



К. С. Туйчиев¹, Е. Н. Гинатуллина¹, Ш. А. Хужамов²

¹Научно-исследовательский институт рыбоводства при Государственном комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, ССГ Кукаламзор, Республика Узбекистан

²Узбекско-Финляндский педагогический институт, Самарканд, Республика Узбекистан

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВЕДЕНИЯ ЧЕРНОЙ ЛЬВИНКИ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА В ЦЕЛЯХ ПРИМЕНЕНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Аннотация. В последнее время в биотехнологии развивается использование живых организмов и продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач в кормлении. Объект исследования — черная львинка (*Hermetia illucens*). Черная львинка (ЧЛ) утилизирует органические вещества и превращает их в корм, богатый белком. Насекомое регулирует количество патогенов и паразитов в субстрате и уменьшает их количество. Также ЧЛ используется в рационе кормов для рыб и птиц, в сельском хозяйстве и аквакультуре. В статье показан опыт промышленного выращивания ЧЛ в промышленно созданных условиях Ташкентской области.

Ключевые слова: биотехнология, кормление рыб, технология разведения, предкуполка, куполка, яйца черной львинки

Kamoliddin S. Tuychiyev¹, Yelena N. Ginatullina¹, Shakhboz A. Xujamov²

¹Scientific Research Institute of Fishery, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan

²Uzbek-Finland Pedagogical Institute, Samarkand, Republic of Uzbekistan

TECHNOLOGY OF BREEDING BLACK SOLDIER FLY IN THE CONDITIONS OF THE UZBEKISTAN AND APPLICATION IN AQUACULTURE

Abstract. Recently, biotechnology has been developing the use of living organisms and their metabolic products to solve technological problems in feeding. The object of study is the black soldier fly (*Hermetia illucens*). The black soldier fly (BFS) utilizes organic matter and converts



it into protein-rich food. The insect regulates the number of pathogens and parasites in the substrate and reduces their number. BFS is also used in fish and poultry feed, agriculture and aquaculture. The article shows the experience of industrial cultivation of this BFS in industrially created conditions of the Tashkent region

Keywords: Biotechnology, fish feeding, breeding technology, prepupa, pupa, black soldier fly eggs

Введение. В настоящее время производители могут использовать 16 признанных видов насекомых в аквакультуре. Среди видов, испытанных и использованных для промышленного производства аквакормов, восемь являются наиболее перспективными, в том числе:

- 1) тутовый шелкопряд (*Bombyx mori*);
- 2) черная львинка (*Hermetia illucens*);
- 3) комнатная муха (*Musca Domestica*);
- 4) мучной червь желтый (*Tenebrio molitor*);
- 5) мучной червь малый (*Alphitobius diaperinus*);
- 6) домашний сверчок (*Acheta Domestica*);
- 7) полосатый сверчок (*Gryllodes sigillatus*);
- 8) ямайский полевой сверчок (*Gryllus assimilis*).

Эти восемь видов на сегодняшний день являются наиболее изученными видами при замене источников белка (например, ФМ (fishmeal)) в кормах для аквакультуры. Эти виды были одобрены для производства кормов в аквакультуре в соответствии с законодательством Евросоюза. Подробности биологии и методов культивирования этих видов насекомых можно найти в других опубликованных работах (Gasco et al., 2018; Tran et al., 2015). Эти восемь видов насекомых были проанализированы на предмет пищевого состава, включая содержание сырого белка, аминокислот, жира, профиль жирных кислот и минералы [16].

В наши дни биотехнология как перспективное направление науки, связанной с разведением живых организмов в производственных целях, имеет огромное экологическое и биологическое значение. Объектами исследования могут служить многочисленные представители групп живых организмов – микроорганизмы (вирусы, бактерии, протисты, дрожжи и др.), растения, животные, а также насекомые, к числу которых относится крупная американская муха из семейства львинок (*Stratiomyidae*) – муха Черная львинка (*Hermetia illucens*), или Черный солдатик – Black Soldier



Fly. Насекомое относится к числу немногих видов беспозвоночных, способных круглогодично развиваться в чистой культуре, в замкнутом пространстве искусственных условий, что позволяет использовать этот вид в биотехнологических целях [1, 2].

Естественное распространение Черной львинки характерно для субтропических широт (Северная и Южная Америка), однако в Западной Европе, где климат более мягкий, муха способна развиваться в условиях до 49055 с.ш. В странах с теплым климатом (Италия, Голландия) вид разводят в вольерах, расположенных на открытом воздухе [1, 3]. Кроме того, личинки *H. illucens* являются весьма ценным источником питания для птиц и животных. В первую очередь это связано с их высокой пищевой ценностью [4].

В настоящее время в мировом сообществе интенсивно развивается новое инновационное направление — использование органических отходов производства или потребления в качестве субстрата для выращивания насекомых. Высушенная биомасса насекомых используется в качестве белковой добавки взамен рыбной или соевой муки в рационах для выращивания домашних сельскохозяйственных животных, птиц и различных видов рыб в аквакультуре [5, 6].

В 2024 г. в Узбекистане планируется увеличить количество хозяйств, занимающихся интенсивным рыбоводством до 9 тыс. Сегодня уже насчитывается 5775 рыбных хозяйств, из них 5600 используют искусственные водоемы (63 тыс. га), 175 арендаторов разводят рыбу в естественных водоемах (537 тыс. га) [7]. В настоящее время качественные корма для рыбоводства в Узбекистане стоят дорого: так, 1 кг корма для карпа и тилапии стоит 18–28 тыс. сумов (1,42–2,21 \$).

В Узбекистане рыбу тилапию (*Oreochromis mossambicus*) в настоящее время выращивают в домашних условиях и в крупных геомембранных бассейнах. В этом процессе разведения изучается добавление личинок *Hermetia illucens* и белкового концентрата в рацион рыб и его влияние на рыбу.

Цель данной работы — показать опыт промышленного выращивания и применения личинок мухи Черная львинка в сельском хозяйстве, аквакультуре на территории Ташкентской области.

Материалы и методы. Технология выращивания и размножения *Hermetia illucens* разработана на базе лаборатории «Корма и



кормление рыб» НИИ рыбоводства Ташкентской области. Наши исследования направлены на получение товарных личинок черной львинки, предкуколок для введения их в рацион кормов птиц и рыб в качестве белково-энергетического компонента корма.

Технологические условия производства были следующие: температура в закрытом помещении, где проводятся работы по разведению черной львинки, поддерживается на уровне $+28^{\circ}\text{C}$ в течение всего года. Для содержания имаго используются клетки объемом $1,74\text{ м}^3$ (рис. 1). Высота инсектария составляет $1,45\text{ м}$.

а



б



Рис. 1. Клетки в инсектарии (а) и яйца черной львинки (б)
Fig. 1. Cages in the insectarium (a) and black soldier fly eggs (б)

В каждой клетке находится около 30000 особей мух. С каждого стеллажа взрослых мух отделяли в среднем 4–5 кг предкуколок, промывали их водой при температуре $+28^{\circ}\text{C}$, подсушивали и затем помещали в инсектарии с контейнерами. Средний вес предкуколок, помещенных в инсектарий, составил $0,156 \pm 0,0046\text{ г}$. В сутки освещение светодиодными лампами составляло 12 ч. Для освещения в каждом инсектарии были установлены 2 светодиодные лампы мощностью 50 Вт (3800–4000 лм). Взрослых насекомых кормить не обязательно, но было замечено, что раствор сахара 5 г на 1 л увеличивал продолжительность жизни мух по сравнению с тем, если в помещении для питья стояла только чистая вода. Важнейшим элементом при разведении мух является наличие воды для увлажнения помещения. В нашем случае для увлажнения в емкости с водой помещали вату (чтобы уменьшить ин-



тенсивность испарения), а также опрыскивали клетки водой из пульверизаторов 2–3 раза в день.

Также для лучшей кладки яиц готовили и помещали на дно клетки аттрактант: 200 г мертвых мух, 1 л воды, остатки старого субстрата и пшеничные отруби. Для сбора яиц помещали в контейнер конструкцию размером 40×200×10 мм, состоящую из 8 досок с расстоянием между слоями 3 мм. Верхнюю часть контейнеров закрывали москитной сеткой, чтобы мухи не откладывали яйца на субстрат-аттрактант.

Собранные яйца инкубировали при температуре +30...+32 °С и влажности воздуха 70–80 %. Для инкубации собранные яйца помещали в пластиковый контейнер, наполненный питательным субстратом и снабженный небольшим сетчатым экраном для попадания яиц в корм (рис. 2). Субстрат готовили из остатков злаковых растений — отрубей. Собранные яйца помещали на сетку на заранее подготовленный субстрат.

а



б



Рис. 2. Кладки яиц черной львинки (а) и яйца, помещенные на субстрат для инкубации с помощью сетки (б)

Fig. 2. Black soldier fly egg clutches (a) and eggs placed on the incubation substrate using a net (b)

На пятые сутки субстрат с личинками помещали в промышленные контейнеры или бетонные бассейны площадью 2 м³, где в качестве кормового субстрата использовали отходы переработки сельскохозяйственной продукции. В нашем случае использовали пшеничные и рисовые отруби. Комнатная температура для кормления личинок составляла +22...+26 °С.



Если субстрат недостаточно влажный, окукливание происходит в средней части субстрата. Если влажность субстрата высокая (80 %), предкуколки вылезают на субстрат в поисках сухого места, чтобы стать куколкой. Благодаря этой биологической особенности, предкуколки черной львинки можно извлекать из кормового субстрата.

В исследовании использовали 2 вида кормов: сушеные личинки черной львинки *Hermetia illucens* (показатели корма: влажность – 9,04 %, сырой белок – 41,42 %, сырой жир – 6,78 %, сырая клетчатка – 6,012, сырая зола – 9,77 %, кальций – 3,68 %, фосфор – 1,36 %, натрий – 0,37 %) и корма для рыб БДК производства местных производителей Узбекистана (влажность – 9,19 %, сырой протеин – 37,3 %, сырой жир – 13,4 %, сырая клетчатка – 3,04 %, сырая зола – 11,5 %, кальций – 2,57 %, фосфор – 1,06 %, натрий – 0,16 %); мясная и рыбная мука составляла 60 % корма БДК.

Корм давали вручную 3 раза в сутки. Продолжительность кормления составила 28 дней. Норма корма составляла 7,5 % от первоначальной массы тела рыб в аквариуме; ростовые и морфометрические показатели рыб измеряли каждые две недели. Количество корма изменяли единожды после двухнедельного измерения морфометрических показателей.

В опытах рыбам 1-й группы давали 100 % высушенного белкового концентрата личинок черной львинки, 2-й группе – 70 % БДК и 30 % белкового концентрата черной львинки, 3-й группе – 100 % корма БДК.

Кормовой коэффициент вычисляли по формуле

$$K_3 = C_k / (m_k - m_0),$$

где C_k – количество корма, затраченное на единицу прироста.

Все данные подвергали статистической обработке с применением панели программ статистического анализа Excel. Уровень различий оценивали с ANOVA.

Результаты исследований. Исследования авторов показали, что при выращивании личинок черной львинки в контейнере для предкуколки должны быть оптимальная влажность субстрата и температура, а также достаточная аэрация. Было показано, что предкуколки могут сохранять свою жизнеспособность в течение



2–3 месяцев при температуре $+10...+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при температуре $+26\text{ }^{\circ}\text{C}$ процесс окукливания ускоряется и проходит в течение 6–12 суток [1].

Анализ [4] современного состояния исследований по созданию оптимальных искусственных условий, при которых *H. illucens* может наиболее эффективно функционировать, развиваться и размножаться, показал, что абиотические факторы оказывают существенное влияние на рост, развитие и процессы жизнедеятельности личинок. Установлено, что оптимальными условиями для размножения взрослой черной львинки являются влажность воздуха 60–70 %, температура воздуха не ниже $+26...+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ [8, 9, 10]. Более жесткие условия культивирования увеличивают жизненный цикл насекомых и снижают жизнеспособность личинок. Следует отметить, что в исследованиях [4] 7-дневные личинки окукливались в течение 19 дней, поэтому в зависимости от оптимальной среды и питания развитие личинок будет варьировать.

В наших исследованиях окукливание личинок занимало $16,9 \pm 1,2$ сут, а скорость роста составляла $0,41 \pm 0,070$ мг/сут [11]. Следует отметить, что по данным [1] плотность личинок, занимающая 1 см^2 площади контейнера ($15\text{--}50$ шт./ см^2), повышает температуру субстрата (до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$), а эта температура снижает количество патогенов в субстрате, не вызывая гибели личинок. В исследованиях этих авторов по биоконверсии растительных отходов оптимальный прирост биомассы – 43 % в сутки наблюдался при средней плотности личинок 30 шт./ см^2 . При этом скорость утилизации органики увеличилась до $5,57$ кг/сут/ м^2 . Соответственно, в нашем исследовании плотность личинок, занимающая 1 см^2 , составляла $21 \pm 3,4$ шт./ см^2 личинок [14], температура субстрата составляла $+41...+45\text{ }^{\circ}\text{C}$, прирост влажной биомассы личинок при этом – $30,4 \pm 0,21$ % в сутки. Органические отходы (пшеничные отруби), которые мы использовали в качестве кормового субстрата, показали коэффициент утилизации $5,0$ кг/сут/ м^2 . Соответственно, 5-дневным личинкам, вылупившимся из 6 г яиц на нашем производстве черной львинки, в течение 5 суток скармливали 25 кг пшеничных отрубей, в результате было получено 20 кг живой товарной биомассы.

Фактически, по данным авторов [1], личинки черной львинки поедают любые твердые органические отходы и накапливают в организме макро- и микроэлементы в зависимости от рациона



(сырой белок — от 42,1–43,20 %; жир — 34,8 %; сырая клетчатка — 7 %; влага — 7,9 %; свободный экстракт азота — 1,4 %; зола — 14,6–16 %; кальций — 5 %; фосфор — 1,5 %). Соответственно, в наших экспериментах было установлено, что личинки, выращенные в пшеничных отрубях, содержат 45,31 % сырого белка; 4,76 % сырой клетчатки; 5,71 % влаги; 8,16 % золы; 13,87 % жира и 4,30 % кальция [12].

В наших условиях вылупившиеся из куколок мухи начали размножаться через 3–4 дня. Через 5–6 дней собирали 3–5 г яиц, а на 7–8-й день — по 15–20 г яиц. Продолжительность жизни мух составляла от 10 до 25 дней. Продолжительность развития яиц в наших условиях составляла 2–3 дня. Следует отметить, что в данных [13] наблюдалось, что продолжительность развития личинки составляла 4 дня.

В наших экспериментах средняя масса одного яйца черной львинки составила $0,020 \pm 0,004$ мг. В среднем из 1 г яиц развилось более 50 $530 \pm 13\ 563$ личинок размером 1,3–2 см, а их общая масса составила $3360 \pm 252,80$ г. В этом процессе личинки до достижения товарной стадии потребляли 5400 г пшеничных отрубей, влажность субстрата составляла 70 %, а всего на получение 1 кг живых личинок использовали 1,6 кг сухих пшеничных отрубей [14]. По нашим данным, средний цикл получения личинки черной львинки в нашем производственном процессе составляет 32–35 дней. Также в 2024 г. из 1 г яиц в результате естественного отбора по продуктивности черной львинки было получено $3500 \pm 173,4$ г живой биомассы.

В последнее время проводятся эксперименты на сельскохозяйственных животных, в том числе на птице и рыбе, для определения эффективности их кормления или живыми личинками *Hermetia illucens*, или полученной из них кормовой добавкой. Например, рыбам тилапии (*Oreochromis mossambicus*) давали живых личинок *H. illucens* и установили, что для роста 1 кг их биомассы необходимо около 2–2,52 кг живых личинок [15]. По нашему опыту, в качестве естественного корма для рыб в данной биотехнологии выращивания лучше использовать живую личинку черной львинки, а вместо рыбной муки — белковый концентрат, полученный из сушеных личинок. У авторов [1] показано, что при добавлении в корм телят сухой личинки черной львинки, увеличивалась интенсивность их роста на 10–24 % по сравнению с контролем.



По результатам исследований на 1 кг биомассы рыб (*Oreochromis mossambicus*) в среднем расходовалось 4,46 кг корма из 100 % корма БДК, что составило 41 520 сум (3,28 \$). В среднем из комбикорма БДК 70+30 % израсходовано 3,90 кг корма, что составило 36 305 сумов (2,87 \$). На 1 кг биомассы рыб тилапии из личиночного белкового концентрата корма было использовано всего 2,306 кг корма, что составило 24 480 сумов (1,93 \$). Видно, что использование личинок *Hermetia illucens* снижает затраты корма на 58,95–67,43 %.

Закключение. Выращивание черной львинки вызвало большой практический интерес в аквакультуре в качестве натурального корма для рыб как замена рыбной муки, а также белковой кормовой добавки для других животных. Больших успехов можно добиться при мелкомасштабном производстве и выращивании этого вида насекомых в Узбекистане. Личинки эффективно перерабатывают органические отходы (5,0 кг/сутки/м²) и служат экономически эффективным кормом, накапливая вещества, важные для роста и развития животных, повышая их иммунитет и улучшая усвоение питательных веществ.

В жаркий летний сезон в Узбекистане, когда температура воздуха превышает +35...+40 °С, личинки погибают, поэтому необходима оптимальная температура (+22...+26 °С) и выращивание в субстратах.

При кормлении рыб тилапии хорошие результаты дает скормливание 100 % живых личинок в количестве 3 % от массы тела рыбы, добавление в рацион концентрата личинок (муки) в количестве 30 % позволяет снизить расход корма на 58,95–67,43 %.

Список использованных источников

1. Иванов, Г. А. Промышленное разведение мухи черная львинка в условиях Архангельской области / Г. А. Иванов, А. М. Антонов // Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных: материалы междунар. науч.-практ. конф. [13–16 июня 2018 г.]: посвящ. 100-летию со дня рождения А. П. Калашникова / Федер. агенство науч. орг. России, Федер. науч. центр животноводства – ВИЖ; сост.: Р. В. Некрасов [и др.]. – Дубровицы, 2018. – С. 117–118.
2. Ушакова, Н. А. Перспективы использования насекомых в кормлении сельскохозяйственных животных / Н. А. Ушакова, Р. В. Некрасов // Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы



- VIII Моск. междунар. конгр., Москва, 17–20 марта 2015 г.: [в 2 ч.] / ЗАО «Экспо-биохим-технологии», Рос. хим.-технол. ун-т. — Ч. 2. — М., 2015. — С. 147–149.
3. Nyakeri, E. M. Optimization of production of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*, L) for fish feed formulation: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy / E. M. Nyakeri; Jaramogi Oginga Odinga Univ. of Science and Technology. — [Bondo], 2018. — 130 l.
 4. Barkar, V. P. The development of technology for cultivation of the black soldier fly / V. P. Barkar, Y. Holub // Scientific International Symposium «Plant Protection – Achievements and Perspectives», Chisinau, 2–3 October 2023: inform. bull. EPRS/IOBC sect. / Moldova State Univ., Inst. of Genetics, Physiology a. Plant Protection. — Chisinau, 2023. — № 58. — P. 106–111. — URL: <http://dspace.usm.md:8080/xmlui/handle/123456789/14751?show=full> (date of access: 25.11.2024).
 5. Использование пищевых отходов для выращивания личинок мухи *Hermetia illucens* (краткий обзор зарубежной литературы) / И. Г. Шайхиев, С. В. Свергузова, Ж. А. Сапронова, Е. С. Антюфеева // Экономика строительства и природопользования. — 2020. — № 4. — С. 17–30.
 6. Dietary inclusion of a partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larva meal in low fishmeal-based diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / C. Caimi, I. Biasato, G. Chemello [et al.] // Journal of Animal Science and Biotechnology. — 2021. — Vol. 12, iss. 1. — Art. № 50.
 7. Ўзбекистонда балиқчилик саноати: 2023 йил якуни ва 2024 йил учун истиқболли режалар // Sputnik. — URL: <https://sputniknews.uz/20240117/ozbekistonda-baliqchilik-sanoati-2023-yil-yakuni-va-2024-yil-uchun-istiqbolli-rejalar-42083414.html> (дата обращения: 25.11.2024).
 8. Alvarez, L. The role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in sustainable waste management in Northern climates: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy / L. Alvarez; Univ. of Windsor. — Windsor, 2012. — 402 l.
 9. Harnden, L. M. Effects of temperature and diet on black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) development / L. M. Harnden, J. K. Tomberlin // Forensic Science International. — 2016. — Vol. 266. — P. 109–116.
 10. Holmes, L. Role of abiotic factors on the development and life history of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae): master's thesis / L. Holmes, Univ. of Windsor. — Windsor, 2010. — 168 l.
 11. Tuychiev, K. S. Finding of the optimal feeding ration of hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae) on wheat bran / K. S. Tuychiev, E. N. Ginatullina, N. K. Atabaeva // The Way of Science. — 2023. — № 9. — P. 6–9.
 12. To'ychiyev, K. S. *Hermetia illucens* lichinkalarini donli ekinlar kepaklarida oziqlantirish samaradorligi / K. S. To'ychiyev // Agro ilm. — 2024. — № 1. — B. 36–39.



13. Лихота, В. Ю. Первый опыт получения потомства черной львинки (*Hermetia illucens*) / В. Ю. Лихота, А. В. Астренков, К. Г. Литвинчук // Материалы II международной научно-практической конференции «Инжиниринг: теория и практика», г. Пинск, Республика Беларусь, 6 мая 2022 г. / Полес. гос. ун-т, Петрозав. гос. ун-т; редкол.: В. И. Дунай (гл. ред.), О. А. Золотарева, В. Н. Штепа. — Пинск, 2022. — С. 71–73.
14. Туйчиев, К. С. Выращивание личинок чёрной львинки (*Hermetia illucens* linnaeus) на пшеничных отрубях и показатели их продуктивности / К. С. Туйчиев // *Universum: химия и биология: электрон. науч. журн.* — 2023. — № 6. — С. 40–42. — URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15592> (дата обращения: 18.06.2024).
15. To'ychiyev, K. S. Akvakulturada tilyapiya baliqlarini qora askar pashshasi (*Hermetia illucens*) lichinkalari bilan yetishtirish / K. S. To'ychiyev // *Agro ilm.* — 2024. — № 2. — В. 54–56.
16. Barbiiri, J.-B. Insects as a feed ingredient for fish culture: status and trends / J.-B. Barbiiri // *Aquaculture and Fisheries.* — 2022. — Vol. 7, iss. 2. — P. 166–178.

Reference

1. Ivanov G. A., Antonov A. M. Industrial breeding of the black soldier fly in the Arkhangelsk region. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [13–16 iyunya 2018 g.]: posvyashchena 100-letiyu so dnya rozhdeniya A. P. Kalashnikova* [Fundamental and applied aspects of feeding farm animals: proc. of the Intern. sci. conf., dedicated 100th anniversary of the birth of A. P. Kalashnikov, June 13–16, 2018]. Dubrovitsy, 2018, pp. 117–118 (in Russian).
2. Ushakova N. A., Nekrasov R. V. Prospects for the use of insects in feeding farm animals. *Biotehnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy VIII Mosk. mezhdunar. kongr., Moskva, 17–20 marta 2015 g.* [Biotechnology: state and development prospects: proc. of the VIII Moscow Intern. Congress, Moscow, March 17–20, 2015]. Moskva, 2015, pp. 147–149 (in Russian).
3. Nyakeri E. M. *Optimization of production of black soldier fly larvae (Hermetia illucens, L) for fish feed formulation: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy.* [Bondo], 2018. 130 l.
4. Barkar V. P., Holub Y. A. The development of technology for cultivation of the black soldier fly. *Scientific International Symposium «Plant Protection – Achievements and Perspectives», Chisinau, 2–3 October 2023.* Chisinau, 2023, pp. 106–111. Available at: <http://dspace.usm.md:8080/xmlui/handle/123456789/14751?show=full> (accessed: 25.11.2024).
5. Shaikhiev I. G., Sverguzova S. V., Sapronova Zh. A., Antyufoeva E. S. The use of food waste for growing larvae of the fly *Hermetia illucens* (a brief



- review of foreign literature). *Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya* [Economics of Construction and Environmental Management], 2020, no. 4, pp. 17–30 (in Russian).
6. Caimi C., Biasato I., Chemello G., Oddon S. B., Lussiana C., Malfatto V. M., Capucchio M. T., Colombino E., Schiavone A., Gai F., Trocino A., Brugiapaglia A., Renna M., Gascoand L. Dietary inclusion of a partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larva meal in low fishmeal-based diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2021, vol. 12, iss. 1, art. 50.
 7. Fishing industry in Uzbekistan: the end of 2023 and future plans for 2024. *Sputnik*. Available at: <https://sputniknews.uz/20240117/ozbekistonda-baliqchilik-sanoati-2023-yil-yakuni-va-2024-yil-uchun-istiqbolli-rejalar-42083414.html> (accessed: 25.11.2024) (in Uzbek).
 8. Alvarez L. *The role of Black Soldier Fly, Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in sustainable waste management in Northern climates: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy*. Windsor, 2012. 402 l.
 9. Harnden L. M., Tomberlin J. K. Effects of temperature and diet on black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) development. *Forensic Science International*, 2016, vol. 266, pp. 109–116.
 10. Holmes L. *Role of abiotic factors on the development and life history of the black soldier fly, Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae): master's thesis*. Windsor, 2010, 168 l.
 11. Tuichiev K. S., Ginatullina E. N., Atabaeva N. K. Finding of the optimal feeding ration of hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae) on wheat bran. *The Way of Science*, 2023, no. 9, pp. 6–9.
 12. To'ychiyev K. S. Feeding efficiency of *Hermetia illucens* larvae on cereal bran. *Agro ilm* [Agricultural Science], 2024, no. 1, pp. 36–39 (in Uzbek).
 13. Likhota V. Yu., Astrenkov A. V., Litvinchuk K. G. First experience in obtaining offspring of the black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Materialy II mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Inzhiniring: teoriya i praktika», g. Pinsk, Respublika Belarus', 6 maya 2022 g.* [Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference «Engineering: Theory and Practice», Pinsk, Republic of Belarus, 6 May 2022.]. Pinsk, 2022, pp. 71–73 (in Russian).
 14. Tuichiev K. S. Growing black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* linnaeus) on wheat bran and their productivity indicators. *Universum: khimiya i biologiya: elektron. zhurn.* [Universum: Chemistry and Biology : electronic sci. j.], 2023, no. 6, pp. 40–42. Available at: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15592> (accessed: 06.18.2024) (in Russian).
 15. To'ychiyev K. S. Cultivation of tilapia fish with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in aquaculture. *Agro ilm* [Agricultural Science], 2024, no. 2, pp. 54–56 (in Uzbek).
 16. Barbiñri J.-B. Insects as a feed ingredient for fish culture: status and trends. *Aquaculture and Fisheries*, 2022, vol. 7, iss. 2, pp. 166–178.



Сведения об авторах

Туйчиев Камолиддин Собирович — младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгийский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: toychiyevkamoliddin4@gmail.com

Елена Николаевна Гинатуллина — кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией рыбоводства в естественных водоемах, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгийский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: ginatullina@yandex.ru

Шахбоз Алишерович Хужамов — ассистент кафедры биологии и географии, Узбекско-Финляндский педагогический институт (ул. Спитамен, 163, 140102, Самарканд, Узбекистан). E-mail: xujamovshaxboz479@gmail.com

Information about authors

Kamoliddin S. Tuychiyev — Junior Researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: toychiyevkamoliddin4@gmail.com

Yelena N. Ginatullina — PhD (Biological), Associate Professor, Head of the Laboratory of Fishery in natural lakes, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: ginatullina@yandex.ru

Shakhboz A. Xujamov — Assistant at the Department of Biology and Geography, Uzbek-Finland Pedagogical Institute (Spitamen Str., 163, 140102, Samarkand, Uzbekistan). E-mail: xujamovshaxboz479@gmail.com

УДК 639.3.03

Поступила в редакцию 16.09.2024

Received 16.09.2024

К. С. Туйчиев, Е. Н. Гинатуллина

Научно-исследовательский институт рыбоводства при Государственном комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, Ташкентская область, Янгийский район, ССГ Кукаламзор, Республика Узбекистан

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРМЛЕНИЯ ЛИЧИНКИ *HERMETIA ILLUCENS* ОТРУБЯМИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментального исследования по выращиванию на пшеничных и рисовых отрубях 7-дневных личинок черной львинки *Hermetia Illucens* (Diptera: Stratiomyidae) до стадии предкуколки. Рационы кормления личинок в экспериментах готовили каждые четыре дня в следу-