

УДК 591.34:597.6  
DOI: 10.26456/vtbio448

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ  
НА ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ КАМЫШОВОЙ ЖАБЫ  
(*EPIDALEA CALAMITA*, ANURA, BUFONIDAE)  
В ИСКУССТВЕННО СОЗДАННОЙ СРЕДЕ ОБИТАНИЯ**

**Т.Э. Кондратова<sup>1</sup>, Р.А. Иволга<sup>1</sup>, Т.А. Черненко<sup>1</sup>, О.С. Грода<sup>2</sup>,  
И.И. Рахимов<sup>3</sup>, А.А. Кидов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

<sup>2</sup>Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук  
Беларуси, Брест (Белоруссия)

<sup>3</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Во многих странах популяции камышовой жабы, *Epidalea calamita* (Laurenti, 1768) в связи с исчезновением подходящих биотопов стремительно деградируют, в связи с чем она внесена в перечни охраняемых животных. Помимо восстановления утраченных местообитаний, активно развиваются исследования, направленные на отработку методов разведения и выращивания *E. calamita* в искусственно созданной среде обитания. Целью настоящего исследования являлось выявление оптимальных температур для выращивания личинок камышовой жабы от начала экзогенного питания до метаморфоза. Личинок выращивали при плотности посадки 1 экз./л в полипропиленовых контейнерах марки Samla размером 39×28×28 см, наполненных 18 л воды. Температуру воды поддерживали на уровне 20°C, 23°C, 26°C и 29°C. Длина тела молоди при выходе на сушу не зависела от температуры выращивания и не имела статистически значимых различий в разных экспериментальных группах. Длительность личиночного развития различалась у особей из разных экспериментальных групп и сокращалась при повышении температуры воды. С увеличением температуры воды в экспериментальных контейнерах смертность личинок росла. По результатам настоящего исследования, для получения относительно крупной молоди камышовой жабы за короткие сроки рекомендуется выращивание при температуре воды 23–26°C.

**Ключевые слова:** бесхвостые амфибии, личиночное развитие, температурный фактор, факторы среды, лабораторное выращивание.

**Введение.** Камышовая жаба, *Epidalea calamita* (Laurenti, 1768) широко распространена в Западной и Центральной Европе и в западной части ареала принадлежит к видам, вызывающим наименьшие опасения (Ogrodowczyk et al., 2022). Однако, во многих странах ее популяции в связи с исчезновением подходящих биотопов стремительно деградируют (Schmidt, Zumbach, 2005), в связи с чем она внесена в перечни охраняемых животных (Denton et al., 1997, Beebe et al., 2012). Наиболее быстро *E. calamita* исчезает на восточной периферии ареала – в России и Белоруссии. В Калининградской области, единственном субъекте Российской Федерации, где отмечался этот вид, последние достоверные находки камышовой жабы относятся к 1980-м гг. (Боркин, 2001). Помимо восстановления утраченных местообитаний (Ruhí et al., 2012), активно развиваются исследования, направленные на отработку методов разведения и выращивания *E. calamita* в искусственно созданной среде обитания (Pupina, Pupins, 2018; Кидов и др., 2022; Кидов и др., 2024б).

Температура воды является важнейшим фактором, влияющим на длительность личиночного развития, размеры и выживаемость молоди земноводных (Лобачев, 2008). Другие исследователи выращивали личинок камышовой жабы при температурах 25–27°C (Pupina, Pupins, 2018) или при 10, 15, 20, 22,5 и 25°C (Sanuy et al., 2008). Однако, размножение и последующее развитие этого вида проходит в неглубоких, хорошо прогреваемых водоемах (Писанец, 2007). Это позволяет предположить, что они способны успешно развиваться и проходить метаморфоз и при более высоких температурах воды.

Целью настоящего исследования являлось выявление оптимальных температур для выращивания личинок камышовой жабы от начала экзогенного питания до метаморфоза.

**Методика.** Материалом для исследований послужили личинки камышовой жабы, полученные от лабораторного размножения пары взрослых особей, отловленных в окрестностях г. Брест (Беларусь) в 2017 г. При переходе личинок на экзогенное питание (20–24 по таблице Госнера) (Gosner, 1960) для проведения исследования мы случайным образом отобрали 144 экз.

Личинок выращивали при плотности посадки 1 экз./л в полипропиленовых контейнерах марки Samla размером 39×28×28 см, наполненных 18 л воды. Температуру воды поддерживали на уровне 20°C, 23°C, 26°C и 29°C при помощи водных обогревателей марки «Aquael Platinum Heater» (производитель – Aquael, Польша) мощностью 75 Вт. Каждый вариант выращивания был осуществлен в двух повторностях. Подмену 2/3 объема воды на отстоянную той же температуры производили через день. Личинок кормили ежедневно

листьями шпината, ошпаренными кипятком, а также желтком вареного куриного яйца.

После выхода молодых жаб на сушу (47 стадия по таблице нормального развития Госнера) (Gosner, 1960), измеряли длину тела электронным штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм, определяли длительность личиночного развития и выживаемость.

Статистический анализ данных осуществляли в программах Microsoft Excel и Statistica 14.0. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и размах (min–max) исследуемых признаков. Нормальность и гомогенность распределения выборок проверяли критериями Лиллиефорса и Левена. Статистическую достоверность различий длительности личиночного развития оценивали однофакторным дисперсионным анализом (F), а длины тела – ковариационным анализом (F) с длительностью личиночного развития в качестве ковариаты, при попарном сравнении групп использовали апостериорный тест Бонферрони. Для определения взаимосвязи изучаемых признаков с температурой воды использовали коэффициент линейной корреляции Пирсона (r). Для определения закономерностей изменчивости исследуемых признаков в температурном градиенте использовали регрессионный анализ (adj. R<sup>2</sup>).

**Результаты и обсуждение.** Длина тела молоди при выходе на сушу не зависела от температуры выращивания и не имела статистически значимых различий в разных экспериментальных группах (табл. 1).

Достоверная корреляция между продолжительностью личиночного развития и размерами тела молоди при выходе на сушу отмечалась только в группе, выращиваемой при 23°C ( $r = 0,46, p < 0,05$ ).

Длительность личиночного развития различалась у особей из разных экспериментальных групп ( $F_{3, 78} = 9,591; p < 0,05$ ). Особи, выращиваемые при 20°C, росли до метаморфоза достоверно дольше, чем при других вариантах выращивания. Остальные группы друг от друга по этому показателю не различались. С повышением температуры воды длительность личиночного развития сокращалась ( $r = -0,47; p < 0,05$ ).

Данная закономерность лучше всего могла быть описана с помощью полиномиальной модели (adj. R<sup>2</sup> = 0,2496, F = 14,474, p < 0,001), согласно которой длительность личиночного развития сокращается при повышении температуры воды до 26°C, дальнейшее повышение влияния не оказывает (рис. 1).

Таблица 1

Показатели личиночного развития *Epidalea calamita* при различных температурных режимах

Температура воды, °С	Повторность	M±SD min-max		
		Длина тела, мм	Длительность личиночного развития, сутки	Выживаемость, %
20	1	$\frac{10,79 \pm 0,969}{8,59-12,38}$	$\frac{39 \pm 16,3}{28-75}$	88,9
	2	$\frac{10,17 \pm 0,691}{9,22-11,30}$	$\frac{24 \pm 2,7}{22-31}$	72,2
	среднее	$\frac{10,52 \pm 0,899}{8,59-12,38}$	$\frac{32 \pm 14,0}{22-75}$	$\frac{80,6 \pm 11,81}{72,2-88,9}$
23	1	$\frac{10,04 \pm 0,539}{9,21-11,52}$	$\frac{23 \pm 2,9}{22-75}$	77,8
	2	$\frac{10,32 \pm 0,534}{9,42-11,28}$	$\frac{24 \pm 4,4}{20-33}$	44,4
	среднее	$\frac{10,14 \pm 0,547}{9,21-11,52}$	$\frac{24 \pm 3,5}{20-33}$	$\frac{61,1 \pm 23,62}{44,4-77,8}$
26	1	$\frac{10,03 \pm 0,509}{9,10-11,03}$	$\frac{21 \pm 1,9}{18-25}$	72,2
	2	$\frac{10,14 \pm 0,575}{9,13-10,75}$	$\frac{22 \pm 2,8}{19-28}$	44,4
	среднее	$\frac{10,07 \pm 0,874}{9,10-11,03}$	$\frac{21 \pm 2,3}{18-28}$	$\frac{58,3 \pm 19,66}{44,4-72,2}$
29	1	$\frac{10,81 \pm 0,874}{9,81-13,56}$	$\frac{22 \pm 3,3}{20-28}$	33,3
	2	$\frac{10,20 \pm 0,534}{9,50-10,79}$	$\frac{21 \pm 1,5}{20-23}$	22,2
	среднее	$\frac{10,57 \pm 0,636}{9,5-11,56}$	$\frac{21 \pm 2,6}{20-28}$	$\frac{27,8 \pm 7,85}{22,2-33,3}$
Статистический анализ	F	1,573	9,591	–
	df	3, 77	3, 78	–
	p	0,203	< 0,05	–
	апостериорный тест	–	1 <sup>a</sup> , 2 <sup>b</sup> , 3 <sup>b</sup> , 4 <sup>b</sup>	–

Примечание: M – среднее арифметическое, SD – стандартное отклонение, min – минимум, max – максимум, F – сила фактора, df – количество степеней свободы. Группы с разными верхними индексами достоверно различаются ( $p \leq 0,05$ ;  $a > b$ ).

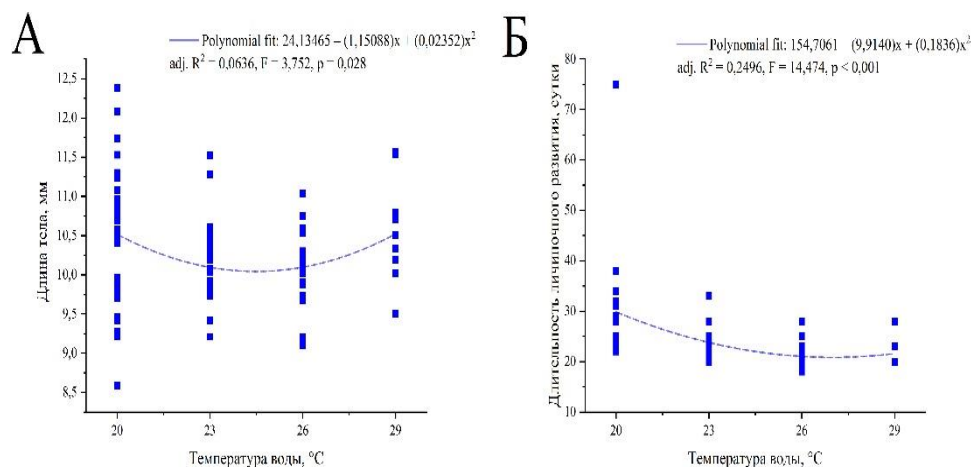


Рис. 1. Длина тела и длительность личиночного развития молоди *Epidalea calamita* в зависимости от температуры воды

Максимальная выживаемость до метаморфоза (80,6%) отмечалась в группе, где личинки выращивались при 20°C. С увеличением температуры воды в экспериментальных контейнерах смертность личинок росла ( $r = -0,81$ ,  $p < 0,05$ ).

Традиционно считается (Кидов и др., 2024a; Dastansara et al., 2017; Mosavi et al., 2017), что повышение температуры воды при выращивании личинок жаб (*Bufo* spp.) способствует ускорению роста и сокращению длительности развития с сохранением высокого уровня выживаемости. В более раннем исследовании, проведенном на молоди камышовый жабы испанской популяции (Sanuy et al., 2008) было показано, что при повышении температуры, несмотря на разную длительность развития, размеры молоди не отличались в разных экспериментальных группах, что согласуется с полученными нами результатами. В то же время, в настоящем исследовании было получено подтверждение, что увеличение температуры выращивания до 29°C не способствует дальнейшему снижению длительности личиночного развития и обуславливает повышение смертности.

Таким образом, для получения относительно крупной молоди камышовый жабы за короткие сроки рекомендуется выращивание при температуре воды 23–26°C.

### Список литературы

Боркин Л.Я. 2001. Камышовый жаба, *Bufo calamita* // Красная книга Российской Федерации (Животные). М.: АСТ, Астель. С. 320-321.

- Кидов А.А., Иволга Р.А., Кондратова Т.Э.* 2024а. Влияние температуры воды на личиночное развитие восточной квакши (*Hyla orientalis*, Amphibia, Anura, Hylidae) при лабораторном выращивании // Тимирязевский биологический журнал. № 3. С. 77-83.
- Кидов А.А., Иволга Р.А., Кондратова Т.Э., Грода О.С., Демянчик В.В., Ерашкин В.О., Кидова Е.А.* 2024б. Влияние плотности посадки на личиночное развитие камышовой жабы (*Epidalea calamita*) (по результатам лабораторных исследований) // Теоретическая и прикладная экология. № 3. С. 217-225.
- Кидов А.А., Кондратова Т.Э., Иволга Р.А., Кидова Е.А.* 2022. Репродуктивные характеристики камышовой жабы (*Epidalea calamita*, Amphibia, Bufonidae) в лабораторных условиях // Зоологический журнал. Т. 101. № 9. С. 1008-1014.
- Лобачев Е.А.* 2008. Влияние колебаний экологических факторов на эмбрионально-личиночное развитие земноводных: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саранск. 23 с.
- Писанец Е.М.* 2007. Амфибии Украины (справочник-определитель земноводных Украины и сопредельных территорий). Киев: Зоологический музей ННПМ НАН Украины. 312 с.
- Beebee T., Cabido C., Eggert C. et al.* 2012. 40 years of natterjack toad conservation in Europe // FrogLog. V. 101. P. 40-44.
- Dastansara N., Vaissi S., Mosavi J., Sharifi M.* 2017. Impacts of temperature on growth, development and survival of larval *Bufo (Pseudepidalea) viridis* (Amphibia: Anura): implications of climate change // Zoology and Ecology. V. 27. № 3-4. P. 228–234. DOI: 10.1080/21658005.2017.1360037
- Denton J.S., Hitchings S.P., Beebee T.J.C., Gent A.* 1997. A Recovery Program for the Natterjack Toad (*Bufo calamita*) in Britain // Conservation Biology. V. 11. № 6. P. 1329-1338. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1997.96318.x
- Gosner K.L.* 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification // Herpetologica. V. 16. № 3. P. 183-190.
- Mosavi J., Vaissi S., Dastansara N., Sharifi M.* 2017. Effects of temperature on growth, development and survival in larvae of *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) (Amphibia: Anura): linking global warming to amphibian development // Acta Zoologica Bulgarica. V. 69. № 4. P. 541-546.
- Ogrodowczyk A., Krása A., Schmidt B. et al.* 2022. IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2022. *Epidalea calamita* // The IUCN Red List of Threatened Species 2022. Article number: T54598A89700822. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T54598A89700822.en
- Pupina A., Pupins M.* 2018. Smilšu krupja *Epidalea calamita* populācijas uzlabošanai pavairošanas un audzesanas zookultura ex-situ metodikas protokols. Latvija, Daugavpils: Latgales ekoloģiska biedriba. 24 p.
- Ruhí A., San Sebastian O., Feo C. et al.* 2012. Man-made Mediterranean temporary ponds as a tool for amphibian conservation. // Annales de Limnologie – International J. of Limnology. V. 48. P. 81-93. DOI: 10.1051/limn/2011059

- Sanuy D., Oromí N., Galofré A.* 2008. Effects of temperature on embryonic and larval development and growth in the natterjack toad (*Bufo calamita*) in a semi-arid zone // *Animal Biodiversity and Conservation*. V. 31. № 1. P. 41-46.
- Schmidt B.R., Zumbach S.* 2005. Rote Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz. Schweiz, Neuenburg: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna. 48 s.

**IMPACT OF WATER TEMPERATURE  
ON LARVAL DEVELOPMENT OF THE NATTERJACK TOAD  
(*EPIDALEA CALAMITA*, ANURA, BUFONIDAE)  
IN AN ARTIFICIALLY CREATED HABITAT**

**T.E. Kondratova<sup>1</sup>, R.A. Ivolga<sup>1</sup>, T.A. Chernenko<sup>1</sup>, O.S. Groda<sup>2</sup>,  
I.I. Rakhimov<sup>3</sup>, A.A. Kidov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow

<sup>2</sup>The Polesie Agrarian Ecological Institute of the National Academy  
of Sciences of Belarus, Brest, Belarus

<sup>3</sup>Kazan Federal University, Kazan

In many countries, populations of the natterjack toad, *Epidalea calamita* (Laurenti, 1768), are rapidly declining due to the loss of suitable habitats, and as a result, it has been included on lists of protected species. In addition to the restoration of lost habitats, research is actively underway to develop methods for breeding and rearing *E. calamita* in an artificial environment. The aim of this study was to identify the optimal temperatures for rearing natterjack toad larvae from the onset of exogenous feeding until metamorphosis. The larvae were reared at a stocking density of 1 individual per litre in Samla polypropylene containers measuring 39×28×28 cm, filled with 18 litres of water. The water temperature was maintained at 20°C, 23°C, 26°C and 29°C. The body length of the juveniles upon emergence onto land did not depend on the rearing temperature and showed no statistically significant differences between the various experimental groups. The duration of larval development varied among individuals from different experimental groups and decreased as the water temperature increased. Larval mortality increased with rising water temperatures in the experimental containers. Based on the results of this study, rearing at a water temperature of 23–26°C is recommended for producing relatively large young natterjack toads within a short period.

**Keywords:** *tailless amphibians, larval development, temperature factor, environmental factors, laboratory cultivation.*

*Об авторах:*

КОНДРАТОВА Татьяна Эдуардовна – ассистент кафедры зоологии и аквакультуры института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: t.kondratova@rgau-msha.ru.

ИВОЛГА Роман Александрович – ассистент кафедры зоологии и аквакультуры института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: romanivolga@rgau-msha.ru.

ЧЕРНЕНКО Татьяна Александровна – студент магистратуры института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: tanyshca.ch@yandex.ru

ГРОДА Олег Сергеевич – лаборант Полесского аграрно-экологического института Национальной академии наук Беларуси, 224030, Белоруссия, г. Брест, ул. Советских Пограничников, 41.

РАХИМОВ Ильгизар Ильясович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биоэкологии, гигиены и общественного здоровья Центра медицины и фармации Высшей школы медицины Института фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) федерального университета, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, e-mail: rakhim56@mail.ru.

КИДОВ Артем Александрович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии и аквакультуры института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: kidov@rgau-msha.ru.

Кондратова Т.Э. Влияние температуры воды на личиночное развитие камышовой жабы (*Epidalea calamita*, Anura, Bufonidae) в искусственно созданной среде обитания / Т.Э. Кондратова, Р.А. Иволга, Т.А. Черненко, О.С. Грода, И.И. Рахимов, А.А. Кидов // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2026. №. С. 67-74.

Дата поступления рукописи в редакцию: 11.02.26

Дата подписания рукописи в печать: 05.03.26