

УДК 597.841:591.16
DOI: 10.26456/vtbio397

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИННЫХ ДОБАВОК НА ЛИЧИНОК ОБЫКНОВЕННОЙ ЖАБЫ, *BUFO BUFO* LINNAEUS, 1758 В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Н.М. Медовиков И.В. Африна, И.С. Хмелевая, К.А. Африн

Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва

В статье приводятся данные исследования влияния витаминных добавок на рост и развитие молоди обыкновенной жабы. Материалом для исследования послужило потомство от лабораторного размножения пары обыкновенных жаб, отловленных на территории городского округа Королёв (Московская область, Россия) в мае 2024 года. Оценивали размеры, длительность развития и выживаемость личинок. Молодь выращивалась в трех вариантах: витаминные добавки в концентрации 0,007 мл/л, 0,05 мл/л и контрольная группа. Концентрация оказывала влияние на продолжительность личиночного развития и размерные показатели молоди. Наименьшая средняя продолжительность личиночного развития наблюдалась у молоди, получавшей витаминные добавки из расчёта 0,05 мл/л, и составила 45 суток. Максимальная длина тела при выходе на сушу зарегистрирована в группе с концентрацией добавки 0,007 мл/л. Наибольшая масса тела отмечена при концентрации добавки 0,05 мл/л.

Ключевые слова: земноводные, *Bufo bufo*, личинки, витамины, зоокультура.

Введение. Будучи наиболее уязвимым классом позвоночных на нашей планете, земноводные испытывают значительное влияние кризиса биоразнообразия (IUCN Amphibian Redlist summary statistics, 2025). Процесс глобального сокращения численности и вымирания земноводных продолжается на протяжении нескольких десятилетий (Benton, 1985). По оценкам отдельных исследователей, скорость вымирания земноводных значительно превышает фоновую (McCallum, 2007).

Содержание и разведение земноводных является перспективным направлением зоокультуры. Основной целью создания лабораторных популяций земноводных является поддержание в искусственных условиях группы животных, которая может надежно воспроизводиться и способна сохранять большую часть генетических вариаций, присутствующих в естественной популяции, на протяжении длительного времени (Ласу, 2012). План действий по сохранению

амфибий (АСАР), опубликованный в 2007 году Международным союзом охраны природы и природных ресурсов (МСОП), является официальным документом международного значения, который предлагает, в том числе, использование программ содержания амфибий в искусственных условиях в качестве способа их сохранения (Della Togna et al., 2020). Земноводные удобны для изучения в зоопарках и лабораториях, поскольку при содержании они требуют сравнительно небольших затрат труда и финансовых вложений, также они могут быть размещены в ограниченном пространстве (Browne, 2011).

В то время как витаминные премиксы и добавки широко применяются при выращивании молоди рыб, их использование в герпетокультуре требует дополнительных исследований, направленных на повышение выживаемости личинок земноводных. Витаминные премиксы и добавки используются при выращивании молоди рыб (Бахарева, 2001). Так их использование повышает выживаемость личинок осетровых (Пономарёва, Сорокина, 2004). Умеренное количество (31,81 мг/кг) дополнительного рибофлавина (B2) в рационе значительно увеличивает удельную скорость роста кижуча, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum, 1792), повышая также содержание липидов в мышечной ткани (Yu et al., 2022). У того же вида обогащение рациона пиридоксином (B6) увеличивает как удельную скорость роста, так и конечную массу тела (Yu et al., 2024). Витамин А также является необходимым элементом питания для рыб, который играет ключевую роль в различных физиологических процессах: он участвует в формировании зрения, развитии эмбрионов, росте организма, а также в поддержании здоровья эпителиальных клеток (Hernandez, Hardy, 2020). При этом рыбы способны переносить повышенные концентрации витамина А без негативных последствий для скорости роста (Dominguez et al., 2022).

Результаты выращивания земноводных с использованием витаминных премиксов и добавок противоречивы: у головастиков полосатого листолаза (*Phyllobates vittatus* Cope, 1893), выращенных на рационе с добавлением витамина А, наблюдалась более высокая смертность в сочетании с симптомами гипервитаминоза А (Arkin, Marquez, 2024); добавление каротиноидов и лютеинов в рацион молоди яркой ложной жабы (*Pseudophryne corroboree* Moore, 1953) либо не оказывало никакого эффекта (Byrne, Silla, 2017), либо влияло исключительно на скорость метаморфоза (McInerney et al., 2019) при отсутствии значимых различий в скорости роста и морфометрических показателях особей.

Вопросы витаминизации среды на ранних этапах онтогенеза в области выращивания земноводных остаются недостаточно

изученными, в отличие от ихтиокультуры. Влияние витаминизации на молодь земноводных неоднозначно и заслуживает специального исследования для представителей разных таксономических групп. Такие работы особенно актуальны для оптимизации технологии зоокультуры земноводных.

Обыкновенная жаба, *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) – центральный член комплекса *B. bufo*, широко распространённый от Западной Европы до Восточной Сибири вид, обычный для многих территорий (Кузьмин, 2012). Обыкновенная жаба испытывает значительный антропогенный стресс в странах Европы, что негативно сказывается на благополучии почти всех популяций, не смотря на принимаемые меры охраны (Budzik et al., 2013). В искусственных условиях *B. bufo* подолгу живёт и регулярно размножается.

Цель настоящего исследования – оценка роста, развития и выживаемости личинок обыкновенной жабы при различном количестве витаминных добавок в воде.

Методика. Исследование проводили в мае – июле 2024 года в лабораторном кабинете зоокультуры кафедры зоологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

В эксперименте использовались личинки обыкновенной жабы, *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), находившиеся на стадии перехода на экзогенное питание. Все личинки являлись сибсами, полученными от пары обыкновенных жаб, отловленных на территории городского округа Королёв (Московская область, Россия) в мае 2024 года.

Личинки земноводных содержались в прозрачных пластиковых контейнерах SAMLA (Россия) объёмом 11 л, длиной 39 см, шириной 28 см, высотой 14 см. Каждый контейнер заполняли 7 л водопроводной воды, предварительно отстоявшейся в течение 48 часов. Подмену половины воды осуществляли трижды в неделю.

Плотность посадки составляла 2 особи на 1 литр, таким образом в каждом контейнере содержалось 14 личинок земноводных. Данная плотность посадки была выбрана как наиболее благоприятная для развития личинок жаб рода *Bufo* с точки зрения продолжительности личиночного развития, длины личинок при выходе на сушу и массы тела (Кидов и др., 2020).

После перехода молоди на экзогенное питание для кормления использовался универсальный корм в виде хлопьев для декоративных рыб TetraMin Flakes (Tetra GmbH, Германия). Кормление осуществлялось по поедаемости, однако все личинки получали одинаковую массу корма независимо от группы и повторности. Измерение массы корма осуществлялось с помощью электронных весов Professional Digital Jewelry Scale 8068-series (Smartron, КНР) с погрешностью 0,001 г.

В качестве витаминной добавки использовался «Кондиционер «Аквавит» торговой марки НИЛПА (ООО «НеваТропик», Россия), содержащий витамины группы В, витамины А, С, D3 и Е. Для насыщения витаминами среды обитания личинок использовалось три варианта концентрации витаминных добавок: контрольная группа без добавления премикса (Группа 1), 0,007 мл/л (Группа 2), 0,05 мл/л (Группа 3). Концентрации, применяемые в Группе 2 и Группе 3, были рекомендованы производителем премикса в качестве оптимальных для ежедневного использования в аквариумах (0,007 мл/л) и для применения в условиях транспортировки аквариумных рыб. Витамины добавлялись непосредственно в воду для подмены, таким образом, в ёмкостях, где содержались личинки, концентрация витаминной добавки оставалась постоянной. Добавление витаминного премикса осуществлялось ежедневно.

Определение длины тела (L) молоди при выходе на сушу проводилось с применением электронного штангенциркуля «SolarDigitalCaliper» (производитель – Xueliee, Китай) с допустимой погрешностью 0,1 мм. Для измерения массы корма и животных использовали электронные весы модели W-999 (Китай) с точностью до 0,01 г.

Статистический анализ данных проводили с помощью программы Statistica 8.0. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и размах признака (min–max). Для оценки статистической значимости наблюдаемых различий использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и тест Тьюки.

Результаты и обсуждение. Исследование демонстрирует влияние витаминных премиксов на морфофизиологические показатели молоди обыкновенной жабы. Были выявлены выраженные, но статистически не значимые различия морфофизиологических параметров в зависимости от концентрации витаминных премиксов. Максимальная длина тела при выходе на сушу зарегистрирована в группе с добавлением премикса в концентрации 0,007 мл/л ($9,2 \pm 1,13$ мм), что на 3,4 % превышало показатели контрольной группы ($8,9 \pm 1,50$ мм). При этом наибольшая масса тела отмечена при концентрации 0,05 мл/л ($0,12 \pm 0,024$ г), что свидетельствует о нелинейной зависимости между дозировкой добавки и ростовыми параметрами.

Интересно, что выживаемость оказалась максимальной в группах 1 и 2 ($97,6 \pm 4,12$ %), тогда как повышение концентрации до 0,05 мл/л сопровождалось её снижением до $92,9 \pm 7,14$ % (табл. 1).

Таблица 1

Размерная характеристика молоди обыкновенной жабы при выходе на сушу
(среднее по трем повторностям)

Исследуемая группа	$\overline{M \pm SD}$ min–max (n)					
	длина тела при выходе на сушу, мм			масса тела при выходе на сушу, г		
	первого метаморфа	последнего метаморфа	среднее	первого метаморфа	последнего метаморфа	среднее
Группа 1 (контроль)	$10,0 \pm 1,00$ 9,0-11,0 (3)	$10,2 \pm 1,11$ 9,0-11,2 (3)	$8,9 \pm 1,50$ 7,1-11,2 (41)	$0,11 \pm 0,022$ 0,09-0,14 (3)	$0,15 \pm 0,048$ 0,09-0,19 (3)	$0,11 \pm 0,022$ 0,08-0,19 (41)
Группа 2 (0,007 мл/л)	$9,7 \pm 0,58$ 9,0-10,0 (3)	$9,1 \pm 1,00$ 8,1-10,1 (3)	$9,2 \pm 1,13$ 7,0-11,2 (41)	$0,09 \pm 0,018$ 0,07-0,11 (3)	$0,11 \pm 0,022$ 0,10-0,14 (3)	$0,11 \pm 0,027$ 0,06-0,19 (41)
Группа 3 (0,05 мл/л)	$10,0 \pm 1,00$ 9,0-11,0 (3)	$9,5 \pm 1,72$ 8,0-11,4 (3)	$9,0 \pm 1,44$ 7,5-12,0 (39)	$0,11 \pm 0,008$ 0,10-0,12 (3)	$0,13 \pm 0,039$ 0,10-0,17 (3)	$0,12 \pm 0,024$ 0,08-0,20 (39)

Примечание: М – среднее арифметическое значение признака; SD – стандартное отклонение; min – max – размах признака, n – число объектов.

С помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) было установлено наличие статистически значимых различий между тремя группами личинок обыкновенной жабы ($F = 4,837788$; $p = 0,009579$) по показателю продолжительности личиночного развития, что свидетельствует о специфическом влиянии витаминных добавок на темпы метаморфоза. Ускорение метаморфоза на 8,5 % в группе 3 ($45,0 \pm 4,15$ сут. против $49,2 \pm 6,83$ сут. в контроле) позволяет предположить дозозависимый эффект на скорость развития молоди обыкновенной жабы (табл. 2).

Таблица 2

Длительность личиночного развития и выживаемость молоди обыкновенной жабы при различной концентрации витаминного премикса (среднее по трем повторностям)

Исследуемая группа	$\overline{M \pm SD}$ min–max (n)			
	длительность личиночного развития, сутки		средняя длительность личиночного развития, сутки	выживаемость личинок за весь период выращивания, %
	до первого метаморфа	до последнего метаморфа		
Группа 1 (контроль)	$41,0 \pm 1,73$ 39,0-42,0 (3)	$66,7 \pm 9,07$ 60,0-77,0 (3)	$49,2 \pm 6,83$ 39,0-77,0 (41)	$97,6 \pm 4,12$ 92,9-100,0 (3)
Группа 2 (0,007 мл/л)	$42,0 \pm 0,00$ 42,0-42,0 (3)	$62,7 \pm 11,50$ 51,0-74,0 (3)	$47,7 \pm 7,07$ 42,0-74,0 (41)	$97,6 \pm 4,12$ 92,9-100,0 (3)
Группа 3 (0,05 мл/л)	$39,7 \pm 2,31$ 37,0-41,0 (3)	$54,0 \pm 5,57$ 49,0-60,0 (3)	$45,0 \pm 4,15$ 37,0-60,0 (39)	$92,9 \pm 7,14$ 85,7-100,0 (3)

Примечание: М – среднее арифметическое значение признака; SD – стандартное отклонение; min – max – размах признака, n – число объектов.

С помощью теста Тьюки было установлено наличие статистически значимых различий между продолжительностью

периода личиночного развития у молоди обыкновенной жабы, не получавших витаминных добавок и у молоди, получавшей витаминные добавки из расчёта 0,05 мл/л ($p=0,0077$).

По литературным данным средняя продолжительность периода личиночного развития у обыкновенной жабы составляет 50 суток (Банников, 1977; Reading, 2010). Таким образом, можно сделать вывод, что средняя продолжительность периода личиночного развития молоди в контрольной группе соответствовала среднему показателю для данного вида. В свою очередь аналогичный показатель в Группе 3, получавшей наибольший объём витаминных добавок, был достоверно меньше: молодь переходила к метаморфозу на 4,2 суток или на 8,5 % быстрее.

Заключение. Для выращивания личинок обыкновенной жабы в лаборатории рекомендуется использовать концентрацию витаминной добавки 0,05 мл/л. Личинки при этой концентрации имели относительно короткий период развития (37–60 сут.), высокую выживаемость (85,7–100 %), нормальную длину (5,5–12,0 мм) и массу тела (0,08–0,20 г).

Список литературы

- Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г., Рустамов А.К. 1977. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. Учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов. М: Просвещение. 415 с.
- Бахарева А.А. 2001. Витамины и витаминные премиксы при выращивании осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: диссертация ... канд. биол. наук. Астрахань. 129 с.
- Кидов А.А., Африн К.А., Степанкова И.В., Гориков А.А. 2020. Рост, развитие и выживаемость личинок кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) при различной плотности посадки в зоокультуре // Известия Горского государственного аграрного университета. № 57. С. 164–169.
- Кузьмин С.Л. 2012. Земноводные бывшего СССР. М.: Тов-во науч. изд. КМК. 370 с.
- Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н. 2004. Использование витаминов для повышения резистентности осетровых рыб в раннем онтогенезе // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. № 1. С. 67–73.
- Arkin R., Marquez R. 2024. The effects of preformed vitamin A and provitamin A carotenoid supplementation on tadpoles of the poison frog // Zoo Biology. Vol. 43. № 2. P. 169–177.

- Benton M.J. 1985. Mass extinction among non-marine tetrapods // *Nature*. Vol. 316. P. 811–814.
- Browne R.K., Wolfram K., Garcia G., Bagaturrov M.F., Pereboom J.J. M. 2011. Zoo-based amphibian research and conservation breeding programs // *Amphibian & Reptile Conservation*. Vol. 5. № 3. P. 1–14.
- Budzik K.A., Budzik K.M., Żuwała K. 2013. Amphibian situation in urban environment – history of the common toad *Bufo bufo* in Kraków (Poland) // *Ecological Questions*. №18. P. 73–77.
- Byrne P.G., Silla A.J. 2017. Testing the effect of dietary carotenoids on larval survival, growth and development in the critically endangered southern corroboree frog // *Zoo Biology*. Vol. 36. № 2. P. 161–169.
- Della Togna G., Howell L.G., Clulow J., Langhorne C.J., Marcec-Greaves R., Calatayud N.E. 2020. Evaluating amphibian biobanking and reproduction for captive breeding programs according to the Amphibian Conservation Action Plan objectives // *Theriogenology*. T. 150. Vol. 10. P. 412–431.
- Dominguez D., Montero D., Zamorano M.J., Castro P.L., da Silva J., Fontanillas R., Izquierdo M. 2023. High Levels of Vitamin A in Plant-Based Diets for Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Juveniles, Effects on Growth, Skeletal Anomalies, Bone Molecular Markers, and Histological Morphology // *Aquaculture Nutrition*. DOI:10.1155/2023/5788432
- Hernandez L.H., Hardy R.W. 2020. Vitamin A functions and requirements in fish // *Aquaculture Research*. Vol. 8. № 51. P. 3061–3071.
- IUCN Amphibian Redlist summary statistics // IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>
- Lacy R.C. 2012. Achieving True Sustainability of Zoo Populations // *Zoo Biology*. Vol. 32. № 1. P. 19–26.
- McCallum M.L. 2007. Amphibian Decline or Extinction? Current Declines Dwarf Background Extinction Rate // *Journal of Herpetology*. Vol.41. № 3. P. 483–491.
- McInerney E.P., Silla A.J., Byrne P.G. 2019. Effect of carotenoid class and dose on the larval growth and development of the critically endangered southern corroboree frog // *Conservation Physiology*. Vol. 7. № 1. DOI: 10.1093/conphys/coz009
- Reading C.J. 2010. The impact of environmental temperature on larval development and metamorph body condition in the common toad, *Bufo bufo* // *Amphibia-Reptilia*. Vol. 31. P. 483–488.
- Yu H., Guo M., Yu L., Li L., Wang Q., Li F., Zhang Y., Zhang J., Hou J. 2022. Effects of Dietary Riboflavin Supplementation on the Growth Performance, Body Composition and Anti-Oxidative Capacity of Coho

Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) Post-Smolts // Animals. Vol. 12. № 22. P. 178–190.

Yu H., Zhang X., Yuan Z., Yu L., Zhao Y., Li L. 2024. Dietary Pyridoxine Requirements of Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) Post-Smolts // Aquaculture Nutrition. DOI: 10.1155/2024/3862563

EFFECTS OF VITAMIN SUPPLEMENTS ON LARVAE OF THE COMMON TOAD, *BUFO BUFO* (LINNAEUS, 1758), UNDER LABORATORY CONDITIONS

N.M. Medovikov, I.V. Afrina, I.S. Khmelevaya, K.A. Afrin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow

This study presents data on the effects of vitamin supplements on the growth and development of juvenile common toads (*Bufo bufo*). The experimental material comprised offspring from laboratory-bred pairs of *B. bufo* collected in the Korolyov Urban District (Moscow Oblast, Russia) in May 2024. Body size, developmental duration, and survival rates of larvae were evaluated. Juveniles were reared under three conditions: a control group (no supplements) and two experimental groups receiving vitamin supplements at concentrations of 0.007 ml/L and 0.05 ml/L. Supplement concentration significantly influenced larval development duration and morphometric parameters. The shortest mean larval development period (45 days) was observed in the 0.05 ml/L group. Maximum body length at terrestrial emergence was recorded in the 0.007 ml/L group, while the highest body mass was documented in the 0.05 ml/L group.

Keywords: amphibians, *Bufo bufo*, larvae, vitamins, zooculture.

Об авторах:

МЕДОВИКОВ Николай Максимович – студент Института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К. А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: medovikov1184@gmail.com.

АФРИНА Ирина Владимировна – ассистент кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.

А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: stepankova@rgau-msha.ru.

ХМЕЛЕВАЯ Ирина Сергеевна – студентка Института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К. А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: irina.14rdm@gmail.com.

АФРИН Кирилл Александрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К. А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: afrin@rgau-msha.ru.

Медовиков Н.М. Влияние витаминных добавок на личинок обыкновенной жабы, *Bufo bufo* Linnaeus, 1758 в лабораторных условиях / Н.М. Медовиков, И.В. Африна, И.С. Хмелевая, К.А. Африн // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 50-58.

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.11.24

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25