

ИЛЬМАСТ
Юлия Николаевна

бакалавриат, Петрозаводский государственный университет
(Петрозаводск, Россия),
yulya.ilmast@mail.ru

МАТРОСОВА
Светлана
Владимировна

аспирантура, Петрозаводский государственный университет
(Петрозаводск, Россия),
matrovasv@petsu.ru

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИЧИНОК НАСЕКОМЫХ В КОРМАХ ДЛЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Научный руководитель:

Лябзина Светлана Николаевна

Рецензент:

Кучко Александр Алексеевич

Статья поступила: 09.11.2023;

Принята к публикации: 28.11.2023;

Размещена в сети: 01.12.2023.

Аннотация. В статье рассмотрено применение личинок черной львинки в кормах радужной форели при выращивании в установках замкнутого водоснабжения. Представлена информация о кормовой ценности личинок черной львинки и возможности их применения в рыбоводстве. Экспериментально показано положительное влияние корма с личинками черной львинки на интенсивность роста массы тела рыб, что подтверждено показателями кормового коэффициента.

Ключевые слова: аквакультура, личинки насекомых, *Hermetia illucens*, радужная форель, комбикорма для рыб, УЗВ, рыбоводство

Благодарности. Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках проекта "Исследование комбикормов для рыб на основе личинок черной львинки и разработка технологии получения пищевого субстрата при автоматизированном кормлении этих личинок в промышленных условиях", поддержанного в рамках Программы поддержки НИОКР студентов, аспирантов и лиц, имеющих ученую степень, обеспечивающих значительный вклад в инновационное развитие отраслей экономики и социальной сферы Республики Карелия, в 2023 году, финансируемой Правительством Республики Карелия (Договор № 3-Г22 от 29.12.2022 между ФГБОУ ВО "Петрозаводский государственный университет" и Фондом венчурных инвестиций Республики Карелия).

Для цитирования: Ильмаст Ю. Н., Матросова С. В. Опыт использования личинок насекомых в кормах для радужной форели // StudArctic Forum. 2023. Т. 8, № 4. С. 182–188.

Введение. В настоящее время развитие рыбоводства является важной отраслью сельского хозяйства и имеет стратегическое значение для обеспечения продовольственной безопасности страны. В связи с увеличением искусственного выращивания представителей аквакультуры возникла потребность в альтернативных источниках кормового белка, способных заменить основной компонент комбикормов – рыбную муку. В качестве такого источника могут использоваться личинки насекомых. По данным ряда исследователей личинки таких насекомых, как черная львинка, содержат от 35 до 48 % сырого протеина [Некрасов : 316], в саранче 75 % [Виленский : 57] и в домашнем сверчке 63.3 % [Черданцев : 245]. Содержание жира в личинках насекомых составляет от 20 до 45 %, а содержание

незаменимых аминокислот, ценных для всех видов животных по многим значениям, не уступает по составу отечественной рыбной муке [Ушакова : 463].

Высокое содержание протеина в биомассе насекомых позволяет отнести данный продукт к весьма перспективным источникам белка, сопоставимым по пищевой и биологической ценности с продуктами животного происхождения. Из них также можно получать питательные экстракты [Тышко : 29]. Тутовый шелкопряд, домашний сверчок, черная львинка, комнатная муха активно используются в комбикормах для сельскохозяйственных животных (коровы, свиньи) и птиц (куры, индюки), кроме того личинки используются в качестве добавки к рациону животных. Также насекомые применяются для кормления объектов аквакультуры (креветки, раки, рыбы). Некоторые виды насекомых (сверчки, кузнечики, саранча) пригодны к употреблению в пищу человеком, а также используются в производстве биологически активных добавок и косметики.

Насекомые имеют широкий аминокислотный профиль. Так, содержание лизина и триптофана в добавках из двукрылых (комнатная муха, черная львинка) и шелкопрядов выше, чем у прямокрылых (сверчки, саранча) [Черданцев : 247]. Например, мука из куколок тутового шелкопряда получила наибольшее распространение в азиатских странах в качестве кормов для рыб, а также их биоактивные пептиды используются в фармакологии. Объемы производства муки из насекомых в России невелики, однако перспектива ее использования в качестве кормового сырья в комбикормах для рыб очевидна. Помимо накопления широкого спектра питательных веществ, личинки многих насекомых активно перерабатывают органику. В качестве источника сырья при их культивировании могут использоваться любые органические и сельскохозяйственные отходы. Данный способ утилизации отходов (биоconversion) безопасен для окружающей среды и экономически выгоден для производителей и переработчиков пищевой и кормовой продукции. Также свое применение находит продукт жизнедеятельности личинок насекомых – биогумус, который богат азотом и фосфором и используется в производстве органических удобрений. Биогумус подходит для сельскохозяйственных культур и комнатных растений, оказывая положительное влияние на рост и развитие.

В настоящий период совершенствуются способы культивирования личинок насекомых путем автоматизации процессов с целью снижения производственных затрат для получения конкурентоспособного продукта. Стоимость рыбной муки среднего качества на отечественном рынке комбикормов в среднем составляет 220 рублей за килограмм и выше, в связи с недостатком сырья, а мука из насекомых предлагается по цене 160-180 рублей.

В отечественной комбикормовой промышленности широкое применение получили личинки тропического двукрылого насекомого черная львинка (*Hermetia illucens*), для которых существуют методики культивирования в условиях помещений под полным контролем человека. В Республике Карелия таким производителем является ООО «КАРЕЛБИОТЕХ» при поддержке которого в настоящее время в Петрозаводском государственном университете активно ведутся научные исследования по использованию личинок черной львинки в кормах для радужной форели при выращивании в установках замкнутого водоснабжения.

Системы УЗВ нашли широкое применение в индустриальном рыбоводстве, позволяя контролировать темп роста объектов выращивания и снижать риски их заболеваний. Также применение данных установок обеспечивает экологизацию производства и экономию ресурса по сравнению с выращиванием гидробионтов в естественных водоемах. Использование установок замкнутого водоснабжения для выращивания радужной форели имеет ряд преимуществ относительно садковой аквакультуры, которые связаны с

непрерывным кормлением, сокращением сроков выращивания и снижением кормовых затрат в идеальных контролируемых условиях.

Основной целью применения личинок черной львинки в кормлении радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) является изучение ответной реакции организма рыб на новый компонент корма. Для достижения этой цели в ходе эксперимента были поставлены следующие задачи:

1. Сравнить интенсивность роста массы тела радужной форели при использовании кормов с личинкой и без нее;
2. Оценить эффективность усвоения питательных веществ корма с личинкой и без нее по показателям кормового коэффициента.

Материалы и методы. Постановка эксперимента по кормлению радужной форели в условиях УЗВ производилась на базе научно-исследовательского центра по аквакультуре Петрозаводского государственного университета. Две группы рыб (контрольная и опытная) содержались в двух бассейнах каждый объемом 2,7 м³ с общим биофильтром (рис. 1).



Рис. 1. Бассейны УЗВ в НИЦ по аквакультуре ПетрГУ (фото авторов)

Всем особям радужной форели как в контрольной, так и в опытной группах в мышечную часть спины ниже спинного плавника (рис. 2) были вживлены микрочипы (электронное мечение рыб) с присвоением определённого кода.



Рис. 2. Место введения микрочипа рыбы (фото авторов)

Гидрохимические параметры воды в контрольном и опытном бассейнах системы УЗВ ежедневно контролировались и поддерживались на постоянном уровне в пределах оптимальных значений: водородный показатель (рН) на уровне 6.3, $\text{NH}_3 = 0.006$ мг/л, $\text{NO}_2^- = 0.01$ мг/л, $\text{NO}_3^- = 5.00$ мг/л, температура воды 17.8 °С, содержание в воде растворенного кислорода $\text{O}_2 = 8.8$ мг/л.

Начальная масса рыб, выбранных случайным образом для эксперимента, составила 786-820 г, это были годовики радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (1+), завезенные из садкового хозяйства Республики Карелия. До начала эксперимента форель была адаптирована к условиям содержания в УЗВ в течение нескольких месяцев. Количество рыб в опыте и контроле составило по 18 особей в каждом бассейне.

Опытной группе давали производственный корм с частичной заменой рыбной муки на личинок черной львинки (рис. 3, образец № 1). Количество муки из насекомых составило 11 % от массы корма. Кроме личинок в состав корма входили следующие компоненты: рыбная мука, кровяная мука, мясная мука, гидролизованное перо, концерт белка сои, соевый шрот, глютен пшеничный, зародыш пшеницы, премикс 1 %, бентонит. Контрольную группу рыб кормили производственным кормом для форели, изготовленным по тому-же рецепту, что и опытный, но без добавления насекомых (рис. 3, образец № 2). Уровень сырого протеина в контрольном и опытном образцах корма составлял не менее 48 %, сырого жира – не менее 17 %, углеводов – не менее 11 %, количество перевариваемой энергии – 18 Мдж/кг. Эксперимент длился в течение 77 суток.



Рис. 3. Внешний вид корма: образец № 1 – с личинкой черной львинки (опытный); образец № 2 – без личинки черной львинки (контрольный) (фото авторов)

Результаты. в ходе экспериментального кормления в исследуемых группах наблюдалось увеличение массы тела годовиков радужной форели. Промежуточные показатели привесов рыб в контрольной группе были ниже, чем в опытной и к концу эксперимента разница составила 21 %.

Показатели изменения веса исследуемых особей форели в течение всего периода тестирования представлены на рисунке 4.

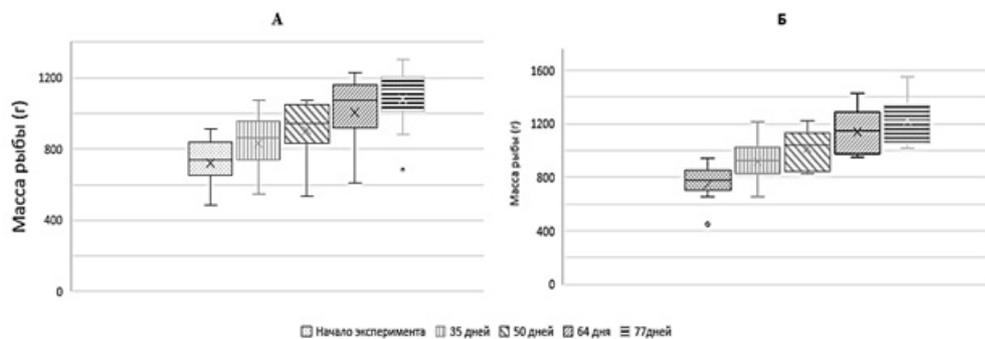


Рис. 4. Диаграммы изменения массы тела (g) радужной форели за период исследования (77 дней) при различных диетах: А – обычный комбикорм (контроль), Б – на основе личинок черной львинки (*Hermetia illucens*) (опыт)

Данная диаграмма хорошо демонстрирует распределение массы форели внутри групп и показывает размах значений в каждой выборке. Например, центрированность (медиана) веса в опытной группе (Б) в каждом исследуемом периоде имеет более высокие показатели. Противоположные значения – симметричность бокс-плотта, скошенного влево в контрольной группе, а также широкие диапазоны минимальных уровней веса рыб подтверждают медленный прирост массы в этой группе.

Сравнительный анализ кормовых коэффициентов в опытной и контрольной группах форели по окончании эксперимента (0,87 и 0,97 соответственно) показал, что использование личинок черной львинки в рационе форели способствует более интенсивному набору живой массы рыб при меньшем расходе кормов. При одинаковом количестве съеденных кормов в исследуемых группах рыб их конверсия оказалась лучше в опытной группе. Сохранность рыб за 77 суток эксперимента составила 100 %.

Дополнительно нами был проведен визуальный клинический и патологоанатомический осмотр рыб в опытной группе после эксперимента [Головина]. У особей форели не было выявлено развития внешних патологий и патологических изменений внутренних органов, что свидетельствует о высоком качестве корма с личинками черной львинки (рис. 5).





Рис. 5. Внешний и внутренний вид форели опытной группы (фото авторов)

Заключение. В результате исследований получены первичные данные по выращиванию молоди радужной форели в установках замкнутого водоснабжения с использованием продукционного корма с личинкой черной львинки. Анализ полученных результатов показывает, что увеличение массы тела радужной форели происходит в контроле и опыте, но в опыте показатели средних значений выше, и особенно это становится заметно с 50-го дня кормления. Более интенсивный прирост массы радужной форели в опытной группе и низкий кормовой коэффициент свидетельствуют о положительном эффекте кормового рациона с применением личинок черной львинки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Виленский В. Дефицит белка? Саранча придет на помощь / В. Виленский, О. Красильников // Комбикорма. 2017. № 3. С. 57-58.

Головина Н.А. Ихтиология / Н.А. Головина, Ю.А. Стрелков, В.Н. Воронин, П.П. Головин, Е.Б. Евдокимова, Л.Н. Юхименко. Москва: Мир, 2003. 448 с.

Некрасов Р.В. Питательные свойства личинок *Hermetia illucens* L. – нового кормового продукта для молодняка свиней (*Sus Scrofa Domesticus* Erxleben) / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, А.А. Зеленченкова, А.И. Бастраков, Н.А. Ушакова // Сельскохозяйственная биология. 2019. № 54 (2). С. 316-325.

Тышко Н.В. Комплексные исследования биологической ценности белка личинки *Hermetia illucens* / Н.В. Тышко, В.М. Жминченко, Н.С. Никитин, М.Д. Требух, С.И. Шестакова, В.А. Пашорина, Э.О. Садыкова // Вопросы питания. 2021. Т. 90, № 5. С. 49–58.

Ушакова Н.А. Особенности липидной фракции личинок чёрной львинки *Hermetia illucens* / Н.А. Ушакова, Е.С. Бродский, А.А. Коваленко, А.И. Бастраков, А.А. Козлова, Д.С. Павлов // Доклады Академии наук. 2016. № 468 (4). С. 462-464.

Черданцев В.П. Экономическая целесообразность использования насекомых на корма при разведении объектов аквакультуры // Московский экономический журнал. 2023. № 3. С. 241-250.

Agricultural Sciences

Yulia N. ILMAST

bachelor's degree, Petrozavodsk State University
(Petrozavodsk, Russia),
yulya.ilmast@mail.ru

Svetlana V. MATROSOVA

bachelor's degree, Petrozavodsk State University
(Petrozavodsk, Russia),
matrosovasv@petsu.ru

USING INSECT LARVAE AS A COMPONENT IN RAINBOW TROUT FEEDS

Scientific adviser:

Svetlana N. Lyabzina

Reviewer:

Aleksandr Alekseevich Kuchko

Paper submitted on: 11/09/2023;

Accepted on: 11/28/2023;

Published online on: 12/01/2023.

Abstract. This article examines the utilization of Black Soldier Fly larvae as a feed source for rainbow trout in enclosed water supply systems. It presents information regarding the nutritional value of Black Soldier Fly larvae and explores their potential application in fish farming. The experimental results demonstrate the beneficial impact of incorporating Black Soldier Fly grubs into the feed, as evidenced by the increased growth rate of fish body weight, which is further supported by the feed coefficient indicators.

Keywords: aquaculture, insect larvae, *Hermetia illucens*, rainbow trout, fish feeds, recirculating aquaculture systems, RAS, fish farming

For citation: Matrosova, S. V. Using Insect Larvae as a Component in Rainbow Trout Feeds. *StudArctic Forum*. 2023, 8 (4): 182–188.

REFERENCES

Vilensky V., Krasilnikov O. Protein deficiency? Turn to locust. *Kombi korma*, 2017, No. 3, pp. 57-58. (In Russ.)

Golovina N.A., Strelkov Yu.A., et al. *Ichthyology*. Moscow, Mir, 2003, 448 p. (In Russ.)

Nekrasov R.V., Chabaev M.G. et al. Nutritional properties of *Hermetia illucens* l., a new feed product for young pigs (*Sus scrofa domesticus* Erxleben). *Agricultural Biology*, 2019, No. 54 (2), pp. 316-325. (In Russ.)

Tyshko N.V., Zhminchenko V.M., et al. The comprehensive studies of *Hermetia illucens* larvae protein's biological value. *Problems of Nutrition*, 2021, Vol. 90, No. 5, pp. 49-58. (In Russ.)

Ushakova N.A., Brodsky E.S., et al. Characteristics of lipid fraction of larvae of the black soldier fly *Hermetia illucens*. *Doklady Akademii nauk*, 2016, No. 468 (4), pp. 462-464. (In Russ.)

Cherdantsev V.P. The economic feasibility of using insects for feed when breeding aquaculture facilities. *Moscow Economic Journal*, 2023, No. 3, pp. 241-250. (In Russ.)