

**КРИВОНОСОВ  
Петр Николаевич**

бакалавриат, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Россия),  
[jetotara@yandex.ru](mailto:jetotara@yandex.ru)

**МАТРОСОВА  
Светлана Владимировна**

Директор научно-исследовательского центра по аквакультуре, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Россия),  
[matrovasv@yandex.ru](mailto:matrovasv@yandex.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИКОРМОВ С РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ БИОМАССЫ ЛИЧИНОК HERMETIA ILLUCENS ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСТАНОВКЕ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**Научный руководитель:**  
Лябзина Светлана Николаевна

**Рецензент:**  
Сидорова Наталья  
Анатольевна

Статья поступила: 06.04.2025;  
Принята к публикации: 29.06.2025;  
Размещена в сети: 29.06.2025.

**Аннотация.** В статье рассмотрено применение комбикормов с добавкой на основе личинок черной львинки *Hermetia illucens* при выращивании радужной форели в установках замкнутого водоснабжения. Представлены данные о размерно-массовых характеристиках рыб, полученные при испытании кормовой добавки с разной концентрацией в составе кормов. Результаты эксперимента показывают положительное влияние кормов с биомассой личинок насекомых на увеличение приростов и снижение конверсии корма с 1,08 до 0,87.

**Ключевые слова:** черная львинка, радужная форель, корм для рыб, аквакультура

**Благодарности.** Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках реализации Программы поддержки НИОКР студентов, аспирантов и лиц, имеющих ученую степень, финансируемой Правительством Республики Карелия (договор № КГРК-24/24).

**Для цитирования:** Кривонос П. Н., Матросова С. В. Применение комбикормов с различной концентрацией биомассы личинок *Hermetia illucens* при выращивании радужной форели в установке замкнутого водоснабжения // StudArctic Forum. 2025. Т. 10, № 2. С. 1–9.

**Введение.** В настоящее время использование личинок насекомых или отдельных их компонентов при производстве кормов для сельскохозяйственных животных и рыб является нормой в связи с увеличивающейся потребностью в белках животного происхождения, которые несут в себе комплекс незаменимых аминокислот. Кроме того, личинки насекомых являются источником многих биологически активных веществ, таких как жирные кислоты, хитин, витамины и ферменты. Особенное внимание при этом уделяется личинкам тропической мухи чёрной львинки (*Hermetia illucens* Linnaeus, 1758) как одним из наиболее лёгких в разведении за пределами естественного ареала обитания [Антонов], [Кривонос]. В рационе дикой форели естественной пищей являются личинки практически всех водных насекомых, что является основой здорового развития рыбы. Широкое распространение комбикормов на основе личинок чёрной львинки в продуктивном животноводстве на

территории Российской Федерации обосновывается высокими результатами по ключевым параметрам роста и увеличению живой массы практически у всех сельскохозяйственных животных [Миняров: 83], [Романенко: 4]. Основываясь на этом, можно сказать, что в рыбоводстве использование этих личинок улучшит морфофизиологические показатели рыбы при выращивании в искусственных условиях. Это подтверждается положительными результатами использования протеин-хитинового концентрата из личинок черной львинки при кормлении красной тиляпии (*Oreochromis mossambicus* и *O. niloticus*) [Ушакова: 296], а также при применении кормов с добавлением чистой биомассы личинок черной львинки [Ильмаст: 186]. Кроме того, по сравнению с другими источниками животного белка, личинки двукрылых не уступают по качеству аминокислотного состава и питательных веществ альтернативным компонентам кормов [Sprangers: 2597]. Черная львинка обладает хорошей энергетической ценностью, поскольку содержат высокий уровень белков – 40–45 %, жиров – 30–35 %, а также богаты витаминами и минералами [Belghit].

Таким образом, для искусственного выращивания форели также не исключается возможность использования данного вида насекомых в рационе питания. Для эффективного использования личинок черной львинки в рыбных кормах необходимо разработать оптимальную рецептуру, которая бы обеспечивала благоприятное развитие рыбы, не уступающее другим типам кормов.

Целью исследования был анализ влияния разных концентраций биомассы личинок в продукционных кормах для рыб при выращивании радужной форели в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ). В задачи исследования входило сравнение влияния кормов с львинкой и без неё на рыбоводно-биологические показатели радужной форели, а также оценка эффективности усвоения питательных веществ различных кормов.

**Методика и материалы.** Для кормления использовали три варианта функционального комбикорма: контрольный – стандартный рацион без включения насекомых и два опытных, с добавлением биомассы личинок черной львинки в количестве 5 % (опыт 1) и 8 % (опыт 2). Изготовление корма осуществил комбикормовый завод производственной компании АО «Партнер-М» (г. Малоярославец, Калужская область).

Рецептуры полученных кормов были рассчитаны согласно потребностям рыб данного возраста и соответствовали требованиям ГОСТ 10385-2014<sup>1</sup>. Подготовка личиночной биомассы проведена на производственной площадке ООО «Карелбиотех». Выращенных на субстрате личинок предварительно высушивали в конвекционной конвейерной печи при 80 °С около 30 минут. Затем их смешивали с фуражом, измельчали и в виде подготовленного кормового субстрата добавляли в комбикорм. Химический анализ данной смеси осуществлен ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ВНИИЗЖ).

В состав кормового рациона входили: рыбная мука, пшеничная мука хлебопекарная второго сорта, обезжиренная дезодорированная соевая мука, мясная мука животного происхождения, растительное масло, пшеничный глютен, рыбий жир, говяжий гемоглобин, протеиновые кормовые гранулы, витаминно-минеральный премикс и кормовые добавки. Все ингредиенты были тщательно отобраны для достижения оптимального баланса белков, жиров и углеводов, для оптимального усвоения питательных веществ рыбой.



Рис. 1. Внешний вид комбикорма с добавкой на основе черной львинки. Фото авторов

Выращивание рыбы проводилось на базе научно-исследовательского центра (НИЦ) ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ) в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ). Для содержания рыбы использовались несколько закрытых бассейнов объемом 2,7 м<sup>3</sup>, оснащенных биофильтрами (рисунок 1). Сверху резервуары были накрыты металлическими сетками с пластиковыми обводками для защиты рыбы от выпрыгивания из бассейна. Через эти сетки осуществлялась подача корма.

По рекомендации ряда авторов [Барулин: 35] проводился контроль гидрохимических показателей в каждом бассейне. Отслеживали уровень кислотности, содержания ионов аммония и аммиака, нитритов, нитратов, а также контролировали содержание кислорода для поддержания оптимальных условий (таблица 1). Контроль обеспечивался с помощью программно-аппаратного комплекса «Fish Grow Platform» (ООО «Интернет-бизнес-системы» ПетрГУ). Все показатели находились в пределах установленных норм по ОСТ 15.372-87<sup>2</sup>.

Таблица 1

**Физико-химические параметры воды**

Показатель	t, °С	pH	Общий аммиак (NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), мг/л	Нитриты (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), мг/л	Нитраты (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), мг/л	Кислород (O <sub>2</sub> ), мг/л
Среднее значение в бассейнах	17.8 ± 0.1	6.26 ± 0.04	0.006	0.01	5.00 ± 1.5	8.75 ± 0.1
Нормативное значение	14–20	6–8	Не более 0.1	Не более 0.2	Не более 45.0	Не менее 8

Объектом исследования были годовики радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (+1) (рисунок 2). В исследовании представлены только самки, всего было использовано 45 особей. Средняя масса каждой рыбы в начале эксперимента составляла примерно 550 г. В эксперименте форель была разделена на три группы по 15 особей: контрольную и две опытные. Каждую группу кормили своим типом комбикорма.



Рис. 2. Радужная форель

Вся экспериментальная партия форели в течение 3-х дней переводилась на новый корм методом дробного кормления, что составляло от суточной нормы в первый день 25 %, во второй – 50 %, третий – 75 %. Кормление рыбы происходило 2 раза в сутки путем высыпания корма сверху в бассейн. Суточная норма составляла 1,2 % от средней массы рыбы в группе: в начале около 95 г, затем поднималась до 150 г в зависимости от веса особей в группе. Длительность кормления – 42 дня.

Для проведения морфометрических измерений радужной форели изымали из бассейнов с помощью сачков и перемещали в небольшую емкость, в которую опускался подачик кислорода. Чтобы рыба не двигалась при взвешивании применяли анестетик – гвоздичное масло. Растворяли в воде (1 мл масла на 10 литров воды) и помещали в нее рыбу на 1–1,5 минуты. Также гвоздичное масло применяют для снижения стресса у рыбы [Пахомов: 262].

Временно обездвиженная форель помещалась на весы, с которых считывались данные. Далее проводились замеры тела с помощью измерительной ленты. После этого рыб помещали в чистую хорошо аэрируемую воду на 3–5 минут, а затем обратно в бассейн. В день контрольных измерений рыб не кормили.

Распределение массы тела рыб для каждой из дат в контроле и опыте проверяли на нормальность критерием Лиллиефорса ( $L$ ). Диапазоны варьирования параметров соответствующих эмпирических распределений оценивали простым непараметрическим бутстрепом с числом испытаний  $B=1000$ . Доверительные интервалы устанавливали методом процентилей [Шитиков]. Поскольку во всех случаях эмпирические частоты соответствуют нормальному распределению ( $Lp > 0.0149$ ) для попарного сравнения выборок использовали параметрические критерии – Стьюдента ( $t$ ) и Фишера ( $F$ ). Значимость отличий  $p$  при таком подходе представляет собой скорректированную долю нуль-модельных комбинаций (эмпирическая разность значений показателя не больше рандомизированной  $|d_{\text{obs}}| \leq |d_{\text{ran}}|$ ) от общего числа испытаний  $B$ . Критической величиной для  $p$  принято стандартное значение  $\alpha=0.05$ . Данные обрабатывали в среде MS Excel и R 4.0.1 с использованием базовых функций и функций пакета portest<sup>3</sup>. Кормовой коэффициент рассчитывался по формуле (1).

$$КК = \frac{M_k}{M_b} \quad (1)$$

Где КК – кормовой коэффициент;

$M_k$  – общая масса потребленного корма, г;

$M_b$  – общий прирост биомассы, г.

**Результаты.** Полученные данные свидетельствуют о значительном содержании в добавке полезных для рыбы компонентов, куда входят различные аминокислоты, а также

макро- и микроэлементы (таблицы 2 и 3).

Таблица 2

**Содержание аминокислот в кормовой добавке, включающей биомассу черной львинки**

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Аланин	1,42±0,17	Серин	1,06±0,13
Аргинин	1,34±0,16	Тирозин	1,25±0,15
Валин	1,42±0,17	Треонин	0,97±0,12
Гистидин	0,74±0,09	Триптофан	0,32±0,05
Глицин	1,23±0,15	Фенилаланин	1,04±0,13
Изолейцин	0,89±0,11	Калий	0,77±0,07
Лейцин	1,69±0,20	Фосфор	0,56±0,10
Метионин	0,42±0,05	Кальций	0,48±0,07
Пролин	1,76±0,21	Зола	3,60±0,20

Таблица 3

**Массовое содержание витаминов и минералов в кормовой добавке, включающей биомассу личинок черной львинки**

Компонент	Содержание мг/кг	Компонент	Содержание мг/100 мг
Железо	111,50	Витамин В1	0,98±0,29
Марганец	76,90	Витамин В2	1,57±0,37
Цинк	39,50±8,3	Селен	<0,01

При кормлении рыб кормами на основе личинки черной львинки рассматриваемые рыбоводно-биологические показатели радужной форели (абсолютный прирост, общий прирост биомассы, кормовой коэффициент) имели значение выше, чем в контрольной группе (таблица 2). Таким образом, значение кормового коэффициента показывает, что применение комбикорма с добавкой с личинкой черной львинки в содержании 8 % привело к более интенсивному увеличению биомассы, так как относительно других типов кормов его понадобилось меньше на единицу полученной биомассы рыбы.

Таблица 4

**Значения показателей в разных группах рыбы**

Показатель	Опыт 1	Опыт 2	Контроль
Количество добавки в корме, %	5 %	8 %	-
Абсолютный прирост, г	247	292	231
Относительный рост, %	45	53	42
Общий прирост биомассы, г	3714	4380	3475
Общая масса потребленного корма, г	3766	3832	3744
Кормовой коэффициент	1,01	0,87	1,08

Примечание: Опыт 1 – экспериментальный корм с добавкой из черной львинки 5 %, Опыт 2 – экспериментальный корм с добавкой из черной львинки 8 %, Контроль – стандартный функциональный

корм.

Полученные значения демонстрируют преимущество комбикорма с личинкой черной львинки в доле 8 % по сравнению со стандартным функциональным кормом, а также с аналогичным сырьем с насекомыми с содержанием 5 %.

При осмотре рыб не было обнаружено каких-либо серьезных отклонений. Чешуя не опадала. Глаза не замутненные. Имелись лишь незначительные изменения в форме хвоста, что может быть связано с переносом с помощью сачков. Отхода рыб не произошло.

Таблица 5

### Значения рыбоводных параметров

Контрольный показатель	Средняя масса рыб, г	Длина зоологическая, см	Длина головы, см	Высота тела, см	Обхват тела, см	Коэффициент упитанности	Относительная длина кишечника, %
Опыт 1	795.3	38.5	8.1	9.4	23.5	1.4	50,8
Опыт 2	794.3	38.3	8.2	9.7	23.6	1.4	53,1
Контроль	776.3	37.7	7.9	9.8	23.7	1.4	52,8

Примечание: Опыт 1 – экспериментальный корм с добавкой из черной львинки 5 %, Опыт 2 – экспериментальный корм с добавкой из черной львинки 8 %, Контроль – контрольный корм.

Из данных видно, что, несмотря на явное преимущество в наборе биомассы во второй опытной группе, индекс упитанности (Кларк) наибольший в контрольной группе (1,62). То же самое демонстрирует и параметр обхвата туловища. Это свидетельствует о большей доле жира у данных особей. Средняя длина особей больше всего была в первой опытной группе.

Результаты морфометрического анализа показывают, что масса форели, в рационе которой присутствовали личинки черной львинки в разных концентрациях не имеет достоверных различий. При этом относительная длина кишечника была большей у второй опытной группы, что благоприятно сказывается на усвоении перевариваемой пищи.

Таблица 6

### Индексы внутренних органов

Показатель	Опыт 1	Опыт 2	Контроль
Масса тела рыбы, г	795,3	844,8	776,3
Относительный вес рыбы без внутренних органов, %	81,7	79,7	81,3
Масса гонад, г	2,70	2,73	2,10
Массовая доля жира, %	4,20	4,60	5,80

Примечание: Опыт 1 – экспериментальный корм с добавкой из черной львинки 5 %, Опыт 2 – экспериментальный корм с добавкой из черной львинки 8 %, Контроль – контрольный корм.

Первые четыре недели кормления увеличение массы исследуемых рыб сохранялось на одинаковом уровне и не имело достоверных отличий. Последние 2 недели кормления показывают заметную разницу в приростах. На рисунке 3 отражены диаграммы относительного прироста массы рыб за период эксперимента.

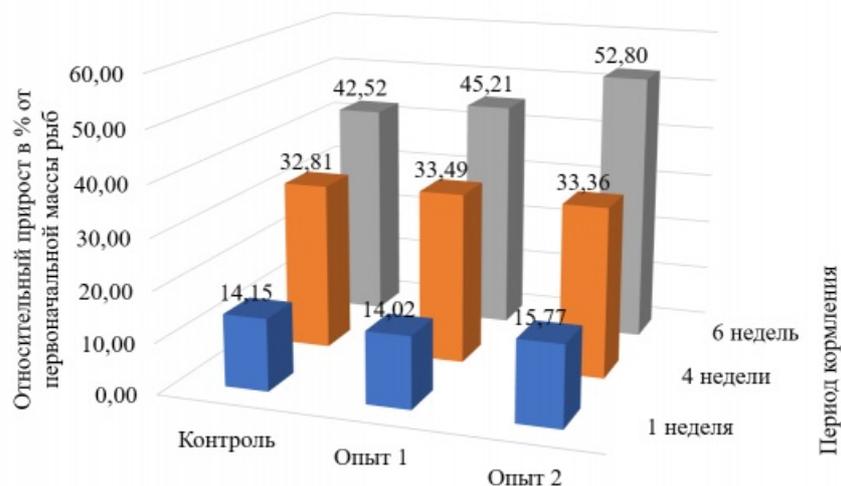


Рис. 3. Относительный прирост массы исследуемых рыб

Через 6 недель кормления экспериментальными кормами проявляется тенденция увеличения массы у форели опытной группы № 2. Относительный прирост форели в опытной группе № 2 через 6 недель кормления превышал показатели контрольной группы на 10,3 %.

**Заключение.** Исходя из полученных данных выходит, что наиболее эффективным в кормлении оказался комбикорм с кормовой добавкой, содержащей биомассу личинок черной львинки 8 %. Он показал значения наибольший результат по абсолютному и относительному приростам (292 г и 53 %, соответственно), а также кормовому коэффициенту (0,87). Рыбы во всех группах не имели серьезных проблем со здоровьем. Количество внутривисцерального жира в опытных группах сокращается, что положительно отразится на состоянии здоровья рыб при дальнейшем выращивании и будет полезным потребительским качеством при переработке товарной рыбы. Но при этом относительная длина кишечника была наибольшей в группе с большей концентрацией личиночной биомассы, что показывает большую способность к усвоению перевариваемой пищи.

### Примечания

<sup>1</sup> ГОСТ 10385-2014. Система стандартов по сельскому и лесному хозяйству. Комбикорма для рыб. Общие технические условия: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2016-01-01. Москва: Стандартинформ, 2014. 12 с.

<sup>2</sup> ОСТ 15.372-87. Система стандартов по сельскому и лесному хозяйству. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы: национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 1988-04-01. Москва: Стандартинформ, 2021. 19 с.

<sup>3</sup> Gross J., Ligges U. Package ‘nortest’: Tests for Normality. Ver. 1.0-4 (2022–10–13). URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/nortest/nortest.pdf>; R: The R Project for Statistical Computing: website. Auckland, 1997-2025. URL: <https://www.r-project.org> (дата обращения: 20.01.2025).

### Список литературы

Антонов А.М. Адаптация и перспективы разведения мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе / А.М. Антонов, Е. Lutovinovas, Г.А. Иванов, Н.О. Пастухова // Принципы экологии. 2017. № 3. С. 4-19.

Барулин Н.В. Аквакультура ценных видов рыб и ресурсосберегающие технологии: в 3 ч. Ч. 1. Форелеводство: учебно-методическое пособие. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. 237 с.

Ильмаст Ю.Н. Опыт использования личинок насекомых в кормах для радужной форели / Ю.Н. Ильмаст, С.В. Матросова // StudArctic Forum. 2023. Т. 8, № 4. С. 182-188. EDN EUUCCY.

Использование протеин-хитинового концентрата личинок черной львинки (*Hermetia illucens*) в

рационе всеядных рыб на примере красной тиляпии / Н.А. Ушакова, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых, А.И. Бастраков // Известия Уфимского научного центра РАН. 2018. № 3. С. 57-62.

Кривоносов П.Н. Использование смешанных пищевых субстратов при культивировании личинок черной львинки / П.Н. Кривоносов, И.Р. Таэль // StudArctic Forum. 2024. Т. 9, № 4. С. 55-64. EDN FSANPW.

Минияров Ф.Т. Ресурсосберегающие биотехнологии по использованию насекомых // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы: мат-лы Междунар. научно-практ. конф. (Астрахань, 27–28 ноября 2020 г.). Астрахань: Астраханский университет, 2020. С. 82-84.

Пахомов В.И. Использование эфирных масел в качестве лечебно-профилактических средств и кормовых добавок для аквакультуры (обзор) / В.И. Пахомов, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. № 2. С. 254-281. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-2-254-281

Романенко Е.А. Качество пищевых яиц при использовании кормового белка из личинок мух черная львинка (*Hermetia illucens*) // Sciences of Europe. 2021. № 85(2). С. 3-5. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-85-2-3-5

Шитиков В.К. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг. Тольятти: Кассандра, 2013. 314 с.

Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of sea-water phase Atlantic salmon (*Salmo salar*) / I. Belghit, N. Liland, P. Gjesdal, I. Biancarosa, E. Menchetti, Li Yanxian, R. Waagbø, A. Krogdahl, E. Lock // Aquaculture. 2018. Vol. 503. P. 609-619. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.12.032

Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates / T. Spranghers, M. Ottoboni, C. Klootwijk, A. Oryn, S. Deboosere, B. Meulenaer, J. Michiels, M. Eeckhout, P. De Clercq, S. De Smet // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2017. Vol. 97. P. 2594-2600. DOI: 10.1002/jsfa.8081

## Biological Sciences

**Piotr N. KRIVONOSOV**

bachelor's degree, Petrozavodsk State University  
(Petrozavodsk, Russia),  
[jetotara@yandex.ru](mailto:jetotara@yandex.ru)

**Svetlana V. MATROSOVA**

Head of the Aquaculture Research Center, Petrozavodsk  
State University (Petrozavodsk, Russia),  
[matrosovasv@yandex.ru](mailto:matrosovasv@yandex.ru)

## THE USE OF COMPOUND FEEDS WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF HERMETIA ILLUCENS LARVAE BIOMASS FOR RAINBOW TROUT IN RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS

### Scientific adviser:

Svetlana N. Lyabzina

### Reviewer:

Natalia A. Sidorova

Paper submitted on: 04/06/2025;

Accepted on: 06/29/2025;

Published online on: 06/29/2025.

**Abstract.** The article addresses the use of compound feeds containing an additive based on the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) for the cultivation of rainbow trout in recirculating aquaculture systems. It presents data on the size and weight characteristics of fish obtained during the test administration of feeds containing varying concentrations of the insect-based additive. The findings demonstrate that the use of feed with insect larval biomass positively influences growth performance and reduces feed conversion from 1.08 to 0.87.

**Keywords:** black soldier fly, rainbow trout, fish food, aquaculture

**For citation:** Matrosova, S. V. The Use of Compound Feeds with Different Concentrations of *Hermetia illucens* Larvae Biomass for Rainbow Trout in Recirculating Aquaculture Systems. *StudArctic Forum*. 2025, 10 (2): 1–9.

### References

- Antonov A., Lutovinovas E., et al. Adaptation and prospects of breeding flies Black Ivink (*Hermetia illucens*) in circumpolar region. *Principles of the Ecology*, 2017, No. 3, pp. 4-19. (In Russ.)
- Barulin N.V. *Aquaculture of valuable fish species and resource-saving technologies: in 3 parts*. Part 1. Trout farming: learner's guide. Gorki, Belarusian State Agricultural Academy, 2018. 237 p. (In Russ.)
- Ilmast Yu.N., Matrosova S.V. Using insect larvae as a component in rainbow trout feeds. *StudArctic Forum*, 2023, Vol. 8, No. 4, pp. 182-188. (In Russ.)
- Ushakova N.A., Ponomarev S.V., et al. The use of protein-chitinous concentrate of larvae of the black lion *Hermetia illucens* in the diet of omnivorous fish is exemplified by red tilapia. *Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre*, 2018, No. 3, pp. 57-62. (In Russ.)
- Krivososov P.N., Tael I.R. Using mixed plant substrates for the cultivation of black soldier fly larvae. *StudArctic Forum*, 2024, Vol. 9, No. 4, pp. 55-64. (In Russ.)
- Miniyarov F.T. Resource-saving biotechnologies for the use of insects. *Natural sciences: current issues and social challenges*: Proceedings of the international scientific and practical conference. Astrakhan, Astrakhan State University, 2020, pp. 82-84. (In Russ.)
- Pakhomov V.I., Braginets S.V., et al. Essential oils as therapeutic and prophylactic agents and feed additives for aquaculture (review). *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2022, No. 2, pp. 254-281. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-2-254-281 (In Russ.)
- Romanenko E. A. Quality of edible eggs by using feed protein from black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). *Sciences of Europe*, 2021, No. 85(2), pp. 3-5. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-85-2-3-5 (In Russ.)
- Shitikov V.K., Rosenberg G.S. *Randomization and bootstrap: statistical analysis in biology and ecology using R*. Togliatti, Kassandra, 2013. 314 p. (In Russ.)
- Belghit I., Liland N., et al. Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of sea-water phase Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 2018, Vol. 503, pp. 609-619. DOI:10.1016/j.aquaculture.2018.12.032
- Spranghers T., Ottoboni M., et al. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017, Vol. 97, pp. 2594-2600. DOI: 10.1002/jsfa.8081