

УДК 597.84:591.613
DOI: 10.26456/vtbio396

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИЧИНОК *HERMETIA ILLUCENS* (INSECTA, DIPTERA, STRATIOMYIDAE) В КОРМЛЕНИИ *PLEURODELES WALTL* (AMPHIBIA, CAUDATA, SALAMANDRIDAE)*

**А.А. Кидов, Д.В. Гриньченко, Я.А. Воронов, А.В. Жевнеров,
М.А. Пчелкина, А.С. Луценко, Е.А. Кидова**

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

Личинки черной львинки (*Hermetia illucens*) получили широкое распространение в кормлении сельскохозяйственных животных. Первые результаты получены в зоокультуре земноводных. В настоящем исследовании представлены результаты применения черной львинки в выращивании молоди испанского ребристого тритона (*Pleurodeles waltl*). Измельченную массу личинок *H. illucens* добавляли в смеси на основе мотыля (Chironomidae) и заливали раствором желатина. Применяли три варианта рационов: 100% мотыль (контрольная группа); 50% измельченных личинок черной львинки и 50% мотыля (первая опытная группа); 25% личинок черной львинки и 75% мотыля (вторая опытная группа). *P. waltl* после прохождения метаморфоза по 5 экземпляров выращивали в полипропиленовых контейнерах размером 39×29×14 см и наполненных 17 л воды. Каждую экспериментальную группу выращивали в трех повторностях. Таким образом, всего в эксперименте были задействованы 9 контейнеров и 45 тритонов. Полученные результаты позволяют утверждать, что добавление в рацион тритонов до 25% личинок черной львинки улучшает рост и снижает стоимость кормления при сохранении высокой выживаемости.

Ключевые слова: испанский ребристый тритон, черная львинка, зоокультура.

Введение. Разработка физиологически полноценных и дешевых рационов является одной из важнейших задач для создания протоколов культивирования амфибий в искусственно созданной среде обитания (Дроздова и др., 2015; Матушкина и др., 2020; Трухачев и др., 2022). Хвостатые земноводные (Caudata) – одни из наиболее распространенных модельных объектов в разнообразных

* Работа выполнена за счёт средств Программы развития РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»

биологических исследованиях (Марголис, Мантейфель, 1978; Утешев и др., 2013; Кидов и др., 2017). Испанский ребристый тритон (*Pleurodeles waltl* Michahelles, 1830) культивируется, начиная с начала XX в., однако массовое использование этого вида в лабораториях по всему миру началось с 1950-х гг. (Воронцова и др., 1952). Это обусловлено высокой плодовитостью, скоростью эмбриогенеза, быстрым ростом и ранним достижением половой зрелости, легкостью получения полиплоидов и инверсии пола (Васецкий, 1975). *P. waltl*, начиная с 1985 г, принимал участие в шести космических миссиях (Dournon et al., 2001; Grigoryan et al., 2002). Тритоны способны всю жизнь обитать в воде без выхода на сушу, устойчивы к заболеваниям и травмам. Благодаря тому, что большинство постоянноводных амфибий (включая *P. waltl*) находят свою добычу преимущественно по запаху, они могут успешно потреблять неподвижные корма. Это открывает широкие перспективы для создания искусственных полнорационных смесей для кормления хвостатых земноводных в лабораторных популяциях.

В более раннем исследовании было показано, что перспективным объектом для включения в рацион амфибий является черная львинка (*Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758)) (Кидов и др., 2024). При культивировании в искусственных условиях, она является дешевым источником биомассы с высоким содержанием протеина и жира (Башаров и др., 2022), что способствовало ее широкому распространению в кормлении животных (Лиман и др., 2021; Медведев и др., 2023; Папаев и др., 2023).

Целью настоящего исследования является оценка эффективности включения личинок черной львинки в рацион испанского ребристого тритона при выращивании в искусственно созданной среде обитания.

Методика. Эксперименты проводили в 2022–2023 гг. на базе кафедры зоологии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). Для исследований использовали молодь, полученную от лабораторного размножения одной пары тритонов. Условия получения и выращивания потомства до метаморфоза проводили по многократно отработанной схеме (Кидов и др., 2017; Кидов, Немыко, 2018). После прохождения молодыми тритонами 56 стадии развития по Глейзнеру (Glaesner, 1925), их случайным образом делили на группы по 5 особей, индивидуально взвешивали, а в последующем рассаживали в наполненные водой контейнеры размером 39×29×14 см с полезным объемом 17 л. Температура воды в период исследований варьировала в пределах 16–25°C. Источником света в течение 8 ч в сутки служили люминисцентные лампы.

Тритонов кормили самостоятельно приготовленными влажными смесями разного состава. Размороженных личинок черной львинки и

мотыльм (личинки комаров-звонцов из семейства Chironomidae Newman, 1834) измельчали и заливали теплым раствором желатина в пропорции по объему 3 к 1. В экспериментах использовали три варианта желатинизированной кормовой смеси: мотыль (контрольная группа, так как мотыль является наиболее распространенным для выращивания хвостатых земноводных в искусственно созданной среде обитания (Кидов и др., 2017б; Кидов, Немыко, 2018)); личинки черной львинки и мотыль в равных пропорциях (первая опытная группа); 75% мотыля и 25% львинки (вторая опытная группа).

Аналитический состав экспериментальных кормовых смесей был установлен по стандартным методикам на оборудовании Учебно-научного центра коллективного пользования РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева – «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений». Было установлено, что применяемые в исследованиях корма характеризовались близким между собой содержанием большинства анализируемых веществ, однако значительно отличались по уровню сырого жира (табл. 1).

Таблица 1

Аналитический состав кормовых смесей, использованных в эксперименте

Группа	Содержание веществ			
	сухое веществ о, %	сырой протеин, % от сухого вещества	сырой жир, % от сухого вещества	зола, % от сухого вещества
Контрольная (мотыль + раствор желатина)	19,36	71,93	3,33	1,89
Первая опытная (50% мотыль + 50% львинка + раствор желатина)	21,64	63,13	13,30	1,35
Вторая опытная (75% мотыль + 25% львинка + раствор желатина)	19,66	60,30	6,07	1,74

Выращивание проводили в течение года (365 суток). Каждую экспериментальную группу повторяли трехкратно, то есть всего в исследовании были задействованы 9 контейнеров и 45 тритонов. Кормление тритонов осуществляли через день, взвешивали животных в начале каждого месяца. Анализируемыми показателями были выживаемость, прирост массы и затраты кормов.

Анализ данных проводили при помощи пакета программ Microsoft Excel 2016. Рассчитывали среднее арифметическое и стандартное отклонение ($M \pm SD$).

Результаты и обсуждение. Через год выращивания наибольшая биомасса животных была в группе, получавшей смесь с

низким содержанием личинок черной львинки. Абсолютный прирост массы тритонов в контейнере во второй опытной группе в среднем был выше на 49%, чем в группе, питавшейся кормосмесью с высоким содержанием личинок черной львинки (первая опытная группа), и на 19% выше, чем в группе, поедавшей корм из мотыля (табл. 2). Средняя масса одного тритона из второй опытной группы была выше этого показателя в контроле на 19%.

Таблица 2
Прирост массы *Pleurodeles waltl* в различных экспериментальных группах (среднее по трем повторностям)

Группа	Масса, г				Прирост массы			
	в начале выращивания		через год выращивания		абсолютный, г		относительный, %	
	1 животное	все животные	1 животное	все животные	1 животное	все животные	1 животное	все животные
Контрольная	2,02 ± 0,28	10,10 ± 1,61	12,99 ± 2,09	60,60 ± 2,66	10,10 ± 3,94	50,50 ± 2,86	611,15 ± 180,22	609,52 ± 91,24
Первая опытная	1,96 ± 0,27	9,82 ± 1,53	8,25 ± 3,11	41,27 ± 5,32	6,29 ± 2,99	31,45 ± 4,06	417,57 ± 145,74	422,08 ± 31,50
Вторая опытная	2,02 ± 0,32	10,12 ± 1,72	14,43 ± 1,71	72,15 ± 1,88	12,41 ± 1,59	62,03 ± 1,05	723,84 ± 107,03	725,30 ± 106,86

Тритоны во всех экспериментальных группах характеризовались высокой выживаемостью (табл. 3). Элиминация одного животного наблюдалась в начале исследований только в одной повторности контрольной группы, и может быть связана со случайными, не связанными с качеством рациона, причинами.

Самыми низкими затратами кормов на всех животных в контейнере и на одно животное характеризовалась первая опытная группа. Вероятно, это было обусловлено плохой поедаемостью корма с высоким содержанием личинок черной львинки. При этом самый низкий кормовой коэффициент (затраты кормов на единицу прироста) был во второй опытной группе: ниже, чем в контроле, на 37%, и чем в первой опытной группе – на 72%.

Таблица 3
Выживаемость и затраты кормов при выращивании *Pleurodeles waltl* (среднее по трем повторностям)

Группа	Выживаемость, %	Затраты кормов за период выращивания, г		Кормовой коэффициент
		на 1 животное	на всех животных	
Контрольная	93,33 ± 11,55	174,25 ± 11,49	837,97 ± 1,29	16,63 ± 0,94
Первая опытная	100,0 ± 0,0	129,55 ± 0,07	647,77 ± 0,33	20,84 ± 2,90
Вторая опытная	100,0 ± 0,0	150,29 ± 0,36	751,44 ± 1,78	12,12 ± 0,20

Введение в рацион небольшого количества личинок черной львинки способствовало снижению денежных затрат на кормление (табл. 4). Так, на единицу прироста массы тритонов во второй опытной группе затраты были ниже, чем в первой опытной группе, на 31%, и чем в контроле – на 68%.

Таблица 4

Денежные затраты на кормление при
выращивании гребенчатого тритона

Группа	Денежные затраты на кормовую смесь за период выращивания, руб.	Денежные затраты для получения прироста 100 г животных, руб.
Контрольная (мотыль + раствор желатина)	2168,26	1431,10
Первая опытная (50% мотыль + 50% львинка + раствор желатина)	1056,67	1119,83
Вторая опытная (75% мотыль + 25% львинка + раствор желатина)	1585,06	851,73

В целом, полученные в настоящем исследовании результаты во многом согласуются с материалами, полученными ранее на другом виде – гребенчатом тритоне (*Triturus cristatus* (Laurenti, 1768)) (Кидов и др., 2024). По всей видимости, и в этом случае мы наблюдаем негативное влияние кормов с высоким содержанием жира на рост и выживаемость хвостатых амфибий, что было отмечено и ранее (Кидов и др., 2017а; Дроздова, 2020). Вероятно, по этой причине, а также из-за жестких покровов, личинки черной львинки плохо поедаются, как в нативном состоянии, так и измельченными. Однако, включение личинок этого вида насекомых в кормовые смеси до 25% по массе позволяет увеличить приросты и снизить затраты на кормление, вероятно – из-за повышения общей энергетической питательности рациона.

Заключение. Введение в рацион испанского ребристого тритона измельченных личинок черной львинки до 25% от массы кормосмеси улучшает показатели роста и повышает окупаемость кормов при сохранении высокой выживаемости. Дальнейшее увеличение содержания биомассы черной львинки до 50% способствует снижению темпов роста и перерасходу кормов.

Список литературы

- Башаров А.А., Андриянова Э.М., Юмагузин И.Ф. 2022. Результаты выращивания цыплят-бройлеров при скармливании личинок мухи черной львинки // Генетика и разведение животных. № 2. С. 5–12.
- Васецкий С.Г. 1975. Испанский тритон *Pleurodeles waltlii* Michah // Объекты биологии развития. М.: Наука. С. 342-369.
- Воронцова М.А., Лиознер Л.Д., Маркелова И.В., Пухальская Е.Ч. 1952. Тритон и аксолотль. М.: Советская Наука. 296 с.
- Дроздова Л.С. 2020. Оценка эффективности использования личинок большой восковой моли (*Galleria mellonella*) в зоокультуре земноводных: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва: Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. 22 с.
- Дроздова Л.С., Кидов А.А., Матушкина К.А., Корниенков П.И., Кудрявцева Н.А., Пашина М.М., Африн К.А., Блинова С.А. 2015. Техническая окупаемость живых кормов и рост молоди жабы Латаста, *Bufo latostii* (Boulenger, 1882) в искусственных условиях // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. №3. С. 25-32.
- Кидов А.А., Гриньченко Д.В., Воронов Я.А., Жевнеров А.В., Пчелкина М.А., Голубев А.И., Кидова Е.А. 2024. Эффективность использования *Hermetia illucens* в кормлении хвостатых земноводных в искусственно созданной среде обитания // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Биология и экология. № 2(74). С. 59–67. DOI: 10.26456/vtbio361
- Кидов А.А., Дроздова Л.С., Матушкина К.А., Пашина М.М. 2017а. Применение различных живых кормов в выращивании тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) после метаморфоза // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. Т. 22, № 5-1. С. 911–916. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-911-916
- Кидов А.А., Матушкина К.А., Шиманская Е.А., Царькова Т.Н., Немыко Е.А. 2017б. Репродуктивная характеристика самок тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) в лабораторных условиях // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. № 3-1 (95). С. 10-17.
- Кидов А.А., Немыко Е.А. 2018. Размножение тритона Ланца, *Lissotriton lantzi* (Wolterstorff, 1914) (Salamandridae, Amphibia) в искусственных условиях // Современная герпетология. Т. 18, № 3-4. С. 125–134. DOI: 10.18500/1814-6090-2018-18-3-4-125-134
- Лиман С.А., Давыденко Т.М., Лебедев В.Ю., Ушакова Н.А. 2021. Перспективность использования личинок черной львинки *Hermetia illucens* в кормах для объектов индустриальной аквакультуры // Достижения науки и техники АПК. Т. 35. № 8. С. 35-39.
- Матушкина К.А., Неверова А.О., Иволга Р.А. 2020. Особенности роста и развития батурской жабы *Bufo baturae* (Stöck, Schmid, Steinlein and Grosse, 1999) на различных кормах // Естественные и технические науки. № 2 (140). С. 82-86.

- Марголис С.Э., Мантейфель Ю.Б.* 1978. Сенсорные системы и поведение хвостатых амфибий. М.: Наука. 163 с.
- Медведев А.Ю., Волгина Н.В., Сметанкина В.Г.* 2023. Биологические особенности личинок *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio* и *Hermetia illucens* в качестве источника кормового белка для животных // Ветеринарная патология. Т. 22. № 2. С. 19-25.
- Папаев Р.М., Шаламова Г.Г., Ежкова А.М., Мотина Т.Ю., Талан М.С., Ундалов Р.В.* 2023. Физиологическое обоснование применения личинок мухи черная львинка в кормлении норок // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. Т. 253. № 1. С. 215–219.
- Трухачев В.И., Юлдашбаев Ю.А., Свиначев И.Ю., Амерханов Х.А., Прохоров И.П., Соловьева О.И., Демин В.А., Буряков Н.П., Кидов А.А., Селионова М.И., Маннапов А.Г., Иванова О.В., Семак А.Э., Ксенофонтов Д.А., Дюльгер Г.П., Латынина Е.С., Малородов В.В., Савчук С.В., Олесюк А.П., Сергеенкова Н.А.* 2022. Современное состояние и перспективы развития животноводства России и стран СНГ: коллективная монография. М.: ООО «Мегаполис». 337 с.
- Утешев В.К., Кидов А.А., Каурова С.А., Шишова Н.В.* 2013а. Первый опыт размножения тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) с использованием оплодотворения икры уринальной спермой // Вестник Тамбовского университета. Серия естественные и технические науки. Т. 18, №6–1. С. 3090-3092.
- Dournon C., Durand D., Tankosic C., Membre H., Gualandris-Parisot L., Bautz A.* 2001. Effects of microgravity on the larval development, metamorphosis and reproduction of the urodele amphibian *Pleurodeles waltl* // Development, Growth & Differentiation. V. 43, № 3. P. 315-326. DOI: 10.1046/j.1440-169x.2001.00575.x
- Glaesner L.* 1925. Normentafeln zur Entwicklungsgeschichte des gemeinen Wassermolches (*Molge vulgaris*). Fisher Verlag, Jena. 49 s.
- Grigoryan E.N., Mitashov V.I., Anton H.J.* 2002. Urodelean amphibians in studies on microgravity: effects upon organ and tissue regeneration // Advances in Space Research. V. 30, № 4. P. 757-764. DOI:10.1016/S0273-1177(02)00392-7

APPLICATION OF *HERMETIA ILLUCENS* (INSECTA, DIPTERA, STRATIOMYIDAE) LARVAE IN FEEDING *PLEURODELES WALTL* (AMPHIBIA, CAUDATA, SALAMANDRIDAE)

**A.A. Kidov, D.V. Grinchenko, Y.A. Voronov, A.V. Zhevnerov,
M.A. Pchelkina, A.S. Lutsenko, A.A. Kidova**

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow

Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae are widely used in feeding agricultural animals. Initial findings have now been extended to amphibian zooculture. This study presents the results of utilizing *H. illucens* larvae in rearing juvenile Iberian ribbed newts (*Pleurodeles waltl*). Finely ground *H. illucens* larvae were mixed with bloodworms (*Chironomidae*) and embedded in a gelatin solution. Three dietary regimens were applied: 100% bloodworms (control group); 50% ground black soldier fly larvae + 50% bloodworms (first experimental group); and 25% black soldier fly larvae + 75% bloodworms (second experimental group). Post-metamorphic *P. waltl* were reared in polypropylene containers (39×29×14 cm; 17 L water volume) at a density of 5 individuals per container. Each experimental group was replicated three times, resulting in a total of 9 containers and 45 newts. The results demonstrate that supplementing newt diets with up to 25% black soldier fly larvae enhances growth rates and reduces feeding costs while maintaining high survival rates.

Keywords: *Iberian ribbed newt, black soldier fly, zooculture.*

Об авторах:

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

ГРИНЬЧЕНКО Дмитрий Владимирович – аспирант кафедры зоологии института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: museum.zoo@yandex.ru.

ВОРОНОВ Ян Алексеевич – студент института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: jan.voronov@gmail.com.

ЖЕВНЕРОВ Алексей Валериевич – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры химии института агrobiотехнологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: a.zhevnerov@rgau-msha.ru.

ПЧЕЛКИНА Мария Алексеевна – студент института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: mashenka.pchelka@mail.ru.

ЛУЦЕНКО Александра Сергеевна – студент института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: aleksandrulucenko35647@gmail.com.

КИДОВА Елена Александровна – кандидат биологических наук, инженер кафедры зоологии института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: kidova_ea@rgau-msha.ru.

Кидов А.А. Применение личинок *Hermetia illucens* (Insecta, Diptera, Stratiomyidae) в кормлении *Pleurodeles waltl* (Amphibia, Caudata, Salamandridae) / А.А. Кидов, Д.В. Гриньченко, Я.А. Воронов, А.В. Жевнеров, М.А. Пчелкина, А.С. Луценко, Е.А. Кидова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 41-49.

Дата поступления рукописи в редакцию: 02.02.25
Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25