2012. – V. 5, № 2. – URL: <https://journals.openedition.org/sapiens/1406#article-1406>.

14. Blaustein A.R., Wake D.B. Declining amphibian populations – a global phenomenon // Trends in Ecology & Evolution. – 1990. – V. 5. – P. 203–204.

15. Dufresnes C., Mazepa G.O., Jablonski D. et al. Fifteen shades of green: The evolution of *Bufo* toads revisited // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2019. – V. 141. – P. 1–25.

toad (*Bufo viridis*, Amphibia, Anura, Bufonidae) in laboratory conditions]. Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya. 2022; 8 (74); 3: 68–76. (In Rus.).

3. Kidorov A.A., Ivolga R.A., Kondratova T.E., Kidorova E.A. Osobennosti razmnozheniya i rannego razvitiya u samogo vysokogornogo zemnovodnogo territorii byvshego SSSR – batur'skoy zhaby (*Bufo baturae*, Amphibia, Bufonidae) (po rezul'tatam laboratornykh issledovaniy) [Features of reproduction and early development in the Batura toad (*Bufo baturae*, Amphibia, Bufonidae), the most high-mountain amphibian in the former USSR, based on the results of a laboratory study]. Zoologicheskij zhurnal. 2022; 100 (2): 153–164. doi: 10.31857/S0044513421120060 (In Rus.).

4. Kidorov A.A. Resursy zemnovodnykh [Resources of amphibians]. M.: Izd-vo RGAU-MSKhA, 2013: 161. (In Rus.).

5. Kidorova E.A. Razmnozhenie, razvitiye i rost tritona Lantsa (*Lissotriton lantzi*, Amphibia, Caudata, Salamandridae) v zookul'ture: Dis. ... kand. biol. Nauk [Reproduction, development and growth of the Lantz's newt (*Lissotriton lantzi*, Amphibia, Caudata, Salamandridae) in zooculture. (Bio) PhD thesis]. M., 2021: 178. (In Rus.).

6. Kuz'min S.L. Zemnovodnye byvshego SSSR [Amphibians of the Former USSR]. M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012: 369. (In Rus.).

7. Nemyko E.A., Vyatkin Ya.A., Kidorov A.A. Vyrashchivanie lichinok tritona Lantsa, *Lissotriton lantzi* (Wolterstorff, 1914) pri razlichnykh temperaturakh [Growing of larvae of the Caucasian smooth newt, *Lissotriton lantzi* (Wolterstorff, 1914) at various temperatures]. Sovremennaya gerpetologiya. 2019; 19 (3/4): 125–131. doi: 10.18500/1814-6090-2019-19-3-4-125-131 (In Rus.).

8. Stepankova I.V., Ivolga R.A., Petrovskiy A.B., Shpagina A.A., Afrin K.A., Kidorov A.A. K rasprostraneniyu zelenoy zhaby, *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) na territorii goroda Moskvy [Notes on distribution of the european green toad, *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) in Moscow]. Grozny: Global'nye i regional'nye aspekty ustoychivogo razvitiya: sovremennye realii. 2020: 150–154. (In Rus.).

9. Uteshev V.K., Kidorov A.A., Kaurova S.A., Shishova N.V. Perviy opyt razmnozheniya tritona Karelina, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) s ispol'zovaniem oplodotvoreniya ikry urinal'noy spermoy [First experience of reproduction of a Karelin's newt *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) with urinal sperm use for eggs fertilization]. Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2013; 18 (6–1): 3090–3092. (In Rus.).

10. Uteshev V.K., Kaurova S.A., Shishova N.V., Manokhin A.A., Mel'nikova E.G., Gakhova E.N. Sovremennye tekhnologii razvedeniya amfibiyy [Current technologies of amphibian breeding]. Pratsi Ukrain'skogo gerpetologichnogo tovaristva. 2013; 4: 175–183. (In Rus.).

11. Heyer V.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.V. Izmereniye i monitoring biologicheskogo raznobraziya. Standartnyye metody dlya zemnovodnykh [Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians] M.: Izd-vo KMK, 2003: 380. (In Rus.).

12. Schwartz S.S., Smirnov V.S., Dobrinsky L.N. Metod morfologicheskikh indikatorov v ekologii nazemnykh pozvonochnykh [Method of morphophysiological indicators in the ecology of terrestrial vertebrates]. Sverdlovsk: AN SSSR, Ural'skiy filial, 1968: 387. (In Rus.).

13. Bishop P.J., Angulo A., Lewis J.P., Moore R.D., Rabb G.B., Garcia Moreno J. The Amphibian Extinction Crisis – what will it take to put the action into the Amphibian Conservation Action Plan? SAPIENS (IUCN Commissions). 2012; 5 (2). – <https://journals.openedition.org/sapiens/1406#article-1406>

14. Blaustein A.R., Wake D.B. Declining amphibian populations – a global phenomenon. Trends in Ecology & Evolution. 1990; 5: 203–204.

15. Dufresnes C., Mazepa G.O., Jablonski D. et al. Fifteen shades of green: The evolution of *Bufo* toads revisited. Molecular Phylogenetics and Evolution. 2019; 141: 1–25.

16. *Frost D.R.* Amphibian Species of the World, an Online Reference. – 2022. – V. 6.1. – URL: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org>.

17. *Gosner K.L.* A simplified table for staging anuran embryos and larvae // *Herpetologica*. – 1960. – V. 16. – P. 183–190.

18. *Zippel K., Johnson K., Gagliardo R. et al.* The Amphibian Ark: a global community for ex situ conservation of amphibians // *Herpetological Conservation and Biology*. – 2011. – V. 6, № 3. – P. 340–352.

16. *Frost D.R.* Amphibian Species of the World, an Online Reference. 2022; 6.1. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>, available free. November 2022.

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

18. *Zippel K., Johnson K., Gagliardo R. et al.* The Amphibian Ark: a global community for ex situ conservation of amphibians. *Herpetological Conservation and Biology*. 2011; 6 (3): 340–352.

Сведения об авторах

Артем Александрович Кидов, заведующий кафедрой зоологии, канд. биол. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; kidov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>.

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

Роман Александрович Иволга, ассистент кафедры зоологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; romanivolga@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2050-5279>.

Александра Денисовна Соколова, студент института зоотехнии и биологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; drakonra@mail.ru.

About the authors

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

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

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

Aleksandra D. Sokolova, student of the Institute of Animal Sciences and Biology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation); E-mail: drakonra@mail.ru.