

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и
инженерии им. Н. И. Вавилова**

На правах рукописи

Орленко Евгений Викторович

**ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРМИМУКИ ПРИ
ВЫРАЩИВАНИИ ОСЕТРОВЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и
производства продукции животноводства

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных
наук, доцент И. В. Поддубная

САРАТОВ - 2026

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Биологические особенности гибрида русского и сибирского осетра	10
1.2 Кормление осетровых рыб в промышленных условиях выращивания	13
1.3 Роль и значение белка и аминокислот в питании рыб	18
1.4 Использование различных белковых добавок в кормлении сельскохозяйственных животных	27
1.4.1 Белковые добавки растительного происхождения	27
1.4.2 Белковые добавки животного и микробного происхождения	31
1.4.3 Использование альтернативных источников белка насекомых и дождевых червей в животноводстве и аквакультуре	34
Глава 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	43
Глава 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	50
3.1 Технология изготовления и оценка качества вермикуки и комбикормов с вермикукой из компостного червя «Владимирский Старатель» (<i>Eisenia fetida</i>)	50
3.2 Результаты лабораторного опыта	58
3.2.1 Условия выращивания и кормления осетровых	58
3.2.2 Влияние вермикуки на рост и развитие гибрида осетровых	61
3.2.3 Биохимические показатели крови	64
3.2.4 Состояние внутренних органов и соматические индексы органов и тканей	68
3.2.5 Товарные качества осетровых	72
3.2.6 Химический анализ мышечной ткани.	73
3.2.7 Экономическая эффективность выращивания гибрида осетра с использованием различных количеств альтернативного зообелка	74
3.3 Результаты научно – хозяйственного опыта	77

3.3.1 Условия выращивания и кормления осетровых	77
3.3.2 Влияние муки из компостного червя на рост осетровых и затраты кормов	78
3.3.3 Биохимические параметры крови	81
3.3.4 Состояние внутренних органов	83
3.3.5 Товарные качества осетровых	85
3.3.6 Питательная ценность мышечной ткани гибрида осетра	87
3.3.7 Результаты органолептической оценки мышечной ткани	93
3.3.8 Экономическая эффективность выращивания осетровых при использовании оптимального количества вермимуки	94
3.3.9 Производственная апробация	96
Глава 4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
4.1 Обсуждение полученных результатов	99
4.2 Выводы	103
4.3 Рекомендации производству	105
4.4 Перспективы дальнейшей разработки темы	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	106
ПРИЛОЖЕНИЯ	131

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Неуклонный рост и развитие аквакультуры во всем мире увеличивает спрос на качественные комбикорма для различных видов рыб. Поскольку производство традиционных источников протеина, таких как рыбная мука, замедляется из-за чрезмерной эксплуатации рыбных запасов, ведутся поиски новых альтернативных источников протеина и соответствующих производственных технологий (Е. А. Гамыгин, 2001; Е. А. Гамыгин и др., 2013; Е. А. Гамыгин, А. М. Багров и др., 2015; Ю. А. Гусева, О. С. Максимова, 2015; И. Б. Измайлович, Н. Н. Якимович, 2018; Л. Ю. Лагуткина, 2017; К. А. Салдеева, 2021; О. Д. Сергазиева, 2011; О. Д. Сергазиева, А. А. Бахарева и др., 2014). На современном этапе развития рыбоводства пока ещё не массово, но в экспериментальных целях уже применяются ингредиенты беспозвоночных животных в кормлении культивируемых пресноводных рыб, поскольку они менее требовательны к кормам, чем морские рыбы. Перспективными источниками белка животного происхождения являются личинки насекомых и дождевые черви, которые сочетают высокую питательную ценность с незначительным воздействием на окружающую среду при производстве кормов (Н. А. Абросимова и др., 1996; А. В. Агеев, 2018; В. Ю. Агеец и др., 2017; М. И. Баранов 2020; Ю. Н. Зименс и др., 2022; Д.А. Зими́на, С. Б. Чачина, 2022; А. А. Коровин, В. В. Голембовский, 2025; Al Fico User, Di ji Xie, 2022). Профили сырого протеина этих беспозвоночных показывают сходство с рыбной мукой (>50% или даже выше) по сравнению с 45% сырого протеина в соевой муке (Р. Артемов, М. Арнаутов и др., 2020; В. И. Воробьев, Е. В. Нижникова и др., 2015; О. В. Скрипко, 2017; N. Daniel, 2018). Использование альтернативных источников белка из беспозвоночных позволяет значительно повысить экологию производства при снижении затрат и сохранении качества продукта. При культивировании беспозвоночных появляется возможность создать экологически чистые технологии производства, не только не наносящие вреда,

но и позволяющие положительно влиять на окружающую среду. Именно компостные черви являются мощными утилизаторами органических остатков. Перерабатывая их, они поглощают и нейтрализуют паразитофауну, в том числе сальмонеллу и других возбудителей заболеваний, производя здоровый, хорошо усваиваемый растениями субстрат. По количеству белка мышечной ткани компостные черви находятся на уровне или чуть ниже содержания белка в рыбной муке, но по ценности белка, по количеству незаменимых аминокислот они превосходят белок рыбной муки. Исследований по использованию вермикуки в кормлении осетровых рыб не обнаружено. Поэтому изучение влияния различных дозировок муки из компостного червя «Владимирский Старатель» в составе комбикормов на ростовые процессы, физиологическое состояние и экономическую эффективность выращивания осетровых рыб является актуальным и ведет к накоплению знаний по использованию еще одного биологически ценного вида альтернативного белка в рыбоводстве.

Степень разработанности. В ходе отечественных и зарубежных научных исследований выявлено, что насекомые и дождевые черви имеют возможность стать полноценным заменителем рыбной муки и других протеиновых кормовых смесей. У беспозвоночных аминокислотный профиль намного больше соответствует рыбной муке, за исключением гистидина, треонина и лизина, чем растительные источники протеина (Н. А. Абросимова, 2001; В. И. Колмаков, 2020; Ж. В. Кошак, 2017; С. И. Николаев, Д. А. Ранделин и др., 2019; S. Mancini, I. Medina, 2018). Комбикорма, в которые вводятся растительные белковые концентраты, приготовленные из сои, кукурузы или люпина с заменой рыбной муки, необходимо обогащать теми аминокислотами, которые не содержатся в этих растительных белковых концентратах, чтобы удовлетворить потребности рыб. Поэтому беспозвоночные являются более предпочтительной альтернативой растительным компонентам (Ю. М. Батракова, А. Э. Ставцев и др. 2023; В. К. Виноградов, 2018; В. А. Махонина, Т. С. Иваноковский и др., 2024; R. R. Kavle, P. J. Nolan, 2023).

Культивирование беспозвоночных не требует больших затрат, при этом появляется возможность создать экологически чистые технологии производства, не только не наносящие вреда, но и позволяющие положительно влиять на окружающую среду (А. Д. Мельник., 2019; В. Б. Смоленцев, Т. А. Яровикова и др., 2022; И. Г. Шайхиев, С. В. Свергузова, и др., 2021; J. Kostecka, M. Garczyńska, 2022; S. N. Musyoka, D. M. Liti, 2019; V. D. J. Vodounnou, N. S. Diane Kpogue, 2016).

Цель и задачи исследования Цель данной работы–повышение продуктивных качеств гибрида осетра под влиянием муки из компостного червя в составе комбикормов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать технологию получения муки из компостного червя;
2. Изучить химический и аминокислотный состав используемых в опыте комбикормов;
3. Определить влияние вводимой в комбикорм муки из компостного червя на ростовые процессы рыб и затраты комбикорма на единицу прироста;
4. Изучить влияние муки из компостного червя на состояние внутренних органов и гематологических показателей;
5. Определить влияние муки из компостного червя в структуре рациона на товарные качества рыбной продукции;
6. Установить оптимальные нормы ввода белкового компонента из компостного червя в структуру рационов осетровых рыб с целью замены рыбной муки;
7. Дать экономическое обоснование эффективности использования муки из компостного червя в структуре рациона осетровых рыб.

Научная новизна. Впервые изучено влияние муки из отечественного гибрида компостного червя «Владимировский Старатель» в качестве белкового компонента комбикорма в разных процентных долях на динамику живой массы, затраты кормов и товарные качества осетровых при выращивании в установке

замкнутого водоснабжения (УЗВ). Установлено оптимальное процентное соотношение вермимуки и рыбной муки в составе комбикорма, для кормления осетровых в индустриальных условиях. Определены затраты и стоимость кормов на единицу прироста массы рыбы. Выявлено влияние оптимального количества вермимуки в рационе осетровых на ростовые процессы, гематологические показатели, физиологическое состояние внутренних органов и товарные качества рыбы.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты комплексных исследований влияния вермимуки на физиологические показатели и товарные качества рыбной продукции гибрида русского и сибирского осетра при выращивании в УЗВ расширяют знания по использованию альтернативных источников белка в кормлении различных культивируемых рыб. Введенная в состав комбикорма мука компостного червя в количестве 7 % с тождественной заменой рыбной муки повысила продуктивность гибрида осетра, не оказала негативного влияния на выживаемость, функциональное состояние внутренних органов и показатели крови. Доказано, что использование вермимуки снижает затраты корма на 1 кг прироста рыбы на 0,03 кг, увеличивает прирост иктиомассы на 10,94 % и повышает уровень рентабельности на 7,14 % по сравнению с контролем.

Методология и методы исследований. В исследовательской работе нами были использованы эмпирические и теоретические методы исследований. Результаты экспериментов базируются на опытных данных и теоретических основах кормления объектов рыбоводства и технологий подготовки кормов к скармливанию. Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается достаточно большим объемом экспериментальных исследований и использованием апробированных методик для проведения учета и анализа с применением математических методов обработки экспериментальных данных.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- разработанная технология позволяет получить муку из компостного червя с содержанием протеина 46 %;
- аминокислотный состав опытных комбикормов превосходит по качеству и количеству данный показатель основного осетрового корма;
- вводимая в комбикорм белковая добавка положительно влияет на ростовые процессы рыб и снижение затрат кормов на единицу прироста;
- мука из компостного червя не оказывает отрицательного воздействия на состояние внутренних органов и гематологических показателей;
- белковая кормовая добавка повышает товарные качества рыбной продукции;
- оптимальной нормой ввода вермикуки в структуру рациона осетровых рыб с заменой рыбной муки является 7 %;
- использование муки, приготовленной из компостного червя, способствует повышению экономической эффективности выращивания осетровых рыб.

Апробация работы и степень достоверности результатов. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены: на VII национальной научно-практической конференции Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. (Петропавловск-Камчатский, 2022); на III Международной научно-практической конференции Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. ФГБНУ РосНИИСК "Россорго". (Саратов, 2023); IX национальной научно-практической конференции Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. (Архангельск, 2024); на Международной научно-практической конференции Будущее аквакультуры. Прогрессивные биотехнологии (Саратов, 2024); на Международной научно-практической конференции «Инновации, современные тенденции развития животноводства и зоотехнической науки: методы, технологии, экологическая безопасность

производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Саратов, 2025), на внутривузовской конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2024 год (Саратов, 2025); на расширенном заседании кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» ФГБОУ ВО Вавиловский университет (2025).

Публикации результатов исследований. Основные материалы диссертации изложены в 10 научных статьях, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ: «Аграрная Россия», «Известия Горского государственного аграрного университета», «Вестник Мичуринского государственного аграрного университета», «Аграрный научный журнал», в 1 монографии и 1 патенте.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 138 страницах компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследований, результатов собственных исследований, выводов, рекомендаций производству и перспектив дальнейшей разработки темы. Содержит 46 таблиц и 13 рисунков. Список использованной литературы включает в себя 182 источника, в том числе 46 на иностранных языках.

Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Биологические особенности гибрида русского и сибирского осетра

В отечественном осетроводстве широко распространена практика гибридизации, из-за длительных сроков созревания сложно вести селекционную работу внутри одного вида, поэтому скрещивание различных видов осетровых рыб, как в пределах одного поколения, так и между разными поколениями является закономерным решением для повышения продуктивности рыбоводных хозяйств, получению здорового потомства межвидовых гибридов [13, 15, 20, 63, 66, 90, 96].

Гибридизация, вероятно, является неизбежным процессом во время видообразования, при котором потомство наследует реструктурированные родительские гены, полученные в результате спаривания особей разных генотипов. Гибридизация распространена как у растений, так и у животных, и в значительной степени используется для улучшения различных видов. Посредством гибридизации можно комбинировать желаемые признаки, что приводит к более конкурентоспособному потомству. Было проведено много исследований для оценки скрещивания сельскохозяйственных животных. Скрещивание происходит быстро и эффективно, создает гетерозис в будущих поколениях и может способствовать генетическому улучшению [57, 70, 126, 130]. При рассмотрении гибрида осетровых видов рыб следует отметить его высокую скорость роста, которая заметно превосходит скорость роста чистых линий любого из осетровых видов на всех стадиях развития. Максимальный потенциал роста проявляется при выращивании гибрида в повышенных температурах и при обеспечении достаточного количества кислорода.

Первые гибриды русского осетра с сибирским (рисунок 1) были получены в 1979 году сотрудниками ВНИРО [90]. Опытные скрещивания проводили в 1979–1983 гг. в условиях рыбхоза "Аксацкий" и на осетровом рыбоводном

заводе "Взморье" Ростовской обл. [96, 98] и работы по гибридизации продолжаются по наши дни [66, 111].



Рисунок 1 – Гибрид русского и сибирского осетра

Основными из них являются биопродуктивность объектов аквакультуры, высокая резистентность к неблагоприятным факторам водной среды, относительно короткие сроки достижения половой зрелости и др. В основном эти требования выполняются за счет селекционно-племенных мероприятий с целью получения высокопродуктивных чистых линий и гибридных форм. Это решается, прежде всего, за счет самих объектов разведения посредством изменения их наследственности в нужном направлении, а также за счет разных приемов гибридизации, получивших широкое развитие в рыбоводстве благодаря легкой скрещиваемости рыб в пределах семейства [97, 98]. В своей работе, Б. Н. Черфас [127] выделял основные предпосылки использования гибридизации:

а) возможность сочетания в гибриде желательных качеств, двух или нескольких видов, например, большой потенции роста проходных видов с приспособленностью к пресным водам, скороспелостью и высокими вкусовыми качествами;

б) деспециализация, разрушение консервативных адаптаций вида и, как следствие этого, повышение пластичности гибридов, расширение их приспособленности к измененным условиям водной среды;

в) увеличение доли генотипической изменчивости при гибридизации и, в результате, повышение эффективности селекционных работ;

г) использование гетерозисного эффекта, т.е. способности гибридов первого поколения превосходить по жизнестойкости, плодовитости и другим признакам родительские формы.

Особенностью этого гибрида является окраска тела, которая варьирует от светло-серой до темно-серой, с желтоватым оттенком. Между рядами жучек кожа гладкая, пластинок нет. Рыло слегка удлиненное, загнутое кверху. Рот небольшой. Нижняя губа прервана. Усики уплощенные, без бахромы, не достигают рта. Боковые жучки схожи с таковыми у русского осетра, но крупнее. Расстояние от конца рыла до хрящевого свода рта и до основания средней пары усиков отличает данный гибрид от исходных видов. К меристическим признакам, отличающим гибрид от родительских видов, относится число боковых и брюшных жучек. По данным признакам гибрид русского осетра с сибирским видом занимает промежуточное положение между исходными видами. Продолжительность эмбриогенеза гибрида ленско-русского осетра при средней температуре инкубации $14,8^{\circ}\text{C}$, составляет примерно 155 ч, у русского осетра – 167 ч. Анализ литературных источников по оценке жизнестойкости выявил, что по солеустойчивости и оксирезистентности гибрид превосходит русского и сибирского осетров. Устойчивость к заболеваниям и выживаемость у этого гибрида повышена [40]. По интенсивной технологии выращивания самки гибридов достигают половозрелости в возрасте 6–7 лет. При выращивании гибрида в бассейнах в УЗВ на искусственных кормах с постепенным повышением температуры воды с 18°C (при переходе на экзогенное питание) до 22°C можно в течение 50–60 дней вырастить жизнестойкую молодь средней массой до 5-6 г. При более высоких температурах (до $25\text{--}26^{\circ}\text{C}$) темп роста

молоди за этот же период может значительно увеличиваться – до 12–26 г, однако при этом наблюдается повышенная гибель молоди гибрида. Выживаемость молоди гибрида за этот период при оптимальных температурах составляет 47-49 % от однодневных личинок, а при неблагоприятных факторах среды – меньше 30 %. Товарной массы данный гибрид достигает при естественной температуре за 3–4 года выращивания. На теплой воде эти сроки сокращаются до 2–2,5 лет. Неприхотлив к условиям водной среды. Охотно потребляет комбинированные корма, рыбный фарш или смесь этих кормов [14, 21, 63, 70, 90].

По имеющимся данным можно уверенно говорить, что гибрид русского и сибирского осетра перспективен для культивирования в тепловодных промышленных хозяйствах, а также в установках замкнутого водоснабжения.

1.2 Кормление осетровых рыб в промышленных условиях выращивания

Для выращивания осетровых рыб в промышленных условиях используют в основном комбикорма, так как пастообразные корма или вяленая рыба, например, хамса, сильно загрязняют воду в промышленных установках. Комбикорма скармливают в форме гранул различного размера, подходящих для любого этапа развития рыб, а ингредиенты рецептов комбикормов могут комбинироваться различным образом [12, 16, 68, 75, 118, 124].

В промышленных установках благоприятным фактором является высокий коэффициент использования кормов, поскольку это сводит к минимуму количество выделяемых отходов, что, в свою очередь, снижает нагрузку на систему регенерации воды [5, 22, 67, 68, 93].

В Таблице 1 приведены размеры гранул комбикорма в зависимости от размера рыбы.

Использование натуральных и живых кормов несмотря на высокие кормовые коэффициенты приводит к поступлению большого количества органического азота (аммоний/аммиак, нитриты, нитраты) [28, 43, 91].

Таблица 1 -Размер гранул комбикорма в зависимости от размера рыбы

Масса рыбы, г	1	10	100	500	900	3000
Размер гранул, мм	0,60	1,20	2,00	3,00	5,00	7,00

Поскольку основными объектами выращивания в установках замкнутого водоснабжения являются хищные рыбы, основным компонентом комбикормов для них являются белковые составляющие, которые содержат высокое количество животного и/или растительного белка и дефицитных аминокислот [46, 117].

Для успешного выращивания рыбы в УЗВ, или системах оборотного водоснабжения (СОВ) необходимо использовать высококачественные полнорационные комбикорма, содержащие в нужных процентных составляющих все необходимые ингредиенты, обеспечивающие полноценное развитие рыбы [10, 46, 130]. Помимо полнорационного состава, комбикорма должны иметь повышенную усвояемость, обеспечивать минимальное поступление в систему загрязнений в виде остатков корма и экскрементов [36, 46, 124, 125].

Успешное выращивание рыбы в условиях промышленной аквакультуры, обеспечивает использование кормов с содержанием сырого протеина 35-60 %, жира 10-22 %, клетчатки, не более 8 %, лизина, не менее 2,10 %, кальция, не более 2 % [11].

При кормлении в установках замкнутого водоснабжения осетровых видов рыб разработаны рецептуры специализированных кормов, стартовых, продукционных, репродуктивных. В состав кормов обязательно должны входить минерально-витаминные премиксы. При выращивании осетровых с

использованием искусственных кормов необходимо учитывать показатели рН желудочно-кишечного тракта и следить за балансом в комбикормах животных и растительных компонентов с учетом заложенных в них природных концентраций водородных ионов. Что обеспечит в период их выращивания нормальное пищеварение и усвоение питательных веществ в пищеварительном тракте. Это будет способствовать высокому приросту ихтиомассы выращиваемой рыбы, укреплению иммунной системы организма с наименьшими затратами корма на прирост массы [41]. Комбикорма изготавливаются методами гранулирования и экструдирования по разработанным составам различных научно-исследовательских учреждений и фирм [36, 105].

Питательная ценность отечественного комбикорма «ОТ-7», используемого при выращивании осетровых в установках замкнутого водоснабжения отражена в Таблице 2. Разработан этот корм группой научных работников Астраханского государственного технического университета (Научно-технический центр «Астаквакорм»).

Таблица 2 - Состав специализированного корма «ОТ-7», используемого при выращивании осетровых в УЗВ

Компоненты	Содержание, %
Сырой протеин, не менее	40,30
Сырой жир, не менее	11,80
Сырые углеводы, не более	21,30
Сырая клетчатка, не более	2,00
ПНКЖ ω 3	1,3-1,80
ПНКЖ ω 6	0,80-1,00
Влага, не более	11,00
Минеральные вещества, не более	10,00
Общая энергия, МДж/кг, не менее	17,80

Для выращивания рыбы в промышленных условиях так же пригодны отечественные комбикорма рецептур РКС, РГМ-5В, РГМ-8В, 16-80, ЛК-5, СБ-3 [10, 87].

На данном этапе развития производства отечественных комбикормов для аквакультуры, в России запущены производственные линии таких компаний как «Биффайн», «Русмодус – фид», «Лимкорм», «Акварекс» и т.д. [7].

В качестве примера современной рецептуры можно привести производственный корм Осетр Р48/15 компании «Русмодус – фид». Этот корм является полностью экструдированным. Размер гранул составляет: 3 мм; 4,5 мм; 5,5 мм; 6,5 мм; 7,5 мм; 9,0 мм.

В его состав входят следующие компоненты: рыбная мука, рыбий жир, растительный протеин, гемоглобиновая мука, гидролизная перьевая мука, пшеничный глютен, мясокостная мука, пшеница, растительное масло, пробиотик, аминокислоты, витамины, минеральные добавки, антиоксидант.

Добавляются витамины в количестве (не менее): А - 15000 МЕ/кг, D3 - 3500 МЕ/кг; Е - 100 мг/кг; С -650 мг/кг.

Уровень общего питания выражается в % и МДж/кг и отражает нормативные показатели для тех или иных возрастных групп, являясь основной характеристикой комбикорма, ниже приведена характеристика комбикорма «Осетр Р48/15» (Таблица 3).

Таблица 3 - Характеристика комбикорма «Осетр Р48/15»

Показатели	Количество
Влажность, %	8
Сырой протеин, %	47-49
Сырой жир, %	14-16
Углеводы, %	16-20
Зола, %	7,0-9,0
Клетчатка, %	1,5-2,5
Фосфор, %	1,5
Общая энергия, МДж/кг	20,64
Перевариваемая энергия, МДж/кг	16,23

Уровень общего питания и нормированное кормление осетровых, является особенно важным в условиях промышленного выращивания товарной рыбы [25, 27, 151].

Также необходимо учитывать условия хранения комбикормов во избежание порчи, складское помещение должно быть сухим, прохладным, проветриваемым, затенённым, обеззараженное от вредителей помещение с температурой воздуха не более 25 °С и относительной влажностью не более 75%. Избегать попадания прямых солнечных лучей на корма.

В настоящее время успешно выходит на рынок рыбных комбикормов со своей продукцией для разновозрастных групп осетровых рыб комбикормовый завод ООО «Прометрика», расположенный в г. Саратове. При производстве кормов на данном предприятии используется от 19 – 28 ингредиентов в составе комбикормов, что дает возможность технологу оптимально сбалансировать рецептуру. Причем такой обширный состав не только удовлетворяет потребности рыбы во всех питательных веществах, но и предоставляет возможность регулировать технологическую цепочку производства. В ходе технологического процесса изготавливаются гранулы с различными физическими свойствами, такими как плавающие, медленно тонущие и тонущие размерами от 1,5 мм до 12 мм. Осуществляется тестирование на снижение объёма пыльности, гранул в процессе экструзии. Проводятся испытания на сохранность товара при транспортировке, увеличение сроков хранения. Отработана рецептура высоко - жирных кормов по стабилизации жира и его удержанию в грануле. На предприятии разработаны программы для кормления ценных видов рыб, используемых в аквакультуре. Так для осетровых рыб разработана линейка кормов как стартовых с размером гранул 2-3 мм и содержанием протеина 50%, так и продукционных с размером гранул 4, 8, 6, 10 мм и содержанием протеина от 40 – 48%, так же производятся репродукционные корма для ремонтно-маточного стада с содержанием протеина 50 – 51%. В наших

исследованиях мы использовали корм «Оптима», предназначенный для товарного выращивания осетровых, начиная от массы 200 г.

1.3 Роль и значение белка и аминокислот в питании рыб

В системе комплексной оценки питательности кормов особая роль принадлежит протеину. Слово «протеин» происходит от греческого «protos» первый, и это вещество занимает первостепенное значение в кормлении животных, так как его нельзя заменить другими.

Протеин – основная часть живой материи, являющаяся материалом для роста тканей и органов и поэтому необходим организму на всех этапах жизненного цикла. Протеины, или белки являются высокомолекулярными органическими азотистыми соединениями. Белками их называют по сходству внешнего вида с белками куриного яйца; хотя есть белки (фиброин, кератин) другой консистенции. Протеины делят на 2 группы: простые (собственный протеин) и сложные белки (протеиды) [6, 11].

В организме рыб белки являются одним из главных элементов клеток и тканей и выполняют широкий диапазон функций. Они входят в состав клеточных мембран и обеспечивают структурную эластичность и жесткость мышц, эластичность скелета и тканей других органов. Внутри клеток, в межклеточных жидкостях и крови белки принимают участие в транспортных и каталитических процессах, входя в состав ферментов. Они обеспечивают защитную функцию, являясь основой антител, и принимают участие в процессах регуляции обмена веществ в составе гормонов. В процессе роста белки являются главной составной частью синтезируемого органического вещества (Таблица 4).

Поэтому при организации кормления рыб, как и других животных, уделяется особое внимание количеству и качеству белка в корме, как основному фактору, обеспечивающему рост [2, 34, 36, 124].

Таблица 4 – Скорость синтеза белка и его отложение в различных органах и тканях рыб (Mambrini, Guillaume, 1999)

Органы, ткани	Скорость синтеза, %/сут.	Отложение, % синтезированного белка
Печень	5,3-20,0	5
Жабры	2,4-23,0	—
Пищеварительный тракт	1,3-21,2	8
Желудок	7,8-18,3	—
Красные мышцы	0.3-7,7	—
Белые мышцы	0,1-1,3	70

Наиболее активно обменные процессы идут в тканях жабр, печени и желудка, наименее — в относительно пассивных белых мышцах, за счет которых, однако, обеспечивается основной прирост массы рыб. При этом следует отметить, что химический состав тела рыб и, в частности, количественное содержание белка, отражая видовые различия и возрастные особенности, испытывает колебания в связи с сезонными изменениями условий среды и питания.

В количественном отношении основная масса белка откладывается в белых мышцах [161]. В мышцах радужной форели откладывается и используется на прирост массы 76 %, синтезированного этой тканью белка, а в жабрах — лишь 4 % [151, 157]. У трески (при максимальном росте 2 %/сут.) на прирост используется 60% белка, синтезированного в мышцах, и только 10–30% белка жабр, кишечника и желудка [136, 162].

Между скоростями синтеза и распада белков обнаружена прямая корреляция. При голодании рыб наиболее быстро расщепляются и утилизируются в эндогенном питании белки белой мускулатуры. Красная мускулатура используется более медленно, что связано с ее важной функциональной ролью в процессе плавания. Белки жизненно-важных органов,

в частности нервной ткани и сердца, организм оберегает. У рыб при равной скорости роста, отложение протеина в белых мышцах идет динамично, и он в больших количествах 50–70 % используется на рост [108, 137, 160].

Белки в отличие от жиров, углеводов и витаминов не откладываются в запас, они являются структурным элементом тканей. Их расход в организме при недостаточном поступлении с пищей или голодании приводит к разрушению протоплазмы клеток и, в первую очередь, клеток мышц и печени. Поэтому количество и качество белка, степень его переваримости и усвоения в организме животного во многом определяют питательную ценность корма [168].

Организм использует для питания не сам белок, а его структурные элементы — аминокислоты, поэтому полноценность пищевых белков во многом зависит от их химического состава, то есть набора и количественного соотношения аминокислот, а также их доступности для организма в процессе переваривания [154].

Кормовой протеин включает как белковую, так и небелковую формы азота, обладающую меньшим биологическим эффектом [25, 147].

Полноценность белка определяется наличием незаменимых аминокислот, не синтезируемых в организме. Из общих для всех белков 24 аминокислот, 10 относятся к незаменимым: аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин, синтез которых в организме не происходит. Исследования показали, что для некоторых рыб, в том числе и лососевых, незаменимыми оказались те же аминокислоты, которые являются незаменимыми и для высших животных. Кроме того, белки играют важную роль в качестве ферментов протеиназ — пепсина, трипсина, химотрипсина и ряда ди-полипептидаз кишечного сока расщепляются до пептидов и аминокислот, всасываемых слизистой оболочкой кишечника в кровь [124].

Если по качественному составу незаменимых аминокислот белки кормов в основном одинаковы, то по их количественному соотношению резко

различаются. Специфические проявления недостаточности отдельных незаменимых аминокислот в питании рыб, как и других животных, не имеют в большинстве случаев яркой клинической картины и чаще всего характеризуются признаками, которые проявляются при неполноценном питании вообще. Эти признаки были обнаружены при проведении специальных экспериментов [168]. К ним относятся замедление роста, потеря аппетита, снижение резистентности (общей устойчивости) организма.

Недостаток незаменимых аминокислот в рационах приводит к повышенному потреблению белка, что значительно увеличивает затраты корма на единицу прироста рыб. Поэтому корма по содержанию незаменимых аминокислот делятся на полноценные и неполноценные [47].

При резком недостатке незаменимых аминокислот в пище вступает в силу закон «минимума», согласно которому дефицит лишь одной из незаменимых аминокислот ограничивает не только эффективность использования других аминокислот, но и всего белка рациона в целом. При этом тормозится образование мышечной ткани, избыточные аминокислоты используются на энергетические нужды или после дезаминирования превращаются в жиры, или же выделяются из организма с конечными продуктами азотистого обмена (в основном через жабры в виде аммиачных солей).

Потребность в белках корма, по сути, является потребностью в аминокислотах, их качественном и количественном наборе. Естественно, что потребности в отдельных незаменимых аминокислотах у разных видов рыб, могут быть неодинаковыми, поэтому в пище необходимо их соотношение, которое отвечает пластическим и функциональным потребностям организма. Это соотношение обычно называют «идеальной аминокислотной диаграммой», или «идеальным белком» [123].

В полноценных для рыб белках корма содержание незаменимых аминокислот обычно составляет 35–50 %, остальная часть приходится на долю заменимых. В жизнедеятельности и питании рыб они также имеют большое

значение, так как являются поставщиками основного количества обменного азота. При их недостатке идет повышенный распад незаменимых аминокислот, в связи с чем снижается продуктивное действие пищи в целом. Однако их соотношения между собой не имеют такого значения, как соотношения между незаменимыми аминокислотами, поэтому они обычно не нормируются. В процессах обмена в ходе различных реакций заменимые аминокислоты способны к взаимопревращениям, например, путем переаминирования (обратимого переноса) аминогруппы без промежуточного образования аммиака [47].

В Таблице 5 приведены данные о потребности различных видов рыб в незаменимых аминокислотах.

Таблица 5 – Сравнительные данные о потребности некоторых видов рыб в незаменимых аминокислотах, % белка

Объекты исследования	Лизин	Гистидин	Аргинин	Треонин	Метионин	Валин	Фенилаланин	Изолейцин	Лейцин	Триптофан
Лососи (<i>Salmonidae</i>)	4,8	1,6	4,4	2,0	3,2	5,3	5,3	2,0	3,6	0,6
Радужная форель (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	5,3	1,6	3,5	3,5	1,8	3,1	3,0	2,4	4,5	0,5
Карп(<i>Cyprinus carpio</i>)	5,3	1,5	3,8	3,3	1,6	3,0	3,0	2,3	4,1	0,6
Канальный сом (<i>Ictalurus punctatus</i>)	5,0	1,5	4,3	2,1	2,3	4,8	4,8	2,6	3,5	0,5
Осетровые (<i>Acipenseridae</i>)	4,1	0,7	3,1	2,9	1,0	3,3	2,6	3,5	4,8	-
Тиляпия (<i>Oreochromis zilli</i>)	3,8	1,1	2,8	2,9	1,0	2,2	2,5	2,0	3,4	0,4
Угорь японский (<i>Anguilla japonica</i>)	4,8	1,9	4,0	3,6	2,9	3,6	5,2	3,6	4,8	0,9

Последние могут превращаться в углеводы или жиры, или частично использоваться для синтеза других аминокислот путем присоединения к ним свободной аминогруппы. При другой реакции распада белка — декарбоксилировании — от его молекулы отщепляется карбоксильная группа, которая также может быть использована для синтеза углеводов и жиров [1].

Оценку питательности кормовых белков принято давать по тем незаменимым аминокислотам, которые содержатся в наименьших количествах и носят название лимитирующих. Для определения степени аминокислотной полноценности белка используют понятие «аминокислотный скор». Он представляет собой отношение процентного содержания незаменимой аминокислоты в корме к проценту этой же аминокислоты в «идеальном белке»:

$$S_{\text{АК}} = (\% \text{АК-ты в кормовом белке} / \% \text{АК-ты в идеальном белке}) \cdot 100\%$$

За идеальное принимается то соотношение и количество аминокислот, которое удовлетворяет потребности организма и обеспечивает его оптимальный рост при минимальном уровне потребляемого белка.

В практике кормления обычно используют термин «сырой протеин». Понятие сырой протеин объединяет группу азотсодержащих веществ белковой и небелковой природы (амины, амиды, аминокислоты, пуриновые и пиримидиновые основания, аммонийные соединения и т.д.) [124]. Основу сырого протеина составляют белки.

Потребности в общем количестве сырого протеина имеют большие видоспецифические и возрастные различия. Они изменяются в зависимости от стадии развития рыб, экологических условий (в частности, температуры, кислородного и гидрохимического режимов и состояния здоровья рыб). Быстрорастущая молодь — личинки и мальки, нуждаются в большем количестве белка, чем взрослые рыбы. Для половозрелых особей уровень белка в корме должен быть ниже, чем для ювенальной молоди, что связано с относительным увеличением расходов на поддерживающий обмен и сокращением трат на

процессы роста [1, 74, 136]. В Таблице 6 приведены количественные потребности в протеине у различных видов рыб.

Таблица 6 – Количественные потребности в протеине у различных видов рыб (Абросимова и др., 1996; Остроумова, 2001)

Вид рыбы	Тип корма	Оптимальный уровень белка в сухом веществе корма, %	Нормы кормления, % массы тела/сут.	Тип хозяйства
Лососевые, в том числе радужная форель и атлантический лосось	Стартовый Для молоди Для товарного выращивания	50-45-40 40 42-40	По потребности В зависимости от t°C и массы рыб	Бассейны
Карп: личинки молодь сеголетки старшие возрастные группы	Стартовый Производственный — Для товарного выращивания	44-42 42-48 30-28 32-28 26-20	По потребности 2,5-6,0 В зависимости от t°C и массы рыб 1-5 В зависимости от t°C и массы рыб	Бассейны Садки Пруды Садки Пруды
Осетровые: личинки и мальки старшие возрастные группы	Стартовый Производственный	45-55 35-45	По потребности	Бассейны Бассейны, садки
Канальный сом: личинки сеголетки старшие возрастные группы	Стартовый Производственный — Для товарного выращивания	45-50 42-29 25 35	По потребности 3 3-4 3	Бассейны Бассейны Пруды Бассейны
Тиляпии: сеголетки молодь	Производственный —	40-35 30	5-4 —	Бассейны —
Угорь японский: личинки молодь	Стартовый Производственный	45 43-41	— —	Садки —

Оптимальный уровень протеина в сухом веществе комбикормов для молоди всех видов рыб составляет 45-55 %. Это связано со сходством питания

большинства видов в естественных условиях — преимущественно животными организмами.

Именно эта пища способна обеспечить потребности быстрорастущей молоди в структурных элементах для построения тканей и органов. Причем для ранних стадий постэмбрионального развития рыб белок корма частично должен быть представлен мелкими фракциями (свободными аминокислотами, ди-, олиго- и полипептидами, низкомолекулярными растворимыми белками) и в соотношениях, близких к их соотношениям в зоопланктоне [6, 100, 101, 102].

По мере роста рыб все более проявляется видовая специфичность. Для хищных лососевых и осетровых рыб содержание протеина в полноценных комбикормах должно составлять 35–55 %, для канального сомика — 30–45 %, для полифага карпа — 30–48 %.

К факторам среды, существенно влияющим на потребность рыб в белке, относится температура. У рыб, как у пойкилотермных животных, она определяет интенсивность синтетических процессов и скорость роста.

В связи с этим, требования различных видов к уровню белка в корме неодинаковы и зависят от степени удаленности температуры окружающей среды от эволюционно выработанного температурного оптимума. Оптимальная температура, при которой была установлена максимальная скорость синтеза белка у ювенильных карпов (при выращивании в садках на теплых водах), составляла около 29°C [14, 133].

При культивировании различных видов лососевых на многочисленных примерах показано, что оптимальный уровень сырого протеина в стартовых кормах при 15°C находится в пределах 52–55 % (сухого вещества), при 8°C — 40–42 %.

Содержание кислорода в воде также относится к факторам, влияющим на потребность рыб в белке, и как следствие, на его относительное содержание в комбикормах. Концентрация кислорода ниже оптимальных границ ухудшает условия метаболизма и приводит к снижению эффективности использования

белка рыбами. В результате ростовой и продукционный эффекты при оптимальном (для данной температуры и массы рыб) и меньшем на $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$, относительном содержании белков в корме могут сближаться. Аналогичное действие могут оказывать загрязнение воды и состояние здоровья рыб [133].

Оптимальный уровень сырого протеина в кормах зависит от качества используемых белков (чем хуже качество, тем выше должно быть содержание белка) и предполагаемых норм кормления. Последние определяются способностью рыб поедать и переваривать определенный объем корма.

Показано, что оптимальный уровень белка в комбикормах находится в определенной связи с энергетической обеспеченностью рациона [182].

Оптимальные соотношения протеина и энергии для большинства объектов аквакультуры находятся в пределах 12–30 мг переваримого протеина на 1 кДж переваримой энергии, а протеина и жира — 36:18.

Эффективность утилизации белков находится в тесной взаимосвязи с энергетической обеспеченностью пищи [169]. Оптимальный уровень белка в корме зависит от вида основного источника энергии. Если это жиры, то концентрация белка, обеспечивающая максимальный рост рыбы, меньше, а если источником энергии являются углеводы, то соответственно больше. Кроме того, утилизация белка повышается по мере возрастания уровня жира в корме до оптимальных значений [69]. При использовании полноценных кормов, представленных в сухом гранулированном виде, на 1 кг прироста рыбы требуется 550—600 г белков. Превышение этого уровня свидетельствует о дисбалансе рациона и неполноценности кормового белка [132].

Основные факторы, обуславливающие потребность рыб в высокобелковых рационах:

1. Высокая скорость роста рыб при сравнительно низких температурах воды. В отличие от высших позвоночных, рыбы должны увеличить свою массу в 5 тыс.–1,5 млн. раз, чтобы достичь массы взрослого организма. При таком

стремительном нарастании биомассы рыбы должны быть обеспечены легкоусвояемой белковой пищей.

2. Рост в течение всей жизни, особенно до половой зрелости и наступления фазы старения. Отсюда у рыб старших возрастов потребность в пластическом материале пищи остается высокой.

3. Короткий кишечный тракт у большинства рыб, приспособленный для утилизации легкоусвояемой высокобелковой пищи.

4. Отсутствие проблемы выведения конечных продуктов азотистого обмена, которые благодаря водной среде выводятся преимущественно через жабры.

5. Высокая доля участия белка в энергетическом обмене и отсутствие необходимости специальных затрат энергии для терморегуляции.

Можно выделить три основных пути решения протеиновой проблемы:

1. Увеличение производства кормов с высоким содержанием протеина.
2. Рациональное использование высокобелковых кормов.
3. Применение заменителей протеина в кормлении животных [32].

1.4 Использование различных белковых добавок в кормлении сельскохозяйственных животных

1.4.1 Белковые добавки растительного происхождения

Растительные белковые кормовые добавки получают в результате переработки сельскохозяйственных культур, масличных и технических культур - жмых, отруби, патока, жом, шрот. Добавки этой группы, делятся на два типа: протеиновые концентраты - жмыхи, шроты и углеводистые концентраты - отруби, сметки мельничные, высушенные жом, барда и мезга.

Отруби (пшеничные, ржаные, рисовые и др.) - побочный продукт мукомольной отрасли, получаемый при растирании жерновами и просеивании муки

через сита (грохоты). Основной объем отрубей составляют пшеничные. Широко применяют в кормлении скота и птицы в составе комбикормов и кормосмесей, в качестве наполнителя премиксов и БМВД. В отруби попадает периферическая часть зерна и часть мелких мучных частиц. В отрубях имеются витамины группы В, до 13 % протеина, 7 – 10 % клетчатки [2].

Жом сухой свекловичный - получают высушиванием свежего жома в специальных сушилках. Имеет достаточно высокую питательность - 0,98 ЭКЕ; 7,7 % протеина, низкую растворимость протеиновых фракций; клетчатки - 19,0%; без азотистые экстрактивные вещества (55,7 %) представлены в основном пектиновыми веществами, которые способствуют выведению тяжелых металлов и радионуклидов из организма, а у жвачных животных, взаимодействуя с аммиаком, образуют пектаты аммония, то есть способствуют более эффективному использованию азота протеинов с высокой степенью растворимости. Представляет практический интерес использование синтетических азотсодержащих веществ, для обогащения азотом жома (до 1,5 % в составе комбикорма). Свежий жом - водянистый корм с содержанием воды до 89 %. Энергетическая ценность свежего жома - 1,1 МДж обменной энергии; используют в кормлении дойных коров и при откорме крупного рогатого скота.

Жмыхи и шроты — ценные кормовые продукты, получаемые при переработке семян масличных растений на масло. В жмыхе содержится 7 % и более жира, в шротах до 2,5 %. По общей питательности они приравниваются к лучшим семенам зерновых культур, но значительно превосходят их по содержанию белка [18, 19, 44, 54].

Шроты (подсолнечниковый, соевый, горчичный и др.)- побочный продукт при производстве растительного масла экстракционным способом. Шроты являются обязательными ингредиентами практически всех комбикормов, в том числе и для рыб и ценными протеиновыми концентратами, содержащими высокий уровень сырого протеина (до 44%), минеральные вещества, жир. Соевый жмых и шрот представляют собой отличный корм для всех видов сельскохозяйственных

животных, птиц и рыб [134]. Шрот подсолнечниковый низколузговый - ценный компонент комбикормов для птицы - 8 – 15 %, крупного рогатого скота- до 20 %, лошадей - 15-20 %. При скармливании животным шроты необходимо измельчать, так как они чрезвычайно твердые [124]. При использовании соевых шротов следует проводить инактивацию антипитательных веществ, как и цельного зерна. В ряде случаев в шротах содержатся токсические вещества, особенно в хлопчатниковых (госсипол), клещевинных (рицин), рапсовых (эруковые кислоты), горчичных (аллилгорчичные масла), поэтому их использование должно проводиться под строгим контролем [51, 104, 146]. Достаточно широко используют в кормлении животных шроты хлопчатниковые и льняные (Таблица 7).

Таблица 7- Химический состав и питательность отрубей и шротов (по А.П. Калашникову и др., 2003)

Показатель	Отруби			Шроты		
	пшеничные	рисовые	ржаные	соевые	подсолнечниковые	льняные
ЭКЕ	0,89	0,79	0,90	1,29	1,28	1,17
Сухое вещество, г	850	850	850	900	940	900
Сырой протеин, г	151	117	153	439	209	340
Лизин, г	5,4	3,9	7,3	27,7	12,2	12,6
Триптофан, г	1,3	1,3	1,8	3,9	5,5	4,3
Сырой жир, г	41,0	116,0	34,0	27,0	323,0	17
Сырая клетчатка, г	88,0	116,0	80,0	62,0	227,0	96,0
Кальций, г	2,0	2,8	1,1	2,7	1,6	2,8
Фосфор, г	0,89	0,79	0,90	1,29	1,28	1,17
Вит. Е, мг	850	850	850	900	940	900

При получении растительного масла прессованием на винтовых прессах получают побочный продукт - жмых во многом сходный со шротами, но с более высоким содержанием жира, отсутствием следов растворителя и лучшими органолептическими показателями.

В промышленных условиях практически все растительное масло получают путем экстрагирования. При рафинации масел растительных получают побочный продукт - соапсток, которым обычно обогащают комбикорма для птицы. Определенный интерес представляет использование низкоценных видов

масла растительного в кормлении птицы и крупного рогатого скота – им обогащают комбикорма.

Жмых получают путем удаления масла гидравлическим способом (получаются плиты) или шнековым прессованием (рассыпной). В настоящее время в основном применяется извлечение масла путем экстракции органическими растворителями. Получающийся при этом в рассыпном виде, почти лишенный масла, остаток семян называют шротом. Наиболее часто в рацион сельскохозяйственных животных включают подсолнечниковые жмых и шрот. Следует отметить, что качество шротов зависит от режима тепловой обработки. Сильно нагретый шрот имеет темный цвет, что указывает на снижение качества белка. Измельченные шроты быстро портятся, поэтому их следует использовать оперативно [54]. Сравнительные испытания биологической ценности белка подсолнечникового шрота, проведенные в России, показали, что он ближе других стоит к стандартному белку, в качестве которого служил протеин яиц [44].

Подсолнечниковый жмых отличается большим богатством витаминов комплекса В, чем многие другие жмыхи и широко используется в производстве комбикормов для аквакультуры. В то же время качество жмыхов зависит от режима тепловой обработки. Сильно нагретый жмых имеет темный цвет, что указывает на пониженную протеиновую ценность. Размолотые жмыхи долго не хранятся. Молодняку крупного рогатого скота жмыхи и шроты скармливают в количестве 1—1,5 кг, коровам по 2,5—4,0 кг, свиньям 0,5—1,5 кг скармливать жмыхи и шроты нужно в сухом виде после измельчения или смоченными незадолго перед раздачей животным. В зависимости от цели реализации молока — это количество меняется. В состав комбикормов для сельскохозяйственных животных и рыб включают в количестве 10 %, для птиц 15-20 % [134].

Особую группу отходов технических производств составляют отходы бродильного производства - отходы спиртового производства - барда, выжимки, осадочные винные дрожжи; отходы пивоваренного производства - пивная

дробина, солодовые ростки, дрожжи пивные [24]. Все корма данной группы имеют высокую влажность - до 95 %, практически не хранятся, поэтому их или скармливают непосредственно после завоза на ферму, или после переработки - высушивают (выжимки, пивная дробина), силосуют (барда). При производстве крахмала образуется отход под названием мезга - картофельная, кукурузная, рисовая. Используют в свежем, сушеном и силосованном виде. Высушенные отходы бродильных производств относят к группе углеводистых концентратов и широко применяют в составе комбикормов, как в животноводстве, так и рыбководстве, для частичной замены зерновых [75, 133].

1.4.2 Белковые добавки животного и микробного происхождения

В группу белковых кормовых добавок входит большое число видов ценных кормовых компонентов комбикормов, а также входящих в состав многокомпонентного рациона взрослых животных и молодняка. Корма с компонентами этой группы используются в животноводстве в кормлении молодняка (молочные корма), производителей всех видов (молоко обезжиренное, мука мясо - костная, рыбная, мясная, кровяная и др.); птицы, товарной и племенной, в изготовлении комбикормов для аквакультуры [43]. Использование кормов где большую часть составляют белковые добавки данной группы приходится на пушное звероводство (лисица, песец, соболь, норка, хорёк). В эту группы входят побочные продукты молочной промышленности (пахта, сыворотка, молоко обезжиренное, натуральное и сухое). По большей части эти корма богаты белком, минеральными веществами; в некоторых случаях – жиром, примерный состав представлен в Таблице 8.

Также в качестве белковых добавок используют свежую кровь, кости, внутренности, внутренний жир, кормовой жир - смесь жиров -говяжьего, свиного и бараньего (ГОСТ 17483-72), отходы убоя птицы, рыбу свежую непищевую, отходы

от разделки рыбы, рыбный фарш, рыбу соленую, яйцо куриное, отходы инкубации [28].

Таблица 8 – Химический состав и питательность кормов животного происхождения (по А.П. Калашникову и др., 2003)

Показатель	Молоко снятое	Мука				
		костная	кровяная	мясная	мясо-костная	рыбная, протеина 65-70%
Сухое вещество, г	90,0	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0
Сырой протеин, г	37,0	178,0	675,0	561,0	401,0	651,0
Лизин, г	2,9	6,8	62,7	40,4	21,7	52,1
Сырой жир, г	0,5	157,0	25,0	153,0	112,0	113,0
БЭВ, г	45,0	38,0	52,0	41,0	46,0	19,0
Кальций, г	1,4	229,6	16,5	61,0	143,0	37,4
Фосфор, г	1,0	102,5	4,5	31,0	74,0	7,9
Кобальт, мг	0,1	0,1	0,1	-	0,2	0,8
Йод, мг	0,1	0,3	1,2	0,7	1,3	-
Вит. Д3, МЕ	-	-	-	-	-	72,5
Вит. Е, мг	0,6	-	-	1,0	1,0	17,2

Кормовую муку животного происхождения (мясо - костную, мясную, кровяную, костную, перьевую гидролизную, муку из продуктов убоя и отходов инкубации птицы, кормовую муку из отходов кожевенного производства (ГОСТ 1857-33) обрабатывают антиоксидантами, что предотвращает прогоркание жира. Так же используют кормовые смеси из растительного и животного сырья [71].

Значительный объем белковых добавок животного происхождения составляет сырьё, полученное в результате переработки рыбной продукции, это и рыбная мука из непищевых сортов рыбы и отходы от разделки рыбы, а также рыбный фарш [7, 9, 11]. Данную продукцию консервируют пиросульфитом натрия свежие или замороженные отходы рыбного промысла.

При использовании кормов с белковыми добавками, следует строго соблюдать ветеринарные требования и проводить контроль качества. Поскольку комбикорма с добавками животного происхождения быстро портящиеся продукты необходимо проводить соответствующую термическую обработку рыбы и рыбных отходов, крови, боенских отходов, или перерабатывать в муку и хранить при соблюдении технологических требований [103, 105, 107].

В производстве комбикормов для гидробионтов, в том числе и для осетровых рыб в настоящее время набирает обороты использование белка микробного происхождения. Белковая масса может продуцируется низшими автотрофными организмами-дрожжами на различных углеводородных субстратах (парафинах, природном газе, нефтепродуктах), отходах сельхозпродукции (солома, различные органические отходы перерабатывающих производств, шелуха подсолнечника, хлопка), спиртах, минеральных веществах. Гидролизные дрожжи, широко используемые в рыбоводстве, получают на целлюлозно-бумажных комбинатах при переработке микроорганизмами побочных продуктов из древесины. Дрожжи по питательным свойствам не уступают рыбной муке. Количество протеина составляет 45–65%, с оптимальным аминокислотным составом. Дрожжи богаты витаминами группы В, а также имеют достаточно широкий спектр макро- и микроэлементов, что необходимо для сбалансированного питания рыб [74, 75].

В последнее время развивается микробиологическое производство гаприна, белкового продукта микробиологического происхождения, который представляет собой биомассу метанооксиляющих бактерий, растущих на природном газе – метане [24, 73]. По своему качеству эта белковая масса (до 75% протеина) не уступает традиционным белковым компонентам комбикормов и может быть использована в качестве как альтернативного источника белка.

1.4.3 Использование альтернативных источников белка насекомых и дождевых червей в животноводстве и аквакультуре

Среди альтернативных источников белка за последние 55 лет внимание научных исследований и частных компаний сосредоточились на насекомых и других беспозвоночных. Несмотря на опасения, связанные с потенциальной токсичностью насекомых из-за биоаккумуляции токсичных примесей, дефицита некоторых аминокислот, содержания хитина и насыщенных жирных кислот, а также вкусовых качеств и усвояемости, насекомые представляют интерес, как источник белка [126, 174]. Новыми источниками белка животного происхождения являются личинки насекомых и дождевые черви, которые сочетают высокую питательную ценность с небольшим воздействием на окружающую среду производственных систем [26, 88, 116, 121, 131, 178].

Быстрый рост и развитие аквакультуры во всем мире увеличивает спрос на комбикорма для различных видов рыб. Поскольку производство традиционных источников протеина, таких как рыбная мука, стагнирует из-за чрезмерной эксплуатации рыбных запасов, необходимо определить новые альтернативные источники протеина и адаптацию производственных технологий [6, 126]. Первым шагом могло бы стать производство кормов с альтернативными белковыми добавками для пресноводных видов рыб, используемых в аквакультуре, поскольку они менее требовательны к кормам чем морские виды рыб.

Результаты научных исследований отечественных и зарубежных ученых показывают, что насекомые и дождевые черви представляют собой полноценный заменитель рыбной муки, рыбьего жира и обычных протеиновых кормовых смесей [17, 39, 59, 133, 158, 181]. Аминокислотный профиль беспозвоночных аналогичен рыбной муке, за исключением гистидина, треонина и лизина [47, 120, 175, 179]. В соевой муке также низкое содержание лизина и иногда не хватает аминокислот триптофана и треонина. В целом, аминокислотный профиль муки

из беспозвоночных более сопоставим с рыбной мукой, чем с растительными кормами (Таблица 9).

Таблица- 9 Сравнительный анализ аминокислотного профиля, %

Аминокислотный профиль	Рыбная мука	Чёрная львинка	Зофобас	Компостный червь
Лизин	37,8	3,29	5,9	9,11
Метионин	12,0	1,05	1,3	4,47
Треонин	24,8	2,15	4,2	8,11
Аргинин	32,2	1,95	5,7	7,98
Изолейцин	21,5	3,01	4,6	3,92
Лейцин	40,2	2,49	7,8	8,74
Валин	25,1	3,35	6,6	6,81
Гистидин	12,3	1,80	3,2	4,23
Фенилаланин	18,8	2,13	3,9	2,88

В.П. Черданцев [126] отмечает: «Добавки на основе насекомых обладают высоким уровнем сырого протеина, который составляет от 42,1% до 63,3%. Этот уровень меньше, чем у рыбной муки, но аналогичен соевому шроту, а мука из куколок тутового шелкопряда и сверчков более богата протеинами, чем мука из личинки черной львиной мухи и комнатной мухи. Если посмотреть на состав липидов, то можно заметить, что все добавки на основе насекомых имеют существенное превосходство (более чем в 4 раза) по уровню липидов над соевым шротом, и эти показатели выше, чем у рыбной муки. В отношении состава кальция и фосфора добавки на основе насекомых уступают рыбной муке, но превосходят соевый шрот».

По сравнению с насекомыми, компостные черви не имеют дефицит основных аминокислот, показывают лучший профиль жирных кислот и незначительное содержание хитина, который в муке насекомых снижает усвояемость и вкусовые качества [145, 173].

Поэтому беспозвоночные стали бы предпочтительной альтернативой соевой муке. Так же растительные белковые концентраты, приготовленные из соевого, кукурузного или пшеничного глютена, стоят дороже по сравнению с рыбной мукой. Теоретически, необходимо добавить те аминокислоты, которые не содержатся в беспозвоночных, чтобы удовлетворить потребности конкретных видов рыб. Популярная практика замены рыбной муки растительным протеином, проблематична с точки зрения физиологии пищеварения рыб. Кроме того, производство кормовых культур, например, соевых бобов, оказывает негативное влияние на землепользование и потребление воды.

Профили сырого протеина (Таблица 10) для этих видов беспозвоночных показывают сходство с рыбной мукой (>50% или даже выше) по сравнению с 45 % сырого протеина в соевой муке (SBM) [11, 23, 53, 65, 153, 163, 170].

Таблица 10- Содержание питательных веществ, %

Питательная ценность	Рыбная мука	Чёрная львинка	Зоофобас	Компостный червь
Сырой протеин, %	68,4	50,8	44,4	55-72
Углеводы, %	0,12	7,8	7,2	10-20
Сырой жир, %	6,64	38,6	43,75	7-19
Минеральные вещества, %	14,2	6,16	8,17	3

Использование альтернативных источников белка из беспозвоночных позволяет значительно повысить экологию производства при снижении затрат и сохранении качества продукта [115, 148].

Кроме того, выращивание беспозвоночных дает возможность существенно экономить воду и природные ресурсы. Исключительную важность при культивировании беспозвоночных имеет надлежащая гигиена, соблюдение санитарных норм и дезинфекция.

Быстрый рост и развитие аквакультуры во всем мире увеличивает спрос на комбикорма для различных видов рыб. Поскольку производство традиционных

источников протеина, таких как рыбная мука, стагнирует из-за чрезмерной эксплуатации рыбных запасов, необходимо определить новые альтернативные источники протеина и адаптацию производственных технологий [6, 125]. Первым шагом могло бы стать производство кормов с альтернативными белковыми добавками для пресноводных видов рыб, используемых в аквакультуре, поскольку они менее требовательны к кормам чем морские виды рыб.

Корма из беспозвоночных отличаются высокой питательностью. Они богаты жирами, клетчаткой, ценными макро- и микроэлементами, витаминами, содержат большое количество полноценного по аминокислотному составу белка, обладают антибактериальными свойствами (в том числе против энтеропатогенной сальмонеллы — возбудителя энтерита), способствуют нормализации кишечной микробиоты [44, 138]. Кроме того, компостные черви обладают ценными антисептическими свойствами и тромболитической активностью, что возможно использовать в фармацевтике и ветеринарии [109, 110, 182]. Дождевые черви содержат в себе такие вещества как люмброфеврин (жаропонижающее), террестролюмбролизин, люмбринтин, гипоксантин и другие пурины, пиримидины, холин и гуанидин. Жир дождевых червей содержит октадекановую (стеариновую), гексадекановую (пальмитиновую) кислоты, ненасыщенные жирные кислоты - линейные неразветвленные и разветвленные жирные кислоты, фосфатиды, холестерин и т.д. При производстве корма с использованием беспозвоночных необходимо обеспечить биобезопасность на оптимальном уровне [52, 60, 77, 79, 150, 152].

Исследования об использовании дождевых червей в качестве альтернативного белка датируются 80-ми годами прошлого столетия. Дождевые черви перерабатывают органические отходы (например, навоз крупного рогатого скота и свиней) в ценные садовые компосты и полноценный белок, пригодный для корма животных, а сами черви представляют собой ценный кормовой источник для животных [76, 146]. Таким образом, они способны с одной

стороны, развивать эффективное управление сельскохозяйственными органическими отходами и, с другой стороны, быть источниками белкового питания для животных [39, 48, 50, 56, 58, 114, 115, 142]. Белок червей показал высокую эффективность при выращивании многих видов сельскохозяйственных животных, птиц и рыб в виде кормовой добавки. Использование дождевых червей в кормлении животных снижает уровень заболеваемости, повышается продуктивность по удоям молока, увеличению живой массы производству яиц и товарные качества сельскохозяйственной продукции [138, 139, 140, 141, 142, 152, 157, 158]. Наиболее привлекательными для вермикультивирования являются черви, относящиеся к виду красных червей. В результате их селекции был получен «Гибрид красный калифорнийский», универсальный по своим характеристикам и наиболее экономически эффективный. Он сохранил физиологические и морфологические особенности, характерные для других дождевых червей, но в отличие от своих «диких» сородичей имеет значительно большую продолжительность жизни, плодовитость, выносливость. Калифорнийского червя можно применять в сыром натуральном виде отдельно, либо с другими кормами в измельченном и пастообразном состоянии и вводить его в зависимости от потребности рыбы в протеине. Кормовой коэффициент сырого калифорнийского червя 5—6. В России разведением дождевых червей занимались с начала XX века. Анатолием Михайловичем Игониным во Владимирском государственном педагогическом институте (ВГПИ) в 1984 г. была выведена технологическая порода компостных червей «Владимирский Старатель» (*Eisenia fetida*), которая отличалась меньшей требовательностью к экологическим факторам по сравнению с красным калифорнийским червем. Этот гибрид червя получен путем скрещивания двух популяций навозных червей: Чуйского (южного) и Владимирского (северного) рисунок 2.



Рисунок 2 – Червь "Владимирский Старатель" (*Eisenia fetida*)

В отличие от «Красных калифорнийских» червей, «Владимирский Старатель» легко переключается с одного типа корма на другой; питается органическими отходами (даже ил с очистных сооружений), навозом любых животных; подходит для умеренного и холодного климата, т.к. при похолодании обладает инстинктом самосохранения и живучестью; меньше размерами, соответственно продуктивность на единицу чуть ниже, однако это компенсируется более высокой скоростью размножения.

За последние 35 лет были проведены исследования с различными видами рыб по использованию дождевых червей. *E. fetida* для замены традиционных кормов в питании рыб. Повышенный интерес к использованию *E. fetida* в кормах для животных, особенно в рационах рыб, в основном обусловлен превосходными питательными свойствами, такими как высокое содержание белка, хороший аминокислотный профиль и подходящие соединения. Во многих исследованиях сообщалось об эффективности *E. fetida* (в чистом виде или в сочетании с другими ингредиентами) в повышении показателей роста рыб, увеличении репродуктивной функции, улучшении усвояемости, снижении стресса, повышении выживаемости, снижении коэффициента конверсии корма, а также эффективности использования и усвоения корма [168].

Yaqub H. успешно использовал дождевых червей для кормления клариевого сома (*Heterobranchus isopterus*) [180]. Ghosh С. применял свежих дождевых червей (*Eisenia fetida*) в качестве корма для сомов (*Clarias batrachus*) в Индии и наблюдал более высокую прибавку в весе по сравнению с контрольной группой, получавшей традиционный рацион без дождевых червей [150].

Vodounnou V.D.J. с соавторами в течение 6 недель тестировали муку из дождевых червей (*Eisenia fetida*) в рационе змееголова (*Parachanna obscura*) в качестве заменителя 50 % рыбной муки. Была получена более высокая скорость роста в группе, получавшей рацион, содержащий 50 % муки червя [178].

Индийский ученый Mohanta K. и его коллеги оценивали прибавку в весе, скорость роста у роху (*Labeo rohita*) – карповой рыбы, с использованием дождевого червя (целого, пастообразного и гранул из (*Eisenia fetida*) и отметили, что использование гранул дало наилучшие результаты по всем оцениваемым параметрам [164].

Наименьший уровень замещения в 10 % был получен Poprek W., Łuszczek E. И Rościszewska, M. [170] на карасе (*Carassius auratus*), в то время как наибольший (100 %) был достигнут Kostecka J. и Paćzka G [159] на гуппи (*Poecilia reticulata*). Тем не менее, 10 %-ное включение муки из *E. fetida*, предложенное Poprek W. и др. [170], удвоило воспроизводство карася. При 100%-ном замещении рыбной муки мукой из *E. fetida* наблюдали более высокую выживаемость, увеличение биомассы и улучшение воспроизводства аквариумных рыб (*P. reticulata*). Румынские ученые Boaru A., Struți D., Dărăban S. V., Georgescu B. [141] изучали влияние муки дождевых червей. *E. fetida* в количестве 10 и 20 % при замене ею рыбной муки в комбикормах на ростовые процессы меченосцев (*Xiphophorus hellerii juveniles*). Наблюдалось процентное увеличение (210 %) средней массы рыб в опытной группе, получавшей 10 % вермикуки по сравнению с контрольной группой. Особи из этой группы показали очень хорошую динамику роста, которые практически удвоили свою массу тела. Кроме того, самцы быстрее созревали.

Испанский ученый Tacon A.G.J. с соавторами при выращивании форели полностью заменяли ее рацион мукой из червя, что отрицательно повлияло на скорость ее роста [175, 176]. Pereira J.O. и Gomes E.F. также выявили негативное воздействие на динамику роста лососевых при введении от 25 до 75 % или от 50 до 100 % вермимуки [169]. С другой стороны, меньшее количество муки червя в рационах форели (максимум 30 % рациона) не оказало отрицательного влияния на показатели роста рыбы, что доказали Stafford E. и Tacon A. [173, 174].

Кенийские и австрийские ученые Musyoka, S. N., Liti, D. M., Ogello, E., & Waidbacher, H. [166]. Изучали ростовые процессы у нильской тилапии при введении в рацион 30, 60 и 100 % муки из дождевого червя (*Eisenia fetida*). Наибольший средний прирост массы тела и выживаемость были зафиксированы у рыб, получавших корм с 30 % вермимуки, за ними следовали рыбы, получавшие контрольный корм, 60 % и 100 %.

Немецкие и вьетнамские ученые Pucher, J., Ngoc, T., Thi Hanh Yen, T. и др. [171] использовали дождевого червя в кормлении карпа (*Cyprinus carpio*) в составе дополнительных кормов). В кормах белок из рыбной муки был заменён на 50 % и 100 % белка из высушенных на солнце дождевых червей. Темпы роста рыб увеличивались по мере замены рыбной муки на муку из дождевых червей при обеих нормах кормления.

Казахстанский исследователь З. Т. Болатбекова провела комплексные научные исследования по выращиванию молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus*) и тилапии (*Oreochromis niloticus*) на основе живого корма: червями дендробена и старатель (*Eisenia fetida*). Было отмечено, что кормление молоди тилапии (*Oreochromis niloticus*) и клариевого сома (*Clarias gariepinus*) дождевыми червями дендробенами и старателями оказывает положительное влияние на их рыбоводно-биологические показатели [15].

Белорусские ученые Т. В. Портная и А. Д. Другакова в качестве корма для личинки ленского осетра опытной группы использовали искусственный корм, науплии *Artemia* и рубленного дождевого червя. Молодь опытной группы по

абсолютному приросту превышала молодь контрольной группы, которая питалась только искусственным кормом, на 25,6 % [91].

Несмотря на высокое содержание белка и сопоставимые питательные свойства *E. fetida*, в среднем большинство из вышеописанных исследований показали, что дождевые черви могут заменить рыбную муку только до 50 %.

В большинстве исследований наблюдалось снижение роста рыбы при добавлении муки из *E. fetida* в количестве более 25 %, что объясняется наличием непереваримого хитина и неприятно пахнущей целомической жидкости, которые, как известно, снижают усвояемость и вкусовые качества [149]. Культивирование беспозвоночных не требует больших затрат, при этом появляется возможность создать экологически чистые технологии производства, не только не наносящие вреда, но и позволяющие положительно влиять на окружающую среду. Несмотря на многочисленные исследования дождевых червей, мука из червей до сих пор не производится в коммерческих масштабах и не продается на местном уровне. Таким образом, успех использования *E. fetida* в производстве кормов для рыб может быть улучшен за счет инновационных методов, позволяющих преодолеть различные ограничения, связанные с применением дождевых червей в рецептуре кормов для животных.

Глава 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, осуществляющих научные исследования за счет средств федерального бюджета на кафедре «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» в научно - исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» ФГБОУ ВО Вавиловский университет, выполнялась НИОКР на тему «Разработка кормовых добавок для промышленного рыбоводства» В рамках научной работы была разработана схема научных исследований (Рисунок 3) и проведены эксперименты по:

- выращиванию компостного червя «Владимировский Старатель» в вермикомпостере;

- технологии получения белковой массы из компостного червя;

- скармливанию комбикорма с белковой добавкой из компостного червя опытными рыбам;

- установлению оптимального количества белковой добавки в комбикормах.

- определению влияния данной добавки в составе комбикормов на продуктивность и конверсию корма,

- изучению влияния белковой кормовой добавки на биохимию крови, состояние внутренних органов, химический состав мышечной ткани и товарные качества гибрида осетра,

- определению экономической эффективности выращивания гибрида русского и сибирского осетра при введении в рацион муки из компостного червя

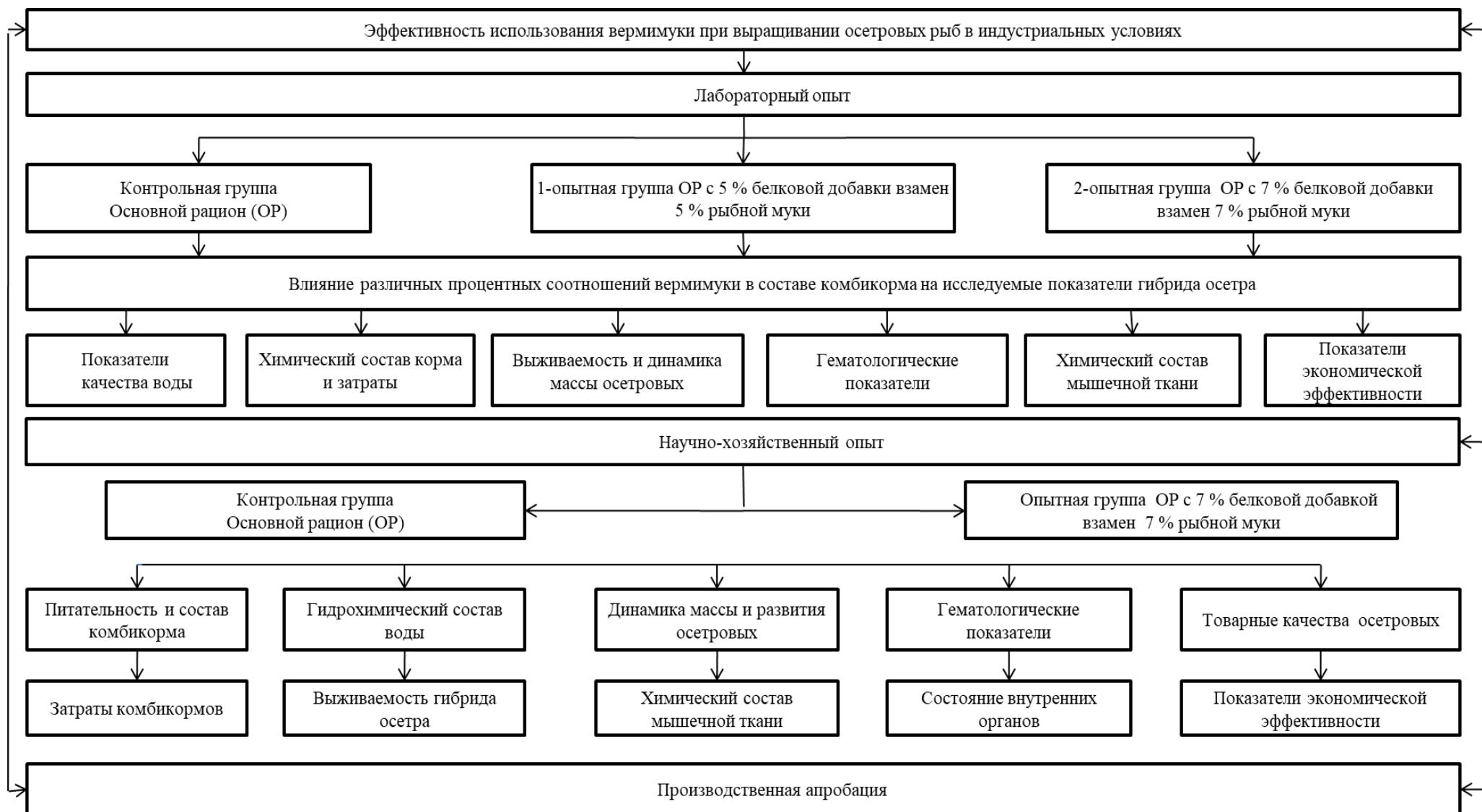


Рисунок 3 - Общая схема исследования

Для проведения лабораторного опыта по принципу пар-аналогов сформировали три подопытные группы из 30 особей сеголетков гибрида русского и сибирского осетра со средней массой около 304 г и разместили их по 10 экземпляров в три аквариума объемом 250 л каждый по схеме, представленной в Таблице 11.

Таблица 11 – Схема лабораторного опыта

Группа	Количество рыбы, экз.	Тип кормления
Контрольная	10	Основной рацион (ОР)
1-Опытная	10	ОР с 5 % белковой добавки в замен 5 % рыбной муки
2-Опытная	10	ОР с 7 % белковой добавки в замен 7 % рыбной муки

После формирования подопытных групп в течение 3 недель длился уравнительный период опыта, во время которого рыба привыкала к новым условиям содержания и кормления, изучали ее поведение и поедаемость кормов. Опыт по использованию альтернативного источника белка - вермикули в кормлении гибрида осетра длился 12 недель или 90 суток.

Контрольная группа получала сбалансированный по питательным веществам продукционный комбикорм для осетров марки «Оптима» с размером гранул 4 мм. Первая и вторая опытные группы получали комбикорм с добавлением 5 и 7 % белковой добавки из компостного червя вместо аналогичного количества рыбной муки в комбикорме, соответственно. Корм «Оптима» и опытные комбикорма для осетров имели следующий состав (Таблица 12).

Суточную норму корма, рассчитывали исходя из содержания в воде растворенного кислорода, данных температуры воды и массы рыбы.

Во время опыта рыбу кормили трижды в день: в 9:00 ч., 12:00 ч. и в 15:00 ч. Кормление рыбы осуществляли вручную, разовую порцию корма подбирали из расчета ее полной поедаемости.

Таблица 12 – Состав комбикормов для контрольной и опытных групп

Компонент корма	Количество компонента, %		
	комбикорм «Оптима»	1-опытный комбикорм	2-опытный комбикорм
рыбная мука	50,0	45,0	43,0
вермимука	-	5,0	7,0
мясная мука	10,0	10,0	10,0
пшеничная мука	10,0	10,0	10,0
глютен кукурузный	5	5	5
глютен пшеничный	4,0	4,0	4,0
шрот соевый	10,0	10,0	10,0
люпин	10,0	10,0	10,0
премикс (витамины, аминокислоты)	1,0	1,0	1,0

Для проведения научно-хозяйственного опыта в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» ФГБОУ ВО Вавиловский университет, было сформировано две подопытные группы гибрида русского и сибирского осетра методом групп-аналогов, контрольная и опытная, со средней массой около 255 г и разместили, по 50 особей в каждой группе по схеме, представленной в Таблице13

Таблица 13 - Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Продолжительность опыта (нед.)	Тип кормления
Контрольная	27	Основной рацион (ОР)
Опытная	27	ОР + 7 % белковой добавки в замен 7 % рыбной муки

Исследование проводили в бассейнах УЗВ диаметром 150,0 см и глубиной 80,0 см. Плотность посадки рыбы 50 особей на 1,7 м² площади дна бассейна.

Контрольная группа получала сбалансированный по питательным веществам производственный комбикорм для осетров марки «Оптима» с размером гранул 4 мм. Опытная группа получала корм с добавлением 7 % белковой добавки из компостного червя вместо аналогичного количества рыбной муки в комбикорме. Температуру воды, pH, содержание растворенного кислорода в опытах определяли ежедневно в 12:00 ч. Гидрохимический режим воды исследовали один раз в неделю.

По схеме, аналогичной схеме научно-хозяйственного опыта в индустриальном рыбоводном хозяйстве ООО «Рыбный дом», в условиях УЗВ, проводилась производственная апробация, которая длилась 18 недель, где было сформировано 2 группы по 300 особей в каждой, со средней массой около 204 г.

Химический состав кормов определяли методами, применяемыми в зооанализе и согласно ГОСТ13496.3-92; 32905–2014;13496.4-93; 26226-95:

Аминокислотный состав комбикормов определяли методом ВЭЖХ на хроматографе Knauer Smartline 5000 с использованием обратнофазовой хроматографии на колонке Диасфер -110 C18/2 5 мкм 2мм*150 мм.

Ростовые процессы изучались на протяжении всех опытов и включали в себя еженедельное индивидуальное в лабораторном опыте и 3-х кратное по 10 особей в научно-хозяйственном опыте взвешивание на электронных весах определение средней массы рыбы расчетным путем. Определялся абсолютный (г), и среднесуточный прирост (г) по формулам Правдина (1966), относительный прирост (%), коэффициент массонакопления, как показатель более точного определения скорости роста (С. В. Купинский, 1986), а также выживаемость (%) гибрида осетра за период исследований. Был рассчитан коэффициент упитанности по Фультону (Ку) с использованием биологической длины гибрида осетра (L).

В конце экспериментов было осуществлено взятие крови из сердца для анализа биохимических показателей и контрольный убой подопытных особей

из каждой группы для изучения состояния внутренних органов, химического состава мышечной ткани и качества рыбной продукции с использованием методик А. А. Кудряшевой и др. (2007) и Б. Т. Репникова (2007).

Биохимические исследования сыворотки крови проводились в лаборатории ветеринарного госпиталя ФГБОУ ВО Вавиловский университет на биохимическом и иммуноферментном анализаторе автоматического типа Chem Well 2009 (Т).

При исследовании биохимического состава мышц рыбы определялось процентное содержание следующих показателей: влажность, зола, белок, липиды, спектр аминокислот и жирных кислот.

Влажность и содержание золы определяли гравиметрически для гомогенизированных образцов мышц рыбы, подвергая их нагреванию до постоянного веса в тиглях в муфельной печи при температуре от 103°C для определения влажности (ГОСТ ISO 662-2019) до 550°C для определения содержания золы (ГОСТ Р ИСО 6884-2010). Содержание кальция и фосфора определяли по ГОСТ 32343-2013 и ГОСТ 6491-2016. Содержание жира определяли по ГОСТ 13496.15-2016. Содержание азота по Кьельдалю определяли по ГОСТ 7636-85. Другие макро – и микроэлементы, а также витамины учитывались согласно сертификату качества комбикорма. Безазотистые экстрактивные вещества – расчетным путем.

Идентификацию аминокислотного состава мышечной ткани проводили с применением предколоночной модификации 6-аминоквинолин гидроксисукцинамидилкарбаматом–AccQ по методу WatersAccQ-Tag с использованием набора реактивов WAT 052880. Данный метод обеспечивает специфическую количественную модификацию первичных аминогрупп аминокислот и аминасахаров, характеризуется высокой чувствительностью и высокой эффективностью разделения.

Экстракцию липидов из исследуемых образцов проводили смесью Блая-Дайера на основе хлороформа и метанола, вносимых к навеске образца в воде

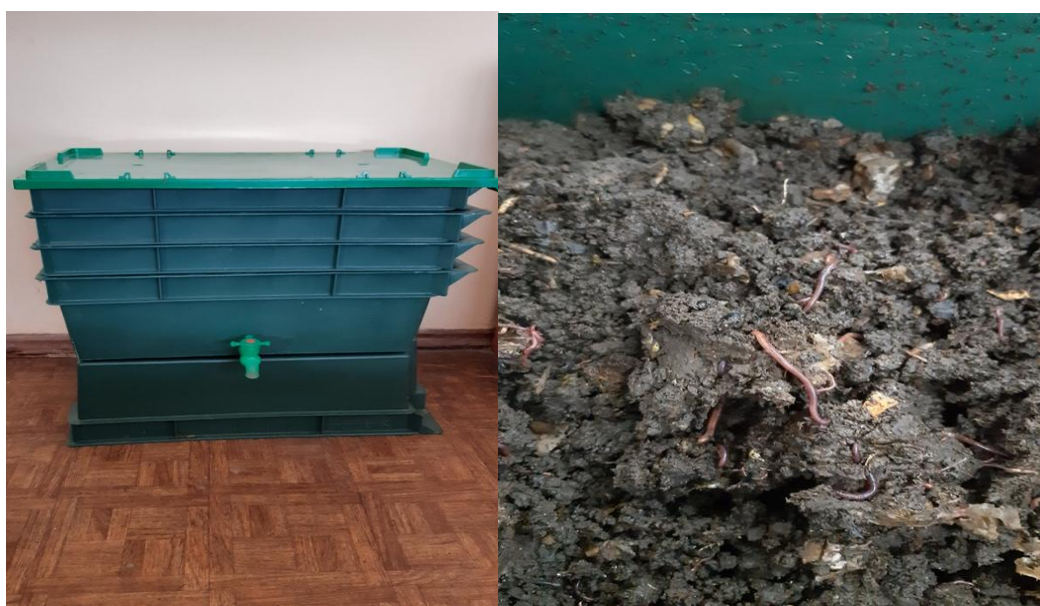
(Bligh E. G., Dyer W. J., 1959). Общее содержание липидов определено гравиметрическим методом, после полного удаления растворителя. Жирнокислотный состав исследуемых проб мышц рыбы определяли методом газовой хроматографии на хроматографе GC-2010 (Shimadzu, Япония), оснащенного капиллярной колонкой SPB® -5 (30 м × 0,32 мм × 0,25 мкм, Supelco, USA). Газохроматографический анализ проводили в соответствии с ГОСТ Р 51483-99.

Статистическая обработка полученного материала проводилась с применением общепринятых методик при помощи приложения «Excel» из программного пакета «OfficeXP» с учетом рекомендаций Н. А. Плохинского (1997). При этом определяли: объем выборки, среднюю арифметическую (M), статистическую ошибку средней арифметической (m), критерий достоверности Стьюдента.

Глава 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Технология изготовления и оценка качества вермимуки и комбикормов с вермимукой из компостного червя «Владимирский Старатель» (*Eisenia fetida*)

Выращивание компостных червей «Владимирский Старатель» (*Eisenia fetida*) проводили в вермикомпостере (Рисунок 4).



А)

Б)

Рисунок 4 – Вермикомпостер с выращенными гибридами червя «Владимирский Старатель», где: А) – внешний вид вермикомпостера
Б)–черви «Владимирский Старатель» в компосте.

Выращивание червя проводилось на растительных остатках с добавлением навоза крупного рогатого скота на протяжении 360 суток при температуре 21-24 °С и влажности субстрата около 75 %, рН субстрата был на уровне 6,5-8. Выращенных взрослых особей компостного червя для приготовления муки отбирали из субстрата вручную.

На Рисунке 5 отражен фрагмент тела червя с отдельно стоящими ворсинками, что является систематическим признаком гибрида «Владимирский Старатель».

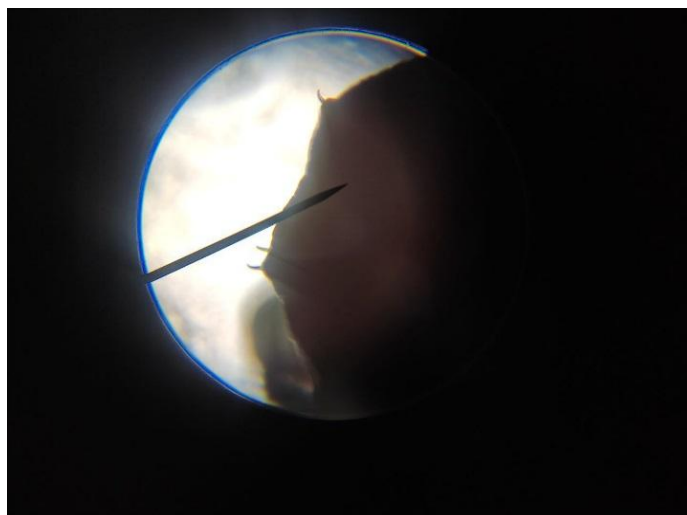


Рисунок 5 – Фрагмент тела червя *E. fetidas* отдельными ворсинками
Ув. 20x22

Технология получения белковой массы из компостного червя разрабатывалась различными авторами и сводилась к следующим операциям [115]:

- бланширование- обработка червей кипящей водой в течении 1 минуты и смешивание с 30%-ой патокой вместе с 0,3%-ым сорбатом калия в пастообразную субстанцию;

- обработка червей 3 %-ой муравьиной кислотой с последующей гомогенизацией;

- получение вермимуки, которое может происходить различными способами: 1) бланшировка червей в кипящей воде 1мин., сушка на воздухе и размалывание в муку;

- 2) быстрое замораживание червей, лиофилизация и размалывание в муку;

- 3) обработка червей ацетоном в течении 1 часа, высушивание при температуре 95°C в термостате и размалывание в муку.

Полученная белковая кормовая добавка, приготовленная различными способами может использоваться как самостоятельно, так и в составе комбикормов в рационах животных, птиц и рыб, а полученные результаты по ее использованию говорят о повышении продуктивности, иммунного статуса и выживаемости животных.

Кроме того, в кормлении животных и птиц может использоваться белковый продукт из червей не только в чистом виде, но и как смесь с биогумусом, полученным при переработки органических отходов самими червями [76].

Технология получения белковой массы, разработанная нами, отличалась по технологии от других приемов получения вермикуи и включала в себя, очистку биомассы червей от субстрата, их мытье, сушку, последующее измельчение высушенного сырья и обработку готовой муки ультрафиолетом (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Технология приготовления вермикуи из *E. fetida*

Преимуществом предложенного способа получения является сокращение времени получения муки, поскольку исключается процесс бланшировки червя. В процессе сушки температура в термостате составляет 60°C, что позволяет предотвратить процесс денатурации белка. Кроме того, отличительной особенностью предложенной технологии является то, что готовая мука из компостного червя подвергается воздействию ультрафиолетового излучения в течение 30 минут для уничтожения патогенной микрофлоры и увеличения срока хранения готового продукта [81, 85].

Биомассу компостных червей *E. fetida* извлекали из субстрата, промывали проточной водой от остатка субстрата и полного удаления отходов жизнедеятельности из кишечника (Рисунок 7).



Рисунок 7 – Промывание компостного червя

На рисунке 8 представлена промытая биомасса компостных червей, перед загрузкой в термостат. Промытых червей взвешивали на электронных весах.



Рисунок 8 – Сушка *E. fetida* в термостате

Высушивание биомассы червя *E. Fetida* осуществлялось путем раскладки на противень, застеленный силиконизированной пергаментной бумагой, и продолжалось в течение 24 часов, при температуре 60° С. В последующем высушенный продукт извлекали из термостата, осторожно отделяли от бумаги и регистрировали его массу для последующего определения выхода готовой муки (рисунок 9).

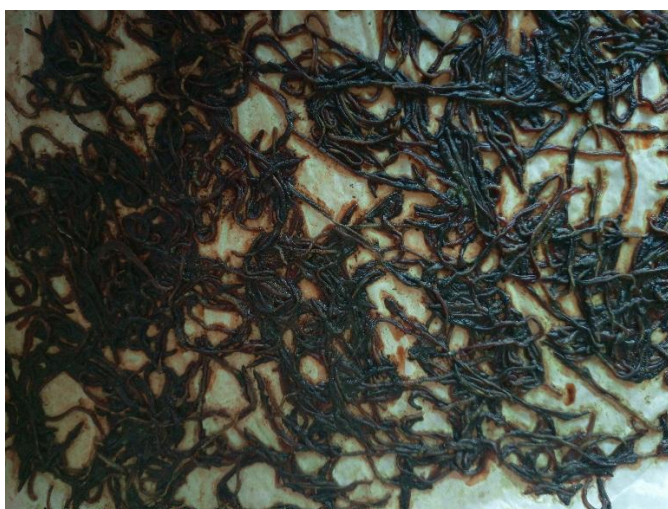


Рисунок 9 – Высушенные черви

На рисунке 10 представлен готовый продукт из размолотого сухого червя



Рисунок 10 – Вермимука

Мука получена путем измельчения на электрической мельнице до размера гранул 1–2 мм. Затем муку обработали ультрафиолетовым излучением в течение получаса.

В Таблице 14 представлены качественные параметры вермимуки, выход около 22,6 %.

Таблица 14 – Качественные показатели муки из биомассы червей

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Однородный сыпучий порошок без плотных включений, не рассыпающихся при надавливании комков
Запах	Специфический, приятный мясной
Цвет	От светло серого до темно коричневого
Крупность помола	1–2 мм

Готовый порошок имел светло коричневый цвет, однородную текстуру с выраженным приятным мясным запахом.

Основные показатели химического состава муки из компостного червя представлены в таблице 15.

Вермимука вводилась в комбикорм в количестве 5 и 7 % взамен такого же количества рыбной муки на комбикормовом заводе ООО «Прометрика» г. Саратов.

Таблица 15 – Основные показатели химического состава вермимуки

Показатель, %	Содержание
Вода	9,90
Сырой протеин	46,06
Сырой жир	10,90
Сырая зола	6,20
БЭВ	26,94

Химический состав комбикормов, используемых в эксперименте представлен в Таблице 16.

Таблица 16 – Химический состав образцов корма для осетров

Показатель, %	комбикорм «Оптима»	1-опытный комбикорм	2-опытный комбикорм
Влага	7,20	7,21	7,19
Сырой протеин	46,00	45,50	44,70
Сырой жир	15,00	15,72	16,96
Сырая клетчатка	1,90	1,90	1,90
Сырая зола	8,00	5,70	5,30
БЭВ	21,90	23,97	23,95
Кальций	2,60	2,61	2,67
Фосфор	1,00	1,38	1,25
Обменная энергия (МДж/кг)	15,21	15,15	15,17
Витамин А (М.Е./кг)	12000	12000	12000
Витамин D3 (М.Е./кг)	2100	2100	2100
Витамин Е (мг/кг)	340	340	340
Витамин С (мг/кг)	525	525	525

Согласно данным, приведённым в таблице, количество сырого протеина в опытных комбикормах снижено на 0,5 и 1,3 %, но содержание сырого жира выше на 0,72 и 1,96 %, соответственно, по сравнению с контролем.

Аминокислоты занимают ключевое положение в клеточном обмене, так как практически все биохимические реакции, катализируемые ферментами, состоят из аминокислотных остатков. Аминокислоты важны для углеводного и

липидного обмена, для синтеза тканевых белков и многих других соединений, а также в качестве метаболического источника энергии.

Для питательных целей все аминокислоты подразделяют на две группы: незаменимые и заменимые.

Аминокислоты, не синтезируемые организмом животных, либо синтезируемые с недостаточной скоростью для потребностей растущего организма относятся к незаменимым. В рыбоводных хозяйствах очень часто используют синтетические аминокислоты для оптимизации питательного состава рациона.

Аминокислотный состав кормов представлен в Таблице 17.

Таблица 17 – Аминокислотный состав кормов, г/100 г

Аминокислоты	Образец корма		
	комбикорм «Оптима»	1-опытный комбикорм	2-опытный комбикорм
1	2	3	4
Незаменимые			
Аргинин	1,64	1,90	2,34
Валин	1,17	1,35	1,86
Лизин	1,56	1,80	3,16
Лейцин	2,29	2,64	3,57
Изолейцин	0,90	1,04	1,40
Треонин	1,17	1,35	1,73
Метионин	0,44	0,51	0,59
Фенилаланин	1,55	1,79	1,94
Гистидин	0,76	0,88	0,99
Метионин+цистеин	0,51	0,58	0,67
Заменимые			
Глицин	1,91	2,20	2,74
Аланин	1,62	1,86	2,73
Пролин	1,60	1,85	2,37
Серин	1,45	1,67	2,11
Цистин	0,07	0,08	0,08
Аспарагиновая кислота	2,96	3,42	4,78

1	2	3	4
Глутаминовая кислота	4,85	5,59	7,83
Тирозин	0,98	1,15	1,28
Аспарагин	0,39	0,45	0,64
Гидроксипролин	0,65	0,65	0,71

Анализ данных, представленных в таблице, показал, что содержание треонина, фенилаланина и комплекса метионин+ цистеин было наибольшим в образце с 7 % содержанием вермимуки – 0,59; 1,94 и 0,67 г, что выше на 47,9 %; 25,2 % и 31,4 %, соответственно, их значений в образце контрольного корма. По количеству лизина опытный корм с 7 % содержанием муки из червя в 2 раза превысил контрольный образец. Подобная тенденция наблюдается по всем остальным аминокислотам комбикорма. Более высокое содержание незаменимых и заменимых аминокислот в опытных комбикормах говорит о том, что биологическая ценность белка в этих комбикормах выше за счет введения белкового компонента из компостного червя.

3.2 Результаты лабораторного опыта

3.2.1 Условия выращивания и кормления осетровых

Для получения достоверных результатов исследований требовалось обеспечить два ключевых аспекта: оптимальные условия содержания и сбалансированное кормление подопытных особей.

При разведении осетровых критическое значение имеют физико-химические параметры воды и плотность посадки. Именно эти факторы напрямую влияют на темпы роста и выживаемость рыбы. Вода должна быть свободна от токсичных соединений и посторонних примесей, концентрация которых не превышает предельно допустимых значений (Таблица 18).

Кроме того, её характеристики обязаны соответствовать установленным нормативам для осетровых [126].

Особую роль в аквакультуре осетровых играет температурный режим.

Таблица 18- Требования к качеству воды при разведении и выращивании осетровых рыб

Показатель	ОСТ 15.372.87
Прозрачность	30 см
Цветность	30°
рН	7,0-8,0
Углекислота свободная	(CO ₂) 10,00 мг/л
Кислород растворенный	6,00 мг/л
Окисляемость перманганатная	10,00 мгО ₂ /л
Сероводород	0,002 мг/л
Кальций	180 мг/л
Магний	40 мг/л
Кадмий	0,003 мг/л
Железо	0,01 мг/л
Свинец	0,003 мг/л
Цинк	0,03 мг/л
Натрий + Калий	120 + 50 мг/л
Хлориды	30 мг/л
Сульфаты	50 мг/л
Фосфаты	0,30 мг/л
Гидрокарбонаты (щелочность)	7,00-8,00 мг экв/л 1,00 -5,00 ммоль/л
Аммиак (NH ₄ ⁺)	0,50 мг/л
Азот аммиака (NH ₃)	0,003 мг/л
Азот нитритов	0,10 мг/л (мягкая вода) 0,20 мг/л (жесткая вода)
Азот нитратов	1,00 мг/л
Жесткость общая	6,00-8,00 мг/л
Биохимическая потребность в кислороде	(БПК ₅) 2,00 мгО ₂ /л
Взвешенные вещества	10,00 мг/л

Наибольшая эффективность усвоения кормов наблюдается в диапазоне 20–23 °С, что делает этот показатель одним из определяющих факторов при интенсивном выращивании. Температура воды в период проведения эксперимента колебалась незначительно в пределах 20–21° С. Отклонения от оптимальных значений приводят к изменению кислородного обмена, замедлению роста и нарушению пищеварения.

Проведённый анализ подтвердил, что все гидрохимические показатели воды находились в пределах нормы, необходимой для оптимального содержания осетровых (Таблица 19).

Таблица 19 – Гидрохимический состав среды в аквариумах

Показатели	Значение
рН	6,00
Кислород O ₂ , мг/л	6,70-10,20
Цветность, градусы	20
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,30
Азот нитритов, мг/л	0,01
Азот нитратов, мг/л	1,00
Фосфаты, мг/л	0,30
Общая жесткость, мг-экв/л	3,00
Хлориды, мг/л	0,25
Марганец, мг/л	0,01
Железо, мг/л	0,20

Значения растворенного кислорода были на уровне 6,70-10,20 мг/л, что выше предельно-допустимых концентраций и являются оптимальными. Водородный показатель (рН) соответствовал физиологическим нормативам.

Остальные гидрохимические показатели также соответствовали оптимальным значениям для выращивания осетровых рыб.

Соблюдение регламентированной плотности посадки – критически важный фактор успешного выращивания. В соответствии с бионормативами [125] для осетровых рыб целевой массой до 500 г установлены следующие

стандарты: 100–125 экз./м² – для молоди массой 5–200 г; 60–75 экз./м² – для особей 300–500 г. В ходе лабораторного опыта плотность посадки составила 10 особей на 0,5 м² при средней навеске 304 г, что полностью соответствует указанным нормативам и исключает эффект перенаселения.

3.2.2 Влияние вермикули на рост и развитие гибрида осетровых

Ключевыми критериями оценки влияния вермикули на рост и продуктивность осетровых рыб служили такие критерии как динамика изменения массы тела особей, затраты корма на единицу прироста. Эти интегральные показатели позволяют объективно оценить эффективность различных рационов в условиях эксперимента. При проведении лабораторного опыта была отобрана молодь гибрида русского и сибирского осетра со средней массой около 304 г. Используя метод аналогов, было сформировано 3 группы, контрольная и 2 опытных по 10 особей в каждой. В ходе эксперимента были получены следующие результаты по динамике роста средней массы рыб, представленные в Таблице 20.

Таблица 20 - Динамика роста средней массы осетровых, г

Период эксперимента, нед.	Группа		
	контрольная	1- Опытная	2- Опытная
1	2	3	4
Начало опыта	304,00 ± 1,05	304,00 ± 0,87	304,00 ± 0,60
1	305,40 ± 3,10	306,20 ± 1,10	306,50 ± 3,10
2	307,00 ± 0,40	308,50 ± 1,10	309,70 ± 4,52
3	308,00 ± 0,40	310,00 ± 2,20	312,00 ± 7,10
4	312,00 ± 0,40	320,00 ± 5,20*	328,00 ± 4,40***
5	328,00 ± 2,70	334,00 ± 2,40	340,00 ± 11,60**
6	335,00 ± 1,40	352,00 ± 5,30**	359,00 ± 9,20***
7	340,20 ± 3,30	370,70 ± 6,70***	386,00 ± 14,20***
8	362,00 ± 1,20	380,50 ± 3,00***	389,00 ± 5,10***
9	370,00 ± 2,23	390,00 ± 1,60***	410,00 ± 3,53***

1	2	3	4
10	379,00 ± 1,50	401,00 ± 3,10***	420,00 ± 5,70***
11	389,00± 4,56	412,00 ± 3,54	435,00 ± 7,55
12	399,00± 2,51	434,0±0,31***	454,0±0,27***

Примечание: *P_≥ 0,95; **P_≥0,99; ***P_≥ 0,999

При анализе динамики роста средней массы гибрида осетра было выяснено, что замещение 7 % рыбной муки на вермимуку дало наилучший результат по сравнению с контрольной группой и группой где рыбная мука была замещена 5 % вермимуки. Так начиная с 4-й недели 2-я опытная группа достоверно опережала по средней массе контроль и 1-ю опытную группу на 16 г (P_≥ 0,999) и 8 г, а к концу опыта, различия по средней массе еще более увеличились и составили 55 г и 20 г (P_≥ 0,999).

Из представленных данных по абсолютному приросту за период опыта (Таблица 21) лучшие показатели были в опытных группах. В контрольной группе, где рыба получала комбикорм со стандартной рецептурой, наблюдалось отставание по абсолютному приросту. 1-я опытная группа по этому показателю превышала контроль на 35 г, а 2-я опытная группа – на 55 г.

Таблица 21 – Показатели прироста и выживаемости молоди осетра, г

Показатель	Группа		
	контрольная	1 - Опытная	2 - Опытная
Абсолютный прирост, г	95,00	130,00	150,00
Относительный прирост, %	31,25	42,76	49,34
Среднесуточный прирост, г	1,06	1,44	1,67
Коэффициент массонакопления, ед.	0,023	0,030	0,034
Выживаемость, %	100	100	100

Результаты эксперимента демонстрируют выраженную зависимость между уровнем замещения рыбной муки вермимукой и продуктивными показателями осетровых. Проведённый сравнительный анализ относительного

прироста массы выявил закономерность повышения относительного прироста с увеличением количества введенной в комбикорм вермимуки. Так 2-я опытная группа превысила контроль и 1-ю опытную группу по этому показателю на 18,09 и 11,51 %. Среднесуточный прирост был выше в этой опытной группе по сравнению с контролем и первой опытной группой на 0,61 и 0,38 г [83]. Коэффициент массонакопления также самый высокий отмечен во 2-й опытной группе и превышал контроль на 0,011. Полученные результаты возможно объяснить тем, что уровень замещения рыбной муки в количестве 7 % является оптимальным для роста и развития рыбы. Замещение рыбной муки на 5 % вермимукой является менее эффективным. Выживаемость у всех подопытных групп составила 100%.

В ходе опыта выявлено значительное влияние вермимуки на биоэнергетические показатели выращивания осетровых. Проведенный анализ выявил следующую динамику эффективности использования кормов (Таблица 22).

Таблица 22 –Показатели затрат кормов, энергии и сырого протеина на единицу прироста

Показатели	Группа		
	контрольная	1 - Опытная	2 - Опытная
Затраты корма (кг) на 1 кг прироста	2,40	1,83	1,57
Затраты энергии на 1 кг прироста, МДж	36,54	27,66	23,89
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	1105,19	830,77	703,88

Так в контрольной группе показатели затрат корма на 1 кг прироста составили 2,40 кг, в 1-й опытной группе (5 % вермимуки) - 1,83 кг корма/кг прироста (снижение затрат на 23,8 %), во 2-й опытной группе (7 % вермимуки) затраты составили 1,57 кг корма/кг прироста (снижение на 34,58 % относительно контроля). Затраты обменной энергии на 1 кг прироста были в контроле 36,54

МДж/кг прироста, в 1-й опытной группе 25,71 МДж/кг (снижение на 24,30 %), и во 2-й опытной группе: 23,89 МДж/кг (снижение на 34,62 % по сравнению с контролем).

Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, в контрольной группе составили в первой и во второй опытной группе были ниже на 274,42 и 401,31 г, соответственно. Обобщая полученные данные, мы видим, что группа, получавшая 7 % вермимуки в рационе, использует сырой протеин гораздо меньше на 1 кг прироста, чем в контрольной и первой опытной группе.

Таким образом, добавление вермимуки обеспечивает улучшение кормовой конверсии [80].

На основании данных лабораторного опыта мы пришли к выводу, что оптимальное количество замещения рыбной муки на вермимуку для научно - хозяйственного опыта должно составлять 7 %, так как это количество превосходит по своим показателям контрольную и 1-ю опытную группу. Замещение рыбной муки на 5 % вермимукой, способствовало росту ихтиомассы по сравнению с контролем, но значения этого показателя были ниже по сравнению со 2-й опытной группой.

3.2.3 Биохимические показатели крови

Гематологические показатели отражают функциональное состояние органов и систем организма [29].

Кровь брали у трех особей из каждой группы (контрольной и двух опытных). Взятие крови проводили у голодной рыбы в течение 5–10 минут после отлова из сердечной мышцы, удаляли слизь, протирали кожу спиртом, затем вводили шприц в сердечную мышцу и собирали кровь в пробирки с активатором сгустка (Рисунок 11).

Биохимическая характеристика крови различна у разных видов рыб в связи с особенностями среды обитания и образа жизни. Возможно колебание

показателей внутри одного вида в зависимости от сезона года, условий содержания, возраста [31].

Кровь, как внутренняя среда организма, содержит в плазме белки, углеводы (гликоген, глюкоза и др.) и другие вещества, участвующие в энергетическом и пластическом обмене, в создании защитных свойств, обеспечивает постоянство внутренней среды организма.



Рисунок 11 – Взятие крови у подопытных осетров

Уровень в крови этих веществ обусловлен биологическими особенностями рыб и абиотических факторов, а подвижность состава крови позволяет использовать ее показатели для диагностики физиологического состояния.

На протяжении эксперимента, в начале и конце определяли содержание общего билирубина, билирубина прямого, ферментов аспаратаминотрансферазы (АсТ) и аланинаминотрансферазы (АлТ), общего белка, креатинина, глюкозы, щелочной фосфатазы, кальция и фосфора.

Билирубин является конечным продуктом распада гемоглобина. Определение количества билирубина плазмы крови используется для оценки функции печени.

Биохимические показатели крови молоди осетров контрольной группы в подготовительный период эксперимента: билирубин общий – $13,83 \pm 4,01$ мкмоль/л, билирубин прямой – $2,10 \pm 0,85$ мкмоль/л, АсТ – $47,33 \pm 9,45$ ед./л, АлТ – $25,77 \pm 9,00$ ед./л, белок общий – $64,83 \pm 8,69$ г/л, креатинин – $65,43 \pm 26,63$ мкмоль/л, глюкоза – $2,70 \pm 0,95$ мкмоль/л, щелочная фосфатаза – $40,80 \pm 15,25$ ед./л, кальций – $4,07 \pm 0,29$ ммоль/л, фосфор – $2,83 \pm 0,15$ ммоль/л.

Данные биохимического анализа сыворотки крови в конце опыта приведены в Таблице 23.

Таблица 23 – Биохимические показатели сыворотки крови осетров

Показатель	Единица измерения	Группа		
		контрольная	1 – Опытная	2 – Опытная
Билирубин общий	мкмоль/л	$8,17 \pm 1,20$	$6,70 \pm 0,92$	$6,83 \pm 1,17$
Билирубин прямой	мкмоль/л	$2,60 \pm 0,79$	$1,90 \pm 0,40$	$1,90 \pm 0,65$
АсТ	ед./л	$44,00 \pm 6,35$	$39,57 \pm 3,03$	$35,43 \pm 5,21$
АлТ	ед./л	$36,87 \pm 4,45$	$23,40 \pm 4,50$	$25,53 \pm 3,70$
Белок общий	г/л	$72,67 \pm 1,45$	$76,33 \pm 2,46$	$77,17 \pm 1,92$
Креатинин	мкмоль/л	$94,47 \pm 4,58$	$88,73 \pm 6,44$	$91,70 \pm 3,86$
Глюкоза	ммоль/л	$3,40 \pm 0,15$	$3,80 \pm 0,15$	$3,93 \pm 0,15$
Щелочная фосфатаза	ед./л	$61,50 \pm 4,54$	$78,07 \pm 8,51$	$61,67 \pm 9,53$
Кальций	ммоль/л	$4,20 \pm 0,29$	$4,43 \pm 0,20$	$4,20 \pm 0,12$
Фосфор	ммоль/л	$2,77 \pm 0,47$	$2,90 \pm 0,31$	$3,03 \pm 0,03$

Анализируя таблицу, можно отметить, что количество общего и прямого билирубина в 1-й и 2-й опытных группах ниже по сравнению с контролем на 1,47

и 134 мкмоль/л и на 0,7 мкмоль/л, соответственно. Избыток активности АсТ свидетельствует об круге патологических состояний сердца мышц и, равно как и повышенное содержание АлТ является маркером нарушений функций печени. Максимальная активность АсТ и концентрация АлТ у контрольных особей. В опытных группах значения АсТ были ниже контроля, причем наибольшее снижение наблюдалось во 2-й опытной группе на 8,57 ед./л по сравнению с контрольными цифрами. Значения АлТ также были ниже в опытных группах на 13,47 и на 11,34 ед./л, соответственно.

Повышение показателя коэффициента де Ритиса (соотношение АсТ к АлТ) наблюдают при патологиях сердечной мышцы, а снижение при патологиях печени. В норме этот показатель находится в пределах от 0,9 до 1,73 ед./л, коэффициент де Ритиса больше 2 свидетельствует о поражении сердца, меньше 1 – о поражении печени.

Коэффициент де Ритиса в начале эксперимента составил в контрольной группе – 1,84 ед./л. В конце опыта в контрольной группе – 1,19 ед./л, в 1-й опытной группе – 1,69 ед./л, во 2-й опытной группе – 1,39 ед./л, что не выходит за патологические границы.

В конце опыта незначительно повышается концентрация общего белка во всех подопытных группах, возможно это связано с увеличением массы и размеров тела, а, следовательно, увеличением объема крови и ее компонентов. Максимальное значение по общему белку отмечается во 2-й опытной группе в конце опыта – 77,17 г/л, по сравнению с контролем показатель увеличился на 4,5 г/л.

Показатель креатинина свидетельствует о работе выделительной системы организма – почек. Значения креатинина претерпевали незначительные колебания у опытных групп и были снижены относительно контроля на 5,74 и 2,77 мкмоль/л.

Значение глюкозы в сыворотке крови зависит от интенсивности углеводного обмена. Наибольший уровень глюкозы наблюдался во 2-й опытной

группе – 3,93 ммоль/л, превысив контрольную на 0,53 ммоль/л, однако это значение входит в пределы физиологической нормы 1,5 до 4,0 ммоль/л.

Щелочная фосфатаза участвует в обмене углеводов, липидов и нуклеиновых кислот. Повышенное содержание щелочной фосфатазы в сыворотке крови свидетельствует о нарушении функций печени. С возрастом активность щелочной фосфатазы снижается. Незначительно щелочная фосфатаза увеличивалась у осетров 1-й опытной группы до значений 78,07 ед./л, у особей 2-й опытной группы значения щелочной фосфатазы были на уровне контрольных цифр.

По показателям кальция и фосфора значения у осетров опытных групп – незначительно отличались от значений контроля.

Изменения биохимических показателей крови у опытных групп незначительно варьировали и достоверно не отличались от контрольных значений.

Таким образом, введение в комбикорма муки из компостного червя не оказало негативного влияния на биохимические показатели крови гибрида осетра.

3.2.4 Состояние внутренних органов и соматические индексы органов и тканей

Для анализа физиологического состояния животного необходимо дать оценку состояния внутренних органов. Для этого в период опыта был проведен контрольный убой в начале эксперимента и в конце. Были отобраны по 3 особи из каждой группы в начале эксперимента со средней живой массой $331,67 \pm 31,48$ г (Рисунок 12).

У рыбы вскрыли брюшную полость, извлекли внутренние органы, отделили голову с жабрами, плавники, удалили кожу, отделили мышечную ткань от хрящевой и взвесили.



Рисунок 12 – Вскрытие подопытных осетров

Результаты убоя осетров в начале эксперимента показали, что масса кожи имела значение $58,33 \pm 8,73$ г; головы и плавников – $108,67 \pm 10,71$ г; хрящевой ткани – $15,28 \pm 3,24$ г; мышечной ткани – $83,00 \pm 13,44$ г; сердца - $0,71 \pm 0,32$ г; печени – $3,56 \pm 0,75$ г; желудка – $1,25 \pm 0,08$ г; спирального клапана – $0,60 \pm 0,00$ г; кишечника – $6,17 \pm 0,27$ г; жабр, слизи, крови и др. внутренних органов – $13,00 \pm 2,32$ г.

В конце эксперимента для контрольного убоя были отобраны по 3 особи из каждой подопытной группы со средней массой 343,67-422,33 г и биологической длиной 47,67-48,50 см. Результаты контрольного убоя представлены в Таблице 24.

Таблица 24– Результаты контрольного убоя рыбы

Показатель	Группа		
	контрольная	1-Опытная	2-Опытная
1	2	3	4
Масса до убоя, г	$343,67 \pm 34,88$	$417,33 \pm 22,85$	$422,33 \pm 19,42$
Масса кожи, г	$53,33 \pm 4,71$	$69,33 \pm 7,22$	$68,67 \pm 0,82^*$
Масса головы и плавников, г	$105,67 \pm 5,21$	$118,33 \pm 10,30$	$126,67 \pm 5,76$
Масса хрящевой ткани, г	$25,15 \pm 2,03$	$38,27 \pm 5,41$	$32,88 \pm 1,74^*$
Масса мышечной ткани, г	$121,75 \pm 23,51$	$148,84 \pm 16,82$	$157,95 \pm 16,19$

Продолжение таблицы 24

1	2	3	4
Сердце, г	0,66±0,08	0,70±0,09	0,76±0,07
Печень, г	6,03±1,75	8,14±1,52	6,11±0,71
Масса желудка, г	1,93±0,31	2,58±0,26	1,86±0,22
Масса спирального клапана, г	1,16±0,13	1,66±0,16	1,37±0,45
Масса кишечника, г	10,31±1,39	11,95±2,94	9,24±0,98
Масса жабр, слизи, крови и др. внутренних органов, г	17,68±3,35	17,54±1,52	16,84±2,56

* $P \geq 0,95$

По результатам контрольного убоя можно отметить, что максимальная убойная масса наблюдается у рыб 2-й опытной группы, что на 78,66 г выше, чем в контрольной группе. По массе мышечной ткани также отмечается превосходство у осетров 2-й опытной группы, что на 36,18 г больше, чем в контрольной группе.

После вскрытия рыбы, был проведён осмотр внутренних органов и состояния брюшной полости.

При визуальном осмотре внутренних органов подопытной рыбы зафиксировано их нормальное расположение в брюшной полости. Сердце, печень, желудок, кишечник, спиральный клапан в норме без видимых патологий, поверхность брюшной полости ровная, окраска равномерная. После проведения осмотра нами были рассчитаны соматические индексы внутренних органов и тканей рыбы.

В начале опыта эти индексы в среднем были следующие: кожи – 16,67, головы и плавников – 34,03, хрящевой ткани – 3,77, мышечной ткани – 27,08, сердца – 0,16, печени – 1,20, желудка – 0,45, спирального клапана – 0,21, кишечника – 2,05.

Соматические индексы частей тела и тканей гибридов осетра в конце эксперимента представлены в Таблице 25.

Таблица 25– Индексы частей тела и тканей, %

Индекс тканей	Группа		
	контрольная	1-Опытная	2-Опытная
Кожа	15,63	16,68	16,29
Голова, плавники	31,13	28,39	29,99
Хрящевая ткань	7,37	9,15	7,82
Мышечная ткань	34,98	35,61	37,28

Согласно данным таблицы индекс мышечной ткани выше у особей 2-й опытной группы.

По индексу хрящевой ткани лидируют осетры 1-й опытной группы, что на 1,78 больше, чем в контрольной группе и на 5,38 выше значений, полученных в начале опыта.

Соматические индексы внутренних органов гибридов осетра в конце эксперимента представлены в Таблице 26.

По соматическому индексу печени, желудка и спирального клапана лидируют осетры 1-й опытной группы, что на 0,20 и 0,06 больше, чем в контрольной группе и на 0,50; 0,18 и 0,08, соответственно, выше значений, во 2-й опытной группе.

Таблица 26 - Соматические индексы внутренних органов в конце опыта, %

Индекс органов	Группа		
	контрольная	1-Опытная	2-Опытная
Сердце	0,19	0,17	0,18
Печень	1,75	1,95	1,45
Желудок	0,56	0,62	0,44
Кишечник	2,99	2,86	2,19
Спиральный клапан	0,34	0,40	0,32

Исходя из полученных данных, мы видим, что соматические индексы внутренних органов не значительно различаются во всех трех группах [82].

3.2.5 Товарные качества осетровых

Огромное значение в рационе человека имеет рыбная продукция, мясо рыб это один из важнейших источников белка и незаменимых макро- и микроэлементов в питании. В различных регионах мира, рыба в питании населения занимает от 17 до 83 %. Анализ потребления рыбной продукции показал, что рост её потребления на прямую влияет на увеличение продолжительности жизни, а оптимальный уровень потребления рыбы рекомендуемый Институтом питания АМН России составляет 23,7 кг в год на человека.

К товарным качествам рыбы относятся, процент выхода съедобных частей, а также соотношение воды, белка и жира. Мясо осетровых в зависимости от вида содержит (в %): воды – 62-70, белка – 16-18, жира – 6-15. Выход съедобных частей у осетровых может достигать 90 %, у лососевых он составляет 50 – 60 %, у карповых около 45 % [92].

В нашем эксперименте для оценки товарных качеств были рассчитаны коэффициент упитанности по формуле, предложенной в 1902 году Фультоном, и выход съедобных, несъедобных и условно съедобных частей гибрида осетра. Упитанность характеризует как физиологическое состояние рыбы, так и ее потребительскую ценность. Максимальных значений коэффициент упитанности достиг в 1-й опытной группе и составил 0,40, что на 0,1 выше контрольных цифр (Таблица 27).

Таблица 27 - Коэффициент упитанности рыбы и выход рыбной продукции

Показатель	Группа		
	контрольная	1-Опытная	2-Опытная
1	2	3	4
Длина рыбы, см	48,33±0,17	47,67±0,70	48,50±0,41
Коэффициент упитанности по Фультону	0,30	0,40	0,36
Масса съедобных частей, г	128,44±5,71	157,67±4,04*	164,82±4,11*

1	2	3	4
Масса условно съедобных частей, г	130,82±7,17	156,60±4,98*	159,54±2,54*
Масса несъедобных частей, г	84,41±7,84	103,06±5,28	97,97±1,94
Выход съедобных частей, %	37,37	37,78	39,03
Выход съедобных и условно съедобных частей, %	75,44	75,30	76,80

*P≥0,95

Наибольшая масса съедобных и условно съедобных частей отмечена в группе, которой в рацион была добавлена вермимука в количестве 7%. Масса съедобных частей во 2-й опытной группе превышала контроль на 36,38 г (P≥0,95). Масса условно съедобных частей также была выше в этой группе на 28,72 г (P≥0,95).

По процентному выходу этих частей также лидировала 2-я опытная группа, где выход съедобных частей был выше на 1,66 %, а выход суммы съедобных и условно съедобных частей на 1,36 % выше, чем в контроле [82].

3.2.6 Химический анализ мышечной ткани

Мышечными тканями являются ткани, различные по строению и происхождению и обладающие способностью к выраженным сокращениям.

Ценность мяса рыбы как пищевого продукта зависит от: количественного состава химических веществ и элементов, соотношения отдельных частей тела, гастрономических свойств. Химический состав мышц осетра изменяется в зависимости от возраста, физиологического состояния и рациона питания.

В таблице 28 представлен химический состав мышечной ткани рыб, участвующих в опыте.

Таблица 28 – Химический состав мышечной ткани гибрида осетра, %

Вещества	Группа		
	контрольная	1-Опытная	2-Опытная
Влага	71,40±1,51	73,20±0,65	74,70±0,46
Белок	16,10±0,49	13,90±0,98	12,60±1,04*
Жир	10,50±0,41	10,70±0,27	11,20±0,72
Зола	1,25±0,10	1,20±0,06	1,18±0,11
БЭВ	0,75±1,34	1,00±1,31	0,32±1,05
Кальций	0,187±0,004	0,180±0,006	0,180±0,001
Фосфор	0,011±0,004	0,011±0,001	0,010±0,001*

* $P \geq 0,95$

Анализ таблицы показывает, что мышечная ткань рыб 2-й опытной группы содержала на 3,3 % больше влаги по сравнению с контрольной группой.

Количество протеина в опытных группах на 3,8 % и 4,5 % ниже по сравнению с контрольной группой, но по количеству жира лидируют особи 2-й группы, опережающие своих сверстников в контроле на 0,7 %.

Показатели по кальцию и фосфору у всех подопытных групп были примерно на одном уровне.

3.2.7 Экономическая эффективность выращивания рыбы с использованием вермикуки

Экономическая эффективность представляет собой величину, исчисляемую соотношением полученных результатов и затрат на производство продукции. Эффективность является социально-экономической категорией, присущей всем типам социально-экономических отношений. Экономическая эффективность выступает как результат производственной деятельности, выраженный соотношением между итогами хозяйственной деятельности и

затратами ресурсов. В конце опыта была рассчитана экономическая эффективность (Таблица 29).

Таблица 29 – Экономическая эффективность выращивания рыбы с использованием вермимуки

Показатель	Группа		
	Контрольная	1- Опытная	2- Опытная
Ихтиомасса в начале опыта, кг	3,04	3,04	3,04
Ихтиомасса в конце опыта, кг	3,99	4,34	4,54
Стоимость 1 кг посадочного материала, руб.	1200,0	1200,0	1200,0
Стоимость всего посадочного материала, руб.	3648,0	3648,0	3648,0
Затраты кормов, кг	3,23	3,37	3,47
Стоимость 1 кг корма, руб.	197,0	199,6	200,6
Стоимость скормленных кормов, руб.	636,3	672,7	696,1
Затраты вермимуки, кг	-	0,08	0,12
Стоимость 1 кг вермимуки, руб.	-	102,0	102,0
Прочие затраты, руб.	206,9	217,6	224,7
Себестоимость рыбы, руб.	4491,2	4538,3	4568,8
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	1125,6	1045,7	1006,3
Цена реализации 1 кг осетра, руб.	1300,0	1300,0	1300,0
Выручка от реализации, руб.	5187,0	5642,0	5902,0
Прибыль, руб.	695,8	1103,7	1333,2
Уровень рентабельности, %	15,5	24,3	29,2

В статью себестоимости производства рыбы были включены основные затраты, связанные с ее выращиванием, покупка посадочного материала, корма и прочие затраты. В прочие затраты входит оплата труда, затраты на электричество, воду и др. Стоимость 1 кг корма для опытных групп рассчитана с учетом стоимости вермимуки, которая добавлялось в корм 1-й опытной группы в количестве 5 % или 25 г и 2-й опытной группы в количестве 10 % или 35 г от объема рыбной муки в 1 кг корма.

При стоимости 1 кг вермимуки 102,0 руб. получаем 2,55 руб. за 25 г муки и 3,57 руб. за 35 г муки, соответственно.

Затраты кормов во 2-й опытной группе были самыми высокими: 3,47 кг, в денежном эквиваленте эти затраты так же были больше затрат кормов в контрольной группе.

Кроме того, во второй опытной группе себестоимость всей рыбы превысила контрольные цифры на 1,73 %.

Но, в этой же опытной группе отмечены самые высокие показатели продуктивности, а себестоимость 1,0 кг гибрида осетра оказалась ниже контрольных цифр на 119,3 руб. Прибыль от реализации всей рыбы во 2-й опытной группе превысила аналогичный показатель в контроле на 637,4 руб.

Наивысший уровень рентабельности отмечается во 2-й опытной группе 29,2 %, что на 13,7 % выше, чем в контрольной группе.

Таким образом, 7 % муки из компостного червя «Владимировский Старатель» является оптимальным количеством замены тождественного количества рыбной муки в комбикорме. При введении этого количества вермимуки в рацион гибрида осетра увеличилась продуктивность рыб, снизились затраты корма на единицу прироста при 100%-й выживаемости. Не было отмечено негативного влияния на показатели крови и функциональное состояние органов. Товарные качества рыбной продукции возросли с более высоким выходом съедобных и условно-съедобных частей. При расчете экономической эффективности себестоимость 1 кг рыбы в опытной группе, где вводились 7 % вермимуки, оказалась меньше по сравнению с контролем, прибыль от реализации выше и рентабельность выращивания гибрида осетра при использовании оптимального количества вермимуки возросла по сравнению с контролем на 13,7 %

3.3 Результаты научно-хозяйственного опыта

3.3.1 Условия выращивания и кормления осетровых

Для проведения научно-хозяйственного опыта, было сформировано две подопытные группы методом групп-аналогов, контрольная и опытная, особей со средней массой около 255 г сеголетков гибрида русского и сибирского осетра, и разместили по 50 особей в каждой группе. Исследование проводили в бассейнах УЗВ диаметром 150,0 см и глубиной 80,0 см.

Были соблюдены нормы плотности посадки рыбы 50 особей на 1,7 м² площади дна бассейна, что также является важным условием для успешного содержания осетровых. При выращивании осетров, во время проведения научно-хозяйственного опыта температура соответствовала технологическим требованиям и колебалась в пределах от 19 до 24°С.

Гидрохимические параметры бассейнов представлены в Таблице 30.

Таблица 30 – Гидрохимический состав воды в бассейнах

Показатель	Значения
Кислород, мг/л	6,20-7,30
pH	7,0-8,2
Цветность, градус	18,0-20,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,20-0,27
Азот нитритов, мг/л	0,006-0,012
Азот нитратов, мг/л	0,17-0,34
Хлориды, мг/л	22,40-26,50
Железо, мг/л	0,25-0,38
Фосфаты (PO ₄), мг/л	0,15-0,23
Кальций, мг-экв/л	1,30-2,10
Жесткость общая, мг-экв/л	2,90-3,50

Значения показателей гидрохимического состава воды в бассейнах незначительно отличались от показателей гидрохимического состава, в

лабораторном опыте и так же соответствовали технологическим нормам. Значения кислорода колебались в пределах 6,20-7,30 мг/л, рН - 7,0 - 8,2.

Контрольная группа получала сбалансированный по питательным веществам производственный комбикорм для осетров марки «Оптима» с размером гранул 4 мм, содержащий следующие компоненты: 50 % рыбной муки, 10 % мясной муки, пшеничной муки 10 %, глютен кукурузный 5%, глютен пшеничный 4%, шрот соевый 10 %, люпин 10 %, премикс 1%. Опытная группа получала этот же комбикорм с добавлением 7 % белковой добавки из компостного червя и, соответственно, 43 % рыбной муки в составе комбикорма.

В период научно-хозяйственного эксперимента кормление осетровых осуществлялось вручную 3 раза в сутки, утром в 9:00 часов и днем в 12:00 и в 15:00 часов.

3.3.2 Влияние муки компостного червя на рост и развитие осетровых

Динамика развития и роста гибридов осетровых фиксировалась с помощью контрольных взвешиваний на электронных весах. Взвешивания проводились раз в неделю в течении всего научно-хозяйственного опыта.

Данные по динамике роста средней массы представлены на рисунке 13, где отражено, что, начиная с 3-й недели опытная группа начинает в росте опережать контрольную ($P \geq 0,99$), продолжая лидировать до конца эксперимента, показывая лучшие результаты, достигнув в конце опыта средней массы $863,84 \pm 2,82$ г ($P \geq 0,999$), в то время как в контрольной группе этот показатель имел значение $804,22 \pm 3,05$ г.

Имея примерно одинаковую ихтиомассу в группах в начале эксперимента, с пятой недели опытная группа начинает опережать контрольную и с тринадцатой недели контрольная группа начинает явно отставать от опытной группы и к концу эксперимента значения ихтиомассы составили в контрольной группе 40,2 кг и в опытной 43,2 кг.



Рисунок 13 - Динамика роста средней массы рыбы

В ходе проведения научно-хозяйственного опыта ихтиомасса опытной группы по отношению к контрольной группе была на 3,0 кг больше, что подтверждает эффективность введения вермикуки в рацион осетровых.

Данные по ростовым показателям представлены в Таблице 31.

Таблица 31 – Ростовые показатели и выживаемость

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Начальная средняя масса, г	255,60±1,39	255,28±1,39
Конечная средняя масса, г	804,22±6,06	863,84±5,49***
Абсолютный прирост, г	548,62	608,56
Относительный прирост, %	68,22	70,45
Среднесуточный прирост, г	2,90	3,22
Начальная ихтиомасса, г	12,78	12,76
Конечная ихтиомасса, г	40,21	43,19
Прирост ихтиомассы, кг	27,43	30,43
Коэффициент массонакопления, ед.	0,047	0,050
Выживаемость, %	100	100

*** $P \geq 0,999$

За период эксперимента, лучший результат был зафиксирован в опытной группе. Показатель абсолютного прироста в опытной группе был выше по сравнению с контрольной на 59,94 г.

Относительный прирост у гибрида осетровых за период исследований, в опытной группе так же был выше на 2,23 % по сравнению с контрольной группой. Среднесуточный прирост одной особи в опытной группе был на 0,32 г выше контроля.

Коэффициент массонакопления в опытной группе превышал контрольные цифры на 0,003. Выживаемость в обеих группах составила 100 %.

Современные комбикорма для осетровых разрабатываются с учетом их физиологических потребностей на разных этапах жизни: от молоди до взрослых особей. Важную роль играет не только состав корма, но и его усвояемость, размер гранул, частота кормления и условия содержания рыбы.

Использование качественных и сбалансированных кормов способствует ускорению роста, укреплению иммунитета и повышению продуктивности осетровых, что особенно важно, как для товарного выращивания, так и для сохранения популяции этих рыб, как ценного объекта аквакультуры.

Разница скормленного комбикорма за весь период была выше в опытной группе и составила 2,61 кг. В динамике поедаемости кормов начиная с пятой недели идёт неуклонный рост потребления кормов в опытной группе, что связано с более высоким темпом набора ихтиомассы.

Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы в опытной группе были ниже на 0,03 кг по сравнению с контрольной группой, где этот показатель составил 1,28 кг комбикорма (Таблица 32).

Таблица 32 –Показатели затрат кормов, энергии и сырого протеина

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,28	1,25

Затраты энергии на 1 кг прироста, МДж	19,51	18,95
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	590,17	573,15

Затраты обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста массы рыбы в опытной группе были также ниже на 0,56 МДж и 17,02 г, соответственно, по сравнению с контрольной группой.

3.3.3 Биохимические параметры крови и мышечной ткани

Кровь является особой жидкой тканью любого живого организма и выполняет связующую функцию между всеми тканями и органами организма. Всякое отклонение в физиологических процессах, протекающих в органах и тканях рыбы ведет к изменениям в составе или свойствах крови.

Показатели крови достаточно информативные и восприимчивые показатели физиологического состояния организма рыб. Поэтому, в наших исследованиях анализ некоторых биохимических показателей состава крови явился отражением влияния вермимуки на обменные процессы у гибридов осетровых.

Были получены данные по количественному содержанию общего и прямого билирубина, активности аминотрансфераз (АСТ и АЛТ), общего белка, креатинина, глюкозы, кальция и фосфора.

Общий билирубин в опытной группе был незначительно меньше по сравнению с контролем на 0,08 мкмоль/л, прямой же билирубин у рыб опытной группы имел незначительное увеличение данного показателя на 0,34 мкмоль/л, по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе.

Клеточный фермент аспаратаминотрансфераза (АСТ), участвует в аминокислотном обмене. Это показатель, который свидетельствует о

патологиях в печени, почках, других внутренних органах. Незначительное превышение показателя АСТ на 2,82 ед./л было отмечено в крови рыб опытной группы по сравнению с данными по этому показателю контрольной группы.

Клеточный фермент аланинаминотрансфераза (АЛТ) – участвует в аминокислотном обмене. Здесь также наблюдается незначительное превышение показателя АЛТ, как и в случае с АСТ в крови рыб опытной группы на 1,66 ед./л по сравнению с контролем (Таблица 33).

Таблица 33 - Некоторые биохимические показатели сыворотки крови осетров при использовании в кормлении вермикуки.

Показатель	Единицы измерения	Группа (n=5)	
		контрольная	опытная
Билирубин общий	мкмоль/л	10,48±0,50	10,40±1,75
Билирубин прямой	мкмоль/л	1,78±0,10	2,12±0,53
АсТ	Ед./л	28,28±1,55	31,10±4,84
АлТ	Ед./л	45,48±1,72	47,14±3,9
Белок общий	г/л	71,30±3,02	69,50±3,58
Креатинин	мкмоль/л	90,44±3,54	89,70±5,84
Глюкоза	ммоль/л	3,26±0,29	3,44±0,36
Щелочная фосфатаза	Ед./л	59,98±3,91	60,94±4,19
Кальций	ммоль/л	3,90±0,09	3,84±0,08
Фосфор	ммоль/л	2,54±0,13	2,54±0,09

Содержание общего белка в плазме крови опытной группы имело незначительное понижение на 1,8 г/л, по сравнению с контрольной группой, где это значение составило 71,30 г/л.

Колебание значений креатинина говорит о состоянии работы почек. В опытной группе этот показатель был снижен на 0,74 мкмоль/л по сравнению с контрольными значениями. Щелочная фосфатаза в опытной группе, напротив, была чуть выше контроля на 0,96 ед./л.

Глюкоза основной источник энергии для организма, на неё приходится порядка 90 % низкомолекулярных углеводов. Уровень глюкозы в опытной

группе имел незначительное повышение на 0,18 мкмоль/л, по сравнению с контрольной группой, где это значение составило 3,26 мкмоль/л.

Показатели кальция и фосфора в анализе крови особей контрольной и опытной групп были на одном уровне.

Изменения полученных данных по сывороточным показателям крови в подопытных группах были незначительны и достоверных отличий у рыб контрольной и опытной групп по этим параметрам не отмечалось.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что добавление в рацион вермикули не оказывает негативного влияния на биохимические параметры крови особей осетровых рыб и поддерживает физиологическое состояние рыб на оптимальном уровне.

3.3.4 Состояние внутренних органов

Следующим этапом наших исследований было определение влияния комбикорма с 7 % вермикули на состояние внутренних органов гибрида русского и сибирского осетров.

Для проведения контрольного убоя нами были отобраны по 5 особей из каждой группы со средней массой $808 \pm 7,27$ и $864 \pm 13,83$. Результаты контрольного убоя представлены в Таблице 34.

Во время вскрытия гибридов органы извлекались без повреждений, производилось взвешивание и визуальная оценка.

Визуальная оценка внутренних органов показала, что жабры развиваются без патологий, имеют здоровый цвет, пронизаны капиллярами.

Сердце без кровоизлияний, бордового цвета. Плавательный пузырь, молочно-серебристого цвета, располагающийся в брюшной полости без видимых повреждений. Слизистая оболочка пищевода, желудка, пилорического органа и кишечника имела бледно-розовый цвет, так же без видимых повреждений. Печень темно-бордового цвета, гладкая, блестящая, упругая с четкими контурами, без кровоизлияний, визуальных патологий не обнаружено.

Таблица 34. Результаты контрольного убоя

Показатель	Группа (n=5)	
	контрольная	опытная
Масса до убоя, г	808±7,27	864±13,83**
Масса кожи, г	139,8±1,28	150,8±4,03*
Масса головы и плавников, г	209,0±2,49	213,8±2,50
Масса хрящевой ткани, г	67,6±1,67	68,4±1,66
Масса мышечной ткани, г	293,0±1,3	324,0±3,98***
Сердце, г	1,16±0,01	1,24±0,04
Печень, г	25,27±1,19	28,12,±0,60
Масса желудка, г	6,11±0,02	6,67±0,24*
Масса спирального клапана, г	5,07±0,04	5,32±0,23
Масса кишечника, г	8,79±0,15	9,54±0,05**
Масса жабр, слизи, крови и др. внутренних органов, г	52,4±0,68	56,11±0,89

*P≥0,95; **P≥0,99; ***P≥0,999

Почки находились в полости тела анатомически правильно, под позвоночником по обе стороны спинной артерии, имели здоровый темно - красный цвет, патологических изменений так же не обнаружено.

При определении массы органов и вычислении соматических индексов нами было установлено, что масса внутренних органов контрольной и опытной группы достоверно не отличалась (Таблица 35).

Таблица 35 –Соматические индексы внутренних органов гибрида русского и сибирского осетра, %

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Сердце, г	0,14	0,14
Печень, г	3,12	3,25
Желудок, г	0,76	0,77
Спиральный клапан, г	0,63	0,62
Кишечник, г	1,08	1,10

Соматические индексы органов у осетров опытной группы были на уровне значений этих показателей в контрольной группе или чуть выше, лишь гепатосоматический индекс был ниже, чем в контроле.

Результаты использования вермимуки показали, что включение её в состав комбикорма положительно влияет на состояние внутренних органов гибридов и способствует их хорошему физиологическому состоянию.

3.3.5 Товарные качества осетровых

Белок мяса рыбы ценный пищевой продукт. Известно, что белок свежей рыбы по своему составу близок к белку куриного яйца. Также важное значение и имеют такие вещества как жиры, витамины и минеральные элементы. В мясе рыбы содержатся так же небелковые экстрактивные вещества, которые играют важную роль в пищеварении человека.

Физиологическое состояние рыбы характеризуется упитанностью. В ходе контрольного убоя была определена масса рыбы и биологическая длина и рассчитан коэффициент упитанности по Фультону (Таблица 36).

Таблица 36 - Коэффициент упитанности гибрида осетра по Фультону (n=5)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Масса до убоя, г	808,0±7,27	864,0±13,83**
Длина рыбы, см	60,06±0,04	60,66±0,96
Коэффициент упитанности по Фультону	0,37	0,38

** $P \geq 0,99$

Коэффициент упитанности в контрольной и опытной группе был примерно на одном уровне и составил 0,37 и 0,38, соответственно.

Для определения товарных качеств гибридов осетровых во время контрольного убоя был рассчитан вес съедобных, условно съедобных и несъедобных частей рыбы и их процентное соотношение (Таблица 37).

Таблица 37 – Убойный выход и процентное соотношение съедобных, условно съедобных и несъедобных частей рыбы

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Масса до убоя, г	808,0±7,27	864,0±13,83**
Масса съедобных частей, г	318,27±2,36	352,12±4,50***
Масса условно съедобных частей, г	276,40±3,22	282,20±4,15
Масса несъедобных частей, г	213,33±6,63	229,68±5,37*
Выход съедобных частей, %	39,39	40,76
Выход условно съедобных частей, %	34,21	32,66
Выход несъедобных частей, %	26,40	26,58

* $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$

К съедобным частям относятся собственно мясо рыбы, печень, икра и молоки, к условно съедобным голова и хрящевые ткани рыбы, к несъедобным частям рыбы относятся: кожа, сердце, желудок, спиральный клапан, кишечник, плавательный пузырь, почки, жабры, слизь, кровь.

Убойная масса осетров в опытной группе достоверно превышала на 56 г убойную массу рыб в контроле и составила 864,0 г.

Выход съедобных частей в опытной группе был достоверно выше ($P \geq 0,999$) на 33,85 г, в процентном отношении больше на 1,37 % по сравнению с контролем. Выход условно- съедобных частей в опытной группе составил 32,66 %, что на 2,45 % ниже, чем в контроле, а выход несъедобных частей был примерно на одном уровне у подопытных групп.

3.3.6 Питательная ценность мышечной ткани гибрида осетра

Для полной оценки товарных качеств рыбы необходимо представить химический, аминокислотный и жирнокислотный состав мышечной ткани гибрида осетра подопытных групп.

Химический состав мышечной ткани гибрида представлен в таблице 38.

Таблица 38 - Химический состав мышечной ткани гибрида осетра

Вещество	Группа	
	контрольная	опытная
Влага,%	71,10±0,38	72,10±0,85
Белок,%	16,46±0,59	14,88±1,03
Жир,%	10,50±0,36	11,13±0,84
Зола,%	1,50±0,12	1,47±0,15
Кальций, %	0,183±0,007	0,182 ±0,004
Фосфор, %	0,012±0,001	0,011±0,001
БЭВ, %	0,44±1,27	0,42±1,04

Анализ данных показывает, что мышечная ткань рыб в опытной группе содержала на 1,0 % больше влаги по сравнению с контрольной группой. Количество белка в мышцах опытной группы было несколько снижено на 1,58 % по сравнению с контрольной группой, но по количеству жира особи опытной группы, опережали своих сверстников в контроле на 0,63 %.

Показатели по кальцию и фосфору незначительно ниже у гибридов опытной группы.

Белки и их составляющие элементы, аминокислоты, являются важнейшими компонентами всех живых организмов. Обычно белок состоит из 300 аминокислот, соединенных в различных последовательностях, образующих огромное разнообразие белков. Белки выполняют многочисленные структурные и метаболические функции, а также играют важную роль в функционировании клеточного обмена.

Учеными установлена зависимость между аминокислотными профилями и видами рыбы, при этом не выявлено их воздействие на размер тела. Вопрос влияния факторов внешней среды на химический и аминокислотный состав мышечной ткани является перспективным для исследований [180].

В качестве материала для исследования использовали мышечную ткань гибрида осетра. Пробы для анализа были объединенными и состояли из образцов мышечной ткани, взятых у 3-х особей из каждой подопытной группы.

Результаты исследования мышечной ткани на содержание аминокислот представлены в Таблице 39.

Таблица 39 – Содержание аминокислот в мышечной ткани осетра, г/100 г ткани

Аминокислота	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Незаменимые		
Аргинин	1,07	1,27
Валин	0,55	0,64
Лизин	0,86	1,21
Лейцин	1,06	1,24
Изолейцин	0,53	0,62
Треонин	0,68	0,76
Метионин	0,51	0,60
Фенилаланин	0,81	1,03
Гистидин	0,65	0,75
Заменимые		
Глицин	0,55	0,91
Аланин	0,72	0,89
Пролин	0,44	0,55
Серин	0,72	0,81
Цистин	0,04	0,06
Аспарагиновая кислота	1,41	1,52
Глутаминовая кислота	1,28	2,38
Тирозин	0,75	0,85
Аспарагин	0,09	0,12

Гидроксипролин	0,13	0,15
Аминокислотные индексы		
Аминокислотный индекс НАК/ЗАК	0,78	0,72
Аминокислотный индекс НАК/Общие аминокислоты	0,44	0,42

В исследованных пробах подопытных групп в количественном отношении доминируют следующие кислоты: лизин, лейцин, фенилаланин, аспарагиновая, глутаминовая, аргинин.

В белковом обмене важное значение придается нарушению соотношения заменимых и эссенциальных кислот. При дефиците заменимых аминокислот возрастает потребность в незаменимых, что провоцирует снижение эффективности использования общего протеина корма. Меньше всего по количеству в исследуемых образцах содержалось цистина, аспарагина, гидроксипролина [84].

В белковом обмене важное значение придается нарушению соотношения заменимых и эссенциальных кислот. При дефиците заменимых аминокислот возрастает потребность в незаменимых, что провоцирует снижение эффективности использования общего протеина корма. Меньше всего по количеству в исследуемых образцах содержалось цистина, аспарагина, гидроксипролина [84]. В белках мышечной ткани осетров содержалось значительно большее количество заменимой аминокислоты – глутаминовой в контрольной группе 1,28 г/100 г и в опытной группе 2,38 г/100 г.

Аминокислотный индекс, выражающийся в отношении НАК/ЗАК, в исследованных образцах составил 0,78 и 0,72, что превышает значение для стандартного белка – 0,56. Аминокислотный индекс, выражающийся в отношении НАК/общие аминокислоты, в исследованных образцах составил 0,44 и 0,42, что также превысило значение для стандартного белка – 0,36.

Качественный и количественный состав белка, усвоение его в организме гидробионтов и степень переваримости определяют питательную ценность корма.

В Таблице 40 представлен аминокислотный скор, определяемый как отношение содержания незаменимой аминокислоты в сырье к ее содержанию в «идеальном белке».

Таблица 40 – Аминокислотный скор, %

Аминокислота	Группа		Рекомендации ФАО / ВОЗ 2011 г. г/100 г
	контрольная	опытная	
Лизин	17,9	25,2	4,8
Треонин	27,2	30,4	2,5
Фенилаланин+Тирозин	38,0	45,9	4,1
Лейцин	17,4	20,3	6,1
Изолейцин	17,7	20,7	3,0
Метионин + цистин	23,9	28,7	2,3
Валин	13,8	16,0	4,0
Гистидин	40,6	46,9	1,6

Полученные данные свидетельствуют о насыщении мышечной ткани подопытных осетров аминокислотами.

Наименьший скор у контрольной группы по аминокислоте валин, наибольший в опытной группе по аминокислоте гистидин. Так как скор во всех подопытных группах по представленным аминокислотам меньше 100 % они являются лимитирующими для мышечной ткани рыб. Кроме определения аминокислотного сора, для характеристики биологической ценности белка применяются и другие дополнительные критерии, такие как коэффициент утилитарности, коэффициент сопоставимой избыточности и другие.

В Таблице 41 представлена биологическая ценность белка по значимым показателям.

По питательной ценности мышечная ткань особей подопытных групп была примерно на одном уровне, где коэффициент утилитарности составил 0,64 и 0,62.

Таблица 41 – Биологическая ценность белка подопытных осетров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава, ед.	0,64	0,62
Коэффициент сопоставимой избыточности, г/100 г белка	3,49	3,49
Коэффициент различия (КРАС) аминокислотного состава, %	61,64	54,74
Биологическая ценность, %	38,36	45,26

Из 100 г съеденного человеком белка мышечной ткани опытной группы (коэффициент сопоставимой избыточности) 3,49 г не будут усвоены организмом. Биологическая ценность белка опытной группы выше по сравнению с мышечной тканью контрольных рыб на 6,9 %.

Для нормальной жизнедеятельности, в том числе и энергетического обмена необходимо поступление в организм рыб липидов различного происхождения. Вместе с пищей рыбам поступают насыщенные, моновенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты. Важную роль в процессе синтеза собственных жирных кислот играют эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты, такие как линолевая и линоленовая жирные кислоты, которые подвергаясь десатурации и элонгации превращаются в длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты–эйкозапентаеновую (20:5 n-3), докозагексаеновую (22:6 n-3), арахидоновую (20:4n-6) иэйкозотриеновую (20:3 n-30).

Насыщенные жирные кислоты (НЖК) и моновенасыщенные жирные кислоты (МНЖК) входят в состав триацилглицеринов используемых в качестве источников энергии [40]. Так у рыб опытной группы насыщенные и моновенасыщенные жирные кислоты в мышцах гибрида осетра преобладали по сравнению с количеством жирных кислот контрольной группы, что указывало на высокий уровень триацилглицеринов в мышечной ткани (Таблица 42).

Таблица 42 - Содержание отдельных жирных кислот в мышечной ткани гибрида осетра (n =3) при введении в рацион белка компостного червя, %

Показатель	Группа		
	Формула IUPAC	контрольная	опытная
Насыщенные жирные кислоты (НЖК), %			
Миристиновая	16:0	0,48±0,04	0,54±0,04
Стеариновая	18:0	1,05±0,3	1,62±0,50*
Элаидиновая	18:1	18,45±0,54	19,12±0,54
Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК)			
Гексадеценовая (пальмитолеиновая)	16:1n-7	0,91±0,11	1,24±0,20
Эруковая	22:1n-9	0,12±0,00	0,13±0,01
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК n-6), %			
Арахидоновая	20:4n-6	0,16 ± 0,01	0,25 ± 0,01**
Докозациеновая	22:2n-6	13,77 ± 1,21	13,7 ± 0,49
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК n-3), %			
Гамма-Линоленовая	18:3n-3	0,16± 0,02	0,19± 0,04
Эйкозапентаеновая	20:5n-3	0,49±0,08	0,46±0,12
Докозогексаеновая	22:6 n-3	0,48±0,08	0,59± 0,03
Эйкозотриеновая	20:3n-3	0,14±0,01	0,19±0,01
∑ ЖК октадекадиеновая /альфа-линоленовая /олеиновая кислоты		5,15± 0,83	5,71± 0,51

*P≥0,95; **P≥0,99

Значительное увеличение содержания стеариновой кислоты наблюдается в опытной группе, значения этой кислоты превысили контрольные цифры на 0,57% (P≥0,95).

Содержание арахидоновой жирной кислоты (20:4 n-6) в мышцах гибрида осетра опытной группы было больше на 0,09 % по сравнению с контролем (P≥0,99). Арахидоновая кислота, наряду с эйкозапентаеновой, является предшественником простагландинов.

Данные кислоты синтезируются во многих тканях в ответ на различные внеклеточные сигналы и участвуют в функционировании печени, нервной ткани, свертывании крови, иммунных и воспалительных реакциях. Эйкозапентаеновая и докозагексаеновая играют важную роль в функционировании мозга, всей нервной системы, способствуют ростовым процессам и резистентности к заболеваниям.

Другие же ПНЖК, такие как гамма-линоленовая (18:3 n-3), докозогексаеновая (22:6 n-3), и эйкозотриеновая (20:3n-3) были выше в опытной группе на 0,03; 0,11 и 0,05 %, соответственно, по сравнению с контрольной группой. Достаточно высокий уровень докозогексаеновой (22:6 n-3) жирной кислоты в опытной группе гибридных осетров способствовал более интенсивному росту и набору мышечной массы.

На основании данных, представленных выше можно сделать вывод, что использование комбикорма с вермимуккой в кормлении рыб оказывает положительное влияние на товарное качество рыбной продукции.

3.3.7. Результаты органолептической оценки мышечной ткани

Мясо осетров является в гастрономическом отношении деликатесом. Оно имеет белый цвет и жировые прослойки от ярко-желтого до оранжевого цвета.

Жир осетров легкоусвояемый, что благотворно влияет на снижение уровня холестерина в крови. Регулярное употребление его мяса способствует снижению риска развития заболеваний сердца и сосудов. По калорийности и содержанию полезных веществ не уступает мясу теплокровных, по легкости усвояемости его превосходит.

Влияние изучаемого заменителя рыбной муки на вкусовые качества мяса гибридов, проводилось с помощью органолептической оценки. Были приготовлены бульон и отварное мясо. Экспертная группа провела дегустацию и дала органолептическую оценку качеству мышечной ткани и бульона приготовленных из рыбы, участвовавшей в эксперименте по пятибальной шкале.

Оценка мяса проводилась по таким показателям как, вкус, сочность, запах, жесткость, волокнистость и цвет (Таблица 43).

Таблица 43 -Результаты оценки дегустации мяса, балл

Группа	Вкус	Сочность	Запах	Жест- кость	Волокнис- тость	Цвет	Итого
Контрольная	4,5	4,6	4,5	4,3	4,6	4,6	27,1
Опытная	4,5	4,7	4,5	4,3	4,7	4,7	27,4

По результатам оценки мяса можно отметить, что качество мяса рыб опытной группы незначительно выше качества контрольной, при этом показатели между контролем и опытной группой различаются и превосходят контрольную группу на 0,3 балла.

Рыбный бульон оценивали по шести показателям: цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира (Таблица 44).

По результатам дегустации бульона, полученного при варке мяса рыб видно, что бульон рыб опытной группы, по таким показателям, как аромат, прозрачность, капельки жира, превосходил бульон контрольной группы, а по сумме баллов превысил контрольную группу на 0,5 баллов.

Таблица 44 -Результаты оценки дегустации бульона, балл

Группа	Цвет	Вкус	Аромат	Наварис- тость	Прозрач- ность	Капельки жира	Итого
Контрольная	4,6	4,5	4,5	4,4	4,4	4,5	26,9
Опытная	4,6	4,5	4,7	4,4	4,6	4,6	27,4

В результате дегустации рыбы очевидно, что использование в кормлении осетровых зообелка компостного червя в количестве 7 % замены рыбной муки, не оказало негативного влияния на качество мяса гибрида осетровых после кулинарной обработки и было примерно на одном уровне по органолептическим дегустационным параметрам.

3.3.8 Экономическая эффективность выращивания осетровых при использовании оптимального количества вермимуки

Экономическая эффективность является результатом хозяйственной деятельности, выражающемся в соотношении затрат и прибыли по итогам производственной деятельности.

Экономическая эффективность определяется, отношением полученной прибыли и затраченных средств на единицу продукции. Эффективность, является социально-экономической категорией, присущей всем типам социально-экономических отношений.

По завершению научно-хозяйственного опыта нами была рассчитана экономическая эффективность выращивания гибрида русского и сибирского осетра при использовании комбикорма с заменой рыбной муки в его составе на вермимуку в количестве 7 % (Таблица 45).

Таблица 45 – Экономическая эффективность выращивания гибрида русского и сибирского осетра при использовании зообелка компостного червя

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Масса в начале, кг	12,78	12,76
Масса в конце, кг	40,21	43,19
Прирост, кг	27,43	30,43
Стоимость 1 кг посадочного материала, тыс. руб.	1,20	1,20
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб.	15,34	15,32
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	197,00	200,60
Скормлено комбикорма на группу, кг	35,19	37,91
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	6,93	7,60
Стоимость 1 кг добавки, руб.		102,00
Скормлено добавки, кг		1,33
Стоимость комбикорма с добавкой, тыс. руб.		7,74

1	2	3
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,28	1,25
Реализационная цена 1 кг рыбы, тыс. руб.	1,20	1,20
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	48,25	51,83
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	33,22	34,01
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	826,12	787,39
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	15,03	17,82
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	373,88	412,61
Дополнительно полученная прибыль от реализации, тыс. руб.		2,79
Уровень рентабельности, %	45,26	52,40

Структура себестоимости продукции состоит из: стоимости рыбопосадочного материала, стоимости затраченных кормов, стоимости вермимуки и прочих расходов. В категорию прочих расходов входит заработная плата, оплата коммунальных услуг. Большую часть в процентном соотношении занимают затраты на рыбопосадочный материал, составляющие порядка 55 % от всех видов затрат, затраты на корма, вермимуку и прочие расходы, составляют 45 % от всей себестоимости рыбной продукции.

Затраты на комбикорм с вермимукой и себестоимость всей рыбы опытной группы были выше на 810 руб. и 790 руб. по сравнению с контролем. Но себестоимость 1 кг рыбы опытной группы была ниже контрольных цифр на 38,73 руб. Прибыль от реализации рыбной продукции в опытной группе превысила прибыль в контроле на 2790 руб. и равнялась 17820 руб. В опытной группе отмечен более высокий уровень рентабельности рыбной продукции, он составил 52,40 %, что на 7,14 % выше уровня рентабельности в контрольной группе.

Таким образом, в результате научно-хозяйственного опыта по выращиванию гибрида русского и сибирского осетра в установке замкнутого водоснабжения за 27 недель с использованием комбикорма с 7 %-й заменой рыбной муки на вермимуку, опытная группа показала высокий темп динамики роста ихтиомассы и развития рыбы. Введенная в комбикорм добавка из

компостного червя, положительно повлияла на качество рыбной продукции, биологическую и питательную ценность мышечной ткани рыбы [84, 86].

На основании полученных данных можно с уверенностью говорить, что комбикорм с оптимальным количеством 7 % вермимуки, более эффективен при выращивании товарной рыбы, чем производственный осетровый комбикорм, содержащий только рыбную муку.

3.3.9 Производственная апробация

На основании полученных результатов научно-хозяйственного опыта по использованию комбикорма с заменой рыбной муки 7 % вермимуки в кормлении гибрида русского и сибирского осетра была проведена производственная апробация в установке замкнутого водоснабжения предприятия ООО "Рыбный дом" г. Энгельс, продолжительность опыта составила 18 недель. Для проведения исследований были отобраны годовики гибрида осетра по принципу аналогов со средней массой около 204 г и сформированы две группы, контрольная и опытная, по 300 особей в каждой. Контрольная группа получала комбикорм «Оптима» со стандартной рецептурой, а опытная группа получала этот же комбикорм с заменой рыбной муки в его составе на вермимуку в количестве 7 %.

Ихтиомасса в опытной группе к концу производственной апробации составила 166,17 кг, что больше на 4,7 % больше по сравнению со значениями ихтиомассы в контрольной группе (Таблица 46).

Прирост ихтиомассы в конце эксперимента, в опытной группе был на 7,39 кг больше чем в контрольной, что также говорит о положительном влиянии оптимального количества вермимуки в составе комбикорма на продуктивность рыбы.

Затраты корма на один килограмм прироста в контрольной группе составили 1,25 кг, а в опытной группе, получавшей в своём рационе вермимуку этот показатель был ниже на 0,05 кг и составил 1,20 кг

Таблица 46 – Экономические показатели производственной апробации

Показатель	контроль	опыт
Масса в начале, кг	61,68	60,66
Масса в конце, кг	158,79	166,17
Прирост, кг	97,11	105,51
Стоимость 1 кг посадочного материала, тыс. руб	1,5	1,5
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб	92,52	90,99
Стоимость 1 кг комбикорма, руб	197,0	200,6
Скормлено комбикорма на группу, кг	121,85	127,15
Стоимость комбикорма, тыс. руб	24,00	25,50
Стоимость 1 кг добавки, руб		102
Скормлено добавки, кг		6,702
Стоимость скормленной добавки, тыс. руб.		0,68
Стоимость комбикорма с добавкой, тыс. руб		26,19
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,25	1,20
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб	1200	1200
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб	190,54	199,40
Себестоимость рыбы, тыс. руб	127,47	128,13
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	802,79	771,09
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	63,07	71,27
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	397,20	428,91
Дополнительно полученная прибыль от реализации, тыс. руб.		8,20
Уровень рентабельности, %	49,47	55,62

Расчет экономической эффективности выращивания гибрида русского и сибирского осетра в производственных условиях с использованием комбикорма «Оптима» с альтернативной белковой добавкой показал, что использование вермикули в рационе осетровых, с заменой рыбной муки в количестве 7 %, повышает выход конечной продукции по сравнению с контрольной группой на 8,4 кг, в результате чего дополнительно полученная прибыль составила 8,20 тыс. рублей, а уровень рентабельности выращивания гибрида сибирского и русского осетра вырос на 6,15 % по сравнению с контрольной группой, которой скормливался комбикорм со стандартной рецептурой.

Глава 4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

4.1 Обсуждение полученных результатов

Интенсификация аквакультуры и развитие современных технологий в рыбоводстве обуславливают устойчивый рост глобального спроса на комбикорма. Однако традиционные источники животного протеина, такие как рыбная мука, становятся менее доступными вследствие истощения естественных рыбных ресурсов в условиях их чрезмерной эксплуатации. В связи с этим актуальным направлением исследований является поиск альтернативных белковых компонентов, отвечающих физиологическим потребностям культивируемых гидробионтов и обладающих меньшей экологической нагрузкой [1, 4].

В настоящее время в экспериментальных условиях активно изучается применение белкового сырья животного происхождения, полученного из насекомых и дождевых червей, в кормлении пресноводных видов рыб, характеризующихся сравнительно низкой требовательностью к кормам. В отличие от морских видов, их физиология менее чувствительна к изменениям рациона, что делает пресноводную аквакультуру приоритетным направлением для внедрения инновационных кормовых решений [116, 122, 128].

Следует отметить, что частичная или полная замена рыбной муки растительными протеинами (соевой, кукурузной или люпиновой мукой) приводит к нарушениям пищеварительных процессов у рыб, что обусловлено неполноценностью аминокислотного состава таких кормов [127]. В свою очередь, протеины насекомых и дождевых червей демонстрируют значительное сходство с рыбной мукой по содержанию сырого белка (>50 % против ~45% в соевой муке) [11, 23, 53, 65, 154, 164, 171].

Аминокислотный профиль белков беспозвоночных близок к таковому у рыбной муки, за исключением незначительного дефицита гистидина, треонина и

лизина [47, 121, 176, 180]. В отличие от растительных протеинов, которые требуют дополнительного обогащения синтетическими аминокислотами для соответствия физиологическим потребностям рыб, протеины насекомых и дождевых червей представляют собой более сбалансированный и экономически выгодный вариант.

Ключевым достоинством использования беспозвоночных в кормопроизводстве является снижение экологической нагрузки. Их культивирование требует меньше ресурсов по сравнению с традиционным производством рыбной муки или растительных белковых концентратов. Кроме того, технологии разведения насекомых и дождевых червей обладают потенциалом для реализации принципов устойчивого развития, включая утилизацию органических отходов и минимизацию углеродного следа [115, 116].

Таким образом, протеины насекомых и дождевых червей представляют собой перспективную альтернативу рыбной муке и растительным кормовым добавкам. Их применение способствует повышению экономической эффективности аквакультуры, обеспечивая при этом соответствие экологическим стандартам. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию технологий производства и оценку долгосрочного влияния таких кормов на физиологию не только осетровых, но и других видов рыб.

На протяжении 35 лет проводились исследования использования дождевых червей в качестве корма в рыбоводстве. Их скармливали в свежем, замороженном, сухом виде. Высушивали разными способами, измельчали и в виде муки добавляли в корм различным видам рыб в различных концентрациях. Во многих исследованиях сообщалось об эффективности *E. fetida* (в чистом виде или в сочетании с другими ингредиентами) в повышении показателей роста рыб, увеличении репродуктивной функции, улучшении усвояемости, снижении стресса, повышении выживаемости, снижении коэффициента конверсии корма, а также эффективности использования и усвоения корма [169].

Работы в основном велись за рубежом. Так Yaqub H. [181] и Ghosh C [151] скармливали сырых дождевых червей клариевым сомам. Vodounnou V.D.J. с соавторами проводили опыты по введению 50 % муки из дождевого червя в рацион змеоголова [179]. Кенийские и австрийские ученые Musyoka, S. N., Liti, D. M., Ogello, E., & Waidbacher, H. [170] проводили опыты с нильской тиляпией. Наилучшие результаты получены при замене рыбной муки на 30% мукой из червя.

Испанский ученый Tacon A.G.J. с соавторами [176, 177] и Pereira J.O. и Gomes E.F. [170] проводили эксперименты с лососевыми и вводили в рацион от 25 до 100 % муку из дождевого червя. Было замечено отставание в росте при введении более 30 % вермикуки в корм этим рыбам. О положительном воздействии на организм аквариумных рыб говорят и данные, полученные в опытах на гуппи и меченосцах Kostecka J. и Paćzka G. [161] и Boaru A., Struți D., Dărăban S. V., Georgescu B. [142]. Эти ученые вводили в рационы 10 и 20 % муки из дождевого червя. Почти в 2 раза увеличилась средняя масса рыб при введении 10 % муки из червя взамен рыбной муки. Включение муки из *E. fetida* в количестве 10 %, предложенное Poprek W. и др. [171], удвоило воспроизводство серебряного карася (*Carassius. auratus*). Несмотря на высокую питательность компостного червя, и высокий в биологическом смысле аминокислотный профиль, в большинстве исследований наблюдалось снижение роста рыбы при добавлении муки из *E. fetida* в количестве более 25 %, что объясняется наличием непереваримого хитина и неприятно пахнущей целомической жидкости, которые, как известно, снижают усвояемость и вкусовые качества [150]. Поэтому нами было решено взять для исследований две дозировки муки из компостного червя, которые были меньше 10 %, а, именно, 5 и 7 % для введения в рацион осетровых рыб взамен тождественного количества рыбной муки.

При проведении лабораторного опыта по выращиванию гибрида русского и сибирского осетра с использованием вермикуки с заменой рыбной муки в количестве 5 и 7 % в рецептуре комбикорма лучшие результаты были получены

в опытной группе, получавшей комбикорм с 7 % вермимуки в рационе. В ней фиксировались следующие показатели: абсолютный прирост был выше на 55 г, относительный прирост - на 18,09 %, среднесуточный прирост был больше на 0,61 г в сравнении с контролем. Комбикорм с вермимуккой в первой и второй опытных группах так же показал лучший результат по отношению к контрольной группе при проведении контрольного убоя, по его результатам убоя мы отметили, что максимальная убойная масса наблюдается у рыб 2-й опытной группы, что на 78,66 г выше, чем в контрольной группе. Масса мышечной ткани так же была больше у осетров из 2-й опытной группы, что на 36,18 г выше, чем в контрольной группе. При расчёте таких показателей как затраты кормов на 1 кг прироста, прибыль при реализации осетровых и расчет рентабельности показали, что частичная замена рыбной муки на вермимуку, даёт лучшие результаты при кормлении рыбы. В результате проведённого эксперимента была выявлена оптимальная дозировка вермимуки, в качестве частичной замены рыбной муки в рецептуре комбикорма в количестве 7 %, которая была использована в научно – хозяйственном опыте и производственной апробации для подтверждения полученных результатов исследований по ее положительному влиянию на продуктивные показатели осетровых при выращивании в установке замкнутого водоснабжения.

Результаты научно-хозяйственного опыта подтвердили данные, полученные в лабораторном эксперименте, указывающие на то, что при замене в рецептуре комбикорма рыбной муки 7-ю процентами вермимуки, фиксируется увеличение ростовых и улучшение физиологических показателей осетровых. Так в опытной группе отмечены снижение себестоимости 1,0 кг гибрида осетровых по отношению к контрольной на 38,73 рубля и рост уровня рентабельности рыбной продукции на 7,14 %.

В ходе производственной апробации были получены данные, подтверждающие положительное влияние вермимуки в количестве 7 % на рост, развитие и товарные качества гибрида осетра. Так по итогам апробации прирост

ихтиомассы в контрольной группе составил 97,11 кг, в то время как в опытной группе это значение было равно 105,51 кг, что было на 8,4 кг выше. Экономическая эффективность использования вермикули в ходе производственной апробации в кормлении осетровых, показала, что её применение в составе комбикорма, снижает себестоимость 1 кг рыбной продукции на 31,70 руб., а рентабельность выращивания гибрида сибирского и русского осетра возрастает на 6,15 % по сравнению с контрольной группой.

4.2 Выводы

На основании данных, полученных в ходе проведённых исследований по кормлению и выращиванию гибрида русского и сибирского осетра в индустриальных условиях с использованием вермикули в качестве частичной замены рыбной муки в составе комбикорма, в различных пропорциях, нами были сделаны следующие выводы:

1. Разработанная технология получения муки из компостного червя, позволила получить однородную текстуру с выраженным приятным мясным запахом светло коричневого цвета с содержанием сырого протеина - 46,06 % и сырого жира 10,9 %.

2. В опытных комбикормах с 5 и 7 % вермикули в рационе, количество сырого протеина было ниже на 0,5 и 1,3 %, но содержание сырого жира выше на 0,72 и 1,96 % по сравнению с контролем. По содержанию незаменимых аминокислот: лизин, фенилаланин, комбинации метионин+цистеин превышали контрольную группу на 15,4; 15,5; 13,7 % и на 102,6; 25,2; 31,4 %, соответственно.

3. При введении в рацион оптимального количества вермикули динамика роста средней массы одной особи была выше у опытной группы на 40,36 г, абсолютный прирост, относительный прирост и среднесуточный прирост - был выше в этой группе—на 59,94 г, 2,23 % и 0,32 г, соответственно, по сравнению с

контрольной группой. Затраты корма, на 1 кг прироста в опытной группе были ниже на 30 г по сравнению с контролем.

4. Введение в комбикорм муки из компостного червя в количестве 7 % не оказало негативного влияния на состояние внутренних органов и биохимические показатели крови гибрида русского и сибирского осетра.

5. Убойный выход съедобных частей в опытной группе был выше на 33,85 г, что в процентном отношении больше на 1,37 % по сравнению с контролем. Выход условно- съедобных частей в опытной группе составил 32,66 %, что на 2,45 % ниже, чем в контроле, а выход несъедобных частей был примерно на одном уровне у подопытных групп. При исследовании питательной ценности мышечной ткани было установлено, что количество белка в мышцах опытной группы было несколько снижено на 1,58 % по сравнению с контрольной группой, но по количеству жира особи опытной группы, опережали особей в контроле на 0,63 %. Биологическая ценность белка опытной группы выше по сравнению с мышечной тканью контрольных рыб на 6,9 %. У рыб опытной группы наблюдалось увеличение содержания полиненасыщенных жирных кислот на 0,18 % по сравнению с контролем.

6. Установлена оптимальная норма ввода белкового компонента из компостного червя в рацион гибрида русского и сибирского осетра, которая составляет 7 % от количества рыбной муки.

7. Использование вермимуки, с заменой рыбной муки в количестве 7 %, повышает продуктивность выращиваемой рыбы с уменьшением затрат кормов на единицу прироста, в результате чего рентабельность выращивания гибрида сибирского и русского осетра возрастает на 7,14 % по сравнению с контрольной группой.

4.3 Рекомендации производству

Рекомендуем использование вермикули в количестве 7 % с замещением тождественного количества рыбной муки в составе комбикормов для осетровых рыб при выращивании рыбы в промышленных условиях. Это способствует повышению продуктивных и товарных качеств, а также снижению затрат кормов на единицу прироста массы рыбы и повышению уровня рентабельности производства рыбной продукции.

4.4 Перспективы дальнейшей разработки темы

В перспективе намечены планы по исследованию влияния муки из компостного червя в составе комбикорма на рост и развитие молоди и производителей различных осетровых рыб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абросимова, Н. А. К вопросу совершенствования стартовых комбикормов для осетра с учетом его потребности в жирных кислотах / Н. А. Абросимова, А. А. Бирюкова, С. С. Абросимов // Сб. научн. тр. АзНИИРХ: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна- Ростов-на-Дону. – 1996. - С. 316–318.
2. Абросимова, Н. А. Особенности протеина некоторых ингредиентов отечественного кормопроизводства / Н. А. Абросимова, Е. М. Саенко, А. Л. Гучакшев // Материалы докладов II международной научно- 243 практической конференции: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. – Астрахань. – 2001. - С.125–127.
3. Агеев, А. В. Состояние и перспективы мирового и отечественного производства кормов для объектов аквакультуры, производства и потребления рыбной муки / А. В. Агеев // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 4. – С. 92–95.
4. Агеец, В. Ю. Проблемы и перспективы производства биологически полноценных комбикормов для рыб в республике Беларусь / В. Ю. Агеец, Ж. В. Кошак, А. Э. Кошак // Вести Национальной Академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. –2017 – № 2. – С. 91–99.
5. Алимов, И. А. Использование низкобелкового кормления рыб в условиях интегрированной технологии / И. А. Алимов, С. И. Савушкина, Н. К. Шульгина // Развитие аквакультуры в регионах: проблемы и возможности. Доклады Международной научно-практической конференции (10–11 ноября 2011 г.). — М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. — С. 167–174.
6. Артемов, Р. Эффективность белковых компонентов в комбикормах для молоди осетровых рыб / Р. Артемов, М. Арнаутов, В. Гершунская, И. Бурлаченко, К. Суховер, М. Ежкин // Комбикорма. – 2020. – №12. – С.39-42.
7. Афанасьев, В. А. Оценка потребительских качеств рыбных комбикормов нового поколения и их роль в продовольственном обеспечении /

В. А. Афанасьев., И. С. Богомолов, А. Н. Остриков // Инновационное предпринимательство: проблемы и пути их решения: материалы Нац. науч.-практ. конф. (Воронеж, 27–28 мая 2022 г.). Воронеж, 2022. – С. 124–127.

8. Баранов, М. И. Современные тенденции в кормлении осетровых рыб / М. И. Баранов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2020. - № 5. - С. 34–39.

9. Батракова, Ю. М. Оптимизация питательной ценности комбикормов за счет использования белоксодержащих концентратов для объектов аквакультуры / Ю. М. Батракова, А. Э. Ставцев, А. Э. Японцев, С. О. Шаповалов // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 09–11 февраля 2022 года / Волгоградский государственный аграрный университет. Том V. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – С. 24-28.

10. Бахарева, А. А. Кормление рыб в индустриальном рыбоводстве / А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску // Материалы докладов междунар. научно-практ. конф.: Научно-производственное и социально-экономическое обеспечение развития комплексных мелиораций Прикаспия».- с. Соленое Займище Астраханской области, 2006.- С. 560-567.

11. Бекетов, С. В. Качественная оценка протеина рыбной муки, используемой в аквакультуре / С. В. Бекетов, А. В. Козлов, М. Н. Прадед, В. А. Климов // Рыбное хозяйство. – 2019. – №. 6. – С. 58-61.

12. Бектурсунова, М. Ж. Разработка технологии экструдированных продукционных комбикормов для рыб, выращиваемых в индустриальных условиях / М. Ж. Бектурсунова, В. И. Сидорова, С. Т. Жиенбаева, Н. Г. Машенцева, С. Ж. Асылбекова, А. А. Мухрамова // Вестник КрасГАУ. – 2022. – №11 (188). – С. 116-123.

13. Белов, А. Д. Особенности гибридизации у пресноводных рыб / А. Д. Белов // Вопросы ихтиологии. - 2009. - Т. 49. - № 6. - С. 743–750.

14. Беляев, В. И. Влияние температуры воды на рост молоди осетровых / В. И. Беляев // Вопросы ихтиологии. - 2019. - Т. 59. - № 5. - С. 589–597.
15. Болатбекова, З. Т. Результаты культивирования кормовых червей для выращивания молоди тилапии и клариевого сома / З. Т. Болатбекова. // Izdenister Natigeler. – 2023. - № 1 (97). – С. 11–20.
16. Брагинец, С. В. Экструдирование кормов для аквакультуры / С.В. Брагинец, О. Н. Бахчевников, В. Ф. Хлыстунов. // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. - № 1 (25). – С. 38–49.
17. Бугаев, О. Г. Технология изготовления белковых кормовых смесей для гидробионтов на основе культивируемых червей *Eisenia fetida* и *Dendrobena veneta* с применением технологии лиофильной сушки / О. Г. Бугаев, И. И. Леонов, В. А. Климов, Д. С. Хатунцов, А. К. Пономарев. // Рыбное хозяйство. – 2022. – № 4. – С. 65–70.
18. Василюк, Я. В. Эффективность использования рапсового жмыха в комбикормах мясных утят / Я. В. Василюк, А. В. Малец // Стратегия развития зоотехнической науки : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию зоотехнической науки Беларуси, 22-23 окт. 2009 г. – Жодино, 2009. – С. 187.
19. Виноградов, В. К. Эффективность использования соевого шрота в кормлении молоди осетра / В. К. Виноградов // Вестник рыбного хозяйства. - 2018. - № 2. - С. 45–50.
20. Волков, А. А. Генетические аспекты гибридизации осетровых рыб / А. А. Волков // Генетика. - 2019. - Т. 55, - № 12. -С. 1423–1432.
21. Власов, В. А. Фермерское рыбоводство / В. А. Власов. – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 168 с.
22. Власов, В. А. Современные комбикорма для промышленного выращивания осетров/ В. А. Власов, Ю. А. Привезенцев // Рыбное хозяйство. - 2007. - № 5. - С. 45–48.

23. Воробьев, В. И. Альтернативные источники получения аналогов рыбной муки / В. И. Воробьев, Е. В. Нижникова, О. Т. Лемперт, Н. П. Нефедова // Изв. КГТУ. – 2015. – Т. 38. – С. 74–82.

24. Винаров, А. Ю. Перспективная база отечественных белковых кормов, получаемых при биосинтезе на природном газе / А. Ю. Винаров // Эффективное животноводство. – Краснодар: ООО «Институт развития сельского хозяйства». – 2018. – № 2. – С. 80–81.

25. Гамыгин, Е. А. Некоторые аспекты проблемы кормов и кормопроизводства в аквакультуре / Е. А. Гамыгин // Материалы междунар. конф.: Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России. - Адлер, Краснодар. – 2001. - С. 158-159.

26. Гамыгин, Е. А. Расширение сырьевой базы кормопроизводства для рыб /Е.А. Гамыгин [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2013. - № 4. - С. 87-88.

27. Гамыгин, Е. А. Проблема обеспечения стартовыми кормами отечественного производства рыбохозяйственных предприятий РФ / Е. А. Гамыгин, А. М. Багров, Б. Г. Житний // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2015 - № 10 - С. 55-59.

28. Гарзанов, А. Экструзионная переработка отходов убоя и мясопереработки / А. Гарзанов [и др.] // Комбикорма. – 2016. - № 3. - С. 34–35.

29. Головина, Н. А. Методы гематологических исследований в ихтиопатологической практике/ Н. А. Головина // М.: ЭИ ЦНИИТЭИРХ. - 1979. - Сер. 8.- Вып. 4. – С. 8-18.

30. Головина, Н. А. Морфофункциональная характеристика крови рыб — объектов аквакультуры // Автореф. докт. дис. - М., 1996. – 53 с.

31. Головина, Н. А. Использование гематологических методов для оценки здоровья рыб / Н. А. Головина // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре: Тез. науч.-практ. конф.- М.: Россельхозакадемия, 2000.- С. 52-53.

32. Головина, Н. А. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: науч. аналит. обзор. / Н. А. Головина, Н. Н. Романова, П. П. Головин и др. // – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.
33. Гуркина О. А. Оценка воздействия корма с добавлением вермикули на аминокислотный состав мышечной ткани осетров / О. А. Гуркина, И. В. Поддубная, О. Н. Руднева, П. С. Тарасов, Е. В. Орленко // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — № 6 (144).
34. Гусева, Ю. А. Пути решения проблемы белкового питания ценных пород рыб / Гусева Ю. А., Максимова О. С. // В сборнике: «Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза» материалы I Международной научно-практической конференции. – 2015. - С. 199-201.
35. Дмитриевич, Н. П. Применение суспензий хлореллы и сценедесмуса как добавки в комбикорма для ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) и клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) / Н. П. Дмитриевич // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – Пинск, Республика Беларусь: Полесский ГУ. - 2017. – № 2. – С. 37–48.
36. Желтов, Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских хозяйствах / Ю. А. Желтов. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 221 с.
37. Зименс, Ю. Н. Альтернативные источники белка и их использование в рыбоводстве / Ю. Н. Зименс, Е. В. Орленко, О. Е. Вилутис // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: Материалы VII национальной научно-практической конференции, Петропавловск-Камчатский, 05–08 октября 2022 года / Под редакцией И. В. Поддубной. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 45-49.

38. Зими́на, Д. А. Дождевые черви как альтернативный источник белка / Д. А. Зими́на, С. Б. Чачина // Химия. Экология. Урбанистика. – 2022. – Т. 2. – С. 61–64.
39. Зими́на, Д. А., Получение возобновляемого источника белка из вермикультуры / Д. А. Зими́на, С. Б. Чачина // Химия. Экология. Урбанистика. –2023. – Т. 1. – С. 288–291.
40. Ефимов, А. Б. Гибрид русского и сибирского осетра: адаптация и резистентность к факторам среды / А. Б. Ефимов, В. Г. Крымов // Вестник рыбного хозяйства. - 2001. - № 3. - С. 88–91.
41. Иванов, А. А. Физиология рыб. Учебное пособие. / А. А. Иванов. - М. : Мир, 2003. - 284 с.
42. Измайлович, И. Б. Импортзамещение рыбной муки новой кормовой добавкой / И. Б. Измайлович, Н. Н. Якимович. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2018. – № 21 (1). – С. 220–227.
43. Калашников, А. П. Кормление сельскохозяйственных животных: справочник / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглов. - М.: КолосС, 2003. - 456 с.
44. Калашников, А. П., Щербина М. А., Таран Л. В. Химический состав и питательная ценность шротов / А. П. Калашников, М. А. Щербина, Л. В. Таран // Корма и кормовые средства. - М.: Россельхозакадемия. - 2003. - С. 143–146.
45. Кароматов. И. Д. Дождевые черви как перспективное лекарственное средство / И. Д. Кароматов // Биология и интегративная медицина. - 2022. - № 6 (59). - С. 104–131.
46. Киселев, А. Ю. Технология выращивания товарного осетра в установках с замкнутым циклом водообеспечения / А. Ю. Киселев, В. А. Слепнев, В. И. Филатов, А. В. Ширяев. - М.: ВНИИПРХ, 1995. - 18 с.

47. Колмаков, В. И. Аминокислоты в перспективных кормах для аквакультуры рыб: обзор экспериментальных данных / В. И. Колмаков, А. А. Колмакова // Журн. Сиб. федер. ун-та. Биология. – 2020. – 13(4). – С. 424–442.

48. Коровин, А. А. Перспективы использования элементов вермикультуры в качестве биоорганического компонента кормосмесей для сельскохозяйственных животных и птиц (обзор) / А. А. Коровин, В. В. Голембовский // Аграрный вестник Урала. - 2025. - Т. 25. - № 08. - С. 1222–1234.

49. Кошак, Ж. В. Исследование технологических свойств бобовых культур как сырья для производства комбикормов для рыб / Ж. В. Кошак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - 2017. - № 33. - С. 156-166.

50. Кощаев, А. Г. Биотехнология вермикультивирования органических отходов / А. Г. Кощаев, О. В. Кощаева, М. А. Елисеев // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 95. – С. 1-17

51. Кудряшева, А. А. Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров / А. А. Кудряшева, Л. Ю. Саватеева, Е. В. Саватеев. – М. : Колос, 2007. – 304 с.

52. Куликова, Е. Г. Влияние сухого гомогената дождевых червей на физиолого-биохимический статус лабораторных животных / Е. Г. Куликова., Е. В. Здоровьева., Е. В. Перунова, Е. В. Токарева., Н. П. Алфимова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2021. –Т. 247. – № 3. – С. 102–107.

53. Купинский, С. В. Радужная форель – предварительные параметры стандартной модели массонакопления / С. В. Купинский, С. А. Баранов, В. Ф. Резников. // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: сб. науч. тр. ВНИИПРХ. - 1986. - Вып. 46. - С. 109-115.

54. Курчаева, Е.Е. Разработка полноценных комбикормов с использованием рапсового шрота / Е. Е. Курчаева, Т. Н. Тертычная,

А. А. Шевцов, Н. А. Сердюкова, Н. Ю. Ситников // Вестник ВГУИТ. - 2020. – Т. 82. – № 3. – С. 145–152.

55. Лагуткина, Л. Ю. Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья / Л. Ю. Лагуткина // Вестник Астраханского ГТУ. – Астрахань. – 2017. – С. 67–75.

56. Леонов, И. И. Влияние скармливания белковой кормовой добавки из муки *Eisenia fetida* на некоторые продуктивные показатели кроликов / И. И. Леонов, Н. А. Головачева, И. Р. Селиванова, Т. И. Хорева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 141–148.

57. Литвинов, Д. А. Опыт выращивания осетровых на базе лиманно-озерных хозяйств дельты р. Кубань / Д. А. Литвинов, В. М. Никитин // Проблемы современного товарного осетроводства. Сб. докл. I науч.-практ. конф. (24-25 марта 1999 г. Астрахань). - Астрахань: Волга, 2000. – С. 58-60.

58. Лыгина, Н. О. Вермикультивирование как биотехнология утилизации органических отходов / Н. О. Лыгина, М. Н. Мишина // Наука и образование. –2022. –№2. – С. 1-6.

59. Малышева, К. О. Биологическая активность кормовой добавки Вермин / К. О. Малышева, С. С. Зыкова, С. Ю. Солодников, Т. А. Кашина, Н. Г. Конрад // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. - 2024. - Т. 258. - № 2. - С. 109–113.

60. Малышева, К. О. Изучение острой и хронической токсичности кормовой добавки на основе вермикультуры / К. О. Малышева, Т. А. Кашина, А. А. Шутова, С. Ю. Солодников, В. В. Литвинов, О. О. Мехоношина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24. – № 1. - С. 114–124.

61. Матишов, Г. Г. Выращивание осетровых рыб в условиях замкнутого водоснабжения / Г. Г. Матишов, Е. Н. Пономарёв, П. А. Балыкин

// Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2008. – №11. – С.47-56.

62. Махонина, В. А. Результаты использования альтернативного источника белка в рационе рыб / В. А., Махонина, Т. С. Иванковский., А. М. Мельников., Ю.А. Гусева // В сборнике: Ветеринария, зоотехния, биотехнология и продовольственная безопасность - Молодежь, Наука, Инновации в условиях современного мира. Материалы Региональной студенческой научно-практической конференции. Москва, 2024. - С. 422-425.

63. Мибуро Закари Сравнительная оценка морфофизиологических показателей производителей и потомства русского осетра и его гибридных форм с сибирским видом / Мибуро Закари, А. А. Кокоза, Ю. В. Алымов, А. Б. Ахмеджанова // Всероссийская научная конференция, посвященная 15-летию ЮНЦ РАН «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки». - Ростов - на - Дону: ЮНЦ РАН, 2017. - С. 505-507.

64. Мельник А. Д. Альтернативный источник белка в пищевой промышленности / Мельник А. Д. // Научный журнал КубГАУ. – ФГОУ ВО КубГАУ. - 2019. – № 152(08). – С. 1–9.

65. Мельник, И. А. Вермикультура: производство и использование / И. А. Мельник, М. М. Городний, М. Ф. Повхан, В. С. Гитилис // К.,Укр. ННТЕИ, 1994. – 128 с.

66. Мельченков, Е. А. Рыбоводно-биологическая характеристика чистых видов сибирского, русского осетров и их гибридных форм как объектов товарного выращивания в условиях индустриального хозяйства / Е. А. Мельченков, В. А. Илясова, В. В. Калмыкова [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2022. – Т. 16. - № 12(203). – С. 828-843.

67. Михайлова, Л. В. Кормление осетров в раннем онтогенезе / Л.В. Михайлова // Современные аспекты ихтиологии. — М.: Пищепромиздат. - 2016. - С. 110–113.

68. Мясников, Г. Г. Корма и технология кормления рыб: курс лекций / Г. Г. Мясников. – Горки: БГСХА, 2020. – 221 с.

69. Николаев, С. И. The effectiveness of the use of protein concentrate from white lupine in combination with meat and bone meal in animal feed for the cultivation of juveniles of the siberian sturgeon. / С. И. Николаев, Д. А Ранделин, А. М. Я. Эльбяри Мохсен, О. Н. Кониева, Р. С. Суторма // Известия НВ АУК. –2019. – 4 (56). – С. 146-152.

70. Николаев, С. И. Селекционно-генетические параметры рыбоводных и воспроизводительных качеств осетровых видов рыб в установках замкнутого водоснабжения / С. И. Николаев, И. Ю. Даниленко, А. К. Карапетян, В. В. Шкаленко, С. В. Чехранова // Известия НВ АУК. – 2023. – №3 (71). – С. 327-334.

71. Николаев, С. И. Применение высокобелковых нетрадиционных кормовых источников в рецептурах комбикормов для радужной форели / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Каширина [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1(69). – С. 339-345.

72. Орленко, Е. В. Динамика роста гибрида русского и сибирского осетра с использованием в составе комбикорма вермимуки при выращивании в УЗВ / Орленко Е. В., Тарасов П. С., Поддубная И. В., Судакова А. В. // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. IX Национальная научно-практическая конференция с международным участием, Саратов, 2024. - С. 129–133.

73. Остроумова, И. Н. Применение продуктов микробиологического синтеза в кормлении рыб / И. Н. Остроумова // Тез. докл. Всесоюз. симпоз. с междунар. участием «Белковые продукты микробиологического синтеза: анализкачества, медико-биологическая оценка и эффективность применения в сельском хозяйстве», М., 1989. – С. 91–92.

74. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб/ И. Н. Остроумова. -Спб.: ГосНИОРХ, 2001. – 372 с.

75. Остроумова, И. Н. Замена рыбной муки на белковые компоненты микробного, животного и растительного происхождения в кормах для двухлеток сиговых (*Coregonidae*) / И. Н. Остроумова, А. А. Лютиков, В. В. Костюничев [и др.] // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 190. – С. 105-115.

76. Патент № 2560600 С2 Российская Федерация, МПК А23К 1/00. Способ получения кормовой муки из биомассы червей : № 2014100825/13 : заявл. 10.01.2014 : опубл. 20.08.2015 / Т. А. Гаврилов, А. Р. Унжаков, Л. С. Паталайнен ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Петрозаводский государственный университет"

77. Патсаев, М. М. Микробиологические исследования сырья и комбикормов для ценных видов рыб. / М. М. Патсаев., В. И. Сидорова, Н. И. Январева, А. В. Чижаева, М. Ж. Бектурсунова, Н. З. Оспанов // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. – 2022. – №4(8). – С.11-21.

78. Плохинский, Н. А. Биометрия: учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов / Н. А. Плохинский. - 2-е изд. - Москва : Изд-во МГУ, 1970. - 367 с.

79. Повхан, М. Ф. Вермикультура: производство и использование / М. Ф. Повхан, И. А. Мельник, В.А. Андриенко и др. Киев: УкрИНТЭИ, 1994. – 128 с.

80. Поддубная, И. В. Включение муки из червей (*Eisenia fetida*) в качестве альтернативного источника белка в рационы для осетров / Поддубная И. В., Руднева О. Н., Гуркина О. А., Орленко Е. В. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2024. - № 1 (76). - С. 103–106.

81. Поддубная, И. В. Опыт приготовления кормовой муки из *E. fetida* для объектов аквакультуры / И. В. Поддубная, О. Н Руднева., О. А. Гуркина, А. В. Гуркин, А. Д. Гуркина // Материалы VIII национальной научно-практической конференции с международным участием. Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации, - Саратов, 2023. – С. 168-174.

82. Поддубная, И. В. Воздействие комбикорма с добавлением вермикуки на убойные качества осетров / И. В. Поддубная, О. Н Руднева., О. А. Гуркина, П. С. Тарасов, Е. В. Орленко // Известия Горского государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 61-1. - С. 68–74.

83. Поддубная, И. В. Использование червя *Eisenia fetida* в качестве кормовой добавки для гибрида русско-ленского осетра / И. В. Поддубная, О. Н Руднева., О. А. Гуркина, Е. В. Орленко., П. С. Тарасов // Аграрный научный журнал. - 2024. - № 12. - С. 133–137.

84. Поддубная, И. В. Разработка кормовых добавок для промышленного рыбоводства: монография / И. В. Поддубная, О. Н Руднева., О. А. Гуркина, П. С. Тарасов, Е. В. Орленко. - Саратов: Саратовский источник, 2024. - 110 с.

85. Поддубная, И. В. Технология приготовления вермикуки из компостного червя для кормления объектов аквакультуры / И. В. Поддубная, О. Н Руднева., О. А. Гуркина, П. С. Тарасов, Е. В. Орленко. // Аграрная Россия. - 2023. - № 11. - С. 45–48.

86. Поддубная, И. В. Эффективность использования кормовой добавки с вермикукой для промышленного рыбоводства / И. В. Поддубная, О. Н. Руднева., О. А. Гуркина, Е. В. Орленко // Будущее аквакультуры. Прогрессивные биотехнологии: материалы международной научно-практической конференции, Саратов, 2024. — С. 45–50.

87. Пономарев, С. В. Выращивание русского осетра в условиях замкнутого водообеспечения / С. В. Пономарев, О. А. Левина, Г. Ф. Металлов // Фермер. Поволжье. – 2019. – № 3(80). – С. 84-87.

88. Пономарев, С. В. Использование белкового концентрата из личинок мух при выращивании карпа / С. В. Пономарев, Ю. В. Федоровых, М. С. Журавлев, А. С. Петров // Сборник статей по материалам докладов ученых РГАУ -МСХА имени К.А. Тимирязева, других вузов и научно - исследовательских учреждений на Международной научной конференции профессорско - преподавательского состава, посвященной 155-летию РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2020. –Вып. 293. – ч.1 – С. 614 – 616.

89. Пономарев, С. В. Ихтиология учебник, для студентов и аспирантов рыбохозяйственных и сельскохозяйственных вузов и ссузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. — Изд. 3-е, стер. — Санкт-Петербург. Изд. ЛАНЬ, 2020. — с. 558,

90. Пономарева, Е. Н. Особенности роста различных гибридных форм осетровых видов / Е. Н. Пономарева, А. В. Ковалева, М. В. Коваленко, К. Д. Матишов, М. В. Яицкая // Рыбнаука юга России. – 2019. – Т. 15. – № 3. – С. 81–88.

91. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин ; под редакцией профессора П. А. Дрягина, кандидата биологических наук В. В. Покровского. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – Москва: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

92. Репников, Б. Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров / Б. Т. Репников. – Москва : Дашков и К °. - 2007. – 146 с.

93. Савушкина, С. И. Кормление рыб низкобелковым кормом в условиях интегрированных технологий / С. И. Савушкина, И. А. Алимов, Н. К. Шульгина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2012 - № 6 - С. 52-57.

94. Салдеева, К. А. Альтернативные источники протеина при производстве комбикормов для аквакультуры / К. А. Салдеева // Шаг в науку. – 2021. – № 3. – С. 116–119.

95. Сафронов, А. С. Результаты выращивания амурских осетровых и гибридов между ними в установке замкнутого водоснабжения в течение первого года жизни. / А. С. Сафронов, О. П. Филиппова., С. Е. Зуевский, К. В. Суховер // Труды ВНИРО. – 2019. – № 178. – С. 172-187.

96. Сафронов, А. С. Опыт выращивания гибрида русского (*Acipenser gueldenstaedti* Br.) и сибирского (*Acipenser baeri* Br.) осетра в тепловодном хозяйстве "Кадуйрыбхоз" Вологодской области / А. С. Сафронов, О. П. Филиппова // Тез. докл. Межд. конф-ции: Осетровые на рубеже XXI века. 11-15 сентября Астрахань. Изд-во: КаспНИРХ, 2000. – С. 317-318.

97. Сафронов, А. С. Гибридизация осетровых рыб: теория и практика / А. С. Сафронов // Рыбоводство и аквакультура. - 2003. - № 2. - С. 45–48.

98. Сафронов, А. С. Гибрид русского и сибирского осетра: биология и перспективы / А. С. Сафронов, О. П. Филиппова // Аквакультура: достижения и перспективы. - Ростов-на-Дону, 2000. - С. 129–133.

99. Сергазиева, О. Д. Новый белковый компонент в составе стартового комбикорма для ранней молоди осетровых рыб при искусственном воспроизводстве / О. Д. Сергазиева // Естественные науки. – 2011. – № 1(34). – С. 182-186.

100. Сергазиева, О. Д. Повышение эффективности выращивания молоди осетровых рыб на стартовых комбикормах с гидролизатом повышенной биологической ценности / О. Д. Сергазиева, Н. В. Долганова // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 69-74.

101. Сергазиева, О. Д. Разработка и использование нового белкового компонента в составе комбикормов для ранней молоди осетровых рыб / О. Д. Сергазиева, А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску, // Материалы

международной научно-технической конференции: Наука и образование – 2014. – С. 268–272.

102. Симон, М. Ю. Особенности перехода ранней молоди осетровых (Acipenseridae) рыб на кормление искусственными кормами в УЗВ (обзор) / М. Ю. Симон // Рибогосподарська наука України. – 2016. – № 1(35). – С. 106-126.

103. Скляр, В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В. Я. Скляр — Москва: Издательство ВНИРО, 2008. - 151 с.

104. Скрипко, О. В. Технологические подходы к приготовлению функциональных белково-витаминных продуктов на основе сои / О. В. Скрипко // Достижения науки и техники. АПК. – 2017. – Т. 31. – № 6. – С. 84-88.

105. Смирнов, А.Ф. Экологические аспекты аквакультуры / А. Ф. Смирнов // Рыбное хозяйство. - 2012. - № 2. - С. 12–16.

106. Смоленцев, В. Б. Использование биомассы технологического червя *Eisenia fetida* (Sav.1826) в качестве оригинальных лечебных средств в ветеринарии / В. Б. Смоленцев, Т. А. Яровикова, В. И. Исляев // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2022. – С. 162–164.

107. Соколов, И. В. Альтернативные источники кормового белка / И. В. Соколов // Сельская Сибирь. – Омск: Издательский дом Сорокиной. - 2019. – № 2. – С. 44–46.

108. Справочник по физиологии рыб / под ред. А. А. Яржомбека. - М. : Агропромиздат, 1986. - 192 с.

109. Стом, Д. И. Некоторые перспективы получения и экспрессного анализа высокоэффективных фармацевтических, косметических препаратов, БАД из дождевых червей и других беспозвоночных / Д. И. Стом // Известия

Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. – 2008. – №2. – С. 86-89.

110. Стом, Д. И. Способ получения фармацевтического препарата, обладающего антимикробным действием / Д. И. Стом, В. А. Быбин, О. Ф. Вятчина // Патент №0101-994 от 21.06.2007. № 2006123957/15(025992).

111. Судакова, А. В. Морфометрические показатели ремонтно-маточного стада русского и Сибирского осетра в условиях УЗВ / О. А. Басонов, А. В. Судакова // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации : Материалы V национальной научно-практической конференции, Калининград, 2020. – С. 34-37.

112. Тарасов, П. С. Замена рыбной муки альтернативными источниками протеина в производстве комбикормов для аквакультуры / П. С. Тарасов, И. В. Поддубная, Е. В. Орленко // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: материалы III Международной научно-практической конференции. - Саратов, 2023. - С. 249–252.

113. Титов, И. Н. Дождевые черви как возобновляемый источник полноценного животного белка / И. Н. Титов // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы - Сборник научных трудов III международной научно-практической конференции ведущих ученых, специалистов, предпринимателей и производителей. – Минск, 2013. – С. 173–178.

114. Титов, И. Н. Дождевые черви / И. Н. Титов. –М.:000 «МФК Точка опоры», 2012. - 284 с.

115. Титов, И. Н. Вермикюльтура как возобновляемый источник животного белка из органических отходов / И. Н. Титов, В. М. Усоев // Вестник Томского государственного университета. Биология. - 2012. - №2 (18). - С. 74–80.

116. Тихомиров, А. М. Курс лекций по дисциплине «Осетроводство» / А. М. Тихомиров, Л. М. Витвицкая. – Астрахань: АГТУ, 1998. – 106 с.
117. Ульянова Н. С. / Краткий курс лекций «Корма и кормовые добавки», Н. С. Ульянова. – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2023. – 64 с.
118. Урсу, Р. В Количественный и качественный аминокислотный анализ альтернативных источников протеина в комбикормах / Р. В. Урсу, Ю. А. Гусева., С. Ю. Пигина., А. А. Васильев, Е. С. Воронцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. –2022. –№ 4 (68). – С. 362-369.
119. Ушакова, Н. А. Физиологические основы питательной ценности концентрата личинок *Hermetia illucens* в рационе рыб / Н. А. Ушакова, С. В. Пономарев, Ю. В. Федоровых, А. И. Бастраков, Д. С. Павлов // Известия РАН. Серия биологическая. – 2020. – № 3. – С. 293-300.
120. Ушакова, Н. А. 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.
121. Ушакова, Н. А. Физиологические основы питательной ценности концентрата личинок *Hermetia illucens* в рационе рыб / Н. А. Ушакова, С. В. Пономарев, Ю. В. Федоровых, А. И. Бастраков, Д. С. Павлов // Известия РАН. Серия биологическая. – 2020. – № 3. – С. 293–300.
122. Федорова, В. С. Экономическая эффективность выращивания осетровых рыб в малогабаритных установках замкнутого водоснабжения / В. С. Федорова, С. С. Швыдченко // Экологический вестник Донбасса. - 2021. - №3. - С 5-15.
123. Филиппов, М. Аминокислотный профиль рыбной муки / М. Филиппов, А. Гроздов, Т. Тужикова, Н. Страшила // Комбикорма. – 2012. – № 5. – С. 79-81.

124. Фаритов, Т. А. Кормление рыб / Т. А. Фаритов. — 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 348 с.
125. Чебанов, М. С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М. С. Чебанов, Е. В. Галич, Ю. Н. Чмырь. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 136 с.
126. Черданцев, В. П. Экономическая целесообразность использования насекомых на корма при разведении объектов аквакультуры / В. П. Черданцев // Московский экономический журнал. – 2023. – №3. – С. 241-250.
127. Черфас, Б. Н. Селекция осетровых рыб // Итоги научных работ ВНИРО (1951-1955). М.: ВНИРО, 1956. - С. 112-130.
128. Шайхиев, И. Г., Использование биомассы насекомых для выращивания радужной форели в аквакультуре (краткий обзор зарубежной литературы) / И. Г. Шайхиев, С. В. Свергузова, Ж. А. Сапронова, А. В. Святченко, Н. А. Ушакова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2021. – № 1. – С. 69–81.
129. Шевченко В. Н. Биотехнология выращивания нового объекта осетроводства - гибрида русский осётр х ленский осётр до товарной массы / В. Н. Шевченко // Сб. науч. тр. ВНИРО, 1991. – С. 5-15.
130. Шевцов, А. А. Исследование качественных показателей экструдированных кормов для рыб / А. А. Шевцов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2010 - № 9 - С. 28-29.
131. Ширина, Ю. М. Перспективы использования личинок мухи черной львинки *Hermetia illucens* в составе стартовых кормов для молоди стерляди / Ю. М. Ширина, Д. Р. Файзулина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2025. –Т. 2025. – № 4. – С. 74-81.

132. Щербина, М. А. Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбоводства / М. А. Щербина, Н. А. Абросимова, Н. Т. Сергеева. - Ростов-на-Дону. - 1985. - 47 с.
133. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. - М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
134. Шмаков, П. Ф. Использование жмыхов масличных культур в кормосмесях сельскохозяйственной птицы / П. Ф. Шмаков [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 2. – С. 35.
135. Юшкова, Е. И. Вермикультура как источник биологически активных соединений для фармакологии и медицины / Е. И. Юшкова, А. А. Таканаев // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2009. – № 2. – С. 109-111.
136. Яржомбек, А. А. Временные рекомендации по определению физиологического состояния рыб по физиолого – биохимическим данным / А. А. Яржомбек, Н. Ф. Шмаков, В. В. Лиманский, Е. Н. Бекина. – М.: ВНИИПРХ, 1981. – 53 с.
137. Antonova, E. Vermiculture as a source of animal protein / E. Antonova, I Titov., I. Pashkova, D. Stom // International scientific and practical conference “Fundamental and applied research in biology and agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations. FARBA. 2021”. Orel, 2021. - Vol. 254. – P. 8006-8007.
138. Bahadori, Z. The effect of earthworm (*Eisenia foetida*) meal with vermi-humus on growth performance, hematology, immunity, intestinal microbiota, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens. Livestock Science, 202. - 2017. - P. 74-81.
139. Barbi, S. The effect of earthworm (*Eisenia fetida*) and vermihumus meal in diet on broilers chicken efficiency and carcass components. / S. Barbi,

L. I. Macavei, A. Fuso, A. V. Luparelli, A. Caligiani, A. M. Ferrari, M. & Montorsi // In Biological Forum. Research Trend. -2020. - Vol. 7 - No. 1 - P. 998.

140. Bligh, E. G. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian journal of biochemistry and physiology / E. G. Bligh, W. J. Dyer // Can. J. Biochem. Physiol. – 1959. – T. 37. – No. 8. – P. 911-920.

141. Boaru, A. The effect of using earthworm meal (*Eisenia foetida*) as protein supplement for the growth of *Xiphophorus hellerii* juveniles / A. Boaru, D. Struți, S. V. Dărăban, B. Georgescu // Poeciliid Research. – 2016. - Volume 6 - Issue 1 – P.1-9

142. Byambas, P. Vermiculture in animal farming: a review on the biological and nonbiological risks related to earthworms in animal feed / P. Byambas, J. L. Hornick, D. Marlier, F. Francis, M. Eyvaz // Cogent Environmental Science. - 2019. - Vol. 5. - No. 1.

143. Cho, C. Digestibility of feedstuffs as a Major Factor in Aquaculture Waste Management / C. Cho // Fish Nutrition in Practice. - Ed. INRA Paris - Le Collogues. – 1993 – No.61. – P. 365-374.

144. Conti, C. Earthworms for feed production from vegetable waste: environmental impact assessment. / C. Conti, J. Bacenetti, D. Tedesco // Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ). - 2019a - Vol. 10. - No. 18.

145. Conti, C. Edible earthworms in a food safety perspective: preliminary data. / C. Conti, M. Castrica, C.M Balzaretto, D. E. Tedesco // Italian Journal of Food Safety 8 (2). - 2019b. - Vol. 8. – No. 2.

146. Daniel, N. Review of the replacement of fish meal in aquaculture with vegetable protein sources. / N. Daniel // International Journal of Fisheries and Aquatic Research. – 2018. – No. 6. - pp. 164-179.

147. Diener, S. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates / S. Diener, C. Zurbrugg, K. Tockner // Waste Manag. Res. –2009. – Vol. 27. – P. 603–610.

148. Dharmayudha, A. A. G. O. Soil worms (*Lumbricus rubellus*) as feed additives for piglets' growth, blood profile and immunomodulators / A. A. G. O Dharmayudha., I. B. K. Ardana, K. Budiasa, I. M. Merdana, I. W. N. F. Gunawan // Bali Medical Journal. - 2022. - Vol. 11. - No. 1. - P. 250–255.
149. Finke, M. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores / M. Finke // Zoo Biology. - 2002. - No. 21. - P. 269–285.
150. Ghosh, C. Integrated vermi- pisciculture- an alternative option for recycling of solid municipal waste in rural India. / C. Ghosh // Bioresour. Technol. – 2004. – Vol. 93. - P. 71–75.
151. Guillaume, J. Nutrition and feeding of fish and crustaceans. / J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot, R. Metailler // Praxis Publishing, Chichester, Springer, 2001. – 408 p.
152. Garczyńska, M. Chemical composition of earthworm (*Dendrobaena veneta* Rosa) biomass is suitable as an alternative protein source / M. Garczyńska, J. Kostecka, GPączka, A. Mazur-Pączka, T. Cebulak, K. R. Butt // International Journal of Environmental Research and Public Health. - 2023. - No. 20(4). - P. 3108.
153. Gunya, B. Eisenia fetida worm as an alternative source of protein for poultry: a review / B. Gunya, M. P. Julius // International Journal of Tropical Insect Science. - 2021. - Vol. 42. - No. 1.
154. Hesami, Y. Effect of diets containing earthworm powder and vermihumus on egg production, hatchability, blood parameters and immunity of Japanese breeder quails / Y. Hesami, L. Esmailzadeh, M. A. Karimi-Torshizi, A. Seidavi, R. Vlčková // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. - 2021. - Vol. 105. - No. 2. - P. 316–325.
155. Helver, J. E. Protein requirements for sockeye salmon and rainbow trout / J. E. Helver, L. S. Bates, E. T. Mertz // Fed. Proc. Am. Soc. Exp. Biol. – 1964. –Vol. 23. –1778 p.

156. Hulihan, D. Growth, rates, protein synthesis and deposition in rainbow trout: effect of body size / D. Hulihan., D. N. Mae Millan, P. Laurent // *Physiol. Zool.* –1986. –Vol. 59. – P. 482-493.

157. Józefiak, A. The utilization of full-fat insect meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) nutrition: the effects on growth performance, intestinal microbiota and gastrointestinal tract histomorphology / A. Józefiak, S. Nogales-Mérida, Mikołajczak, M. Rawski, J. Kierończyk Mazurkiewicz // *Annals of Animal Science.* –2019. – Vol. 19. – No.3. – P. 747–765.

158. Kavle, R. R. Earth worming – an evaluation of earthworm (*Eisenia andrei*) as an alternative food source / R. R. Kavle, P. J. Nolan, A. Carne, D. Agyei, J. D. Morton, A. E.-D. A. Bekhit // *Foods.* - 2023. - Vol. 12. - No. 10. – P. 1948.

159. Kostecka, J. Chemical composition of earthworm (*Eisenia fetida* Sav.). Biomass and selected determinants for its production / J. Kostecka, M. Garczyńska, G. Pączka, A. Mazur-Pączka // *Journal of Ecological Engineering.* - 2022. - Vol. 23. - No. 7. - P. 169–179.

160. Kostecka, J. Possible use of earthworm *Eisenia fetida* (Sav.) biomass for breeding aquarium fish. / J. Kostecka, G. Pączka // *European Journal of Soil Biology.* – 2006. - No 42. - P. 231–233.

161. Luquet, P. *Tilapia Oreodromis* sp. / P. Luquet // *In Hand-book of Nutrient Requirements of Finfish.* CRC/ Press. Florida. –1991. – P. 169-180.

162. Mambrini, M. Nutrition protein / M. Mambrini, J. Guillaume // *Nutrition et alimentation des poissons et crustacés.* INRA, IFREMER. – 1999. – P. 113–146.

163. Mancini, S. Impact of black soldier fly larvae meal on the chemical and nutritional characteristics of rainbow trout fillets. / S. Mancini, I. Medina, V. Iaconisi, F. Gai, A. Basto, G. Parisi // *Animal.*–2018. –Vol. 12. – No.8. – P. 1672–1681.

164. Mohanta, K. N. Potential of earthworm (*Eisenia foetida*) as dietary protein source for rohu (*Labeo rohita*) advanced fry. / K. N. Mohanta,

S. Subramanian, V. S. Korikanthimat // Cogent Food & Agriculture. –2016. – Vol. 2(1).–1138594 p.

165. Musyoka, S. N. Utilization of the earthworm, *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) as an alternative protein source in fish feeds processing: A review / S. N. Musyoka, D. M. Liti, E. Ogello, H. Waidbacher // Aquaculture Research. - 2019. - Vol. 50. - No. 9. - P. 2301–2315.

166. Musyoka, S. N. *Eisenia fetida*, bedding meal as potential cheap fishmeal replacement ingredient for semi-intensive farming of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* / S. N. Musyoka, , D. M. Liti,., E Ogello, P. Meulenbroek, H. Waidbacher, Earthworm // Aquaculture Research. - 2020. - No. 51. – P. 2359–2368.

167. Nandisha, M. The effect of fat-free silkworm pupae in the diet on the growth of common carp, *Cyprinus carpio*. / M. Nandisha, G. Srikanth, P. Keshavanath, T. Varghese, N. Basavaraja, S. Das // Biological Waste. – 1990. - No.33 - P. 17-23.

168. Parolini, Marco Earthworm as an alternative protein source in poultry and fish farming: Current applications and future perspectives / Marco Parolini, Andrea Ganzaroli, Jacopo Bacenetti // Science of The Total Environment. - 2020. - Volume 734:139460.

169. Pereira, J. O. Growth of rainbow trout fed a diet supplemented with earthworms, after chemical treatment. / J. O. Pereira, E. F. Gomes // Aquac. Int. – 1995. –No.3. – P. 36–42.

170. Popek, W. Influence of supplemental feeding of earthworm (*Eisenia fetida*) (*Annelida, Lumbricidae*) on growth, gonad maturation and spawning in goldfish (*Carassius auratus*). / W. Popek, E. Łuszczek, M. Rościszewska // Agriculture Academy. – 1996. - No. 310. – P. 45–53.

171. Pucher, J. Earthworm meal as fishmeal replacement in plantbased feeds for common carp in semi- intensive aquaculture in rural Northern Vietnam. /

J. Pucher, T. Ngoc, T. ThiHanhYen, R. Mayrhofer, M. El- Matbouli, U. Focken // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. - 2014. - No. 14 - P. 557–565.

172. Secci, G. Can the inclusion of black soldier fly (*Hermetia illucens*) in diet affect the flesh quality/nutritional traits of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after freezing and cooking. / G. Secci, S. Mancini, V. Iaconisi, L. Gasco, A. Basto, G. Parisi // International Journal of Food Science and Nutrition– 2019 – Vol. 70–No. 2. – P. 161-171.

173. Stafford, E. A. Nutritive value of the earthworm, *Dendrodrilus subrubicundus*, grown on domestic sewage, in trout diets / E. A. Stafford, A. G. J. Tacon // Agricultural Wastes. – 1984. – No. 9. – P. 249–266.

174. Stafford, E. A. The nutritive evaluation of dried earthworm meal (*Eisenia foetida*) included at low levels in production diets for rainbow trout (*Salmon gairdineri*). / E. A. Stafford, A. G. J. Tacon // Aquac. Fish. Manag. – 1985. – No.16. – P. 213–222.

175. Tacon, A. G. J. Protein and amino acid requirement / A. G. J. Tacon, C. Cowey // In: P. Tytler and P. Calow, Fish energetics. New perspectives. Croom Helm, Londres, Sydney. –1985. – P. 155-183.

176. Tacon, A. G. J. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout. / A. G. J. Tacon, E. A. Stafford, C. A. Edwards // Aquaculture.–1983. – No. 35. – P.187-199.

177. User, Al Fico. Insects as a feed ingredient for fish farming: status and trends. / Al Fico User, Di ji Xie, Tri Astuti Retno, Joey Wang, Le Wang // Aquaculture and fishing. - 2022. - Volume 7. - Issue 2 - P. 166-178.

178. Vodounnou, V. D. J. Culture of earthworm (*Eisenia fetida*), production, nutritive value and utilization of its meal in diet for *Parachanna obscura* fingerlings reared in captivity. / V. D. J. Vodounnou, N. S. Diane Kpogue, M.G. Apollinaire, F. E. Didier // Int. J. Fish. Aquat. Stud. –2016. – No.4. – P. 1–5.

179. Wilson, R. T. Quantitative amino acid requirements for channel catfish / R. T. Wilson // VI Int. Symp. Prot. Metabonfnd Nutrition. Clermont -Ferrand, France. –1984. – P. 5-9.

180. Yaqub, H.B. Earthworm and maggot meals as a potential fish meal replacement / H.B. Yaqub // Anphu Earthworm Co., Ltd - Solution for organic agriculture. URL:<https://earthwormvietnam.com/earthworm-maggot-meals-potential-fish-meal-replacement.html> (дата обращения 2023-10-09).

181. Zhang, Z. X. Effects of crude extract of earthworm on promoting blood circulation to removing stasis / Z. X. Zhang, F. F. Wang // Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He ZaZhi. – 1992. – No. 12 (12). – P. 741-743.

182. Zhao, X. Y. A component of earthworm fibrinolytic enzyme having higher thrombolytic activity than total components in vivo / X. Y. Zhao, Z. M. Liu, T. Y. Jing, J. X. Wu, Z.Y. Zhao // Yao XueXueBao. – 2006. – No.11. – P. 1068-1073.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Акт производственной апробации

от 23 октября 2024 г.

белковой кормовой добавки из отечественного компостного червя «Владимирский Старатель» в составе продукционного комбикорма для осетровых рыб в ООО «Рыбный дом» г. Саратов.

Мы, нижеподписавшиеся, директор ООО «Рыбный дом» Бритова П. А., заведующий кафедрой «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова доктор с.-х. наук, профессор Лушников В. П., профессор кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова доктор с.-х. наук, профессор Поддубная И. В. и аспирант Орленко Е. В. составили настоящий акт в том, что в период с июня по октябрь 2024 года в ООО «Рыбный Дом» была проведена производственная апробация по определению влияния муки из компостного червя (вермимуки) в количестве 7 % в составе комбикорма на рост и развитие гибрида русского и сибирского осетра.

Для проведения исследований были отобраны годовики гибрида осетра по принципу аналогов со средней массой около 204 г и сформированы две группы, контрольная и опытная, по 300 особей в каждой. Контрольная группа получала продукционный комбикорм «Оптима» (производитель ООО «Прометрика», г. Саратов) с рецептурой и размером гранул, соответствующих возрасту особей гибрида осетра, а опытная группа получала этот же комбикорм «Оптима» с заменой рыбной муки в его составе на вермимуку в количестве 7 %.

Кормление гибрида осетра в период производственной апробации проводилось 2 раза в сутки, в дневное время. Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды и массы рыбы. Ежедневно определяли поедаемость и сохранность рыбы.

Гибрид осетра содержался в установке замкнутого водоснабжения, в бассейнах с площадью 21 м², d 5 м. Плотность посадки была оптимальной и составила 40 кг на 1 м².

Продолжительность опыта составила 18 недель.

Таблица 1 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания гибрида русского и сибирского осетра

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Ихтиомасса в начале, кг	61,68	60,66
Ихтиомасса в конце, кг	158,79	166,17
Прирост, кг	97,11	105,51
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб.	92,52	90,99
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,25	1,20
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	24,01	25,51
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	190,548	199,404
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	127,47	128,13
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	63,07	71,27
Дополнительно полученная прибыль от реализации, тыс. руб.	-	8,20
Рентабельность, %	49,47	55,62

Результаты производственной апробации свидетельствует, что использование белковой добавки - муки из компостного червя в количестве 7 % в рационе гибрида русского и сибирского осетра повышает продуктивность на 4,65 % и, как следствие, рентабельность выращивания гибрида осетра на 6,17 %.

Директор
ООО «Рыбный дом»



П. А. Бритова

Заведующий кафедрой «Генетика,
разведение, кормление животных и
аквакультура» доктор с.-х. наук, профессор

В. П. Лушников

Профессор кафедры «Генетика,
разведение, кормление животных и
аквакультура» доктор с.-х. наук, профессор

И. В. Поддубная

Аспирант кафедры «Генетика,
разведение, кормление животных и
аквакультура»

Е. В. Орленко

Акт внедрения

от 25 октября 2024 г.

в практику кормления осетровых рыб при выращивании в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) ООО «Рыбный дом» г. Саратов муки из компостного червя

Мы нижеподписавшиеся, директор ООО «Рыбный дом» Бритова П. А., заведующий кафедрой «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова доктор с.-х. наук, профессор Лушников В. П., профессор кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова доктор с.-х. наук, профессор Поддубная И. В. и аспирант Орленко Е. В. составили настоящий акт.

В 2024 году сотрудники кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова внедрили в практику кормления гибрида русского и сибирского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения индустриального рыбноводного предприятия ООО «Рыбный дом» белковую добавку – муку из компостного червя в количестве 7 % в составе производственного комбикорма для осетровых рыб. Кормление гибрида осетра в период производственной апробации производилось 2 раза в сутки, в дневное время через равные промежутки времени.

В кормлении использовались гранулированные комбикорма по питательности и с диаметром гранул, соответствующие возрастной группе рыб. В состав комбикормов входили: пшеничная мука, соевый шрот, рыбная мука, мясная мука, пшеничный глютен, кукурузный глютен, люпин, премикс (витамины, аминокислоты). В комбикорм опытной группы вводили вермимуку в количестве 7 % с заменой тождественного количества рыбной муки в его составе.

Химический состав гранулированного комбикорма для опытной группы, где в рацион вводилось 7 % вермикуки был следующим: сырой протеин 42,1 %, сырой жир 16,96 %, клетчатка 1,9 %, зола 5,3 %, кальций 2,7%, фосфор 1,3 %. Содержание аминокислот, таких как метионин, треонин было наибольшим в комбикорме с 7 % содержанием вермикуки на 34,1 % и 47,9 % по сравнению с контролем. По количеству лизина опытный корм с 7 % содержанием муки из червя в 2 раза превысил контрольный образец. Подобная тенденция наблюдается по всем остальным аминокислотам, комбикорма.

Кормление гибрида осетра при выращивании в УЗВ с включением в рацион 7 % вермикуки повысило его продуктивность на 4,65 %, при одновременном снижении затрат корма на 1 кг прироста на 4,00 % и как следствие повышении рентабельности выращивания на 6,15 %.

Директор
ООО «Рыбный дом»



П. А. Бритова

Заведующий кафедрой «Генетика,
разведение, кормление животных и
аквакультура» доктор с.-х. наук, профессор

В. П. Лушников

Профессор кафедры «Генетика,
разведение, кормление животных и
аквакультура» доктор с.-х. наук, профессор

И. В. Поддубная

Аспирант кафедры «Генетика,
разведение, кормление животных и
аквакультура»

Е. В. Орленко

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2821071

Способ производства белковой кормовой добавки для выращивания осетровых рыб

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова" (RU)*

Авторы: *Поддубная Ирина Васильевна (RU), Гуркина Оксана Александровна (RU), Руднева Оксана Николаевна (RU), Орленко Евгений Викторович (RU), Ермаков Максим Дмитриевич (RU), Масленников Роман Владимирович (RU), Резепова Анна Владимировна (RU)*

Заявка № 2023134978

Приоритет изобретения 25 декабря 2023 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 17 июня 2024 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 25 декабря 2043 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Документ подписан электронной подписью
Сертификат 429b6a0fe3853164ba96f83b73b4aa7
Владелец Зубов Юлий Сергеевич
Действителен с 18.05.2023 по 02.06.2024

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A23K 50/80 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023134978, 25.12.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.12.2023

Дата регистрации:
17.06.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.12.2023

(45) Опубликовано: 17.06.2024 Бюл. № 17

Адрес для переписки:

410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина
зд. 4, стр. 3, ФГБОУ ВО Вавиловский
университет, Анфиногенова Ольга Николаевна

(72) Автор(ы):

Поддубная Ирина Васильевна (RU),
Гуркина Оксана Александровна (RU),
Руднева Оксана Николаевна (RU),
Орленко Евгений Викторович (RU),
Ермаков Максим Дмитриевич (RU),
Масленников Роман Владимирович (RU),
Резепова Анна Владимировна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Саратовский государственный
университет генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2470521 C2, 27.12.2012. RU
2762722 C1, 22.12.2021. RU 2579767 C1,
10.04.2016. KR 100398808 B1, 19.09.2003. CN
111149953 A, 15.05.2020.

(54) Способ производства белковой кормовой добавки для выращивания осетровых рыб

(57) Реферат:

Изобретение относится к области сельского хозяйства, в частности к кормопроизводству в аквакультуре. Для производства белковой кормовой добавки используют гибрид дождевого червя «Владимирский Старатель». Добавку получают путем высушивания дождевого червя

при температуре 60°C в течение 12 часов в термостате и размельчения до состояния муки, которую вводят в комбикорм в количестве 5-7%. Изобретение обеспечивает повышение продуктивности аквакультуры. 3 ил., 6 табл.

ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2024

XXXVI РОССИЙСКАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ
ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

ФГБОУ ВО Вавиловский университет Саратовская область

«За разработку белковой кормовой добавки для выращивания осетровых рыб»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.А. ГАТАГОВА