

УДК 591.16:597.8

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ НА ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ ЗЕЛЕННОЙ ЖАБЫ (*BUFOTES VIRIDIS*, AMPHIBIA, ANURA, BUFONIDAE) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

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

*Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия
E-mail: kidov@rgau-msha.ru*

Работа посвящена сравнительной оценке влияния площади дна и объема на выживаемость, рост и развитие личинок зеленой жабы (*Bufo viridis*) в лабораторных условиях. Материалом для работы послужило потомство от одной пары зеленых жаб из Калужской области (Россия). Для эксперимента были использованы 216 личинок при переходе к экзогенному питанию. Животных выращивали до прохождения метаморфоза в двух типах контейнеров: с одинаковой длиной и шириной дна, но разной высотой. Это позволяло при равной плотности посадки на единицу объема достигать разной плотности на единицу площади дна. Каждый вариант опыта осуществлялся в двукратном повторении. Личинок содержали и кормили по стандартной методике. Было выявлено, что при увеличении начальной плотности посадки личинок зеленой жабы на единицу объема воды и площади дна размеры их тела и выживаемость уменьшаются, а длительность развития до метаморфоза увеличивается. Увеличение плотности посадки на единицу объема воды оказывает значительно большее влияние на выживаемость, длительность личиночного развития и размерные показатели молоди при метаморфозе, чем начальная плотность на единицу площади дна. Авторы считают, что личинки зеленой жабы более интенсивно используют для передвижения и питания водный столб, а не дно. Также предполагается, что молодь этого вида чувствительна к метаболитам, концентрация которых падает с уменьшением плотности личинок на единицу объема воды, а не на площадь дна.

Ключевые слова: бесхвостые амфибии, личиночное развитие, плотность посадки, лабораторное разведение.

ВВЕДЕНИЕ

Начальная плотность размещения является одним из важнейших факторов, влияющих на рост и развитие гидробионтов, включая и амфибий в водной фазе жизненного цикла [1, 2]. Обычно с повышением числа особей увеличивается их элиминация, замедляется соматический рост и увеличивается или, наоборот, уменьшается продолжительность стадий развития [3, 4]. Очевидно, что работы, направленные на выявление оптимальной плотности посадки, имеют несомненную значимость при разработке технологий культивирования земноводных в искусственно созданной среде обитания [5, 6]. Показано, что этот фактор видоспецифичен и нуждается в определении для каждого объекта выращивания отдельно. При этом разные исследователи рассчитывают плотность посадки животных как на единицу площади дна, так и объема воды [7–9]. Представляется

интересным определить, какой из этих факторов оказывает большее влияние на рост и развитие амфибий.

Зеленая жаба (*Bufo viridis* Laurenti, 1768) – широко распространенный в Европе (включая европейскую часть России) вид, обладающий высоким потенциалом к синантропизации [10]. Зеленая жаба являлась модельным объектом во многих исследованиях, однако в последние десятилетия по всему ареалу наблюдается деградация популяций *B. viridis*, что послужило основанием для включения ее в региональные и национальные списки охраняемых животных [11]. Учитывая вышесказанное, особенное значение приобретают работы, направленные на оптимизацию методов разведения и выращивания жаб этого вида в искусственных условиях.

Цель настоящего исследования – сравнительная оценка влияния начальной плотности посадки на единицу объема воды и площади дна на выживаемость, рост и развитие личинок зеленой жабы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования осуществляли в лабораторном кабинете зоокультуры кафедры зоологии РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева в 2021 г. Материалом для работы послужило потомство одной пары зеленых жаб, отловленной в д. Адлеровка Малоярославецкого района Калужской области. Икрометание стимулировали инъекцией сурфагона по общепринятой методике [12, 13]. При переходе всех личинок в кладке к экзогенному питанию (21–24 стадия по таблице нормального развития Госнера [14]) для дальнейшего эксперимента были отобраны 216 экз., а остальные выпущены в природный водоем.

Для экспериментов использовали 2 типа полипропиленовых контейнеров марки Samla (производитель – ИКЕА, Россия) с одинаковой длиной и шириной дна (39 × 28 см, площадь 1092 см²), но разной высотой (14 и 28 см), что позволяло при равной плотности посадки на единицу объема достигать разной плотности на единицу площади дна и наоборот (табл. 1).

Таблица 1

Схема исследований

Номер группы	Плотность посадки		Количество повторностей (контейнеров)	Полезный объем воды в контейнере, л	Количество личинок в одном контейнере, экз.
	экз./л	экз./м ²			
1	1	82,4	2	9	9
2	3	247,3	2	9	27
3	1	164,8	2	18	18
4	3	494,5	2	18	54

Подмену 2/3 объема воды на отстоянную того же состава производили через день. Личинок кормили ежедневно вволю хлопьевидным полнорационным комбикормом для аквариумных рыб марки «TetraMin Flakes» (производитель – Tetra GmbH, Германия).

При прорыве передних конечностей (42–44 стадии по таблице Госнера) у личинок штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм измеряли длину тела ($L.$), хвоста ($L.cd.$) и общую длину туловища с хвостом ($L. + L.cd.$), а после выхода на сушу (47 стадия по таблице Госнера) длину тела ($L.$), а также при помощи электронных весов – массу.

Статистическую обработку полученных данных производили в программах *Microsoft Excel* и *Statistica 8.0*. Рассчитывали среднюю арифметическую и стандартное отклонение ($M \pm SD$), а также размах ($min - max$) исследуемых признаков. Гипотезы о нормальности и гомогенности распределения выборок проверяли с помощью критериев Лиллиефорса (*Lilliefors test*) и Левена (*Leven's test*). Статистическую значимость наблюдаемых различий оценивали при помощи однофакторного дисперсионного анализа (*One-way ANOVA*), а при попарном сравнении использовали тест Тьюки (*Tukey's honest significance test*). Взаимосвязь между длительностью личиночного развития и длиной тела определяли расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r). Для определения наиболее значимого из мультиколлинеарных факторов (начальная плотность посадки личинок на объем воды и начальная плотностью посадки личинок на площадь дна; $r = 0,89$; $p \leq 0,05$), оказывающих влияние на длительность личиночного развития и размерные показатели личинок и метаморфов зеленой жабы, и построения уравнений зависимости исследуемых признаков и наиболее значимого фактора мы использовали регрессионный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Личинки при прорыве передних конечностей (42–44 стадии по таблице Госнера), выращенные в разных повторностях одной группы, не имели достоверных среднегрупповых различий по изученным показателям, что позволило нам объединять их при дальнейшем статистическом анализе. Так, группы личинок на этих стадиях, выращенные при разной начальной плотности на единицу площади и объема, статистически значимо отличались друг от друга по длительности личиночного развития ($F = 19,928$; $df = 3, 127$; $p \leq 0,001$), длине тела ($L.$) ($F = 26,573$; $df = 3, 127$; $p \leq 0,001$), длине хвоста ($L.cd.$) ($F = 23,094$; $df = 3, 127$; $p \leq 0,001$) и общей длине туловища с хвостом ($L. + L.cd.$) ($F = 29,446$; $df = 3, 127$; $p \leq 0,001$). При этом, в группе 1, где молодь росла при наименьшей плотности на объем воды и площадь дна, выживаемость особей была максимальной. Личинки из этой группы выходили на метаморфоз раньше и, в среднем, имели самые крупные размерные показатели. Молодь из экспериментальных групп 2 и 4 имела самую низкую выживаемость и наименьшие размеры в сравнении с сибсами из других групп. По длительности личиночного развития и размерным показателям личинки из группы 3 демонстрировали промежуточные значения.

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ НА ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ ...

У молодых жаб при выходе на сушу (47 стадия) сохранялись те же тенденции (табл. 2). Так, в группе 1 метаморфы покидали воду раньше и достигали на этой стадии больших размеров. Самыми низкими значениями этих показателей были отмечены для жаб из групп 2 и 4. Метаморфы из группы 3 по длительности личиночного развития и размерным показателям располагались между ними.

Таблица 2
Выживаемость, длительность личиночного развития и размерно-весовые показатели молоди при выходе на сушу (47 стадия по таблице нормального развития Госнера)

Номер группы	Повторность	Выживаемость, %	Длительность личиночного развития, сутки	Длина тела (L.), мм	Масса тела, г
1	1	100	$\frac{50,1 \pm 6,49}{38-57}$	$\frac{15,7 \pm 1,18}{14,0-17,8}$	$\frac{0,41 \pm 0,078}{0,30-0,54}$
	1	100	$\frac{57,1 \pm 11,54}{43-84}$	$\frac{14,8 \pm 0,76}{13,9-16,1}$	$\frac{0,38 \pm 0,067}{0,25-0,46}$
	среднее	100	$\frac{53,7 \pm 9,77}{38-84}$	$\frac{15,3 \pm 1,07}{13,9-17,8}$	$\frac{0,40 \pm 0,072}{0,25-0,54}$
2	2	59	$\frac{90,9 \pm 14,85}{71-120}$	$\frac{13,3 \pm 0,91}{11,8-15,5}$	$\frac{0,29 \pm 0,069}{0,21-0,48}$
	2	63	$\frac{97,6 \pm 26,94}{57-147}$	$\frac{13,8 \pm 2,93}{11,1-19,8}$	$\frac{0,26 \pm 0,056}{0,17-0,34}$
	среднее	61	$\frac{94,2 \pm 21,50}{57-147}$	$\frac{13,6 \pm 2,12}{11,1-19,8}$	$\frac{0,28 \pm 0,065}{0,17-0,48}$
3	3	100	$\frac{76,2 \pm 13,13}{61-104}$	$\frac{15,0 \pm 1,71}{12,4-20,0}$	$\frac{0,33 \pm 0,073}{0,22-0,47}$
	4	94	$\frac{75 \pm 14,19}{57-111}$	$\frac{14,0 \pm 1,40}{10,4-16,4}$	$\frac{0,34 \pm 0,067}{0,26-0,49}$
	среднее	97	$\frac{75,7 \pm 13,47}{57-111}$	$\frac{14,5 \pm 1,63}{10,4-20,0}$	$\frac{0,33 \pm 0,069}{0,22-0,49}$
4	4	37	$\frac{92,4 \pm 22,16}{53-127}$	$\frac{13,0 \pm 2,00}{10,6-18,6}$	$\frac{0,24 \pm 0,064}{0,13-0,35}$
	4	44	$\frac{85,9 \pm 21,30}{57-135}$	$\frac{13,1 \pm 1,72}{11,8-17,6}$	$\frac{0,25 \pm 0,051}{0,17-0,36}$
	среднее	40,5	$\frac{88,8 \pm 21,69}{53-135}$	$\frac{13,1 \pm 1,62}{10,6-18,8}$	$\frac{0,25 \pm 0,057}{0,13-0,36}$

Таким образом, при повышении плотности посадки на единицу объема воды выживаемость личинок до метаморфоза падала, а размерно-весовые показатели снижались. При этом, нами не было выявлено статистически значимых различий по исследованным показателям между группами, в которых личинки росли при одинаковой плотности посадки на объем воды, но при разной площади дна (табл. 3).

Нами не было отмечено статистически значимой зависимости длины тела метаморфов от длительности личиночного развития ни в одной из исследуемых групп. Размах длины тела метаморфов, выращенных в лаборатории, значительно перекрывается с длиной тела природных особей (12–22 мм) [13], однако средние значения по этому показателю в каждой из групп значительно ниже природных. Так, в окрестностях г. Кобленца (Рейнланд-Пфальц, Германия) этот показатель составлял 15,94 мм [15], в Московской области – 15,20 мм (д. Луцино) и 17,11 мм (пос. Шарاپово) [16].

Таблица 3
Уровни статистической значимости (*p-level*; над диагональю) и значения теста Тьюки (*Q value*; под диагональю) при попарном сравнении показателей молодежи зеленой жабы при выходе на сушу (47 стадия по таблице нормального развития Госнера) в разных группах

Показатель: длительность личиночного развития				
Номер группы	1	2	3	4
1	–	0,000	0,000	0,000
2	10,61	–	0,000	0,594
3	5,83	5,85	–	0,009
4	9,66	1,77	4,47	–
Показатель: длина тела (<i>L.</i>)				
Номер группы	1	2	3	4
1	–	0,003	0,376	0,000
2	4,89	–	0,108	0,676
3	2,27	3,19	–	0,002
4	6,43	1,59	5,03	–
Показатель: масса				
Номер группы	1	2	3	4
1	–	0,000	0,003	0,000
2	8,96	–	0,002	0,202
3	4,85	5,03	–	0,000
4	11,67	2,78	8,21	–

Согласно результатам регрессионного анализа, на показатели личинок зеленой жабы на 42–44 стадиях развития фактор начальная плотность посадки на объем воды оказывал большее влияние, чем фактор начальная плотность посадки личинок на площадь дна (стандартизированный коэффициент *Beta* составлял соответственно 0,507 и -0,008 для длительности личиночного развития; -0,537 и -0,045 для длины тела; -0,522 и -0,082 для длины хвоста; -0,564 и -0,073 для общей длины туловища с хвостом). Так, при увеличении начальной плотности посадки на 1 личинку на 1 л воды, у личинок на этих стадиях в среднем увеличивалась длительность личиночного развития на $11,1 \pm 1,70$ сут. ($p \leq 0,001$; $R^2 = 0,246$) и уменьшались

длина тела ($L.$) на $0,87 \pm 0,121$ мм ($p \leq 0,001$; $R^2 = 0,285$), длина хвоста ($L.cd.$) на $1,57 \pm 0,198$ мм ($p \leq 0,001$; $R^2 = 0,327$), общая длина туловища с хвостом ($L. + L.cd.$) на $2,44 \pm 0,287$ мм ($p \leq 0,001$; $R^2 = 0,358$).

На показатели личиночного развития метаморфов после выхода на сушу фактор начальная плотность посадки личинок на объем воды также оказывал большее влияние в сравнении с фактором начальная плотность посадки личинок на площадь дна (стандартизированный коэффициент $Beta$ равнялся соответственно 0,516 и -0,018 для длительности личиночного развития; -0,233 и -0,196 для длины тела; -0,322 и -0,311 для массы). Так, при увеличении начальной плотности посадки на 1 личинку на 1 л воды, у метаморфов зеленой жабы в среднем увеличивалась длительность личиночного развития на $11,5 \pm 1,75$ сут. ($p \leq 0,001$; $R^2 = 0,252$) и уменьшались длина тела ($L.$) на $0,73 \pm 0,153$ мм ($p \leq 0,001$; $R^2 = 0,150$) и масса на $0,05 \pm 0,006$ г ($p \leq 0,001$; $R^2 = 0,320$).

Таким образом, для личинок зеленой жабы наибольшее значение имеет объем воды, а не площадь дна. Вероятно, это объясняется особенностями экологии этого вида на ранних стадиях: личинки *B. viridis* много времени проводят в толще воды и на поверхности, используя околодонное пространство в значительно меньшей степени. Также можно предположить, что личинки зеленой жабы чувствительны к повышению концентрации экзометаболитов: это объясняет лучшие показатели роста и развития с увеличением объема воды, а не площади дна на одну особь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При увеличении начальной плотности посадки личинок зеленой жабы на единицу объема воды и площади дна размеры их тела и выживаемость уменьшаются, а длительность развития до метаморфоза увеличивается.
2. Увеличение плотности посадки на единицу объема воды оказывает большее влияние на выживаемость, длительность личиночного развития и размерные показатели молоди при метаморфозе, чем начальная плотность на единицу площади дна.
3. Предполагается, что вследствие интенсивного использования личинками толщи воды и поверхности, а также чувствительности к метаболитам, происходит интенсификация роста и развития с увеличением объема воды, а не площади дна.

Список литературы

1. Роус С. Выделение головастиками веществ, задерживающих рост / С. Роус, Ф. Роус // Механизмы биологической конкуренции. – 1964. – С. 263–276.
2. Пястолова О. А. Особенности развития личинок симпатрических видов тритонов Кавказа / О. А. Пястолова, Д. Н. Тархнишвили // Труды Института зоологии АН СССР. – 1986. – № 158. – С. 150–154.
3. Немько Е. А. Рост, развитие и выживаемость личинок кавказского тритона, *Lissotriton lantzi* при различной плотности посадки в зоокультуре / Е. А. Немько, А. А. Кидов, Я. А. Вяткин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – №1 (25) – С. 113–125. – DOI: <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2019-1-12>

4. Кидова Е. А. Влияние повышенной плотности посадки яиц на эмбриогенез тритона Ланца, *Lissotriton lantzi* (Amphibia, Caudata, Salamandridae) в зоокультуре / Е. А. Кидова, Я. А. Вяткин, А. А. Кидов // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2020. – № 57 (4). – С. 171–175.
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. – Т. 57, № 1. – С. 164–169.
6. Кидова Е. А. Размножение, развитие и рост тритона Ланца (*Lissotriton lantzi*, Amphibia, Caudata, Salamandridae) в зоокультуре: Дис. ... канд. биол. наук / Е. А. Кидова. – М.: РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, 2021. – 178 с.
7. Dmitrieva E. The effects of density on mortality and development of the *Bufo bufo* eggs and tadpoles / E. Dmitrieva // Russian Journal of Herpetology. – 2005. – Vol. 12, № 5. – P. 130–133.
8. Матушкина К. А. Применение полнорационных кормов для рыб в зоокультуре жаб рода *Bufotes* (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.
9. Кидов А. А. Фауна, экология и охрана земноводных и пресмыкающихся Юго-Западного Прикаспия. Дис. ... докт. биол. наук / А. А. Кидов. – М.: РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. – 813 с.
10. Dufresnes C. Fifteen shades of green: The evolution of *Bufotes* toads revisited / C. Dufresnes, G. Mazepa, D. Jablonski et al. // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2019. – Vol. 141. – P. 1–25. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106615>
11. Кузьмин С. Л. Земноводные бывшего СССР / С. Л. Кузьмин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 370 с.
12. Кидов А. А. Обзор методик зоокультуры редких и исчезающих земноводных России и сопредельных стран: опыт Тимирязевской академии / А. А. Кидов, Е. А. Кидова, Л. С. Дроздова, Я. А. Вяткин, Р. А. Иволга, Т. Э. Кондратова, К. А. Африн, А. А. Иванов // Труды Института зоологии Республики Казахстан. – 2021. – Т. 1, вып. 1. – С. 89–104. – DOI: <https://doi.org/10.54944/oc260ot24>
13. Кидов А. А. Особенности размножения и раннего развития у самого высокогорного земноводного территории бывшего СССР – батурской жабы (*Bufotes baturae*, Amphibia, Bufonidae) (по результатам лабораторных исследований) / А. А. Кидов, Р. А. Иволга, Т. Э. Кондратова, Е. А. Кидова // Зоологический журнал. – 2022. – Т. 100, №2. – С. 153–164. – DOI: <https://doi.org/10.31857/S0044513421120060>
14. Gosner K. L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification / K. L. Gosner // Herpetologica. – 1960. – V. 16, № 3. – P. 183–190.
15. Sinch U. Syntope habitatnutzung von *Bufo calamita*, *B. viridis* und *B. bufo* in einem rheinischen auskiesungsgebiet / U. Sinch, S. Höfer, M. Keltsch // Zeitschrift für Feldherpetologie. – 1999. – №. 6. – S. 43–64.
16. Ляпков С. М. Сохранение и восстановление разнообразия амфибий европейской части России: разработка общих принципов и эффективных практических мер. Научно-методическое руководство по изучению и охране амфибий / С. М. Ляпков. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2003. – 116 с.

IMPACT OF INITIAL DENSITY ON LARVAL DEVELOPMENT OF THE GREEN TOAD (*BUFOTES VIRIDIS*, AMPHIBIA, ANURA, BUFONIDAE) IN LABORATORY CONDITIONS

Kidov A. A., Ivolga R. A., Kondratova T. E., Sokolova A. D.

*Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russia
E-mail: kidov@rgau-msha.ru*

It is well known that the initial density is the most important factor affecting the development of larvae in amphibians. Various researchers calculate the density of larvae on the volume of water or on the area of reservoir bottom. Obviously, these parameters can have different effects on juveniles of different ecological groups (for example, on benthic and pelagic larvae). It seems interesting which of these factors is more significant for amphibian larvae.

The green toad is widespread in Europe and in the past was a numerous species in most of its range. By now, due to the powerful anthropogenic impact, the population is declining. In connection with the above, the green toad was included in the lists of protected animals at the national and regional levels. The development of methods for its artificial reproduction may be important for the restoration of the species.

The work is devoted to a comparative assessment of the influence of bottom area and water volume on the survival, growth and development of green toad larvae (*Bufotes viridis*) in laboratory conditions.

The offspring of one pair of green toads from the Kaluga region (Russia) served as the material for the work. Reproduction of toads was stimulated by hormonal injection of surfagon. For the experiment, 216 larvae were used during the transition to exogenous nutrition. The animals were grown before metamorphosis in two types of containers: with the same length and width of the bottom (39 × 28 cm, area 1092 cm²), but different heights (14 and 28 cm). This allowed for equal density per unit volume (1 and 3 larvae per 1 liter of water) to achieve different densities per unit area of the bottom (82.4, 164.8, 247.3, and 494.5 larvae per square meter). Each variant of the experiment was carried out in a double repetition. The larvae were kept and fed according to the standard method. The water in the containers was replaced every two days. The larvae were fed daily with a combo feed of the brand "TetraMin Flakes" (Tetra GmbH, Germany) for aquarium fish. After leaving the water, body length and mass were measured in young toads.

The survival rate of larvae in different groups varied between 37–100 %, and the duration of larval development to metamorphosis was 38–147 days. The body length of toads during metamorphosis did not depend on the duration of larval development. At the same time, toads in different repetitions of one variant of the experiment did not have significant differences among themselves. The range of body length of laboratory-grown animals (10.4–20.0) overlapped with the body length of juveniles from nature (12–22 mm).

In general, according to the research results, the following trends are well traced. With an increase in the initial planting density of green toad larvae per unit volume of water and bottom area, their body size and survival rate decrease, and the duration of development to metamorphosis increases. An increase in the planting density per unit

volume of water has a significantly greater impact on survival, duration of larval development and dimensional parameters of juveniles during metamorphosis than the initial density per unit area of the bottom. The authors believe that the green toad larvae use the water column more intensively for movement and nutrition, rather than the bottom. It is also assumed that the juveniles of this species are sensitive to metabolites, the concentration of which decreases with a decrease in the density of larvae per unit volume of water, and not by the area of the bottom.

Keywords: tailless amphibians, larval development, density, captive breeding.

References

1. Rose S., Rose D. Secretion by tadpoles of substances retarding their growth, *Mechanisms of Biological Competition*, 263 (1964).
2. Pyastolova O. A., Tarkhnishvili D. N. Development features of larval in sympatric newt species of the Caucasus, *Proceedings of the Institute of Zoology of USSR Academy of Sciences*, **158**, 150 (1986).
3. Nemyko E. A., Kidov A. A., Vyatkin Ya. A. Growth, development and survivability of the Caucasian newt larvae, *Lissotriton lantzi* with different plant density in the zooculture, *University proceedings. Volga region. Natural science*, **1** (25), 113 (2019). – DOI: <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2019-1-12>
4. Kidova E. A., Vyatkin Ya. A., Kidov A. A. Impact of increased egg density on embryogenesis of Lantz's newt, *Lissotriton lantzi* (Amphibia, Caudata, Salamandridae) in zooculture, *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*, **57** (4), 171 (2020).
5. Kidov A. A., Afrin K. A., Stepankova I. V., Gorikov A. A. Growth, development and survival of *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) larvae at different stocking density in zooculture, *Proceedings of Gorskiy State Agrarian University*, **57** (1), 164 (2020)
6. Kidova E. A. *Reproduction, development and growth of the Lantz's newt (Lissotriton lantzi, Amphibia, Caudata, Salamandridae) in zooculture*, p. 178 (RSAU-MTAA, Moscow, 2021).
7. Dmitrieva E. The effects of density on mortality and development of the *Bufo bufo* eggs and tadpoles, *Russian Journal of Herpetology*, **12** (S), 130 (2005)
8. Matushkina K. A., Kidov A. A., Seryakova A. A. The use of complete feed for fish in zooculture of *Bufo* toads (Amphibia, Anura, Bufonidae), *University proceedings. Volga region. Natural science*, **1** (29), 36 (2020)
9. Kidov A. A. *Fauna, ecology and conservation of amphibians and reptiles of the South-West Pre-Caspian Region*, p. 813 (RSAU-MTAA, Moscow, 2021).
10. Dufresnes C., Mazepa G., Jablonski D. et al. Fifteen shades of green: The evolution of *Bufo* toads revisited, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **141**, 1 (2019) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106615>
11. Kuzmin S. L. *Amphibians of the Former USSR*, p. 369 (KMK Scientific Press, Moscow, 2012)
12. Kidov A. A., Kidova E. A., Drozdova L. S., Vyatkin Ya. A., Ivolga R. A., Kondratova T. E., Afrin K. A., Ivanov A. A. A review of zooculture methods for studying rare and endangered amphibians from Russia and adjacent countries: The Timiryazev Academy experience, *Tethys Zoological Research*, **1** (1), 89 (2021). – DOI: <https://doi.org/10.54944/oc260ot24>
13. Kidov A. A., Ivolga R. A., Kondratova T. E., Kidova E. A. Features of reproduction and early development in the Batura toad (*Bufo baturae*, Amphibia, Bufonidae), the most high-montane amphibian in the former USSR, based on the results of a laboratory study, *Zoological journal*, **100** (2), 153 (2022). – DOI: <https://doi.org/10.31857/S0044513421120060>
14. Gosner K. L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification, *Herpetologica*, **16** (3), 183 (1960).
15. Sinch U., Höfer S., Keltsch M. Syntope habitatnutzung von *Bufo calamita*, *B. viridis* und *B. bufo* in einem rheinischen auskiesungsgebiet, *Zeitschrift für Feldherpetologie*, **6**, 43 (1999).
16. Lyapkov S. M. *Conservation and restoration of amphibian diversity in the European part of Russia: development of general principles and effective practical measures. Scientific and methodological guidelines for the study and conservation of amphibians*, p. 116 (KMK Scientific Press, Moscow, 2003).