

V., Spangenberg V. and Arakelyan M. // Zoological Research. – 2019. – Т. 40. – №. 4. – С. 277–292.

УДК 591.16:597.8

ВЛИЯНИЕ ФОТОПЕРИОДА НА ЛИЧИНОК ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ ЖЕРЛЯНКИ, *BOMBINA ORIENTALIS* (AMPHIBIA, ANURA, BOMBINATORIDAE) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Иволга Роман Александрович, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, romanivolga@rgau-msha.ru

Мальнов Даниил Андреевич, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, malnovdan@gmail.com

Зудилина Анастасия Андреевна, обучающийся кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Кондратова Татьяна Эдуардовна, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, t.kondratova@rgau-msha.ru

Научный руководитель: Кидов Артем Александрович, д.б.н., заведующий кафедрой зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kidov@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе представлены результаты влияния продолжительности светового дня на личиночное развитие *Bombina orientalis*. Было продемонстрировано, что длительность личиночного развития, длина и масса тела молоди дальневосточной жерлянки зависят от фотопериода. При культивировании дальневосточной жерлянки мы рекомендуем использовать 18-ти часовой световой день, так как этот режим позволит в кратчайшие сроки (в среднем за 39 суток) получать молодь с высокой выживаемостью и приемлемыми размерно-весовыми показателями (13,7 мм и 0,26 г).

Ключевые слова: бесхвостые земноводные, лабораторное размножение, раннее развитие

Известно, что кожный секрет земноводных содержит большое количество биологически активных соединений, которые, как предполагается, играют несколько ролей, например, в регуляции физиологических функций кожи или в защитных адаптациях против хищников или микроорганизмов [1]. Так, из кожи дальневосточной жерлянки, *Bombina orientalis* (Boulenger, 1890) удалось получить и охарактеризовать множество пептидов из семейства бомбининов [2, 3], которые продемонстрировали мощную фармакологическую, антимикробную или ингибирующую активности [2].

Кроме того, недавно стало известно, что бомбинины к тому же обладают и антипаразитарной активностью, убивая лейшмании [4]. В обработанных пептидами промастиготах было зарегистрировано разрушение мембраны, а также истощение электронно-плотного цитоплазматического материала. Было

продемонстрировано и антипролиферативное действие двух пептидов семейства бомбининов, которые способны ингибировать три клеточные линии гепатомы человека [3].

Учитывая вышесказанное, нам кажется актуальной разработка технологии культивирования источника полезных биологически активных веществ – дальневосточной жерлянки. В предыдущем нашем исследовании мы уже оценивали влияние возрастающей плотности посадки на личинок этого вида [5]. В настоящей работе мы предприняли попытку выявить оптимальный режим длительности светового дня при выращивании личинок дальневосточной жерлянки в искусственных условиях.

Материал и методы. В настоящем исследовании были задействованы личинки, полученные от лабораторного размножения 9 пар жерлянок, отловленных на юге Дальнего Востока (Приморский край, ЗАТО Фокино). Потомство было получено в искусственных условиях с использованием гормональных инъекций сурфагона по стандартному протоколу [6]. При переходе личинок к экзогенному питанию их случайным образом по 18 особей рассаживали в наполненные отстоянной водой полипропиленовые контейнеры марки Samla размером 39 × 28 × 14 см, наполненные 9 л воды. Выращивание осуществляли в трехкратной повторности при пяти вариантах фотопериода: круглосуточное освещение – 24 ч свет / 0 ч темнота (24С/0Т), (18С/6Т), (12С/12Т), (6С/18Т), отсутствие освещения – (0С/24Т) (табл. 1). В качестве источника света использовали линейные светодиодные светильники с величиной светового потока 960 лм, которые крепили в 10 см от поверхности воды, средняя температура воды в течение эксперимента составила $22,3 \pm 0,82$ °С. Контейнеры были изолированы от внешних источников света непрозрачной черной пластиковой пленкой.

Таблица 1

Схема рассадки личинок *Bombina orientalis* в контейнеры

Номер группы	Режим светового дня		Количество повторностей (контейнеров)	Полезный объём воды в контейнере, л	Количество личинок в одном контейнере, экз.
	День (С), ч	Ночь (Т), ч			
1	24	0	3	9	18
2	18	6			
3	12	12			
4	6	18			
5	0	24			

Личинок выращивали по отработанной ранее методике [7]. После прохождения метаморфоза (выход на сушу и полная резорбция хвоста) оценивали выживаемость молоди, длительность личиночного развития (от начала экзогенного питания), а также длину (L) и массу (m) тела.

Статистическую обработку и визуализацию данных выполняли в программе OriginPro 2022. Рассчитывали средние арифметические и

стандартные отклонения ($M \pm SD$), а также размах (min–max) исследуемых признаков.

Результаты и обсуждение. Выживаемость молоди из экспериментальных групп изменялась в пределах 81,5–90,7%, но различия были статистически не достоверны ($F_{4,10} = 0,614$; $p = 0,662$) (табл. 2).

Длительность личиночного развития достоверно различалась у сеголетков из разных экспериментальных групп ($F_{4, 224} = 3,438$; $p = 0,009$) (табл. 2): наиболее быстрые темпы развития (в среднем 39 суток) имели особи, которых выращивали при 18-ти часовом режиме светового дня. При этом, в среднем они проходили метаморфоз достоверно раньше личинок из других опытных групп ($Q = 3,91–4,79$; $p = 0,006–0,046$). При недостаточном освещении некоторые личинки имели затянутый период развития, достигающий более 90 суток (рис. А).

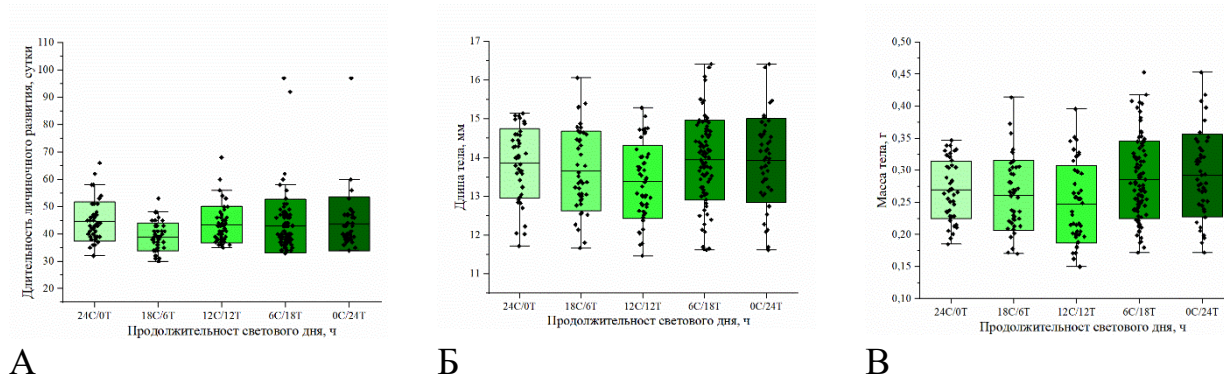


Рис.1 Длительность личиночного развития (А), длина (Б) и масса (В) тела молоди *Bombina orientalis* при выращивании личинок с разной продолжительностью светового дня

Размерно-весовые показатели молоди также достоверно различалась ($F_{4, 224} = 2,848$; $p = 0,025$ – для длины тела и $F_{4, 224} = 4,477$; $p = 0,025$ – для массы тела) в зависимости от того, при какой продолжительности светового дня они росли (табл. 2). Жерлянки, которых содержали при 18-ти часовом режиме освещения имели широкие диапазоны значений длины и массы тела, а их средние (13,65 мм и 0,26 г) достоверно не отличалось от средних значений этих показателей более крупных конспецификов из первой (24C/0T) и четвертой (6C/18T) опытных групп ($Q = 1,36–1,69$; $p = 0,754–0,872$ – для длины тела и $Q = 1,02–1,73$; $p = 0,739–0,951$ – для массы тела). При этом, молодь из второй опытной группы (18C/6T) достоверно уступала конспецификам из пятой опытной группы только по массе тела ($Q = 4,00$; $p = 0,038$), но не по длине ($Q = 2,21$; $p = 0,522$) (рис. Б, В).

Интересно, что режим освещения достоверно не коррелировал ни с длительностью личиночного развития ($r = 0,02$; $p > 0,05$), ни с длиной тела ($r = -0,06$; $p > 0,05$) сеголетков дальневосточной жерлянки. При этом, для массы тела данный тренд был отмечен, но коэффициент корреляции ($r = -0,13$; $p < 0,05$) был очень мал, что говорит о крайне слабой линейной зависимости.

Таблица 2

**Показатели личиночного развития молоди *Bombina orientalis* при
выращивании личинок с разной продолжительностью светового дня**

Номер группы	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
1	1	88,89	44,31±1,843	35-62	13,71±0,208	12,05-14,99	0,26±0,011	0,185-0,333
	2	77,78	44,71±1,577	38-58	13,80±0,206	12,23-14,93	0,26±0,010	0,211-0,321
	3	77,78	44,64±2,310	32-66	14,06±0,292	11,72-15,14	0,29±0,014	0,194-0,347
	среднее	81,48	44,54±1,088	32-66	13,85±0,135	11,72-15,14	0,27±0,010	0,185-0,347
2	1	72,22	38,46±1,740	30-53	13,68±0,316	12,55-16,06	0,26±0,018	0,213-0,414
	2	105,56	39,84±1,055	32-48	13,28±0,222	11,67-14,69	0,24±0,011	0,170-0,328
	3	72,22	37,69±1,273	31-45	14,15±0,228	12,91-15,40	0,29±0,011	0,208-0,358
	среднее	83,33	38,82±0,760	30-53	13,65±0,153	11,67-16,06	0,26±0,008	0,170-0,414
3	1	88,89	44,12±2,117	35-68	13,06±0,213	11,75-14,72	0,22±0,013	0,150-0,348
	2	88,89	42,75±1,548	36-60	13,33±0,272	11,47-15,29	0,24±0,017	0,172-0,396
	3	94,44	43,24±1,333	36-56	13,71±0,197	12,07-15,07	0,27±0,013	0,171-0,352
	среднее	90,74	43,37±0,956	35-68	13,37±0,135	11,47-15,29	0,25±0,009	0,150-0,396
4	1	88,89	38,44±1,144	33-47	13,68±0,250	12,40-16,00	0,27±0,017	0,204-0,404
	2	83,33	45,00±3,805	34-92	13,67±0,262	11,64-15,07	0,26±0,012	0,180-0,339
	3	77,78	43,64±1,856	34-58	14,39±0,144	13,55-15,51	0,29±0,011	0,238-0,382
	среднее	83,33	42,24±1,483	33-92	13,90±0,139	11,64-16,00	0,28±0,008	0,180-0,404
5	1	83,33	46,53±4,037	36-97	14,14±0,294	11,70-16,09	0,30±0,017	0,172-0,406
	2	83,33	42,27±0,968	37-49	13,80±0,183	12,28-14,92	0,29±0,013	0,206-0,408
	3	88,89	41,63±1,429	34-53	13,98±0,358	11,62-16,41	0,29±0,020	0,187-0,453
	среднее	85,18	43,43±1,446	34-97	13,97±0,166	11,62-16,41	0,29±0,010	0,172-0,453

Таким образом, при культивировании дальневосточной жерлянки мы рекомендуем использовать 18-ти часовой световой день, так как этот режим позволит в кратчайшие сроки получать молодь с высокой выживаемостью и приемлемыми размерно-весовыми показателями.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке фонда молодых ученых имени Геннадия Комиссарова и за счёт средств Программы развития РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках Программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".

Библиографический список

1. Gibson, B.W. et al. Bombinin-like peptides with antimicrobial activity from skin secretions of the Asian toad, *Bombina orientalis* / B.W. Gibson, D. Tang, R. Mandrell, M. Kelly, E.R. Spindel // The Journal of Biological Chemistry. – 1991. – V. 266, № 34. – P. 23103–23111. DOI: 10.1016/S0021-9258(18)54469-0
2. Mangoni, M.L. et al. Structure-function relationships in bombinins H, antimicrobial peptides from *Bombina* skin secretions / M.L. Mangoni, N. Grovale, A. Giorgi, G. Mignogna, M. Simmaco, D. Barra // Peptides. – 2000. – V. 21, № 11. – P. 1673–1679. DOI: 10.1016/S0196-9781(00)00316-8
3. Zhou, C. et al. Discovery of two bombinin peptides with antimicrobial and anticancer activities from the skin secretion of Oriental fire-bellied toad, *Bombina orientalis* / C. Zhou, Z. Wang, X. Peng, Y. Liu, Y. Lin, Z. Zhang, Y. Qiu, M. Jin, R.

Wang, D. Kong // *Chemical Biology & Drug Design*. – 2017. – V. 91, № 1. – P. 50–61. DOI: 10.1111/cbdd.13055

4. Simmaco, M. et al. Bombinins, antimicrobial peptides from *Bombina* species / M. Simmaco, G. Kreil, D. Barra // *Biochimica et Biophysica Acta*. – 2009. – V. 1788, №8. – P. 1551–1555. DOI: 10.1016/j.bbamem.2009.01.004

5. Иволга, Р.А. и др. Моделирование возрастающей плотности личинок дальневосточной жерлянки, *Bombina orientalis* (Anura, Bombinatoridae) / Р. А. Иволга, Д.А. Мальнов, И.А. Подольский, Т.Э. Кондратова // В сборнике: Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева. – Москва: Издательство РГАУ – МСХА. – 2023. – С. 233–237.

6. Кидов, А.А. и др. Особенности размножения и раннего развития у самого высокогорного земноводного территории бывшего СССР – батурской жабы (*Bufo 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: 10.31857/S0044513421120060

7. Кидов, А.А. и др. Влияние начальной плотности на личиночное развитие зеленой жабы (*Bufo viridis*, Amphibia, Anura, Bufonidae) в лабораторных условиях / А.А. Кидов, Р.А. Иволга, Т.Э. Кондратова, А.Д. Соколова // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия*. – 2022. – Т. 8 (74). – № 3. – С. 68–76.

УДК 591.16:597.8

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ НА ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ ОБЫКНОВЕННОЙ ЖАБЫ (*BUFO BUFO*) В ЗООКУЛЬТУРЕ

Кондратова Татьяна Эдуардовна, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, t.kondratova@rgau-msha.ru

Мотошина Мария Алексеевна, студент кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, maria0708@mail.ru

Черненко Татьяна Александровна, студент кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tanushca.ch@yandex.ru

Иволга Роман Александрович, аспирант кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Научный руководитель: Кидов Артем Александрович, д.б.н., заведующий кафедрой зоологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kidov@rgau-msha.ru

Аннотация: В работе представлены результаты выращивания личинок обыкновенной жабы (*Bufo bufo*) при разной начальной плотности посадки. При увеличении начальной плотности посадки, в среднем, уменьшались размеры, масса и выживаемость личинок, а также повышалась длительность личиночного развития.