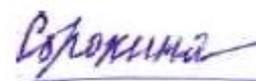


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет»

На правах рукописи



СОРОКИНА НАТАЛИЯ ВАСИЛЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА КОМБИКОРМА ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЫКВЕННОГО ЖМЫХА**

06.04.01 – рыбное хозяйство и аквакультура

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук
Васильева Л.М.

Астрахань – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
1.1 Состояние товарного осетроводства	9
1.2 Характеристика комбикормовой промышленности.	14
1.3. Продуктивное действие кормов на организм осетровых рыб.....	20
1.4. Питательная ценность тыквенного жмыха	30
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	36
2.1. Материал исследования	36
2.2. Методы исследований.....	38
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	49
3.1. Химический состав тыквенного жмыха	49
3.2. Обоснование рецептуры комбикорма на основе тыквенного жмыха, с указанием его химического состава	51
3.3. Сравнительная оценка влияния комбикормов на рыбоводные показатели рыб.....	59
3.3.1. Сравнительная оценка питательности комбикормов для осетровых рыб	60
3.3.2. Рыбоводно-биологические показатели осетровых рыб, потребляющих комбикорма с тыквенным жмыхом.....	63
3.3.3. Оценка показателя конвертации комбикорма с тыквенным жмыхом на прирост и темпы роста осетровых рыб	65
3.4. Влияние кормов на физиологическое состояние рыб	69
3.4.1. Содержание питательных веществ в мышцах осетровых рыб, получавших экспериментальный комбикорм	69

3.4.2. Влияние комбикорма, содержащего тыквенный жмых на физиологические показатели крови осетровых рыб	72
3.5. Разработка основных параметров технологии кормления осетровых рыб комбикормом с тыквенным жмыхом.....	78
3.5.1. Разработка нормированного кормления осетровых рыб	79
3.5.2. Выбор размера гранул комбикорма в соответствии с размерами осетровых рыб.....	83
3.5.3. Контроль поедаемости комбикорма рыбами.....	86
3.5.4. Критерии выбора способа и режима кормления.	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
ВЫВОДЫ.....	95
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	96
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ	120

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Товарное осетроводство – новое перспективное направление аквакультуры. Оно получило активное развитие в стране за последние 20–25 лет, поэтому вопросы совершенствования технологических процессов выращивания осетровых рыб весьма актуальны в современных условиях. В рыбоводстве определяющими факторами, обеспечивающими высокие производственные показатели, являются оптимальные условия среды обитания и правильно организованное кормление. Последнее нередко играет решающую роль. В кормлении рыб большое значение имеет качество кормов, отвечающих в полной мере потребностям выращиваемых гидробионтов.

В настоящее время пищевые потребности осетровых рыб на этапах индивидуального роста и развития, оптимальные энергетические показатели и содержание основных питательных веществ (протеина, жира, безазотистых экстрактивных веществ и витаминов) установлены в комбикормах (Скляр, 1984; Абросимова, 1997; Гамыгин, Щербина, 2006, Пономарёв и др., 2013; Багров, 2014). Однако существующие рецептуры нуждаются в постоянном обновлении. Многие специалисты и учёные продолжают работать над проблемами улучшения качества комбикормов посредством ввода в рецептуру новых компонентов, позволяющих повышать продуктивность, сбалансированность и полноценность кормов. Так, используемые в настоящее время комбикорма для осетровых рыб содержат соевый шрот, при выработке которого используется генно-модифицированное сырьё. Это снижает потребительскую ценность продукции, произведённой в аквакультуре, и вызывает негативную реакцию у населения.

Одним из путей решения данной проблемы может быть замена соевого шрота в составе комбикорма для осетровых рыб на экологически безопасный жмых, в частности, полученный из бахчевых культур, обладающих высокой протеиновой и липидной питательностью. Тыквенный жмых широко используется в кормопроизводстве для сельскохозяйственных животных. Однако в рыбных

комбикормах он до сих пор не нашёл достойного применения. Использование тыквенного жмыха в рецептуре комбикормов для осетровых рыб взамен генномодифицированного соевого шрота послужило бы повышению продуктивности и обеспечению экологической безопасности рыбоводной продукции. Разработка рецептуры усовершенствованных комбикормов и оценка их питательной ценности для осетровых рыб с использованием экологически безопасных жмыхов бахчевых культур весьма актуальны в современных условиях.

Степень разработанности темы. Использование нетрадиционных жмыхов и шротов в кормопроизводстве является в настоящее время перспективным направлением, расширяющим ресурсную базу производства кормов для сельскохозяйственных животных и объектов аквакультуры (Задорожная, 1996). В последние годы проводятся многочисленные исследования по использованию тыквенного жмыха. Разработано научно-практическое обоснование применения этого компонента в составе кормов при производстве мяса сельскохозяйственных животных, показана их высокая эффективность (Сивко, 2009). Жмых характеризует высокая кормовая ценность и положительное действие на продуктивные качества крупного рогатого скота и птицы (Сивко, 2009). Проведенные исследования показывают высокую эффективность использования тыквенного жмыха в кормлении цыплят-бройлеров (Шкрыгунов, 2014) и в рационах быков-производителей (Беляев, 2000). Скармливание баранчикам тыквенного жмыха влияет на поедаемость кормов и переваримость питательных веществ.

Однако особенности использования тыквенного жмыха в комбикормах для осетровых рыб до сих пор не изучались.

Цель исследования – разработать рецептуру производственного комбикорма для осетровых рыб с использованием тыквенного жмыха и основные параметры технологии кормления.

Задачи исследования:

- 1) изучить химический состав тыквенного жмыха и оценить его питательную ценность для осетровых комбикормов;
- 2) разработать научно обоснованную рецептуру производственного комбикорма с тыквенным жмыхом для осетровых рыб;

3) определить химический состав и питательную ценность производственного комбикорма с тыквенным жмыхом;

4) изучить рыбоводно-биологические показатели осетровых рыб и конвертацию комбикорма с тыквенным жмыхом в прирост гидробионтов;

5) сравнить физиологическое состояние по гематологическим и биохимическим показателям осетровых рыб при кормлении различными комбикормами;

6) разработать основные параметры технологии кормления осетровых рыб производственным комбикормом с тыквенным жмыхом.

Научная новизна. Впервые разработана и научно обоснована рецептура производственного комбикорма, включающая тыквенный жмых, для осетровых рыб. Подтверждена повышенная питательная ценность производственного комбикорма с тыквенным жмыхом в сравнении с базовым ОТ-6 – с использованием соевого шрота. Доказано, что рыбоводно-биологические, гематологические и биохимические показатели осетровых рыб, потребляющих комбикорм с тыквенным жмыхом, были выше, чем при кормлении традиционным комбикормом. Впервые выявлены технологические особенности кормления осетровых рыб производственным комбикормом с тыквенным жмыхом.

Теоретическая и практическая значимость. Показана особенность химического состава тыквенного жмыха, позволяющая улучшать производственные свойства комбикормов для осетровых рыб. Установлено, что рыбоводные качества культивируемых рыб, потребляющих этот корм, улучшаются в сравнении с традиционным кормом. Доказано, что физиологическое состояние осетровых рыб после потребления комбикорма с тыквенным жмыхом соответствует нормативным значениям для данного вида и возраста особей. Выявлены закономерности продуктивного действия разработанного комбикорма с использованием тыквенного жмыха на осетровых рыб.

Предложена научно обоснованная рецептура комбикорма с использованием тыквенного жмыха и основные параметры усовершенствованной технологии кормления осетровых рыб данным видом комбикорма.

Результаты исследований, изложенные в диссертации, могут быть использованы на предприятиях комбикормовой промышленности, товарных осетровых рыбоводных хозяйствах, в работе научно-исследовательских институтов, в высших и средних учебных заведениях при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов по направлению «Рыбное хозяйство и аквакультура».

Методология и методы исследования. Для разработки рецептуры продукционного комбикорма для осетровых рыб проводился анализ химического состава тыквенного жмыха, научное обоснование осуществлялось в соответствии с общепринятыми методами. Содержание питательных веществ в сырье и готовом продукте определялось по общепринятой схеме зоотехнического анализа кормов с использованием унифицированных методов (сухое вещество, сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества, зола, кальций, фосфор). Оценка питательности продукционного комбикорма с тыквенным жмыхом выполнялась по рыбоводно-биологическим, гематологическим и биохимическим показателям рыб, принятых в биологии.

Основные параметры технологии нормированного кормления осетровых рыб продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом разрабатывались в рамках стандартной модели массонакопления в зависимости от живой массы выращиваемых гидробионтов и температуры среды обитания, а также режима (размер гранул, условий внесения корма) и способов комплексного контроля эффективности кормления.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Химический состав тыквенного жмыха с оценкой возможности его использования в продукционных комбикормах для осетровых рыб.
2. Научно обоснованная рецептура продукционного комбикорма с тыквенным жмыхом для осетровых рыб.
3. Оценка питательной ценности комбикорма с использованием тыквенного жмыха по рыбоводно-биологическим, гематологическим и биохимическим показателям осетровых рыб, потребляющих этот корм в сравнении с традиционным.

4. Основные параметры усовершенствованной технологии нормированного кормления осетровых рыб продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследования подтверждается репрезентативным объемом исследованного экспериментального материала, использованием современных унифицированных методов химического анализа тыквенного жмыха, комбикорма, мышц и крови рыб, общепринятых рыбоводно-биологических, гематологических и биохимических методов оценки эффективности выращивания, статистических методов результатов анализа экспериментального материала.

Основные положения и материалы диссертации были представлены на VI Международной научно-практической конференции «Человек и животные» (Астрахань, 2012); VII Международной конференции «Человек и животные» (Астрахань, 2014), X Всероссийской конференции студентов и молодых ученых «Будущее АПК: наука и технологии, инновации и бизнес» (Астрахань, 2014), XIV Международной научно-практической конференции «Теория и практика современной науки» (Москва, 2014), на «Студенческом научном форуме – 2014» Российской академии естествознания (Москва, 2014).

Публикации. Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 13 научных статьях. Причем две из них размещены в журналах, рекомендованных ВАК. Оформлен и принят патент на изобретение (№ 2416980 Российской Федерации, «Продукционный комбикорм для осетровых рыб», Лозовский, Сорокина, 2011 г.).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Содержание диссертации изложено на 121 странице машинописного текста. Список литературы содержит 201 источник, из них – 15 иностранных авторов. Работа иллюстрирована 19 рисунками, 32 таблицами, 9 формулами, 1 диаграммой.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках Программ Старт-09 (Государственный контракт № 6701р/9400 от 10.04.2009 г.) и Старт-10 (Государственный контракт № 8439/9400 от 27.09.2010 г.).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В современных условиях истощения природных ресурсов осетровых рыб и принятого моратория на промышленный вылов белуги, осетра и севрюги в Волго-Каспийском бассейне, где сосредоточено до 95 % мировых запасов этих уникальных, реликтовых видов рыб, активно развивается товарное осетроводство с целью насыщения потребительского рынка ценной, деликатесной продукцией.

1.1. Состояние товарного осетроводства

Разработка биотехнических приемов искусственного разведения и выращивания осетровых рыб в настоящее время является мировой тенденцией в связи со значительным сокращением их запасов в естественных водоёмах. Кроме искусственного воспроизводства запасов осетровых рыб во всём мире идёт интенсивное развитие товарного осетроводства (Федоров и др., 2016).

По мнению Ю.И. Михайловой (2000), товарное осетроводство, конечно, не решит проблему восстановления природных запасов, но в определённой степени снимет пресс с естественных ресурсов и даст возможность правомерной реализации осетровой продукции.

Искусственное разведение осетровых имеет более чем столетнюю историю (Мильштейн, 1982). Началом осетроводства и фундаментом для его развития явились работы по получению потомства осетровых рыб выдающимися русскими учёными Ф.В. Овсянниковым (1869), Н. А. Бородиным (1884–1891).

Исторически сложилось так, что первым объектом работ по искусственному разведению осетровых стала стерлядь (Козлов, Абрамович, 1986).

Исследования ученых по искусственному воспроизводству (Николюкин, 1954, 1967, 1969; Бурцев, 1983; Смольянов 1981, 1989; Подушка, 1989 и т.д.) способствовали активному развитию товарного осетроводства. В разработке технологиче-

ских процессов товарного выращивания осетровых рыб принимали участие сотрудники многих институтов: ВНИРО, ЦНИОРХ, КаспНИРХ, НПЦ «БИОС», ВНИИРХ, КрасНИРХ и др. (Николюкин, 1971; Бурцев, 2013; Васильева, 2006).

В результате проведенных многочисленных исследований по скрещиванию осетровых профессором Н.И. Николюкиным был получен гибрид белуги и стерляди – бестер (Николюкин, Тимофеева, 1953; Козлов, Абрамович, 1986; Бурцев, Крылова, 2008). С этого момента товарное осетроводство в Советском Союзе начало свое промышленное развитие. Была разработана «Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью» (Николюкин, Бурцев, 1969). Она положила начало садковому выращиванию бестера, сибирского осетра, стерляди и белуги на тепловодных водоёмах-охладителях ГРЭС и АЭС (Корнеев, Корнеева, 1969; Михеев, 1974; Романычева, 1974).

За рубежом впервые заинтересовались выращиванием осетровых в тех странах, где отсутствовали природные ресурсы – это США и Европа (Франция, Германия, Италия). В этих странах в конце 60-х – начале 70-х гг. стали активно внедрять советскую биотехнологию товарного осетроводства (Жилкин, 2000; Веер, 2001; Васильева, 2010). В начале 90-х гг. прошлого столетия аквакультурой осетровых заинтересовался Китай (Будниченко, 2010; Васильева, 2013).

В современных условиях товарное осетроводство успешно развивается в США, Южной Америке (Уругвай), Китае, в Европейских странах: Германии, Италии, Франции, Болгарии, Молдове (Тирасполь), – в России, небольших фермерских хозяйствах в Израиле, Испании, Голландии, Швейцарии, Венгрии, Польше, Румынии, Украине, Казахстане и др. (Туркулова, Шляхов, 2011; Фёдоров и др., 2016).

Продукцией товарного осетроводства является пищевая чёрная икра, живые и охлаждённые рыбы и балычные изделия. Европейские страны и США выращивают осетровых рыб с целью получения пищевой икры. В России и Китае помимо икры производят, реализуют и потребляют осетрину, которая пользуется потребительским спросом у населения (Колесник, 2011).

По сведениям Е.В. Федорова и др. (2016), в мировой практике выращивание осетровых рыб практикуется в основном с целью выращивания крупной рыбы для

получения товарной пищевой икры, гибридов осетровых рыб – для выращивания на мясо. Рыбоводные предприятия, производящие товарную продукцию осетровых рыб, стремятся обеспечить максимальную рентабельность производства, в ряде случаев за счет использования местных ресурсов.

Современное товарное осетроводство в Российской Федерации – одно из рентабельных и динамично развивающихся направлений рыбоводства. Только в системе Росрыбхоза выращиванием осетровых рыб занимаются более 40 предприятий различных форм собственности. В 2012 г. в сельскохозяйственном рыбоводстве Российской Федерации было выращено более 2,0 тыс. т осетровых рыб (Скляр, 2013).

Наиболее крупные осетровые рыбоводные хозяйства находятся в Астраханской, Вологодской, Тверской, Ярославской, Челябинской, Смоленской, Ростовской областях, Краснодарском и Ставропольском краях и других регионах. Только в Астраханской области их насчитывается свыше 10, ежегодно появляются новые предприятия (Лагуткина, Лагуткин, 2010).

По данным Л.М. Васильевой (2000), основными объектами в товарном осетроводстве являются чистые виды: сибирский, его популяция – ленский осётр, русский осётр, стерлядь, реже белуга, и гибридные формы – бестер (белуга/стерлядь), русско-ленский, стерлядь/ белуга.

К наиболее используемым объектам осетровых, выращиваемых в прудовых и индустриальных хозяйствах, относятся бестер, белуга, русский и сибирский осетры, веслонос (Калайда, 2014).

По сведениям И.В. Бурцева и других ученых (1978), объектами товарного осетроводства в условиях Верхней Волги являются как чистые виды осетровых: белуга, русский и сибирский осетр, стерлядь, шип, – так и их гибриды: бестер (белуга × стерлядь), ББС (белуга × бестер), БШ (белуга × шип), РОЛО (русский осетр × ленский осетр), ШС (шип × стерлядь). Для бассейнового метода на теплой сбросной воде перспективными считаются бестер, белуга, ББС, русский и сибирский осетры.

По мнению С.Б. Подушка (2011), основными критериями при выборе вида рыб для товарного выращивания являются темпы роста осетровых. Поэтому рыбоводы предпочитают быстрорастущие формы. Второй по значимости критерий – выживаемость, третий – технологичность объекта культивирования.

В товарном осетроводстве, наряду с правильным выбором объекта производства, не меньшее значение приобретают вопросы выбора методов выращивания. В пресноводном рыбоводстве, учитывая различные частичные совпадения и переходные формы, можно выделить основные методы: прудовое рыбоводство; проточные системы; садковые системы; установки замкнутого водоснабжения (Григорьев, Седова, 2008). К настоящему времени разработаны и изданы биотехнологические нормативы по товарному осетроводству (Технология и нормативы..., 2006; Васильева, Китанов, 2010).

На современном этапе определились три основных направления развития товарного осетроводства:

- индустриальное, основанное на интенсивных методах выращивания в бассейнах и садках, с использованием теплых вод ТЭЦ и ГРЭС;
- прудовое (выращивание осетровых в обычных рыбоводных прудах в монокультуре и поликультуре);
- пастбищное – зарыбление озер, ильменей, водохранилищ, водоемов сельскохозяйственного назначения молодь осетровых рыб в поликультуре (Мамонтов, 2000).

Из известных методов интенсивного выращивания осетровых наибольшее распространение получили садковый и бассейновый. В России до 80 % осетровых рыб выращивается в садках. О.А. Бондарчук (2016) определяла особенности формирования адаптивного поведения у молоди стерляди (*Acipenser ruthenus L.*) при заводском выращивании в зависимости от длительности её содержания в бассейнах. Т.А. Чепурной (2010) был разработан метод подращивания молоди осетровых в садках-бассейнах в Азовском море. Т.А. Никитиной (2003) описаны методы выращивания осетровых в условиях Краснодарского края. Р.А. Карачев (2009) указывает на высокую эффективность выращивания осетровых и карповых рыб в поликультуре при садковом выращивании в условиях тепловодного хозяйства.

В последние годы в товарном осетроводстве нашли широкое применение высокоэффективные установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) (Корчунов, Металлов, 2012). По мнению М.В. Коваленко (2007), в нашей стране промышленное выращивание рыбы в системах с замкнутым водоснабжением приобрело широкий размах в 80-х гг. прошлого столетия. Однако эти технологии требуют дальнейшей доработки, основанной на исследованиях биологии и ритмов развития осетровых рыб и их гибридных форм.

В работе А.Д. Павлова (2012) выявлены изменения морфологических и хозяйственно полезных признаков у стерляди при содержании и воспроизводстве в искусственных условиях. Б.Н. Сариевым (2012) разработана рецептура нового полнорационного гранулированного комбикорма ОТ-УЗВ прод для осетровых рыб применительно к условиям УЗВ. Аналогичные исследования были проведены А.А. Корчуновым (2012), А.Д. Павловым (2012).

Исследования по выращиванию осетровых в прудах проводили И.А. Филиппова (1962), А.С. Сугралиева (2012), Ф.Г. Минияров (2001), Аслан Парвиз Хасан (1999) и другие исследователи.

Развитие товарного осетроводства, в свою очередь, стимулирует формирование маточных стад, так как многие хозяйства заинтересованы в том, чтобы иметь собственный посадочный материал. Создание маточных стад способствует сохранению генофонда осетровых рыб (Кривошеин, 2007).

Известны методы формирования маточных стад: от икры до половозрелого состояния и доместикация или адаптация диких особей (Скляр, 2003; Васильева, 2000; Чипинов, 2004; Лаврентьев, 2012; Гаджимусаев, 2016). В результате проведенных многочисленных исследований В.В. Тяпугиным (2016) были разработаны рыбоводно-технологические параметры продукционных стад белуги в садках в условиях нижней Волги.

На результативность товарного осетроводства оказывают влияние многие факторы, но прежде всего правильно организованное кормление высоко сбалансированными кормами, которые в полной мере отвечают потребностям выращиваемых гидробионтов (Скляр, Гамыгин, 1984; Бондаренко, Скляр, 2004; Бурлач, 2008, 2016; Гамыгин, 2006; Скляр, 2013; Жигин, 2013 и др.).

1.2. Характеристика комбикормовой промышленности

Создателями искусственных кормов для рыб стали американские и японские ученые А. Phillips, J. Halver, T. Watanabe и другие. В нашей стране исследованиями вопросов кормления рыб занимались группы ученых ВНИИРХ, ГосНИОРХ, ВНИИРО, КрасНИИРХ, АзНИИРХ, Калининградского и Астраханского государственного технического университета: А.Н. Канидьев, Е.А. Гамыгин, М.А. Щербина, С.В. Пономарев, И.Н. Остроумова, В.Я. Скляр, Н.А. Абросимова, Н.В. Судакова, Л.М. Васильева и другие. Основы использования искусственных кормовых смесей были заложены в середине прошлого столетия (А.А. Мильштейн, 1940; Г.С. Карзинкин, М.Ф. Сараева, 1942; О.Я. Гордиенко, О.И. Тарковская, 1952). К концу прошлого столетия были начаты разработки рецептов комбикормов для осетровых, которые стали применяться при промышленном разведении рыб (Грозеску, 2016).

В настоящее время сегмент рынка комбикормовой промышленности, комбикорм для птиц и рыб, является наиболее популярным. На его долю приходится порядка 60 % совокупного выпуска в РФ. И это не удивительно, ведь направление развития российского рынка комбикормов и кормовых добавок определяется развитием животноводства, а птицеводство и рыбоводство во всем мире – это одни из самых быстрорастущих отраслей сельского хозяйства (Жигин, 2013).

Рыбы предъявляют к составу и качеству корма более высокие требования, чем теплокровные животные, в особенности по уровню протеина. Тем не менее затраты белка корма на 1 ц прироста меньше, чем у других животных.

В работе В.Я. Склярова (2013) отмечено, что производство комбикормов для рыб стало развиваться в России только в начале 90-х гг.: сначала энтузиасты завозили в страну импортные корма, потом дистрибьюторы зарубежных компаний открыли собственные производства.

В середине 80-х гг. прошлого столетия в СССР было построено пять комбикормовых заводов на японском оборудовании. На тот момент данные заводы в полной мере могли обеспечить качество комбикормов практически для всех ви-

дов рыб разных возрастных групп. Однако за последние 10–15 лет за рубежом произошел резкий технологический скачок в части изготовления комбикормов. Наши заводы отстали в своём развитии.

По мнению И.В. Шестакова (2016), отсутствие качественных российских кормов для рыб – сегодня основная проблема для рыбоводов. На территории России работает 40 предприятий по производству кормов, однако их продукция часто не соответствует требованиям для осетроводства и лососеводства. Импортные корма становятся для многих рыбоводов неподъёмными по финансовым средствам. Сегодня объём российского производства кормов для аквакультуры составляет около 100 тыс. т в год. Потребности отрасли вдвое выше – 200 тыс. т в год. При намеченных темпах развития отечественного рыбоводства эти потребности будут только увеличиваться. К 2020 г. ожидается дополнительное вовлечение в товарное рыбоводство около 6 тыс. индивидуальных предпринимателей и мелких фермеров, а также прудов общей площадью до 25 га с производством товарной рыбы до 30 тыс. т.

Для увеличения производства кормов необходимо строить новые предприятия и проводить модернизацию действующих линий (Vemis, 1997).

Современное индустриальное рыбоводство базируется на содержании рыбы в полностью контролируемых условиях водной среды. При содержании рыбы в садках и бассейнах искусственные комбикорма должны быть сбалансированы по основным питательным элементам и отвечать потребностям в них объектов аквакультуры (Бахарева, Грозеску, 2006; Пономарев и др., 2013; Гамыгин, Багров, 2014; Канидьеv, Гриневский, 1999; Андрианов, 2000; Кривошеин, 2007; Михеев, 1972; Шилов, 1982).

Адаптация корма, по природе своей состоящего преимущественно из компонентов, не используемых рыбами в естественной среде обитания, стала возможной на основе результатов научных исследований, воплощенных в технологических решениях (Калайда, 2014; Абсалямов, 2012; Алымов, 2013; Баденко, 1989; Бондаренко, Складов, 2004; Васильева, 2000; Гамыгин, 2006; Гершанович, 1985). В частности, смесь компонентов становится полноценным кормом только в том случае,

если её состав соответствует видовым и возрастным потребностям рыб в основных элементах питания и энергии. Для этого необходим подбор соотношения и балансировки по общему химическому, аминокислотному, жирнокислотному, минеральному составу не менее 8–10 сырьевых источников. Недостающие элементы, в том числе синтетические аминокислоты, минеральные вещества, витамины вводят в составе премиксов.

В работе М.А. Митрофановой (2005) показана необходимость наличия в кормах различных биологически активных веществ – каротиноидов – природных пигментов, содержащихся в естественной пище рыб.

Помимо правильного подбора состава корма, существенное увеличение эффективности его использования достигается за счет технологических операций при изготовлении (Ожерельева, 2008). Научное обеспечение процессов производства полнорационных коэструдированных и экспандируемых комбикормов показано в работе В.Н. Василенко (2010).

И.В. Бурлаченко (2016) отмечает, что основным требованием является физиологическая полноценность кормов, то есть способность удовлетворять пищевые потребности организма в основных питательных и биологически активных веществах, обеспечивающих высокий темп роста и выживаемость рыбы.

Для разведения форели и осетровых требуются высокоэнергетические корма, которые производятся в России в недостаточных количествах. В 2013 г. из Финляндии, Норвегии и других стран было завезено около 35 тыс. т форелевых кормов. Одной из главных проблем остается дефицит сырья, рыбной муки, а также недостаточные поставки отечественных витаминно-минеральных добавок (Сергеева, 2005; Багров, 2006; Склярков, 2013).

В России накоплен положительный опыт по выращиванию осетровых рыб на искусственных кормах. Комбикормовая промышленность выпускает для осетровых рыб корма трех типов: стартовые, продукционные и репродукционные (Калайда, 2014).

На продуктивность корма влияют многие факторы, однако наиболее значимым является его качество. Для обеспечения продуктивности осетровых рыб корм должен обеспечивать выращиваемую рыбу энергией и питательными веществами

в соответствии с биологическими потребностями. Все это зависит от рецептуры, качества использованных ингредиентов, способа изготовления (сухое прессование, экструдирование и т.д.), условий и длительности хранения (Sergei, 2007; Калмыков, 2016).

Разработкой и усовершенствованием рецептов комбикормов занимались многие ученые: Н.В. Судакова (1997), Ю.А. Сергеева (2005), Л.В. Сазонова (2006), Аламандари Ходжатоллах (2013), А.А. Бахарева (2013), С.В. Пономарев (2015), В.И. Сидорова (2015), В.И. Сидорова и Н.И. Январёва (2015), Е.В. Федоров (2016) и другие.

Современные исследования (Чипинова, 2006; Хандожко, 2010 и др.) подтверждают, что главным вопросом в развитии аквакультуры является возможность организовать полноценное кормление рыб на всех этапах выращивания.

По данным В.Я. Склярова (2013), в связи с развитием как мировой аквакультуры, так и российской, в нашей стране представлен широкий ассортимент комбикормов всех основных мировых производителей.

На российском рынке представлены корма таких зарубежных компаний, как «Биомар», «Аллер Аква», «Коппенс», «Скреттинг и некоторых других (Алымов, 2015).

Комбикорма для рыб «Аллер Аква» поставляются в Россию с 1993 г. Получателями кормов для рыб являются десятки рыбоводных хозяйств по всей России. Компания «Аллер Аква» производит весь диапазон кормов для полного цикла выращивания рыб: стартовые корма, корма для молоди и производителей, а также лечебно-профилактические корма. В состав корма входят мука рыбная, витазар, мука кровяная, шрот соевый, молоко сухое, глютен кукурузный, ди-кальцийфосфат, рыбий жир, премикс ПО-4 (Миронов, 2006).

Одна из крупнейших мировых компаний «Биомар» разрабатывает и выпускает комбикорма для рыб. В 1999 г. на пяти заводах компании, расположенных в Европе, было произведено более 250 000 т экструдированных кормов для лосося, радужной форели, угря, осетровых и морских рыб (БиоМар магазин – 2007).

Компания «Rehuraíso» занимается производством кормов для рыбы с 1981 г. и в настоящее время является единственным производителем в Финляндии. Корма изготавливаются по лицензии фирмы Skretting из Норвегии, являющейся крупнейшим в мире производителем кормов для лососевых рыб. Компания Rehuraíso имеет прочную базу в Карелии. Условия для разведения рыбы в Финляндии практически идентичны условиям в России, благодаря чему сами корма и рекомендации широко используются отечественными рыбоводами. В России компания Rehuraíso охватила Северо-Западный регион. Это обусловлено в основном оперативностью доставки за счет максимальной приближенности заводов данной фирмы к региону (Владовская, 2002).

Компания «Coppens International» специализируется на разработке и производстве кормов для промышленного рыбоводства. Coppens активно работает как в Европе, так и за ее пределами. Корма Coppens поставляются в 40 стран мира. SteCo Prime-17 – первосортный продукционный корм для осетра. Этот рацион основан на растительных, рыбных и кровяных протеинах. SteCo Supreme-15 – продукционный корм высшего сорта для профессионального выращивания осетра с повышенным содержанием рыбной муки. Он используется в тех случаях, когда важен рост рыба и производство мяса. Этот корм содержит рыбную муку, растительный белок, рыбий жир и продукты крови. Может использоваться в системах замкнутого водоснабжения благодаря высокой стабильности в воде (www.alfeus.ru и www.coppens.eu).

Компания «Skretting» является мировым лидером в области производства и поставок кормов для выращивания рыбы. Корм для осетровых Стурио – формула рыбного корма включает гемоглобин. Состав корма: соевый шрот, рыбная мука, кукурузный глютен, рыбий жир, пшеничный глютен, бобы, гемоглобин высушенный методом распылительной сушки, гидролизная перьевая мука, витаминно-минеральный премикс (Серпунин, 2006).

По мнению В.Я. Склярова (2013), лишь отдельные отечественные производители могут только частично составить конкуренцию зарубежным компаниям при поставке комбикормов для лососевых и осетровых рыб.

С учетом необходимости повышения конкурентоспособности и развития отечественного производства для аквакультуры, в г. Твери введен в эксплуатацию в 2009 г. новый завод по производству рыбных кормов «Aguagex». Ассортимент кормов, производимых заводом, включает в себя корма для форели, осетра и карпа (Алымов, 2015).

Корм «Aguagex» «Осетр рост 47/14» для товарного откорма осетровых рыб. Состав: рыбная мука, соевый шрот, гороховый протеин, пшеница, рыбий жир, растительное масло, витаминно-минеральный комплекс.

ООО «Рыбоводцентр» предлагает гранулированный корм РГМ-58 Премиум для осетровых видов рыб. Состав: рыбная мука, пшеничная мука, глютен кукурузный, соевый шрот, сухой гемоглобин, мясная мука, рыбий жир. Растительное масло, монокальцийфосфат, ВМК. ООО «Южный центр осетроводства» – корма рыбные для осетровых и лососевых рыб в ассортименте: стартовые, производственные, репродукционные.

ООО «АгроВитЭкс». Комбикорма для выращивания осетровых представлены двумя рецептами: для использования при незначительных ухудшениях гидрохимического режима (осетр рост 40/8) и при значительных ухудшениях гидрохимического режима (осетр 40/5).

В Россию завозятся также комбикорма для рыб из Ближнего Зарубежья (ТОО «AkvaKorm» – Казахстан, ООО «Манана Грейн» – Армения).

В работе В.Я. Скляр (2013) отметил, что стоимость импортных кормов в значительной степени завышена (таможенные пошлины, доставка, услуги посредников и т.д.), никак не способствует развитию отечественной аквакультуры. Этим объясняет повышенный интерес к актуальным тенденциям, инновациям и передовым технологиям в производстве кормов.

1.3. Продуктивное действие кормов на организм осетровых рыб

Корм должен обеспечить потребность рыб, как и любых других живых организмов, в структурных элементах, используемых для формирования мышечной ткани, скелета, систем органов и энергии для осуществления жизнедеятельности (плавания, дыхания, обменных процессов).

Вопросам изучения биологии и особенностям питания осетровых рыб в естественной среде уделяли большое внимание многие ученые: Мильштейн В.В. (1982), Соколов Л.И. (1983), Horst Muller (1983), Gebhard Reiche (1997), Froese (2012), Chapman (1996), Gesner (2013); Grande (2006) и др.

Большинство видов осетровых – обитатели дна, которые питаются личинками насекомых и мелкой рыбой. У осетра тактильные усики, расположенные в передней части толстогубого, выдвигного рта. Осетр также способен копать своим рылом, выискивая пищу. Глаза у осетра относительно его размеров очень маленькие и вряд ли помогают искать и ловить добычу (Fontana, 2001).

Особенности пищеварения осетровых рыб описаны В.А. Власовым (2008), Е.Н. Артюхиным (2008). Осетровые относятся к желудочным рыбам. Пищеварительный тракт осетровых состоит из пищевода, желудка, переднего и среднего отдела кишечника и органов, участвующих в пищеварении: селезенка, поджелудочная железа и печень. Переваривание пищи происходит в пищеварительном тракте при изменении рН от кислой, слабокислой к нейтральной, по мере передвижения пищи от желудка к анальному отверстию. В желудке переваривание происходит в кислой среде (рН 2,0–4,0), а в переднем отделе средней кишки рН кислая и слабокислая (4,0–6,0)

Русский осетр (*Acipenser gueldenstedtii*, Brandt) – одна из крупных, осетровых рыб, достигает в длину 200 см и массы 100 кг.

Пища осетра состоит из донных беспозвоночных (рачки, мотыль, моллюски, черви) и рыб (бычки, сельдь, килька). Молодь так же, как и взрослые рыбы, питается мелкими донными отложениями (Магомаев, 2007).

По данным исследований Л.И. Соколова (1983), стерлядь (*Acipenser ruthenus*) является самым мелким представителем рода *Acipenser*. Ее характерными отличиями является прерванность нижней губы. Стерлядь – типично пресноводная рыба. Однако в бассейне Волги встречается в небольшом количестве крупная полупроходная форма. Обычная промысловая длина стерляди составляла 40–60 см при массе 500–2000 г. Питание стерляди в естественных водоемах основано на потреблении мелких донных беспозвоночных: личинок хирономид, мошек, поденок, ручейников, моллюсков.

Оптимальный температурный режим выращивания осетровых рыб составляет 20–25°. При температуре воды менее 10° и более 28° интенсивность потребления пищи снижается.

В работе Е.А. Гамыгина (2006) отмечено, что по типу питания все представители осетровых рыб относятся к плотоядным и хищникам. В связи с этим у них короткий желудочно-кишечный тракт. Поэтому в составе комбикормов доминируют высокобелковые виды сырья.

По аналогии с комбикормами для сельскохозяйственных животных в кормах для рыб используют такие компоненты, как отходы переработки растениеводства, животноводства, рыбного промысла, микробиологической и пищевой промышленности (Бурлаченко, 2008).

В то же время специфика рыб – обитание в воде, зависимость процессов обмена веществ от температуры среды обитания – обусловили и особенности кормов для них. Относительные потребности рыб в белках и липидах значительно выше, чем у теплокровных животных. В отличие от них рыбы не обладают мощным ферментным комплексом, обеспечивающим эффективное переваривание растительных кормов. Компоненты наземного растительного происхождения дефицитны для рыб по ряду незаменимых элементов питания, в частности по аминокислотам лизину и метионину, полиненасыщенным жирным кислотам. Водная среда предъявляет особые требования к технологическим свойствам кормов: их водостойкости, сцеплению частиц. Благодаря этим свойствам возможно предотвращение потерь кормов в виде мелкой россыпи или пыли, которые не только

не используются для роста, но и, ухудшая качество условий выращивания, повышают риски возникновения заболеваний и загрязнений окружающей среды (Гамыгин, Щербина, 2004).

Современные исследования (Чипинова, 2006; Хандожко, 2010 и др.) подтверждают, что главным вопросом в развитии аквакультуры является возможность организовать полноценное кормление рыб на всех этапах выращивания.

В состав рецептуры продукционных кормов для выращивания осетровых в индустриальных условиях и в прудах входят сырьё с высоким содержанием протеина: рыбная мука, соевый шрот или жмых, витазар, – а также специальный премикс и другое ценное сырьё.

Биологическое значение белков в организме осетровых рыб, как и у других животных, объясняется важностью и многообразием их функций – пластическая, ферментативная, транспортная, защитная. Недостаток протеина в рационе приводит к нарушению физиологических функций организма и снижению продуктивности выращиваемых рыб (Скляров, 1984).

Важнейшим показателем протеиновой питательности отдельных компонентов и изготовленного комбикорма следует считать сырой протеин, являющийся интегральным показателем содержания белков в корме. Методика определения протеина унифицирована и широко используется в комбикормовой промышленности (Гамыгин, 2014).

Особенно острой является проблема кормления личинок и ранней молоди, так как их ранний перевод на кормление искусственным кормом важен для успешного выращивания в аквакультуре.

Кормление осетровых начинают с момента завершения резорбции желточного мешка у 60–70 % личинок при массе 20–40 мг. При разработке стартовых комбикормов учтен состав питательных веществ естественной пищи молоди осетровых рыб. Он отличается наличием протеина низкой молекулярной массой, а также высоким содержанием незаменимых жирных кислот линолевого ряда. В состав стартового комбикорма входят рыбная мука, гидролизаты из рыбы, дрожжи, витазар, поливитаминный премикс и другие компоненты (Пономарёв, 1996).

Пионерами в решении этой проблемы явились отечественные ученые, которые в 1980-х гг. разработали рецептуры стартовых комбикормов Ст-07 и Ст-4Аз и методику кормления ими (Попова и др., 1986; Абросимова и др., 1989). Для выращивания товарных осетровых рыб используют производственные корма, которые должны содержать около 40 % протеина, до 15 % жира, до 30 % углеводов (Абросимова, 1997; Васильева и др., 2000).

Рецептура стартового комбикорма для молоди осетровых Ст-07, а также методика его использования на примере гибрида бестера была разработана в результате исследований, проведенных сотрудниками ЦНИОРХ в начале 1980-х гг. Основными ингредиентами комбикорма Ст-07 являются продукты животного и микробного происхождения (таблица 1). В готовом корме содержится 55 % протеина, 19 % жира, 8,6 % углеводов и 4800 ккал/кг обменной энергии, что соответствует биологическим потребностям молоди осетровых рыб (Попова и др., 1986).

Таблица 1 – Рецептура стартового корма Ст-07 для осетровых рыб

Кормовые компоненты	Ст-07 полный рецепт	Ст-07 при изготовлении
Мука рыбная	27	27
Мука кровяная	15	15
БВК	20	20
Казеинат натрия	20	20
Рыбий жир	8	6
Фосфатиды	8	–
Премикс ПФ-1В	2	2

К 1985 г. уже были разработаны и утверждены первые стартовые корма для осетровых рыб рецептуры СТ-ОБ-1Аэ и Ст-4Аз. Они успешно прошли промышленную апробацию и использовались на рыбоводных заводах Ростовской области, Краснодарского края, Средней Волги, Армении и Украины (Абросимова, 1989).

Впервые для молоди осетровых была определена физиологическая потребность в протеине и незаменимых аминокислотах, жире и незаменимых жирных кислотах, углеводах, в витаминах А, Д и С, фосфоре, кальции, натрии и калии (Абросимова, 1987).

К концу 1990-х гг. рецептуры стартовых осетровых комбикормов СТ-07 (ЦНИОРХ) и СТ-4Аз (АзНИИРХ) потребовали переработки. Это было связано с появлением нового методического подхода к балансированию белковой части рационов питания молоди рыб, а также недоступностью многих кормовых компонентов из этих рецептов для заводов-производителей. На базе ВНИИРХ и НТЦ «Аквакорм» были проведены исследования по оптимизации состава стартовых комбикормов для осетровых рыб на основе более глубокого изучения белкового питания рыб, а также с учетом сырьевой базы отечественной промышленности (Пономарев С.В. и др., 1996). По результатам экспериментов был установлен состав заключительного рецепта стартового комбикорма ОСТ-5 (таблица 2).

Таблица 2 – Состав рецепта стартового комбикорма ОСТ-5 осетровых рыб на основе биокорна, % (Васильева и др., 2000)

Кормовые компоненты	ОСТ-5
Мука рыбная	50
Мука пшеничная	3,5
Шрот соевый	10,0
Сухой обрат	8,0
Биокорн	22,0
Масло подсолнечное	3,0
Жир рыбный	2,0
Премикс ПФ-2В	1,5

ОСТ-5 содержит 49,6 % протеина, 7,8 % сырого жира, 16,4 % безазотистых экстрактивных веществ, 1,0 % сырой клетчатки и 18,2 мдж/кг общей энергии (Судакова, 1997, 1998; Васильева и др., 2000).

В настоящее время разработано несколько рецептов производственных комбикормов для осетровых рыб. В качестве примера можно привести базовый рецепт производственного комбикорма ОТ-6, разработанный НТЦ «Астаквакорм» и НПЦ по осетроводству «БИОС» (таблица 3). Он производился на базе НПЦ по осетроводству «БИОС» (г. Астрахань).

Таблица 3 – Рецепт производственного комбикорма ОТ-6 (Васильева и др., 2000)

Кормовые компоненты	Содержание, %
Мука рыбная	50
Соевый жмых	9,0
Витазар	20,0
Дрожжи кормовые	10,0
Пшеница	4,0
Жир рыбий из кильки	4,0
Премикс ПФ-2В	1,0

В последние годы разработан производственный комбикорм для осетровых рыб (таблица 4). Он содержит муку рыбную, витазар, соевый шрот, дрожжи кормовые, муку пшеничную, глютен кукурузный, жир рыбий, премикс ВМП ПО-1, комплекс КР.

Таблица 4 – Рецепт производственного комбикорма для осетровых рыб (Патент № 128484 Российской Федерации, Пономарев и др., 2007)

Кормовые компоненты	Содержание, %
Мука рыбная	39,0
Витазар	20,0
Соевый шрот	10,0
Дрожжи кормовые	5,0
Глютен кукурузный	15,0
Пшеница	3,0
Жир рыбий из кильки	7,0
Премикс ВМП ПО-1	1,0
Комплекс КР	400 мг/кг

Таким образом, основными компонентами комбикорма для осетровых рыб в настоящее время являются продукты животного происхождения (рыбная мука, кровяная мука, рыбий жир), продукты микробного происхождения (различные виды кормовых дрожжей), продукты растительного происхождения (шроты и жмыхи масличных культур, пшеница, пшеничные зародышевые хлопья, кукурузный глютен, растительное масло), а также минерально-витаминные добавки – премиксы.

Известно, что среди комплекса биотехнических процессов выращивания товарных осетровых рыб корма являются одной из самых затратных статей. Это сдерживающий фактор для масштабного развития товарного осетроводства и по-

лучения качественной пищевой продукции. При этом нередки случаи, когда рыбобоводные фирмы приобретают более дешевые несбалансированные искусственные корма, что в итоге способствует всякого рода заболеваниям рыб и избыточному накоплению жира в гонадах (Gesner, 2013).

Высокоинтенсивные технологии выращивания осетровых рыб предусматривают использование комбикормов с высоким уровнем протеина, жира энергии в целом, что обеспечивает их минимальный расход на единицу прироста рыб (Скляр, Гамыгин, 1984; Бондаренко, Скляр, 2004; Бурлаченко, 2008; Бурлаченко, 2016; Гамыгин, 2006; Скляр, 2013; Жигин, 2013 и др.).

Продуктивное действие комбикорма и товарная ценность выращенных осетровых рыб могут быть подтверждены исследованием содержания питательных веществ в теле.

В состав сухого вещества входят минеральные (несгораемые) и органические (сгораемые) соединения. Содержание сухого вещества характеризует общую питательность анализируемого образца (Хохрин, 2004). Данный показатель отражает протеиновую питательность тела выращенных рыб. Протеины выполняют пластическую, энергетическую, транспортную, ферментативную, защитную, гемостатическую, регуляторную функции в организме.

Показатель «сырой жир в тканях» отражает липидную питательность анализируемого образца. Биологическая роль липидов в организме важна и многообразна. Они выполняют энергетическую, пластическую, защитную, регуляторную функции.

Содержание сырой золы в тканях отражает минеральную питательность ткани. Основную массу сырой золы составляют щелочные (кальций, магний, калий, натрий) и кислотные (фосфор, сера, хлор) макроэлементы. Содержание микроэлементов (железо, медь, кобальт, цинк, марганец, йод, фтор, селен и др.) незначительно.

В литературе имеются результаты исследования питательных веществ в мышцах осетровых рыб в связи с оценкой их товарной ценности. Так, биохимическое исследование мышц чистых видов и гибридных форм осетровых рыб, выращенных в бассейнах в условиях прямоточного водоснабжения при естественном температурном режиме, выявило содержание сухого вещества в пределах 21,2–26,4 %, сырого протеина – 15,6–18,9 %, сырого жира – 4,4–6,4 %, сырой золы – 1,0–1,2 % (таблица 5).

Таблица 5 – Содержание питательных веществ в мышцах трехлетков видов и гибридов осетровых рыб, % (по данным Федосеевой, 2004)

Виды и гибриды	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая зола
Русский осетр	21,2	15,6	4,4	1,2
Стерлядь	26,4	18,9	6,4	1,1
Шип	23,2	17,4	4,8	1,0
Русский осетр × шип	22,7	17,9	4,6	1,2
Русский осетр × стерлядь	25,2	18,2	5,9	1,1

Исследование содержания питательных веществ в мышцах осетровых рыб при экспериментальном кормлении позволяет получить дополнительные доказательства питательной ценности нового корма. Продуктивное действие комбикорма определяют также по физиологическим показателям крови.

Физиологические показатели крови осетровых рыб позволяют оценить гомеостатические параметры организма и состояние адаптации к условиям содержания, в частности, полноценности кормления. Физиологические исследования крови широко применяют как в товарном осетроводстве, так и при кормлении различных животных. Обычно исследуют показатели красной крови (система эритронов), белкового, липидного и углеводного обменов, активность различных ферментов.

Параметры гомеостаза крови рыб Волго-Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов ранее исследовали в связи с их искусственным воспроизводством: для прогнозирования рыбоводной продуктивности самок, при оценке жизнестойкости и обосновании размерно-весового стандарта молоди осетровых, выращенной в прудах.

В результате проведенных в 1964–1982 гг. исследований русского осетра и севрюги азово-черноморской популяции были установлены диагностические показатели содержания общего белка, общих липидов, холестерина сыворотки крови, а также жира мышц у самок с различным функциональным состоянием гонад (Баденко и др., 1984).

Рыбоводно-физиологические исследования волго-каспийских осетровых, проведенные в 1970–1980 гг., выявили особенности содержания в крови гемоглобина, белков, липидов у разновозрастных самок белуги, русского осетра и севрюги, их связь с воспроизводительной способностью (Лукияненко, Кулик, 1994).

У молоди осетровых рыб была установлена динамика содержания в крови гемоглобина, белка, липидов, а также их устойчивость к повышенной температуре и солености воды, к пониженному содержанию кислорода, к голоданию (Лукьяненко, 1984).

При выборе показателей для оценки гомеостаза крови при испытании новых кормов целесообразно использование тестов, отражающих состояние различных сторон обменных процессов.

Гомеостаз крови при селекционной оценке особей белуги, стерляди, бестера из ремонтных групп оценивают по показателям гемоглобина, общего белка, альбумина, липидов наряду с динамикой живой массы и длины тела (Дегтярева, 2002; Шевлякова, 2002).

Гематологические и биохимические показатели у осетровых рыб определяют при испытании кормов, изготовленных по новой рецептуре, и новых режимов кормления (Серпунин, 2006; Судакова, 1998).

Основной проблемой при установлении норм кормления осетровых рыб является высокая динамичность изменения интенсивности обмена и потенции роста в онтогенезе. Все это приводит к необходимости постоянной коррекции величины этого технологического показателя. Для расчета нормы кормления достаточно знать степень продуктивного действия комбикорма и закономерности роста осетровых рыб в аквакультуре. Продуктивное действие комбикорма оценивают по величине кормового коэффициента. Закономерности роста осетровых рыб могут быть описаны либо при помощи уравнения Бергаланфи, либо в рамках стандартной модели массонакопления. Поскольку интенсивность обмена веществ и способность расти у пойкилотермных животных зависят от температуры окружающей среды, нормы кормления осетровых рыб должны изменяться с учетом температурного фактора. Таким образом, норма кормления осетровых рыб, может быть рассчитана по известным значениям кормового коэффициента и ожидаемого относительного суточного прироста живой массы.

Продуктивное действие комбикорма на организм рыб оценивают по отношению массы затраченного корма к приросту массы рыб. Поскольку часть внесенного в рыбоводную емкость корма может быть утрачена и не съедена рыбами, а часть прироста при прудовом содержании – получена за счет естественной кормовой базы, в рыбоводстве применяют два близких по значению, но неравнозначных термина – «затраты корма» и «кормовой коэффициент» (Щербина, 1983; Черномашенцев, Мильштейн, 1983; Васильева, 2000). Термин «затраты корма», называемый также «коэффициентом расхода корма», отражает эффективность кормления, то есть отношение израсходованного корма на единицу прироста массы рыбы. Термин же «кормовой коэффициент» показывает, какое количество корма рыба должна съесть на единицу прироста. При садковом и бассейновом выращивании осетровых рыб эти понятия используются как эквивалентные (Романычева, 1976; Шевченко, 1998).

Величина данного параметра в индустриальной аквакультуре постоянно контролируется. Считают, что для молоди осетровых, получающих комбикорм с содержанием обменной энергии 16–18 мдж/кг, кормовой коэффициент не должен превышать 1,4 (Шевченко, Попова, 1998). Современные высококачественные корма при соблюдении технологической дисциплины позволяют поддерживать данный параметр при выращивании молоди на уровне 0,9–1,1. При выращивании товарных осетровых на производственных комбикормах кормовой коэффициент должен быть в пределах 1,5–1,7. Необходимым условием поддержания величины кормового коэффициента в оптимальных пределах при кормлении осетровых рыб современными сухими комбикормами является нормирование суточных рационов в точном соответствии с величиной ожидаемого суточного прироста живой массы.

1.4. Питательная ценность тыквенного жмыха

Отечественное кормопроизводство, как одна из развивающихся отраслей агропромышленного комплекса, находится под пристальным вниманием специалистов, обеспечивающих население биологически здоровой пищей (Бурлаченко, 2008; Коломейченко, 1955, Макарецев, 2007 и др.).

Академик Г.М. Ерастов (2010), в связи с широким применением ферментных препаратов, ростостимулирующих средств, антибиотиков, предлагает пересмотреть многие методические подходы к вопросам оптимизации контроля над экологической безопасностью. Он также советует признать необходимость разработки новых методов исследования, способных занять свое место в системе мероприятий по обеспечению биологической защиты человека. Автор предупреждает, что в конце XX в. значительно выросли «болезни цивилизации» человека. Изменения происходят на субклеточном и молекулярном уровнях.

Трансгенная инженерия активно используется в США и Европе, а теперь и в России, для создания кормовых культур, содержащих генно-модифицированные источники (ГМИ).

По данным К.И. Шкрыгунова (2014), в настоящее время во всем мире в производстве продуктов питания используется 63 % ГМ-сои, 19 % ГМ-кукурузы, 13 % ГМ-хлопка, а также картофель, рис, рапс, томаты и др. Лидирующие позиции в производстве ГМИ занимают США (68 %), Аргентина (11,8 %), Канада (6 %), Китай (3 %). Однако в этот процесс активно включаются другие страны, в том числе и Россия. К настоящему моменту в России уже официально разрешено к использованию 19 линий генетически модифицированных сои, кукурузы, картофеля, сахарной свеклы и риса.

Многочисленные опыты, проведенные в Институте высшей нервной деятельности нейрофизиологии РАН под руководством д.б.н. И. Ермаковой, установили четкую зависимость между употреблением животными в пищу генно-модифицированной сои и здоровьем их потомства. В Российской Федерации в на-

стоящий момент принят ряд законодательных актов, регулирующих оборот пищевой продукции, полученной из ГМИ и ГМО. В частности, в законе РФ «О защите прав потребителей» внесено изменение, на основании которого все продовольственные товары, содержащие генетически модифицированные организмы (ГМО) свыше 0,9 %, должны иметь специальную маркировку (Задорожная, 1996).

В результате проведенных многочисленных исследований (Гамыгин, Багров, 2013; Беляев, 2000; Ерастов, 2010; Жигин, 2013; Сытов, 2011; Желтов, 2006) становится актуальной темой поиск на российском рынке натуральных белковых экологически чистых продуктов, сходных по своему составу с соевой продукцией, способных полностью или частично заменить соевый шрот и сою при производстве комбикормов.

Исследования Е.А. Задорожной (1996), В.И. Беляева (2000), И.Ф. Горлова, (1997), А.Н. Сивко (2009), Н.И. Ковзалова (2000), П.Н. Разумова (1998), Ф.В. Складорова (2003) показали, что перспективным направлением исследований является применение растительного сырья для получения функциональных продуктов в пищевой промышленности, животноводстве, кормопроизводстве. К такому растительному сырью относятся в первую очередь тыква, кукуруза и люцерна, так широко выращиваемые в условиях Юга России.

Бахчевые культуры являются большим резервом в увеличении производства кормов. Эта группа объединяет культуры, которые входят в состав семейства Тыквенные (*Cucurbitaceae*). Тыква (*Cucurbita L.*) включает в себя три культурных вида: крупноплодная (*C. maxima Duch.*); твердокорая (*C. pepo L.*); мускатная (*C. moschata Duch.*). На кормовые цели используются в основном крупноплодная и твердокорая. Плоды тыквы считаются ценнейшим продуктом питания (Коломейченко, 2015). В пищу употребляется не только сочная мякоть, но и семечки, которые содержатся в большом количестве.

Об уникальности тыквенных семечек сказано уже довольно много. Так, например, они способствуют укреплению иммунитета и улучшению общего самочувствия человека. Употребляют семечки в различных формах. Особой популярностью в последнее время пользуется жмых тыквенных семечек (Беляев, 2000; Шехватов, 1996).

По данным В.И. Беляева (2000), продукт переработки семян тыквы широко используется за рубежом и в России для производства медицинских, ветеринарных препаратов, кондитерских изделий, подкормок для животных.

В работе В.Г. Клименко (1955) отмечено, что по массовой доле белков семена тыквы не уступают традиционным добавкам растительного происхождения и мясу убойных животных, используемых при производстве комбинированных мясопродуктов.

Содержание белка в среднем составляет 30 %. Соотношение белок:жир 1,1:1; 1,2:1. Это соответствует медико-биологическим требованиям оптимального соотношения жира и белка в мясных продуктах. Таким образом, семена тыквы могут быть использованы в рецептурных композициях мясопродуктов без ущерба для их химического состава и пищевой ценности.

Белки семян тыквы имеют в составе высокую долю водо- и солерастворимых фракций, приближающиеся к этому показателю для мышечной ткани убойных животных.

В работе А.Н. Сивко (2009) отмечено присутствие альбуминов и глобулинов в исследуемых образцах, на долю которых приходится 75,5–68 % от общего количества белка. Их характеризует высокофункциональные компоненты, которые с мышечными белками могут стабилизировать белковую матрицу мясных систем.

Белковые фракции семян тыквы содержат полный набор аминокислот, включая незаменимые, что предполагает их высокую биологическую активность. Содержание отдельных незаменимых аминокислот: лейцина, лизина – находится на уровне эталона ФАО/ВОЗ и по фенилаланину и триптофану значительно превышает его.

Аминокислотный состав является важной характеристикой сырья для оценки биологической ценности белков и их функционально-технических свойств (Винберг, 1956, 1966).

Жирнокислотный состав липидов семян тыквы представлен следующими кислотами: олеиновая (до 40 %), линоленовая (до 50 %). Из насыщенных кислот – пальмитиновая и стеариновая. Полиненасыщенные жирные кислоты: линолевая и

линоленовая – не синтезируются в организме и относятся к незаменимым компонентам пищи (Горлов, 1996; Клименко, 1955).

Основную массу макроэлементов составляют фосфор, калий, магний и кальций.

Из микроэлементов в семенах тыквы обнаружено значительное количество цинка и железа. Цинк играет важную роль для роста, развития и полового созревания организма, адекватного функционирования иммунной системы, обеспечения нормального кроветворения, вкуса и обоняния, стимулирования процессов заживления ран (Хохрин, 2000).

Химический состав семян тыквы представлен в работах (Горлов, 1996; Клименко, 1955; Дорнера, 1987). В семенах тыквы отмечено высокое содержание витамина Е-токоферола (150 мг/100 г сырого вещества). Он является одним из сильных антиоксидантов, огромная роль этому витамину отводится в процессе клеточного дыхания.

По данным А.Г. Шехватова (1996), семена тыквы издавна применяли как антигельминтное средство. Семена тыквы имеют следующий химический состав: вода – 6,3 %, азотистые соединения – 27,4 %, сахара, крахмал и пентозаны – 11 %, клетчатка – 14,8 %, жирное масло – до 50 % и более, включающие глицериды кислот: линолевой – до 45 %, олеиновой – до 25 %, пальмитиновой и стеариновой – около 30 %, а также алкалоиды, гликозиды, смолистые вещества, содержащие оксидеротиновую кислоту; белковые вещества (до 15 %); витамины С и группы В, Е; каротиноиды и каротин (до 20 %); органические кислоты; салициловую кислоту; аминокислоты, аминокислоту – кукурбитин, стерин. Антигельминтная активность семян тыквы обусловлена кукурбином (сумма аминокислот и низкомолекулярных пептидов), активно действующим веществом которого является кукурбитин (3-амино-3-карбоксин-пирромидин). Сотрудниками Волгоградского НИТИ ММС и ППЖ совместно с МНПК «Фармаол» разработана технология получения масла из семян тыквы. Получаемое масло имеет высокую биологическую ценность и может быть использовано в пищевых целях, в качестве лекарственного сырья для получения фармакологических препаратов.

Одним из перспективных кормовых средств являются отходы переработки семян тыквы – тыквенный жмых. Он содержит до 30 % сырого протеина и по аминокислотному составу соответствует жмыху арахисовому. Тыквенный жмых – высокоэнергетический корм, в 1 кг которого содержится 4500 ккал, или 19 МДж обменной энергии (Горлов, 1997; Дорнер, 1987; Разумов, 1998).

В ТУ 2362-002-01898871-96 побочный продукт – тыквенный жмых – именуется как ветеринарный препарат – тыквет. По внешнему виду – это однородная сыпучая масса темно-зеленого цвета. Тыквенный жмых является экологически чистым и безвредным средством для животных. Содержание кукурбина в нём не должно быть менее 0,1 %. Тыквенный жмых значительно превосходит аналогичный продукт из подсолнечника, сои, рапса, горчицы по содержанию аргинина на 40,9–64 %, лизина и изолейцина – на 10,6–29,6; фенилаланина – на 20,1–49,9; глицина – на 33,6–68,2 %. Он отличается и по набору витаминов. Тыквенный жмых имеет следующий аминокислотный состав, мг/г: лизин – 4,77, гистидин – 3,01, аргинин – 17,28, аспарагиновая кислота – 16,51, треонин – 3,59, серин – 11,08, глутаминовая кислота – 25,05, пролин – 2,07, глицин – 13,56, аланин – 7,41, валин – 5,63, метионин – 2,24, изолейцин – 4,73, лейцин – 12,2, тирозин – 8,43, фенилаланин – 8,2. В абсолютно сухом веществе фуза содержится 27,33 % протеина, 51,49 % жира, 10,88 % клетчатки, а также макро- и микроэлементы. Тыквенный жмых имеет обширный набор активных веществ природного происхождения: токоферолы, каротиноиды, стерины, жирные и органические кислоты, сахара, витамины В1, В2, В6, С, К, смолистые вещества (Клименко, 1955).

Тыквет содержит хорошо сбалансированные природой группы активных веществ, необходимых для нормализации обмена веществ и восстановления нарушенной активности жизненно важных органов и систем. В его состав также входят 16 аминокислот (в том числе незаменимые). Они обладают широким фармакологическим действием, активно участвуют в белковом и углеводном обмене, способствуют обезвреживанию различных токсических продуктов в организме, активизируют действие гормонов и ферментов.

По всем показателям безопасности согласно СанПин 2.3.2.1078-01 превышений установленных норм не обнаружено. Иными словами, исследованные образцы семян тыквы – безопасное сырьё, пригодное для использования в качестве пищевых компонентов в продуктах питания.

Анализ фракционного и аминокислотного состава белков, жирокислотного состав липидов, содержания макро- и микроэлементов свидетельствует о перспективности применения данного вида сырья в качестве компонента, придающего новым продуктам функциональные свойства (Сивко, 2009).

Тыквенное масло в составе жмыха обладает гепатопротекторным, желчегонным, противоязвенным, антисептическим, антисклеротическим, противовоспалительным свойствами. Нормализует обмен веществ, секреторную и моторно-эвакуаторную функцию желудка (Горлов, 1996; Дорнер, 1987).

В регионе Нижнего Поволжья жмых из семян тыквы широко используется в кормлении сельскохозяйственных животных. Жмых характеризует высокая кормовая ценность и положительное действие на продуктивные качества крупного рогатого скота и птицы (Ковзалов, 2000; Клименко, 1955). Проведенные исследования показывают высокую эффективность использования тыквенного жмыха в кормлении цыплят-бройлеров (Горлов, 1997; Шкрыгунов, 2014), в рационах бычков, выращиваемых на мясо (Разумов, 1998) и в рационах быков-производителей (Беляев, 2000). Скармливание баранчикам тыквенного жмыха влияет на поедаемость кормов и переваримость питательных веществ (Косенко, 2001).

Однако возможности использования тыквенного жмыха в комбикормах для осетровых рыб до сих пор не изучались.

В результате изучения многочисленных литературных источников определено направление исследований – разработка комбикормов для осетровых рыб с использованием тыквенного жмыха путём замены соевого шрота с целью получения экологически безопасных и высокопродуктивных кормов, улучшения потребительских качеств ценной товарной продукции из осетровых рыб и повышения эффективности производства.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работы по теме диссертации выполнялись с 2009 по 2011 г. при финансовой поддержке Фонда содействия развития малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках программ Старт – 2009 и Старт – 2010. Исследования проводились на производственных базах ООО «АРК Белуга» и ООО «Ника-АСТ». Контрольные и экспериментальные партии комбикормов изготавливались на ОАО «Комбинат Хлебопродуктов» г. Астрахани. Опытная партия тыквенного жмыха была приобретена в ООО «ВЭЛС» г. Москва.

2.1. Материал исследования

Объектом исследования явились двухлетки русского осетра (*Acipenser guldenstaedtii Br.*), двух- и трехлетки стерляди (*Acipenser ruthenus*).

Эффективность использования экспериментального комбикорма была изучена при кормлении двухлетков русского осетра в сетчатых садках на производственной базе ООО «АРК Белуга» (рисунок 1).

Выращивание особей опытных и контрольных групп в сетчатых садках осуществляли в течение 42 сут. с 17.08.2009 г. по 29.09.2009 г. Группы контрольных и опытных рыб в начале эксперимента по размерно-массовым показателям не различались (рисунок 2). Суточные рационы назначали в соответствии с биологическими потребностями русского осетра в зависимости от живой массы и температуры воды (Лозовский, 2008). Температура воды за период проведения эксперимента была в оптимальных пределах (23,5–18,3 °С). В опыте двухлетки русского осетра получали экспериментальный комбикорм (комбикорм № 100), в контроле – комбикорм ОТ-6 (комбикорм № 99).



Рисунок 1 – Сетчатые садки на производственной базе ООО «Астраханская рыбоводная компания «Белуга»



Рисунок 2 – Внешний вид двухлетков русского осетра, использованных в эксперименте

Эффективность использования экспериментального комбикорма была изучена при кормлении трехлетков стерляди в сетчатых садках на производственной базе ООО «Ника-АСТ» (рисунок 3).

Выращивание особей опытных и контрольных групп в сетчатых садках осуществляли в течение 36 сут. с 31.08.2009 г. по 6.10.2009 г. Температура воды за период проведения эксперимента была в оптимальных пределах (21,3–18,1 °С).



Рисунок 3 – Сетчатые садки на производственной базе ООО «Ника-Аст»

2.2. Методы исследований

Методы химического анализа тыквенного жмыха, корма, мышц рыб. Для исследования питательности тыквенного жмыха было проведено исследование его химического состава по существующей схеме зоотехнического анализа кормов в Испытательной лаборатории ФГУ Государственного центра агрохимической службы «Астраханский».

Для проведения испытаний комбикорма были отобраны пробы по 0,5 кг экспериментального комбикорма (комбикорм № 100) и контрольного комбикорма ОТ-6 (комбикорм № 99) согласно нормативной документации на методы испытаний (таблица 6).

Таблица 6 – Нормативная документация на методы испытаний питательности тыквенного жмыха, комбикорма

Наименование показателя	Нормативная документация
Массовая доля влаги, %	ГОСТ 13496.3-92
Массовая доля сырого протеина, %	ГОСТ 13496.4-93
Массовая доля сырого жира, %	ГОСТ 13496.15-97
Массовая доля сырой клетчатки, %	ГОСТ 13496.2-91
Массовая доля сырой золы, %	ГОСТ 26226-95
Массовая доля кальция, %	ГОСТ 26570-95
Массовая доля фосфора, %	ГОСТ 26657-97

Перечень рекомендованных показателей питательности, исследование которых необходимо выполнять унифицированными биохимическими методами анализа, представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень рекомендованных для определения показателей питательности в мышцах выращенных рыб и нормативные ссылки на унифицированные методы испытаний

Метод испытания	Нормативная ссылка
Определение массовой доли влаги	ГОСТ 7636-85, ГОСТ 13496.3, ГОСТ Р 50817.
Определение массовой доли сырого протеина	ГОСТ 7636-85, ГОСТ 13496.4, ГОСТ Р 50817, ГОСТ Р 51417
Определение массовой доли сырого жира	ГОСТ 7636-85, ГОСТ 13496.15, ГОСТ Р 50817
Определение массовой доли сырой золы	ГОСТ 7636-85, ГОСТ 26226, ГОСТ Р 50852

Продуктивное действие комбикорма определяли по закономерностям роста осетровых рыб. Они описаны параметрами уравнения Берталанфи, которое было разработано для описания закономерностей роста животных, исходя из теории, предложенной Пюттером (Pütter, 1920) и развитой в дальнейшем в работах Берталанфи (Bertalanffy, 1934–1957), Тейлора (Taylor, 1958–1962) и Винберга (Винберг Г.Г., 1956, 1966). В основу данной теории роста положено представление о том, что прирост массы тела является результатом двух противоположно направленных процессов обмена веществ – анаболизма и катаболизма. Зависимость скорости абсолютного прироста от массы тела определяется уравнением (1):

$$\frac{dw}{dt} = Nw^{\frac{a}{b}} - kw, \quad (1)$$

где N , a/b , k – константы, w – вес или другой показателей роста объекта, t – время.

В результате преобразования исходного уравнения Винберг предложил формулу (2), отражающую изменение веса со временем:

$$w_t = \left[W^{1-\frac{a}{b}} - \left(W^{1-\frac{a}{b}} - w_0^{1-\frac{a}{b}} \right) e^{-\left(1-\frac{a}{b}\right)kt} \right]^{\frac{b}{b-a}}, \quad (2)$$

где w_t – вес тела в период времени t ; w_0 – начальный вес тела; W – предельный (дефинитивный) вес тела; $\frac{a}{b}$ и k – константы.

Был сделан вывод, что для определения характера функции $w = f(t)$ и кривой весового роста в отдельных случаях достаточно определить четыре параметра этого уравнения – W , $\frac{a}{b}$, w_0 и k . С использованием уравнения Берталанфи установлены видовые особенности закономерностей роста некоторых каспийских осетровых (Алтуфьев, Романов, 1988). Параметры уравнения Берталанфи и представления о сопряженности процессов роста и энергетического обмена были использованы для оценки потенции роста некоторых представителей осетрообразных: белуги (*Huso huso*), шипа (*Acipenser nudiiventris*) и веслоноса (*Polyodon spathula*) (Гершанович, 1985).

Однако определение четырех параметров в уравнении роста Бергаланфи по эмпирическим данным является сложной задачей. Что затрудняет использование данного уравнения для определения норм кормления осетровых рыб в аквакультуре. Более адекватной для решения данной задачи является стандартная модель массонакопления. Моделирование роста в ней может быть осуществлено при одном известном параметре – коэффициенте массонакопления.

Стандартная модель массонакопления рыб исходит из допущения, что скорость изменения живой массы прямо пропорционально величине живой массы, возведенной в степень « $\frac{2}{3}$ ». Поэтому, для моделирования роста выращиваемых рыб в стандартных условиях необходимым и достаточным является установление величины коэффициента массонакопления. Величина живой массы на любой день выращивания может быть вычислена по формуле (3), в которую в качестве параметров заложены значения начальной массы и коэффициента массонакопления (Баранов и др., 1979):

$$M_t = \left(M_0^{\frac{1}{3}} + \frac{K_M t}{3} \right)^3, \quad (3)$$

где M_t – живая масса при продолжительности выращивания t ; M_0 – живая масса начальная; K_M – коэффициент массонакопления; t – продолжительность выращивания в сутках.

Контрольные взвешивания рыб. После вылова рыбу в количестве 30–50 особей помещали с необходимыми предосторожностями в емкость, установленную на весах. Использовались электронные весы с функцией обнуления веса тары. Считывание результатов измерения выполняли после того, как рыба, помещенная в емкость, успокаивается и прекращает активные движения, снижающие точность взвешивания (рисунок 4).

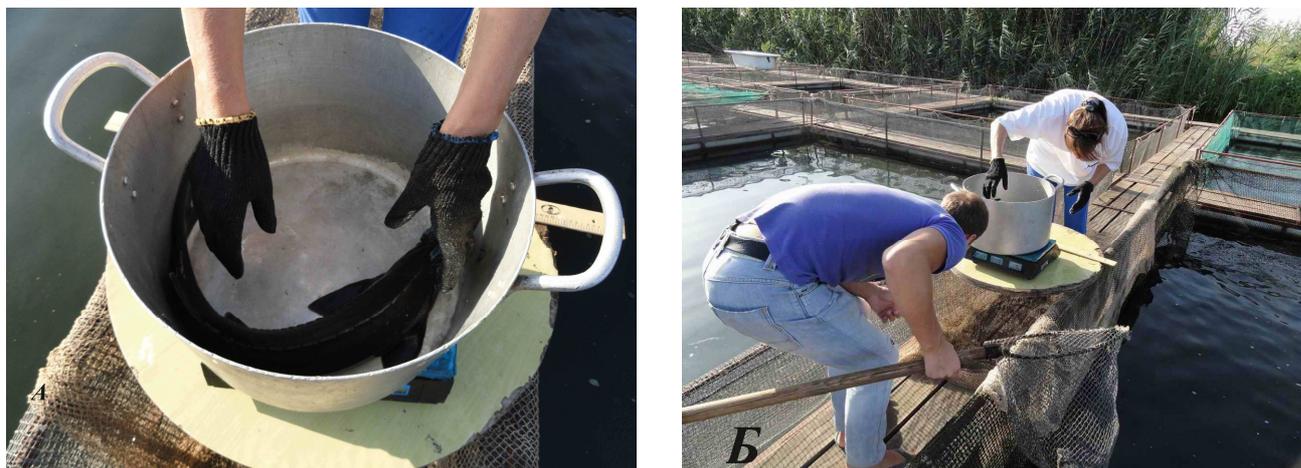


Рисунок 4 – Внесение рыбы в емкость для взвешивания (А) и считывание результатов (Б) в условиях садкового хозяйства

Относительный среднесуточный прирост живой массы вычисляли по формуле (4):

$$ОССП = (10^{(\lg ЖМ_t - \lg ЖМ_0) / t} - 1) \times 100, \quad (4)$$

где $ОССП$ – относительный среднесуточный прирост, %; $ЖМ_t$ – живая масса рыб в конце периода выращивания; $ЖМ_0$ – живая масса рыб в начале периода выращивания; t – продолжительность периода выращивания, сутки.

Методика разработки оптимальных норм кормления осетровых рыб. Величину относительного прироста за сутки определяли по формуле (5):

$$ОП_{сутки} = \frac{M_{t+1} - M_t}{M_t} \cdot 100, \quad (5)$$

где $ОП_{сутки}$ – относительный прирост за сутки в %; M_t – живая масса перед началом текущих суток выращивания; M_{t+1} – живая масса в конце текущих суток выращивания.

Из величины относительного прироста за сутки при известном кормовом коэффициенте устанавливали норму кормления на текущие сутки по формуле (6):

$$НК = ОП_{сутки} \cdot КК, \quad (6)$$

где $НК$ – норма кормления, %; $КК$ – кормовой коэффициент.

Величину коэффициента массонакопления определяли исходя из результатов выращивания и из рыбоводно-биологических нормативов выращивания осетровых рыб по формуле (7):

$$K_M = \frac{3(M_t^{\frac{1}{3}} - M_0^{\frac{1}{3}})}{t}, \quad (7)$$

где K_M – общий коэффициент массонакопления; M_t , M_0 – масса тела конечная и начальная; t – продолжительность выращивания.

В качестве стандартного температурного режима принята температура воды 20 °С. Поскольку она находится в пределах температурного оптимума для осетровых, расположенного в интервале 18-24 °С, а также считается стандартной при исследовании интенсивности обмена.

Определение интенсивности роста рыб. Оценку роста осетровых рыб в аквакультуре осуществляли путем определения средней живой массы на этапах выращивания. Живую массу традиционно устанавливают в бионормативах для описания роста рыб в связи с их продуктивностью. Кроме термина «средняя живая масса» в рыбоводстве применяют термины «средняя масса» (Козлов, Абрамович, 1980; Бурцев и др., 1978; Смольянов, 1987), «средний вес» (Романычева, 1976), «вес тела» (Кривошеин, 2007). Предпочтительным является использование термина «живая масса», который является общепринятым при разведении животных. Показателями роста рыб, кроме живой массы, являются размеры тела. У осетровых рыб обычно измеряется общая длина тела и длина до развилки хвостового плавника (Правдин, 1966). Для достоверного определения показателей роста необходимо исследовать статистически значимое число рыб из экспериментальных групп; обычно рекомендуют взвешивать и измерять не менее 33 особей в каждой группе.

Методика определения гемоглобина крови. Определение гемоглобина выполняли в гепаринизированной крови (100 ЕД гепарина на 1 мл крови), полученной прижизненно пункцией хвостовой вены, гемоглобинцианидным методом

(Меньшиков, 1987) с использованием коммерчески доступных наборов реагентов (ООО «Агат-Мед», ООО «Фирма Синтакон» и др.).

Принцип метода. Гемоглобин крови при взаимодействии с железосинеродистым калием (красная кровяная соль) окисляется в метгемоглобин (гемиглобин), образующий с ацетонциангидрином гемоглобинцианид (цианметгемоглобин). Интенсивность окраски раствора гемоглобинцианида пропорциональна концентрации гемоглобина в крови и регистрируется фотометрически при длине волны 540 (500–560) нм. Линейная область определения концентрации гемоглобина лежит в пределах от 20 до 200 г/л.

Методика определения общего белка. Определение общего белка в плазме или сыворотке крови выполняли биуретовым методом (Меньшиков, 1987) с использованием коммерческих наборов реагентов (ООО «Агат-Мед», ООО «Ольвекс Диагностикум» и др.). Принцип метода состоит в том, что ионы меди в щелочной среде взаимодействуют с пептидными связями белков сыворотки крови с образованием комплекса красного цвета. Интенсивность его окраски пропорциональна концентрации общего белка и измеряется фотометрически при длине волны 540 нм (500–560 нм). Линейная область определения общего белка находится в пределах от 20 до 120 г/л, а предельные значения данного показателя у исследованных нами рыб составляли 18,9–45,5 г/л. Калибровочную кривую зависимости оптической плотности при 540 нм от концентрации общего белка для осетровых рыб устанавливают для концентраций 7,5; 15; 30 и 60 г/л.

Методика определения альбумина. Определение альбумина выполняли с использованием набора реагентов для определения альбумина в сыворотке и плазме крови по реакции с бромкрезоловым зеленым (ООО «Агат-Мед», ООО «Ольвекс Диагностикум» и др.). Принцип метода состоит в том, что при взаимодействии альбумина с красителем бромкрезоловым зеленым (БКЗ) в слабокислой среде в присутствии детергента образуется комплекс сине-зеленого цвета. Его оптическая плотность при 625 нм пропорциональна концентрации альбумина. Линейная об-

ласть определения альбумина находится в пределах от 6 до 60 г/л, а предельные значения данного показателя у исследованных нами рыб составляли 5,1–16,8 г/л. Калибровочную кривую зависимости оптической плотности при 625 нм от концентрации альбумина для осетровых рыб устанавливают для концентраций 3,125; 6,25; 12,5 и 25 г/л.

Показатели липидного гомеостаза крови

Методика определения холестерина. Определение холестерина выполняли с использованием коммерческих наборов реагентов для определения концентрации общего холестерина в сыворотке и плазме крови энзиматическим колориметрическим методом (ООО «Ольвекс Диагностикум» и др.). Принцип метода состоит в том, что холестерин из состава эфиров высвобождается под действием фермента холестеринэстеразы (ХЭ). При участии фермента холестериноксидазы (ХО) холестерин окисляется до 4-холестен-3-она. Образующаяся перекись водорода, при участии фермента пероксидазы, способствует окислительному азосочетанию 4-аминоантипирина (4-ААП) и фенола с образованием окрашенного соединения (хиноиминный краситель). Интенсивность окраски реакционной среды пропорциональна содержанию холестерина в исследуемом материале и определяется фотометрически при длине волны 500 (490–520) нм. Линейная область определения холестерина находится в пределах от 0,5 до 25,8 ммоль/л, а предельные значения данного показателя у исследованных нами рыб составляли 1,57–4,79 ммоль/л. Калибровочный график устанавливают исследованием калибратора с концентрацией холестерина 5,17 ммоль/л.

Методика определения триглицеридов. Использовали наборы реагентов для определения концентрации триглицеридов в сыворотке и плазме крови энзиматическим колориметрическим методом (ООО «Ольвекс Диагностикум» и др.). Принцип метода состоит в том, что липаза катализирует гидролиз липидов до глицерина и жирных кислот. Глицерин запускает ряд сопряженных ферментативных реакций с участием ферментов глицерокиназы в присутствии АТФ и глицеролфос-

фатоксидазы. Образующаяся в ходе данных реакций перекись водорода при участии фермента пероксидазы способствует окислительному азосочетанию 4-аминоантипирина (4-ААП) и фенола с образованием окрашенного соединения (хиноиноновый краситель). Интенсивность окраски реакционной среды пропорциональна содержанию триглицеридов в исследуемом материале и определяется фотометрически при длине волны 500 (490-520) нм. Линейная область определения триглицеридов находится в пределах от 0,1 до 11,4 ммоль/л, а предельные значения данного показателя у исследованных нами рыб составляли 2,6–9,2 ммоль/л. Калибровочный график устанавливают исследованием калибратора с концентрацией холестерина 2,29 ммоль/л.

Методика определения β-липопротеидов. Использовали наборы реагентов для определения концентрации β-липопротеидов по методу Бурштейна («PLIVA-Lachema Diagnostika» и др.). Принцип метода состоит в том, что β-липопротеиды осаждают с помощью гепаринового реактива. Образовавшуюся мутность фотометрируют при 600 нм. Линейная область определения β-липопротеидов находится в пределах до 7 г/л, а предельные значения данного показателя у исследованных нами рыб составляли 0,54-2,09 г/л. Калибровку проводят, определяя количество холестерина в осадке β-липопротеидов, которые содержат 47 % холестерина.

Методика определения конвертации корма в прирост. Кормовой коэффициент за период выращивания определяли путем установления отношения массы израсходованного на кормление осетровых рыб комбикорма с тыквенным жмыхом к приросту живой массы этих рыб за период выращивания по формуле (8):

$$KK = \frac{M_{\text{корма}}}{ЖМ_t - ЖМ_0}, \quad (8)$$

где KK – кормовой коэффициент; $M_{\text{корма}}$ – масса израсходованного за период выращивания продукционного комбикорма; $ЖМ_t$ – живая масса всех рыб в рыбовод-

ной емкости в конце периода выращивания; $ЖМ_0$ – живая масса всех рыб в рыбоводной емкости в начале периода выращивания.

Масса израсходованного продукционного комбикорма определяли путем суммирования суточных рационов за анализируемый период в данной рыбоводной емкости по формуле (9):

$$M_{\text{корма}} = \sum M_{\text{корма}_i}, \quad (9)$$

где $M_{\text{корма}}$ – масса израсходованного за период выращивания продукционного комбикорма; $M_{\text{корма}_i}$ – масса израсходованного комбикорма по дням выращивания.

Объем собранного и проанализированного материала представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Объем собранного и обработанного материала

Объекты исследования	Количество рыб, экз.	Количество проб, экз.	Количество анализов, экз.
Двухлетки стерляди	98	98	294
Трехлетки стерляди	74	74	232
Двухлетки русского осетра	88	88	264
Морфометрические исследования	260	260	790
Биохимические и гематологические исследования	80	80	480
Химический анализ тыквенного жмыха		2	18
Химический анализ комбикормов		4	28

Анализ полученных данных выполняли общепринятыми методами (Лакин, 1990) с использованием статистического пакета программы Microsoft Excel. Достоверность различий сравниваемых признаков оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Для выполнения работ была разработана схема исследований (рисунок 5).

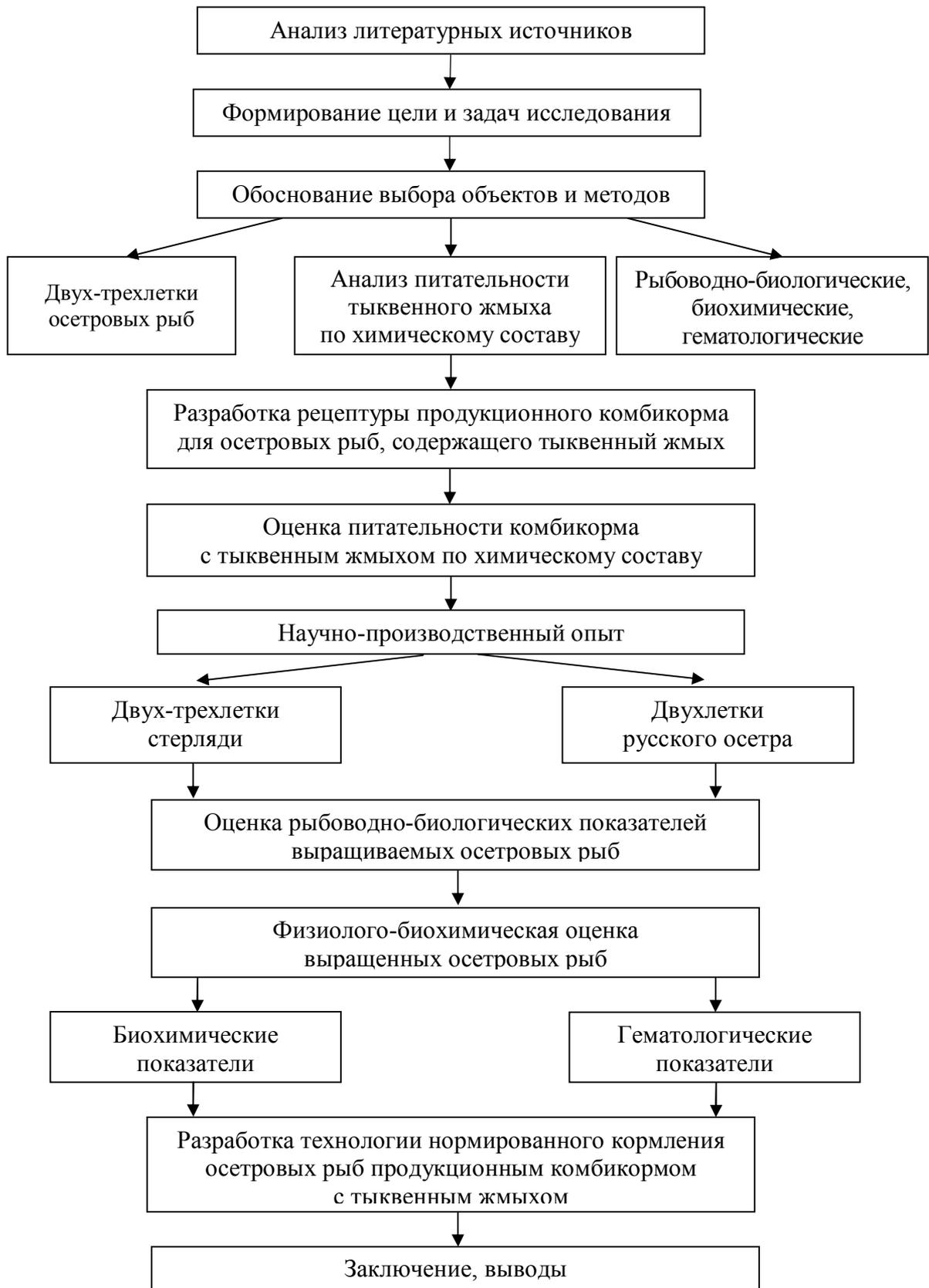


Рисунок 5 – Схема исследований

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для разработки рецептуры производственного комбикорма с использованием тыквенного жмыха за основу был принят существующий комбикорм для осетровых рыб ОТ-6 (Васильева и др. 2006). О питательности тыквенного жмыха судили по содержанию массовой доли влаги, сырого протеина, жира, клетчатки и золы. Проводились работы по обоснованию рецептуры комбикорма для осетровых рыб с использованием тыквенного жмыха. Сравнительный анализ химического состава комбикорма с использованием тыквенного жмыха и комбикорма ОТ-6 позволил установить высокую питательную ценность разработанных кормов для осетровых рыб.

3.1. Химический состав тыквенного жмыха

О питательной ценности тыквенного жмыха судили по химическому составу, массовая доля основных веществ представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Химический состав муки тыквенного жмыха

Наименование показателей, единицы измерений	Фактическое значение
Массовая доля влаги, %	9,17
Массовая доля сырого протеина, %	36,81
Массовая доля сырой клетчатки, %	30,19
Массовая доля кальция, %	0,11
Массовая доля фосфора, %	1,42
Массовая доля сырого жира, %	11,26
Массовая доля сырой золы, %	4,9

Большое содержание сухих веществ (90,83 %) при массовой доле влаги (9,17 %) свидетельствует о высокой питательности тыквенного жмыха. Так как ценные вещества корма находятся в сухой части муки.

Представленное на рисунке 6 процентное соотношение основных веществ в тыквенном жмыхе показывает, что протеиновая питательность, оцененная по массовой доле сырого протеина (36,81 %), оказалась достаточно высокой, сравнимой с протеиновой питательностью соевого шрота, кормовых дрожжей и рыбной муки. Значение данного показателя приближается к рекомендованным величинам содержания сырого протеина в продукционных комбикормах для осетровых рыб. Все это позволяет использовать тыквенный жмых как источник растительного белка при их производстве.

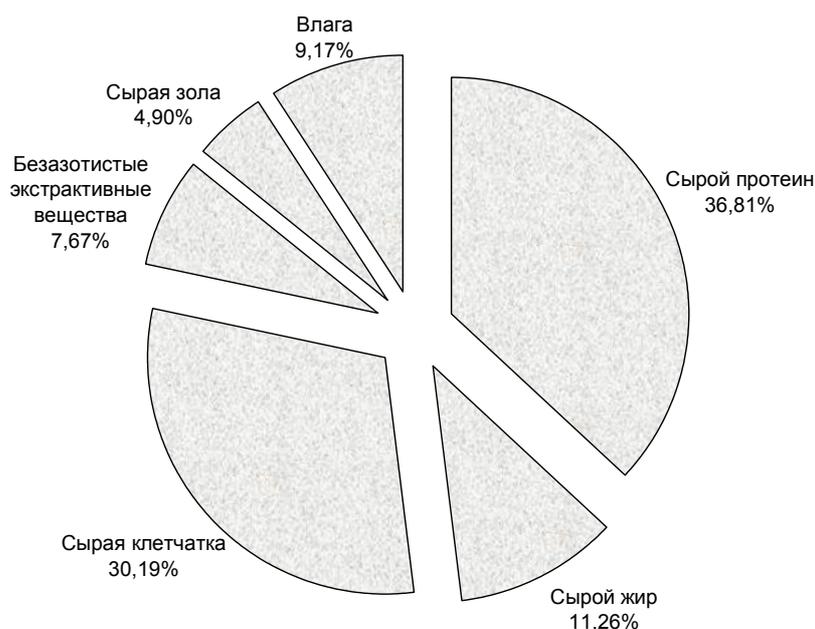


Рисунок 6 – Содержание основных питательных веществ в тыквенном жмыхе

По показателю массовой доли сырого жира (11,26 %) можно судить, что тыквенный жмых хорошо соответствует величине липидной питательности комбикормов для осетровых рыб. Следует отметить, что растительное происхождение исследуемого продукта позволяет полагать, что липиды тыквенного жмыха обладают высокой биологической ценностью для осетровых рыб.

Углеводная питательность тыквенного жмыха представлена массовой долей сырой клетчатки (30,19 %) и безазотистых экстрактивных веществ (7,67 %). Содержание сырой клетчатки в тыквенном жмыхе высокое, что лимитирует величину его ввода в рецептуре производственных комбикормов для осетровых рыб. С учетом высокого содержания сырой клетчатки в тыквенном жмыхе можно полагать, что норма его включения в состав комбикорма для осетровых рыб не должна превышать 10–12 %.

Минеральная питательность тыквенного жмыха, оцененная по показателю сырой золы (4,9 %), невелика. В составе сырой золы выявлено наличие кальция (0,11 %) и фосфора (1,42 %), которые обеспечивают нормальную жизнедеятельность осетровых рыб. Положительным моментом является отсутствие в тыквенном жмыхе соли, состоящей из ионов натрия и хлора.

Таким образом, результаты выполненных исследований позволили установить высокую протеиновую и липидную питательность тыквенного жмыха. Она укладывается в рекомендации Склярова (2008) по основным показателям сбалансированных и полнорационных комбикормов для осетровых рыб: сырой протеин 36–42 %, сырой жир 8–12 %, сырая зола 10–12 %. Это дает основание рекомендовать включение тыквенного жмыха в состав рецептуры комбикорма для осетровых рыб как экологически безопасного компонента с высокой протеиновой и липидной питательностью.

3.2. Обоснование рецептуры комбикорма на основе тыквенного жмыха, с указанием его химического состава

При разработке рецептуры комбикорма с использованием тыквенного жмыха были определены шесть подходов к балансировке состава кормов:

- 1) эталонный состав компонентов и эталонную рецептуру производственного комбикорма установить с учетом средних значений оптимизируемых показателей питательности и требований к питательности производственных кормов для осетровых рыб;

2) процентное содержание рыбной муки и дрожжей кормовых сухих в рецептуре изготавливаемого комбикорма изменять пропорционально отношению эталонного содержания сырого протеина к фактическому;

3) процентное содержание тыквенного жмыха изменять пропорционально отношению фактического содержания сырой клетчатки к стандартной величине;

4) процентное содержание рыбьего жира в составе комбикорма изменять до достижения гарантированной величины сырого жира с учетом фактического его содержания во всех компонентах;

5) процентное содержание в комбикорме пшеницы и премикса не изменять;

6) процентное содержание витазара в составе комбикорма изменять до точного соответствия суммы процентов всех компонентов комбикорма числу «100».

Эталонный (стандартный) состав компонентов комбикорма на основе тыквенного жмыха был установлен в соответствии со средними значениями показателей питательности. Параметры питательности большинства компонентов были получены из опубликованных материалов по составу и питательности кормов для животных (Нормы и рационы ..., 2003). Параметры питательности тыквенного жмыха были установлены в результате собственных исследований по среднему содержанию питательных веществ (таблица 10).

Таблица 10 – Эталонное содержание основных питательных веществ в компонентах производственного комбикорма с тыквенным жмыхом, г/кг

Показатель	Мука рыбная жирная	Дрожжи кормовые сухие	Жмых ты- квенный	Жир рыбий	Витазар	Пшеница	Премикс
Сырой протеин	535	455	368	–	324	133	–
Сырой жир	108	15	113	980	80	20	-
Сырая клетчатка	–	2	302	–	42	17	–
Безазотистые экстрактивные вещества	95	351	77	–	380	661	–
Сырая зола	162	77	49	–	70	19	–

Эталонное содержание основных питательных веществ в комбикорме является основой для установления параметров питательности стандартного продукционного комбикорма с тыквенным жмыхом.

Эталонный состав продукционного комбикорма с тыквенного жмыхом позволяет достичь гарантированных величин индикаторных показателей протеиновой и липидной питательности: сырого протеина – 42,8 %, сырого жира – 12,3 %, при допустимом уровне неперевариваемых осетровыми рыбами углеводов – сырой клетчатки – 3,9 % (таблица 11). Балансировка состава изготавливаемого комбикорма с учетом этих эталонных величин позволяет эффективно управлять качеством производимой продукции и гарантировать питательность комбикорма на эталонном уровне при вариабельности состава используемых компонентов из разных партий.

Таблица 11 – Эталонный состав продукционного комбикорма с тыквенным жмыхом и содержание в нем основных питательных веществ из отдельных компонентов, а также их суммарное количество

Показатель	Мука рыбная жирная	Дрожжи кормо- вые су- хие	Жмых тык- венный	Жир рыбий	Вита- зар	Пше- ница	Пре- микс	Комби- корм
Содержание компонента в составе комбикорма, %	50	12	10	4	20	3	1	100
Сырой протеин, г/кг	267,5	54,6	36,8	–	64,9	4,0	–	428
Сырой жир, г/кг	54,0	1,8	11,3	39,2	16,0	0,6	–	123
Сырая клетчатка, г/кг	–	0,2	30,2	–	8,4	0,5	–	39
Безазотистые экстрактивные вещества, г/кг	47,5	42,1	7,7	–	76,0	19,8	–	193
Сырая зола, г/кг	81,0	9,2	4,9	–	14,0	0,6	–	110

Рецептура продукционного комбикорма с использованием муки тыквенного жмыха для осетровых рыб разрабатывалась на основе применяемых комбикормов

ОТ-6 (Васильева и др. 2000) в осетроводстве. В таблице 12 представлено процентное соотношение основных семи компонентов (рыбная мука, соевый жмых, витазар, кормовые дрожжи, пшеница, рыбий жир, премикс ПФ-2В) в базовых комбикормах ОТ-6 для осетровых рыб.

Таблица 12 – Рецепт производственного комбикорма ОТ-6

Кормовые компоненты	Содержание, %
Мука рыбная	50
Соевый жмых	9,0
Витазар	20,0
Дрожжи кормовые	10,0
Пшеница	4,0
Жир рыбий из кильки	6,0
Премикс ПФ-2В	1,0

Выполненные исследования питательной ценности тыквенного жмыха по химическому составу и существующие рекомендации по питательности производственного комбикорма для осетровых рыб позволили разработать рецептуру производственного комбикорма (таблица 13). Балансировка состава комбикорма проводилась с учетом вариабельности химического состава компонентов.

Таблица 13 – Рецепт производственного комбикорма для осетровых рыб (Патент № 2416980 Российской Федерации, Лозовский, Сорокина, 2011)

Кормовые компоненты	Содержание, %
Мука рыбная	50
Тыквенный жмых	10
Витазар	20
Дрожжи кормовые	10
Пшеница	3
Жир рыбий	6
Премикс ВМП ПО-1	1

В предлагаемой рецептуре комбикорма соевый жмых был заменён безопасным тыквенным жмыхом примерно в том же соотношении.

Содержание рыбной муки, витазара, кормовые дрожжи и премикс в среднем остались без изменений. Небольшие изменения произошли по процентному соотношению пшеницы (уменьшилось на 1 %). Содержание тыквенного жмыха предлагается увеличить на 1 % по сравнению с соевым жмыхом в кормах ОТ-6.

Предлагаемый производственный комбикорм изготавливают методом влажного прессования из компонентов в процентном соотношении по массе согласно разработанной рецептуре.

Важнейшими видами питательности производственного комбикорма с тыквенным жмыхом для осетровых рыб является протеиновая и липидная. Так как физиологическими особенностями пищеварения осетровых рыб является хорошая способность к перевариванию, усвоению, использованию в обмене веществ и трансформацию в продукцию именно этих питательных веществ. Поэтому оптимизация рецептуры партий комбикорма должна быть направлена на поддержание уровня именно этих видов питательности.

Напротив, углеводная питательность комбикорма имеет для осетровых рыб ограниченную ценность в связи с особенностями их пищеварения. В частности, в комбикорме необходимо лимитировать содержание клетчатки, которая является для осетровых рыб балластным веществом.

В целом, следует отметить, что в производственном комбикорме для осетровых рыб с использованием тыквенного жмыха обоснованной является балансировка рецептуры. Она направлена на обеспечение гарантированного уровня протеиновой и липидной питательности с ограничением уровня углеводной питательности, в первую очередь, по содержанию клетчатки. Выбор показателей питательности для балансировки рецептуры был выполнен с учетом основных положений данной концепции.

Протеиновая питательность отдельных компонентов и произведенного комбикорма может быть оценена по сырому протеину, перевариваемому протеину, содержанию отдельных аминокислот, в первую очередь, незаменимых из числа критически важных – лизин, метионин и цистин (в сумме), триптофан (Нормы ..., 2003). Важнейшим источником протеина в изготавливаемом комбикорме является

рыбная мука. Содержание сырого протеина в ней может быть более 60 %, если используется рыбная мука нежирная. Важным источником протеина в продукционном комбикорме с тыквенным жмыхом являются также дрожжи кормовые сухие, содержание сырого протеина в которых составляет 45,5 %. Протеиновая питательность жмыха тыквенного и витазара, содержание сырого протеина в которых составляет 36,8 и 32,4 % соответственно, заметно уступает протеиновой питательности рыбной муки и кормовых дрожжей. Тем не менее протеиновая питательность тыквенного жмыха и витазара в составе комбикорма способна поддерживать его протеиновую питательность на уровне, близком к оптимальному, что соответствует 40–45 % сырого протеина. Наименьшая протеиновая питательность характерна для пшеницы, содержание сырого протеина в которой составляет всего лишь 13,3 % (таблица 14).

Таблица 14 – Среднее содержание сырого протеина в компонентах комбикорма, г/кг

Наименование компонента	Содержание сырого протеина
Мука рыбная нежирная	621
Мука рыбная нежирная	535
Дрожжи кормовые сухие	455
Жмых тыквенный	368
Витазар	324
Пшеница	133

Представленные показатели содержания сырого протеина в компонентах разрабатываемого комбикорма обоснованно указывают на оптимальную протеиновую питательность кормов для осетровых рыб.

Липидная питательность отдельных компонентов и произведенного комбикорма может быть оценена по сырому жиру, кислотному числу и перекисному числу, отражающим качество жира в составе корма (Нормы ..., 2003). Биологическое значение липидов в организме рыб связано, главным образом, с их энергетической и пластической функцией. Поскольку некоторые липиды участвуют в построении клеточных мембран.

Важнейшим показателем липидной питательности отдельных компонентов и изготовленного комбикорма следует считать сырой жир, являющийся интегральным показателем содержания липидов в корме.

Основным источником липидов в изготавливаемом комбикорме является рыбий жир, содержание сырого жира в котором достигает 98 % (таблица 15). Тыквенный жмых, мука рыбная жирная и витазар могут поддерживать содержание сырого жира в комбикорме на уровне 8–11,2 %, что близко к оптимальной для осетровых рыб величине. При этом, напротив, липидная питательность муки рыбной нежирной, пшеницы и сухих кормовых дрожжей не имеет существенного значения, поскольку характеризуется содержанием сырого жира на уровне 1,5–2,3 %.

Таблица 15 – Среднее содержание сырого жира в компонентах комбикорма, г/кг

Наименование компонента	Содержание сырого жира
Жир рыбий	980
Жмых тыквенный	112
Мука рыбная жирная	108
Витазар	80
Мука рыбная нежирная	23
Пшеница	20
Дрожжи кормовые сухие	15

Обоснование выбора показателей углеводной питательности. Углеводная питательность компонентов и комбикорма по современной схеме зоотехнического анализа кормов может быть оценена по содержанию безазотистых экстрактивных веществ, крахмала, сахаров, сырой клетчатки (Нормы ..., 2003).

Основной функцией углеводов в организме осетровых рыб следует считать энергетическую, хотя следует учитывать и пластическую направленность. С учетом ограниченного значения углеводной питательности корма для осетровых рыб в связи с особенностями их пищеварения, выбор показателя углеводной питательности для балансировки рецептуры должен быть направлен на лимитирование со-

держания не перевариваемых углеводов 3,9 %. В наибольшей степени на эту роль подходит показатель содержания в корме сырой клетчатки, являющейся унифицированным веществом и эффективно отражает уровень углеводов, не перевариваемых рыбами.

Основным источником не перевариваемых углеводов в изготавливаемом комбикорме является тыквенный жмых. Содержание сырой клетчатки в нем достигает 30,2 %, что является неудовлетворительным показателем (таблица 16). Витазар и пшеница содержат умеренное количество сырой клетчатки – 4,2 и 1,7 % соответственно, а кормовые дрожжи содержат всего 0,2 %.

Таблица 16 – Среднее содержание сырой клетчатки в компонентах комбикорма, г/кг

Наименование компонента	Содержание сырого жира
Жмых тыквенный	302
Витазар	42
Пшеница	17
Дрожжи кормовые сухие	2

Выполненные исследования, анализ и обобщение полученных результатов позволили разработать состав продукционного комбикорма с использованием тыквенного жмыха. При разработке состава комбикорма с использованием тыквенного жмыха основные компоненты вводились в соответствии со средними значениями показателей питательности рыбной муки, кормовых дрожжей, тыквенного жмыха, рыбьего жира, витазара, пшеницы и премикса. Полученный состав представлен в таблице 17.

Исходя из 100 % общего содержания семи компонентов в комбикорме, наибольшая (50 %) доля приходится на муку рыбную жирную, затем витазар – комплекс зародышей пшеницы (20 %). Содержание тыквенного жмыха составляет 10 %.

Таблица 17 – Состав производственного комбикорма с тыквенным жмыхом и содержание в нем основных питательных веществ отдельных компонентов

Показатель	Мука рыбная жирная	Дрожжи кормовые сухие	Жмых тыквенный	Жир рыбий	Витазар	Пшеница	Премикс	Комбикорм
Содержание компонента в составе комбикорма, %	50	12	10	4	20	3	1	100
Сырой протеин, г/кг	267,5	54,6	36,8	–	64,9	4,0	–	428
Сырой жир, г/кг	54,0	1,8	11,3	39,2	16,0	0,6	–	123
Сырая клетчатка, г/кг	–	0,2	30,2	–	8,4	0,5	–	39
Безазотистые экстрактивные вещества, г/кг	47,5	42,1	7,7	–	76,0	19,8	–	193
Сырая зола, г/кг	81,0	9,2	4,9	–	14,0	0,6	–	110

Таким образом, состав производственного комбикорма с тыквенным жмыхом позволяет достичь гарантированных величин индикаторных показателей протеиновой и липидной питательности: сырого протеина – 42,8 %, сырого жира – 12,3 %, при допустимом уровне не перевариваемых осетровыми рыбами углеводов сырой клетчатки – 3,9 %.

3.3. Сравнительная оценка влияния комбикормов на рыбоводные показатели рыб

Для оценки влияния разработанных комбикормов с использованием тыквенного жмыха в сравнении со стандартным – ОТ-6 с соевым шротом были выбраны показатели питательности кормов и основные рыбоводно-биологические показатели культивируемых биообъектов.

3.3.1. Сравнительная оценка питательности комбикормов для осетровых рыб

Для проведения исследований по питательности разрабатываемого комбикорма с тыквенным жмыхом (опытный) и применяемого в осетроводстве ОТ-6 (контрольный) были отобраны пробы по 0,5 кг. В данных пробах определялось процентное соотношение массовых долей влаги, сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, золы, фосфора и кальция. Полученные результаты представлены в таблице 18 и свидетельствуют о преимуществах комбикорма с тыквенным жмыхом (опытный).

Таблица 18 – Сравнение питательности опытных и контрольных комбикормов

Наименование показателя	Опытный комбикорм	Контрольный комбикорм ОТ-6
Массовая доля влаги, %	10,37	11,24
Массовая доля сухого вещества, %	89,63	88,76
Массовая доля сырого протеина, %	37,13	31,50
Массовая доля сырого жира, %	10,38	8,07
Массовая доля сырой клетчатки, %	6,06	3,42
Массовая доля сырой золы, %	9,10	9,80
Массовая доля кальция, %	1,70	1,75
Массовая доля фосфора, %	1,51	1,23

Общую питательность оценивали по содержанию сухого вещества. В опытном комбикорме содержание сухого вещества оказалось на 0,87 % больше, чем в контрольном, то есть различие оказалось несущественно. Незначительные изменения массовой доли сухого вещества в комбикорме могут происходить вследствие воздействия случайных факторов внешней среды в процессе его хранения из-за повышенной влажности воздуха. Поэтому комбикорм необходимо хранить в сухом закрытом помещении.

Исследование массовой доли сырого протеина выявило, что величина данного показателя у опытного комбикорма была на 5,63 % или в 1,18 раза выше, чем у контрольного комбикорма, за счет наличия тыквенного жмыха. Все это указывает на высокую протеиновую питательность этого корма. Протеиновая питательность комбикорма для осетровых рыб является важной, так как обеспечивает пластический рост рыб при построении тканей растущего организма.

Массовая доля сырого жира в опытном комбикорме была на 2,31 % больше, чем в контрольном комбикорме, за счет тыквенного жмыха. Исследование отношения этих величин показало, что содержание сырого жира в экспериментальном комбикорме в 1,29 раза выше, чем в контрольном. Содержание сырого жира на уровне 10,38 %, выявленное в опытном комбикорме, указывает на его оптимальную липидную питательность для осетровых рыб. Липидная питательность комбикорма для осетровых обеспечивает преимущественно энергетические потребности организма рыб. Так как количество энергии, выделяемой при биологическом окислении липидов, примерно в два раза выше, чем при окислении протеинов и углеводов.

Массовая доля сырой клетчатки, которая по своему химическому составу относится к углеводам, в опытном комбикорме оказалась на 2,64 % или в 1,77 раза выше, чем в контрольном комбикорме. Все это снижает качество комбикормов. Относительно высокое содержание сырой клетчатки в опытном комбикорме объясняется ее повышенным содержанием в тыквенном жмыхе. Однако полученная величина (6,06 %) незначительно превышает рекомендуемую норму 5 % (Скляр, 2008) для продукционных комбикормов для осетровых рыб. Эти рыбы практически не переваривают клетчатку. Поэтому ее питательность для организма осетровых рыб не значима. Биологическая функция у рыб сводится преимущественно к формированию объема кишечного содержимого и стимуляции перистальтики кишечника.

Углеводная питательность комбикорма для осетровых рыб оценивается по содержанию безазотистых экстрактивных веществ. Содержание может быть установлено расчетным путем после вычитания из массовой доли сухого вещества показателей сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и сырой золы. В дан-

ном случае вычисленное содержание безазотистых экстрактивных веществ в опытном комбикорме составило 29,96 %, что на 9,01 % меньше, чем в контрольном комбикорме. Биологическая функция углеводов в организме осетровых рыб сводится преимущественно к обеспечению энергетических потребностей. Полученная величина безазотистых экстрактивных веществ в опытном комбикорме находится в допустимых пределах (Скляр, 2008).

Массовая доля сырой золы в экспериментальном комбикорме мало отличалась от величины этого показателя в контрольном комбикорме – на 0,7 % меньше, или 93 % от величины контроля. Показатель сырой золы является индикатором минеральной питательности комбикорма, которая у опытного и контрольного комбикорма примерно одинакова (9,1 и 9,8 % соответственно), при норме 10–12 % (Скляр, 2008).

Массовая доля кальция, который является важнейшим минеральным веществом корма, в опытном и контрольном комбикормах также оказалась практически одинакова – различие всего 0,05 %.

При этом массовая доля фосфора, другого макроминерала корма, в опытном комбикорме оказалась на 0,28 % или в 1,23 раза выше, чем в контрольном комбикорме, при норме 0,8. Полученные данные указывают на хорошую минеральную питательность разработанного комбикорма с использованием тыквенного жмыха.

Таким образом, выполненный анализ и сравнительная оценка показали, что питательность комбикорма с тыквенным жмыхом по комплексу биохимических показателей указывает на его высокую биологическую ценность для осетровых рыб. Это подтверждается оптимальными значениями показателей сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ и сырой золы, а также показателями содержания важнейших макроминералов (кальция, фосфора).

3.3.2. Рыбоводно-биологические показатели осетровых рыб, потребляющих комбикорма с тыквенным жмыхом

Технология определения полноценности производственного комбикорма с использованием тыквенного жмыха и кормления осетровых рыб при товарном выращивании основана на общей концепции, при которой обеспечивается запланированный оптимальный темп роста рыб и наименьшие показатели кормового коэффициента. Высокий темп роста культивируемых осетровых рыб при интенсивном кормлении является важнейшим фактором для достижения запланированного объема товарной продукции. Основными подходами к установлению эффективности кормления производственным комбикормом с тыквенным жмыхом в разработанной методике являются определение поедаемости корма, конвертации корма в прирост, скорости роста, содержания питательных веществ в теле рыб и физиологических показателей крови.

О продуктивном действии опытных и контрольных комбикормов судили по рыбоводным показателям осетровых рыб: темп роста рыб, выживаемость и кормовой коэффициент. Исследования проводились на двухлетках русского осетра и трёхлетках стерляди. Кормление рыб осуществляли в опыте разработанными комбикормами с использованием тыквенного жмыха и в контроле – производственным корме ОТ-6 – на основе соевого шрота. Суточные нормы кормления и условия содержания рыб в садках были идентичными.

Выживаемость двухлетков русского осетра и трёхлетков стерляди в обоих случаях оказалась одинаковой и составила 100 % (таблица 19). Начальная масса русского осетра не имела существенных различий: в опыте в среднем 202,6 г и в контроле 203,2 грамма – конечная составила в опыте 282,6 г, в контроле – 268,8 г. Прирост массы в опыте был на 18 % больше, чем в контроле.

Таблица 19 – Рыбоводно-биологические показатели двухлетков русского осетра

Показатели	Группы	
	опыт	контроль
Живая масса в начале выращивания, г	202,6±6,51	203,2±5,58
Живая масса в конце выращивания	282,6±8,63*	268,8±9,82
Выживаемость, %	100	100
Кормовой коэффициент	1,663	1,760
Период выращивания, сут.	42	42

Примечание: * – различия достоверны при $p < 0,05$

Темп роста двухлетков русского осетра опытной группы был более высоким, что подтверждается достоверным различием живой массы. Величина кормового коэффициента, характеризующая затраты корма на единицу прироста живой массы, оказалась выше у рыб контрольной группы и составила 1,76. Почти на 6 % больше, чем в опытном варианте. Это отражало более высокую эффективность конвертации опытного корма с использованием тыквенного жмыха в прирост живой массы.

Сравнительная оценка продуктивного действия опытного и контрольного комбикормов на рыбоводно-биологические показатели трехлеток стерляди, выращиваемых в садках, представлена в таблице 20.

В результате выполненных исследований полученные рыбоводно-биологические показатели стерляди также подтвердили преимущества опытного варианта (таблица 20) по сравнению с контрольным. Выживаемость трёхлеток стерляди в обоих вариантах оказалась 100 %. Темп роста трехлетков стерляди опытной группы был более высоким, что подтверждается достоверным различием живой массы опытной и контрольной групп в конце выращивания. Начальная масса стерляди в опыте и контроле не имела существенных различий и составляла 567,7 г и 566,3 г соответственно.

Таблица 20 – Рыбоводно-биологические показатели трехлетков стерляди

Показатели	Группы	
	опыт	контроль
Живая масса в начале выращивания, г	567,8±15,27	566,3±14,61
Живая масса в конце выращивания, г	694,2±17,35*	658,1±16,45
Выживаемость, %	100	100
Кормовой коэффициент	1,65	1,76
Период выращивания, сут.	36	36

Примечание: * – различия достоверны при $p < 0,05$

Живая масса трехлетков стерляди, получавших опытный комбикорм, в конце периода выращивания составляла 694,2 г и была на 5,49 % выше, чем в контроле ($p < 0,05$). Напротив, кормовой коэффициент в опытном варианте был на 6,24 % меньше, чем в контроле. Все это указывает на повышенную конвертацию разработанного комбикорма в прирост.

Таким образом, полученные основные рыбоводно-биологические показатели двухлеток русского осетра и трёхлетков стерляди, получавших контрольные и опытные комбикорма, выявили преимущества последних. Данное обстоятельство подтверждает полноценности продукционных комбикормов с использованием тыквенного жмыха в сравнении с кормами с соевым шротом.

3.3.3. Оценка показателя конвертации комбикорма с тыквенным жмыхом на прирост и темпы роста осетровых рыб

Для оценки показателя конвертации комбикорма с тыквенным жмыхом в прирост и скорости темпов роста проводились исследования по динамике живой массы двух- и трёхлетков стерляди, выращиваемых в садках в августе и сентябре. Полученные результаты представлены в таблице 21 и графически отображены на рисунке 7.

Таблица 21 – Динамика живой массы стерляди при кормлении продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом

Группа	Живая масса, г				
	11.08.2011	18.08.2011	25.08.2011	01.09.2011	08.09.2011
Двухлетки	509,3±33,1	545,0±35,5	587,0±37,9	627,0±40,7	667,0±43,6
Трёхлетки	1105,5±84,6	1167,0±89,6	1235,0±94,6	1303,5±99,9	1369,5±105,1

Средние значения живой массы, установленные при контрольном взвешивании, были использованы для расчета показателей конвертации корма в прирост и скорости темпов роста.

За 28 суток с 11 августа по 8 сентября масса двухлеток стерляди возросла на 157,7 г с 509,3 до 667,0 г или на 31 %, а масса трёхлетков увеличилась на 264 г с 1105,5 до 1369,5 г или на 24 %.

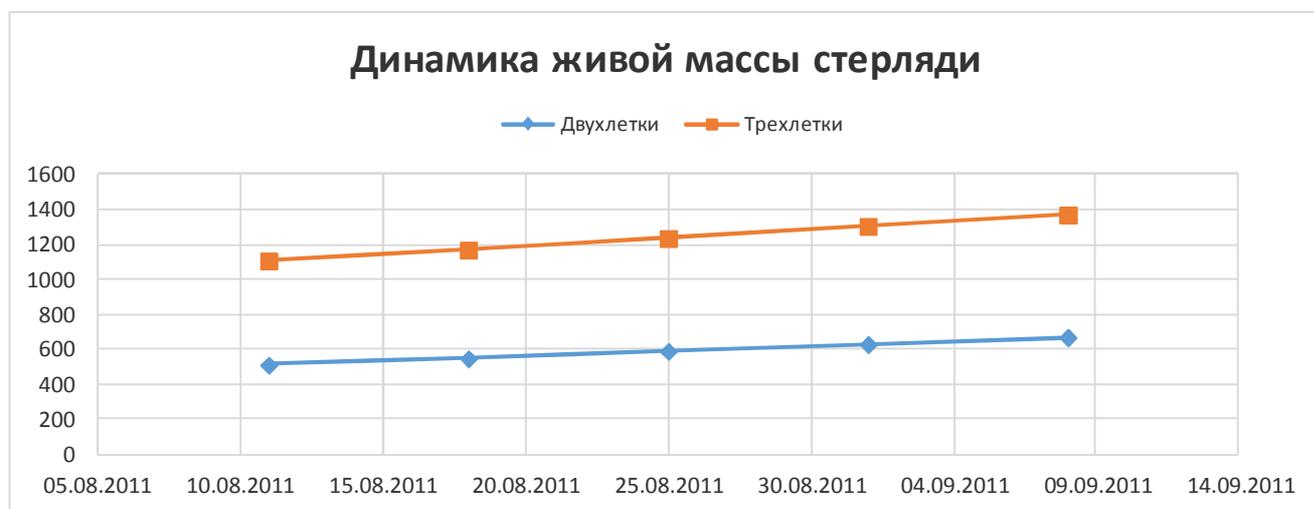


Рисунок 7 – Динамика живой массы двух и трёхлетков стерляди

Характер изменений живой массы двух- и трёхлеток стерляди, представленный на рисунке 7 не имел существенных различий. Хотя прирост массы у двухлеток был на 6 % больше, чем у трёхлеток.

Проводились исследования по определению относительного среднесуточного прироста живой массы стерляди при кормлении комбикормами с использо-

ванием тыквенного жмыха. Полученные результаты (таблица 22) свидетельствуют о динамике величины относительного среднесуточного прироста живой массы, которая характеризуется его уменьшением при увеличении средней живой массы в процессе роста (рисунок 8).

Таблица 22 – Относительный среднесуточный прирост живой массы стерляди при кормлении продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом

Группы рыб	Относительный среднесуточный прирост живой массы по периодам выращивания, %			
	11.08–18.08.2011	19.08–25.08.2011	26.08–01.09.2011	2.09–08.09.2011
Стерлядь двухлетки	1,001	1,018	0,988	0,885
Стерлядь трехлетки	0,785	0,802	0,783	0,705

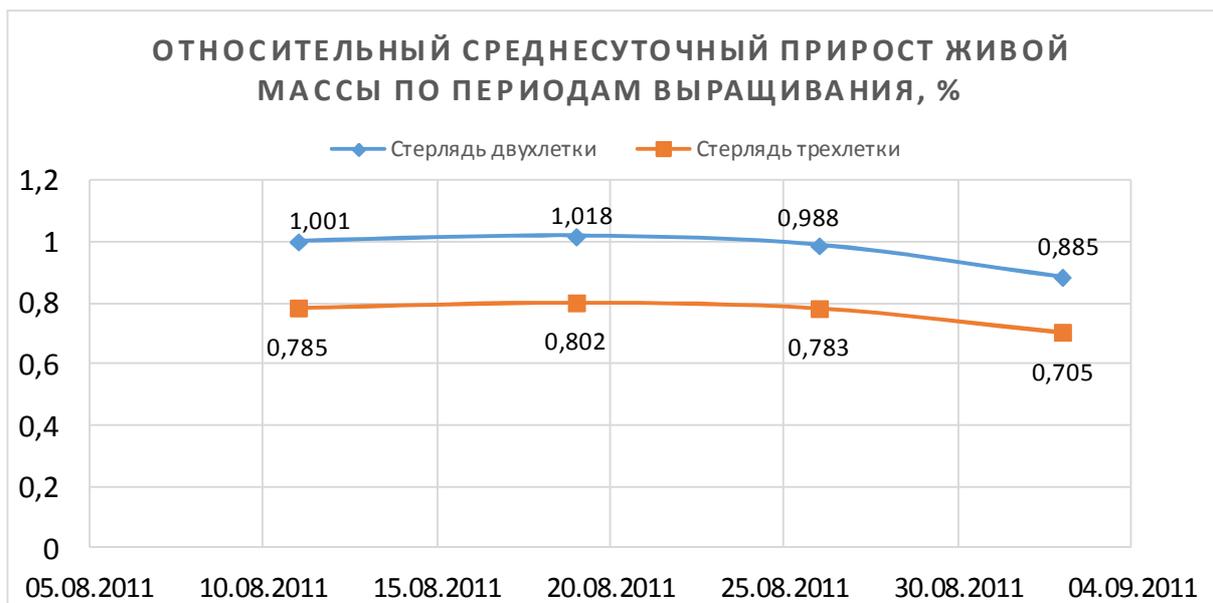


Рисунок 8 – Относительный среднесуточный прирост живой массы по время выращивания, %

Прогнозируемая величина относительного среднесуточного прироста живой массы рыб лежит в основе современной системы нормирования комбикорма как для осетровых, так и для других объектов индустриальной аквакультуры. Общеизвестно уменьшение относительного среднесуточного прироста при увеличении живой массы рыб и снижении температуры воды (Скляр, 1984; Щербина и др., 1985).

Целесообразно определение и анализ данного показателя роста осетровых рыб при кормлении продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом для оперативного анализа эффективности кормления и роста рыб за отдельные периоды. Это объясняется наличием простой функциональной связи между относительным среднесуточным приростом, суточным рационом и кормовым коэффициентом. Анализ данной связи позволяет быстро выявить необходимость коррекции суточных рационов после проведения контрольного взвешивания.

Для исследования степени конвертации корма в прирост необходимо регулярно определять величину кормового коэффициента. Кормовой коэффициент за период выращивания определяют путем установления отношения массы израсходованного на кормление осетровых рыбкомбикорма с тыквенным жмыхом к приросту живой массы этих рыб.

Известные нормативные значения кормового коэффициента должны быть в пределах 1,58–1,73. Повышение кормового коэффициента выше 1,73 указывает на снижение эффективности конвертации корма в прирост и требует анализа и коррекции ситуации.

Значения кормового коэффициента при кормлении продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом определяли в шести экспериментальных группах осетровых рыб второго и третьего года выращивания при содержании в сетчатых садках на протяжении четырех недель. Выполненный анализ по результатам контрольных взвешиваний двух- и трёхлеток русского осетра и стерляди в процессе выращивания позволил получить среднее значение кормового коэффициента в пределах $1,66 \pm 0,013$. Оно укладывается в нормативные значения.

Таким образом, результаты выполненных исследований указывают на повышенное продуктивное действие разработанного комбикорма на основе тыквенного жмыха на рост осетровых рыб. Это подтверждается высокими значениями живой массы, относительных среднесуточных приростов и меньшими кормовыми коэффициентами, определёнными затратами корма на единицу прироста.

3.4. Влияние кормов на физиологическое состояние рыб

Содержание питательных веществ в теле выращиваемых осетровых рыб является важным индикатором полноценности кормления. При сбалансированном кормлении в процессе роста и повышения упитанности в мышечной ткани гидробионтов увеличивается содержание сухого вещества при одновременном уменьшении содержания влаги. При этом в теле биообъектов увеличивается содержание белков и жира, определяющих пищевую ценность выращенных товарных осетровых рыб. Кормление несбалансированными комбикормами приводит к уменьшению содержания сухого вещества, сырого протеина и сырого жира в теле культивируемых рыб. Гематологические показатели осетровых рыб позволяют оценить гомеостатические параметры организма и состояние адаптации к условиям содержания, в частности, полноценности кормления.

3.4.1. Содержание питательных веществ в мышцах осетровых рыб, получавших опытный комбикорм

Материалом для определения питательных веществ в теле гидробионтов являются съедобные части выращенных рыб, в качестве которых используют мышцы спины. Отбор особей для исследования производят в утренние часы. При этом рыбу не кормят. В качестве рекомендуемых показателей приняты массовые доли влаги, сырого протеина, сырого жира и сырой золы. Эти показатели определяются унифицированными биохимическими методами анализа. Критерии оценки полученных результатов выработаны с учетом вариабельности показателей питательности мышц товарных осетровых рыб при кормлении продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом (таблица 23). При установлении показателей питательности мышц в границах нормы констатируется полноценность проведенного кормления.

Таблица 23 – Критерии оценки содержания питательных веществ в мышцах осетровых рыб

Наименование критерия	Массовая доля, %				
	влаги	сухого вещества	сырого протеина	сырого жира	сырой золы
Нижняя граница нормы	69,66	18,30	15,87	6,33	0,93
1-й квартиль	72,10	21,08	16,81	10,45	0,97
2-квартиль	75,40	24,60	17,41	10,70	0,99
3-квартиль	78,93	27,90	17,77	12,08	1,00
Верхняя граница нормы	81,70	30,34	18,58	15,13	1,02

Результаты биохимического исследования тканей мышц двухлеток русского осетра, получавших контрольный и опытный комбикорм в течение 42 суток, представленные в таблице 24, не выявили существенных различий по показателю сырого протеина. Массовая доля сырого протеина у рыб опытной группы имела незначительные отличия и составила всего 98,85 % от соответствующей величины контрольной группы. В то же время содержание сырого жира в мышцах двухлеток русского осетра, получавших экспериментальный комбикорм, оказалось на 86,83 % выше, чем в контроле. Содержание сырой золы в мышцах рыб опытной группы была на 6,12 % выше, чем в контроле (таблица 24). Это свидетельствует о том, что прослеживается повышение питательной ценности русского осетра, прокормленного комбикормом с тыквенным жмыхом даже за короткий период времени – 42 суток. Можно предполагать – такая тенденция сохранится и в дальнейшем.

Таблица 24 – Биохимический состав мышц двухлетков русского осетра, %

Показатели	Группы	
	опыт	контроль
Массовая доля сырого протеина, %	16,31	16,50
Массовая доля сырого жира, %	3,83	2,05
Массовая доля сырой золы, %	1,04	0,98

Выполненные исследования по содержанию питательных веществ в мышцах трехлеток стерляди, получавших опытный (с тыквенным жмыхом) и контрольный (ОТ-6, с соевым жмыхом) комбикорма в течение 36 суток, позволили получить результаты, представленные в таблице 25. Как и в случае с трёхлетками русского осетра, было выявлено примерно одинаковое содержание сырого протеина в мышцах обеих групп. Массовая доля сырого протеина у рыб опытной группы составила 97,71 % от соответствующей величины контрольной группы. Содержание сырого жира в мышцах рыб, получавших экспериментальный комбикорм, оказалось значительно – на 45,69 % выше, чем в контроле. Содержание сырой золы в мышцах рыб опытной группы составило 95,33 % от уровня контроля.

Таблица 25 – Биохимический состав мышц трехлетков стерляди, получавших опытный и контрольный комбикорм

Показатели	Группы	
	опыт	контроль
Массовая доля сырого протеина, %	18,75	19,19
Массовая доля сырого жира, %	3,38	2,32
Массовая доля сырой золы, %	1,02	1,07

Питательная ценность, оценённая по массовой доле сырого жира, трёхлеток стерляди, получавших комбикорм с тыквенным жмыхом, оказалась выше, чем у рыб, получавших комбикорм ОТ-6 с использованием соевого жмыха.

Таким образом, результаты биохимических исследований мышц двухлетков русского осетра и трехлетков стерляди, получавших опытный комбикорм, указывают на их повышенную питательность по сравнению с контролем. Повышение питательности мышц у рыб опытной группы происходит преимущественно за счет накопления липидов, в то время как показатели протеиновой и минеральной питательности отличаются незначительно от показателей рыб контрольной группы.

3.4.2. Влияние комбикорма, содержащего тыквенный жмых на физиологические показатели крови осетровых рыб

Исследования физиологических показателей крови двухлеток русского осетра и трёхлеток стерляди, выращиваемых в садках при кормлении опытным и контрольным комбикормами, позволили установить состояние метаболизма белков и липидов культивируемых биообъектов.

Выраженность признаков белкового и липидного гомеостаза отражают особенности метаболизма белков и липидов, участвующих в работе многих систем организма. Белки крови выполняют транспортную, защитную, ферментативную, онкотическую, свертывающую и другие функции в организме рыб. Полноценность кормления является важным фактором поддержания белкового гомеостаза на необходимом уровне у выращиваемых рыб. О состоянии белкового гомеостаза судили по показателям гемоглобина, альбумина и содержанию общего белка в сыворотке крови.

Параметры индикаторов липидного гомеостаза отражают особенности липидного метаболизма, о состоянии которого судили по показателям холестерина, триглицеридов, β -липопротеидов. Липиды выполняют как энергетическую, так и пластическую функции в организме рыб. Велика роль липидов как запасного питательного вещества. Энергетическая и запасная функция липидов характерна для триглицеридов и β -липопротеидов, пластическая функция является типичной для холестерина.

Одним из основных показателей физиологического состояния культивируемых биообъектов является гемоглобин. Полноценное кормление сбалансированными комбикормами осетровых рыб обеспечивает содержание гемоглобина крови в пределах нормы, соответственно возрасту и видовой принадлежности. Уменьшение гемоглобина крови является одним из индикаторов малокровия (анемии), частой причиной которого у товарных осетровых может быть неполноценное кормление.

Результаты выполненных исследований по содержанию гемоглобина в крови двухлеток русского осетра, которые выращивались в течение 42 суток, представ-

ленные на рисунке 7, свидетельствуют, что этот показатель варьировал в пределах от 60,7 до 78,7 г/л и был выше у опытной группы рыб. В крови двухлеток русского осетра, получавших комбикорм ОТ-6 с соевым жмыхом, содержание гемоглобина было в пределах 52,3 до 63,7 г/л, что на 15 % меньше, чем у опытных групп.

Среднее значение содержания гемоглобина крови двухлеток русского осетра опытной группы ($65,8 \pm 1,71$ г/л) было на 9,54 % выше ($p < 0,05$), чем в контроле ($60,1 \pm 1,17$ г/л) (рисунок 9), уровень достоверности ($p < 0,05$).



Рисунок 9 – Содержание гемоглобина крови у двухлетков русского осетра

Содержание гемоглобина в крови трёхлеток стерляди, которых выращивали в течение 36 суток в двух группах: опытной и контрольной – при кормлении комбикормом с тыквенным жмыхом и ОТ-6 с соевым жмыхом, также имело значительные отличия (рисунок 10). Концентрация гемоглобина в крови у опытных особей стерляди, прокормленных комбикормом с тыквенным жмыхом была в пределах 58,4–76,9 г/л. У рыб, получавших комбикорм ОТ-6, содержание гемоглобина в крови было в пределах 48,1–64,4 г/л.

Среднее значение содержания гемоглобина крови у трёхлеток стерляди опытной группы ($76,9 \pm 2,16$ г/л) было на 19,4 % выше, чем в контроле ($64,4 \pm 2,9$ г/л) соответственно ($p < 0,05$).

Полноценное кормление осетровых рыб, получавших комбикорм с тыквенным жмыхом, обеспечило содержание гемоглобина крови в допустимых пределах, соответствующих возрасту и видовой принадлежности.



Рисунок 10 – Содержание гемоглобина крови у трехлетков стерляди

Меньшие показатели гемоглобина у осетровых рыб, которые получали контрольный комбикорм с соевым шротом, свидетельствуют о неполноценности кормления рыб по сравнению с опытным комбикормом с использованием тыквенного жмыха.

Состояние белкового обмена двухлеток русского осетра и трёхлеток стерляди оценивали по показателям содержания общего белка и альбуминов в сыворотке крови.

Выполненные исследования позволили установить, что у двухлеток русского осетра опытной группы содержание альбумина сыворотки крови незначительно превышало этот же показатель у рыб контрольной группы (рисунок 11). Содержание альбумина сыворотки крови у двухлеток русского осетра опытной группы составило $7,94 \pm 0,341$ г/л, в то время как в контроле этот показатель составил $6,84 \pm 0,361$ г/л ($p < 0,05$). Следует отметить, что и содержание общего белка сыворотки крови у двухлеток русского осетра в опытной и контрольной группе не различались (рисунок 11). Хотя также отмечено незначительное превышение этого показателя у рыб, получавших опытный корм с тыквенным жмыхом.

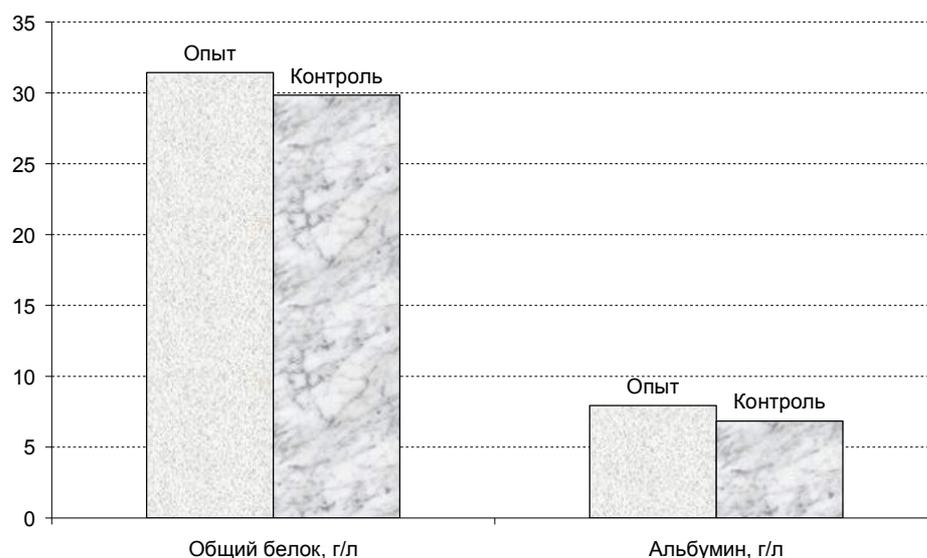


Рисунок 11 – Содержание белков крови у двухлетков русского осетра

Аналогичная картина была получена при исследовании общего белка сыворотки крови у трёхлеток стерляди. Его содержание у рыб опытной группы, получавших комбикорм с тыквенным жмыхом, было практически такое же, как и в контрольной группе ($30,3 \pm 1,34$ и $29,5 \pm 1,35$ г/л соответственно) (рисунок 12). В то же время отмечалось незначительное превышение содержания альбумина в сыворотке крови у трёхлеток стерляди опытной группы. Содержание было на 11,7 % больше, чем у рыб контрольной группы и составляло $8,81 \pm 0,163$ и $7,89 \pm 0,261$ г/л соответственно ($p < 0,05$).

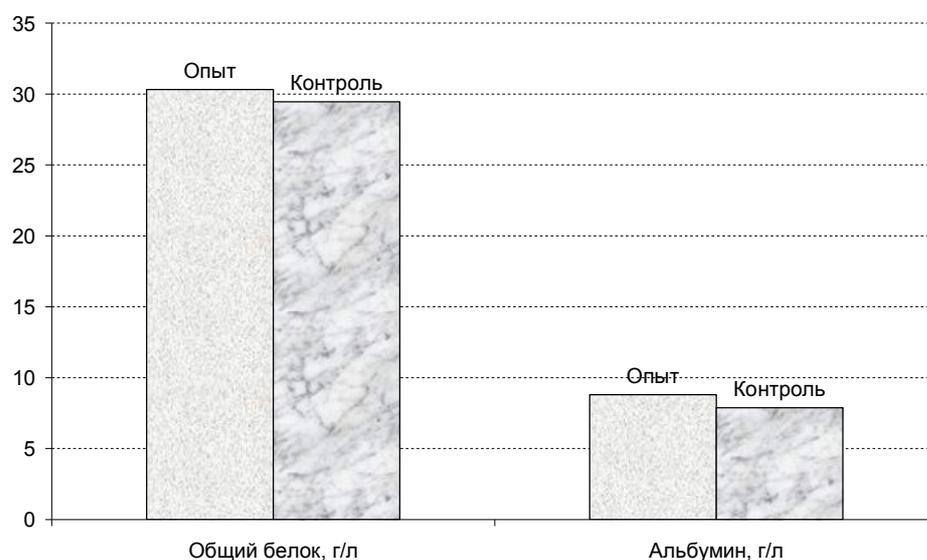


Рисунок 12 – Содержание белков крови у трёхлетков стерляди

Полноценность кормления явилась важным фактором поддержания оптимального белкового гомеостаза у выращиваемых осетровых рыб. Кормление осетровых рыб продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом позволяет обеспечивать параметры показателей белкового обмена на уровне допустимой нормы и свидетельствует о хорошей накормленности рыб.

Анализ показателей липидного обмена: содержание холестерина, триглицеридов и β -липопротеидов – установил повышенное содержание всех групп липидов в крови двухлеток русского осетра, которые получали комбикорм с тыквенным жмыхом (опытная группа) в сравнении с контрольной группой рыб, получавших комбикорм ОТ-6 (рисунок 13). Так, содержание холестерина плазмы крови у двухлеток русского осетра опытной группы составило $1,51 \pm 0,0,120$ ммоль/л, а в контроле – $1,13 \pm 0,079$ ммоль/л ($p < 0,05$). Содержание триглицеридов плазмы крови у рыб опытной группы составило $4,86 \pm 0,313$ ммоль/л, а в контроле – $3,46 \pm 0,216$ ммоль/л ($p < 0,05$). Содержание β -липопротеидов плазмы у двухлеток русского осетра опытной группы также было заметно повышено по сравнению с контрольной группой ($1,51 \pm 0,159$ и $1,31 \pm 0,158$ г/л соответственно). Однако наблюдаемые различия не достигали уровня достоверности ($p > 0,05$).

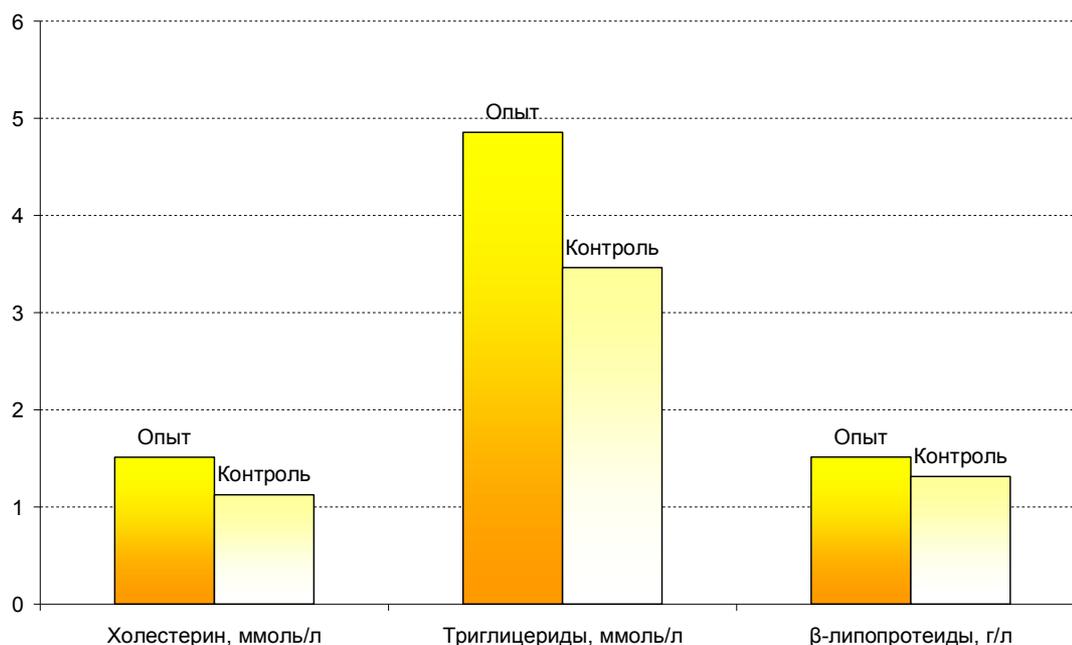


Рисунок 13 – Содержание липидов крови у двухлетков русского осетра

Содержание всех исследованных групп липидов в плазме крови трехлеток стерляди, получавших комбикорм с тыквенным жмыхом, было выше, чем в контроле (рисунок 14). Так, содержание холестерина плазмы крови у трехлеток стерляди опытной группы составило $4,75 \pm 0,389$ ммоль/л, что выше уровня контрольной группы ($3,68 \pm 0,216$ ммоль/л) на 29,1 % ($p < 0,05$). Содержание триглицеридов плазмы крови у трехлеток стерляди опытной группы составило $10,87 \pm 1,125$ ммоль/л, что на 42,6 % выше уровня контрольной группы – $7,62 \pm 0,386$ ммоль/л ($p < 0,05$). Отмечена также тенденция к повышению содержания β -липопротеидов плазмы в опытной группе, по сравнению с контрольной ($4,67 \pm 1,296$ и $2,49 \pm 0,181$ г/л соответственно). Однако наблюдаемые различия не достигали уровня достоверности ($p > 0,05$).

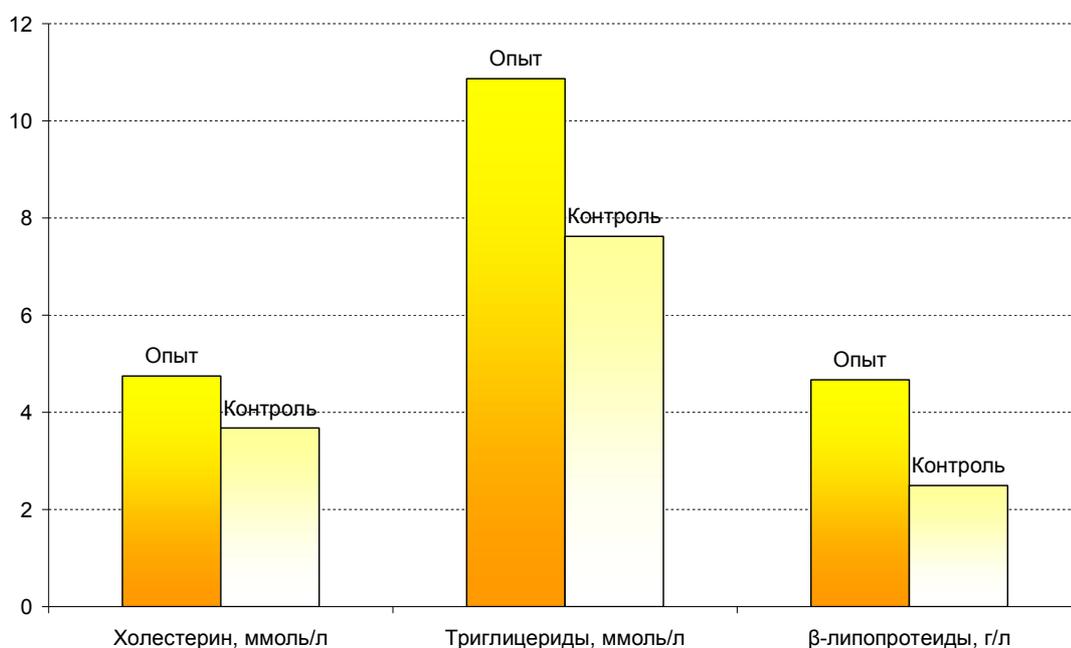


Рисунок 14 – Содержание липидов плазмы крови у трехлетков стерляди

Полученные результаты показывают, что параметры липидного гомеостаза у культивируемых рыб напрямую зависят от полноценности кормления гидробионтов. Использование продукционного комбикорма с тыквенным жмыхом в аквакультуре осетровых рыб показывает их хорошую накормленность. Об этом свидетельствуют параметры липидного гомеостаза. В то же время недостаточное кормление привело бы к снижению уровня показателей липидного обмена в крови (ниже нормативных значений).

Таким образом, физиологические показатели крови двухлеток русского осетра и трехлеток стерляди, получавших комбикорм с тыквенным жмыхом, характеризуются повышенным содержанием гемоглобина, альбумина сыворотки, холестерина и триглицеридов плазмы. Выявленные различия физиологических показателей, наряду с рыбоводно-биологическими, указывают на повышенное продуктивное действие опытного комбикорма, содержащего тыквенный жмых.

3.5. Разработка основных параметров технологии кормления осетровых рыб комбикормом с тыквенным жмыхом

Общая концепция полноценного кормления осетровых рыб продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом направлена на достижение их оптимальной продуктивности при бережливом расходовании такого важного ресурса как комбикорм. Высокий темп роста рыб при интенсивном кормлении продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом является важнейшим фактором получения запланированного объема товарной продукции. Недостаточное кормление не позволяет реализовать биологические потенции роста товарной рыбы и приводит к недополучению запланированных объемов продукции. Однако установлено, что кормление товарной рыбы для достижения максимального темпа роста экономически невыгодно. Так как эффективность использования корма на прирост в этой ситуации снижается. Экономически эффективным является нормированное кормление товарной рыбы для достижения оптимальной запланированной скорости роста, при которой наблюдается получение нормативных объемов рыбоводной продукции при лимитированных издержках на корма.

Таким образом, основанная на данной концепции технология определения полноценности кормления осетровых рыб продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом при товарном выращивании должна обеспечить запланированный оптимальный темп роста рыб и иметь в своем составе подходы и методики эффективного контроля полноценности кормления. Основными подходами к ус-

тановлению эффективности кормления продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом в разработанной методике являются определение поедаемости корма, конвертации корма в прирост, скорости роста, содержания питательных веществ в теле рыб и физиологических показателей гомеостаза крови.

3.5.1. Разработка нормированного кормления осетровых рыб

Для расчета нормы кормления достаточно знание степени продуктивного действия комбикорма и закономерностей роста осетровых рыб, выращиваемых в аквакультуре. Интегральным показателем скорости роста осетровых рыб в аквакультуре является коэффициент массонакопления. Коэффициент массонакопления может быть установлен по результатам индустриального выращивания чистых видов и гибридных форм осетровых рыб в VI рыбководной зоне (Васильева и др., 2006). Наибольшая величина коэффициента массонакопления характерна для бестера и белуги (на уровне 0,100–0,126), наименьшая – для стерляди (таблица 26).

Таблица 26 – Пределы изменения коэффициента массонакопления

Объект аквакультуры	Коэффициент массонакопления (минимум – максимум)
Русский осетр	0,075–0,094
Стерлядь	0,070–0,087
Белуга	0,100–0,125
Гибрид «белуга х стерлядь» (F ₁), бестер;	0,101–0,126
Гибрид «русский осетр х стерлядь» (F ₁);	0,072–0,090
Гибрид «русский осетр х сибирский осетр» (F ₁);	0,075–0,125
Гибрид «стерлядь х белуга» (F ₁).	0,089–0,111

Нами были определены нормы кормления для величины коэффициента массонакопления минимального, среднего и максимального, составившие соответственно 0,070, 0,100 и 0,130. При ожидаемом кормовом коэффициенте 1,5. Данные нормы кормления приведены в виде таблиц минимальных, средних и максимальных норм кормления продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом (таблицы 27, 28, 29). При назначении суточных рационов продукционного комбикорма осетровым рыбам следует учитывать их ожидаемую скорость роста (по величине коэффициента массонакопления), среднюю живую массу рыб, температуру воды и определять по таблицам.

Из представленных данных (таблица 27) следует, что при повышении температуры воды возрастает и величина минимальной нормы кормления. Однако при увеличении средней массы рыб величина минимальной нормы кормления уменьшается. Это учитывалось при составлении суточных рационов кормления.

Таблица 27 – Минимальные нормы кормления осетровых рыб продукционным комбикормом (коэффициент массонакопления 0,070), %

Живая масса	Температура воды, °С									
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
50	0,568	0,631	0,835	1,208	1,718	2,303	2,868	3,324	3,585	3,594
60	0,534	0,594	0,785	1,136	1,616	2,167	2,698	3,127	3,373	3,381
80	0,485	0,539	0,713	1,031	1,468	1,967	2,450	2,840	3,063	3,070
100	0,450	0,500	0,662	0,957	1,362	1,826	2,274	2,635	2,842	2,849
130	0,412	0,458	0,606	0,877	1,247	1,672	2,082	2,413	2,603	2,609
160	0,385	0,427	0,565	0,818	1,164	1,560	1,942	2,251	2,428	2,434
200	0,357	0,397	0,525	0,759	1,080	1,448	1,803	2,089	2,253	2,259
250	0,331	0,368	0,487	0,704	1,002	1,343	1,673	1,939	2,091	2,096
300	0,312	0,346	0,458	0,663	0,943	1,264	1,574	1,824	1,967	1,972
400	0,283	0,315	0,416	0,602	0,856	1,148	1,430	1,657	1,787	1,791
500	0,263	0,292	0,386	0,559	0,795	1,065	1,327	1,538	1,659	1,662
600	0,247	0,275	0,363	0,526	0,748	1,002	1,248	1,447	1,560	1,564

Продолжение таблицы 27

800	0,225	0,249	0,330	0,477	0,679	0,911	1,134	1,314	1,417	1,421
1000	0,208	0,232	0,306	0,443	0,630	0,845	1,052	1,220	1,316	1,319
1200	0,196	0,218	0,288	0,417	0,593	0,795	0,990	1,148	1,238	1,241
1500	0,182	0,202	0,267	0,387	0,551	0,738	0,919	1,065	1,149	1,152
2000	0,165	0,184	0,243	0,352	0,500	0,670	0,835	0,968	1,044	1,046
2500	0,153	0,170	0,226	0,326	0,464	0,622	0,775	0,898	0,969	0,971
3000	0,144	0,160	0,212	0,307	0,437	0,586	0,729	0,845	0,912	0,914

Как видно из приведенных данных, средние нормы кормления выше минимальных, представленных в таблице 28. В целом кратность превышения средних норм по сравнению с минимальными составляет 1,43.

Таблица 28 – Средние нормы кормления осетровых рыб продукционным комбикормом (коэффициент массонакопления 0,100), %

Живая масса	Температура воды, °С									
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
50	0,813	0,904	1,196	1,730	2,461	3,299	4,109	4,762	5,136	5,148
60	0,765	0,850	1,125	1,627	2,315	3,103	3,864	4,479	4,830	4,842
80	0,695	0,772	1,021	1,477	2,101	2,817	3,508	4,066	4,385	4,396
100	0,644	0,716	0,947	1,370	1,950	2,614	3,255	3,772	4,069	4,078
130	0,590	0,656	0,867	1,255	1,785	2,393	2,981	3,454	3,726	3,735
160	0,550	0,612	0,809	1,170	1,665	2,232	2,780	3,222	3,475	3,483
200	0,511	0,568	0,751	1,086	1,545	2,071	2,580	2,990	3,225	3,232
250	0,474	0,527	0,697	1,008	1,434	1,922	2,394	2,774	2,992	2,999
300	0,446	0,495	0,655	0,948	1,349	1,808	2,252	2,610	2,815	2,822
400	0,405	0,450	0,595	0,861	1,225	1,642	2,045	2,370	2,556	2,562
500	0,376	0,418	0,552	0,799	1,137	1,524	1,898	2,200	2,372	2,378
600	0,354	0,393	0,520	0,752	1,070	1,434	1,785	2,069	2,232	2,237
800	0,321	0,357	0,472	0,683	0,971	1,302	1,622	1,879	2,027	2,032
1000	0,298	0,331	0,438	0,634	0,901	1,209	1,505	1,744	1,881	1,886

Продолжение таблицы 28

1200	0,280	0,312	0,412	0,596	0,848	1,137	1,416	1,641	1,770	1,774
1500	0,260	0,289	0,382	0,553	0,787	1,055	1,314	1,523	1,643	1,647
2000	0,236	0,263	0,347	0,503	0,715	0,959	1,194	1,384	1,492	1,496
2500	0,219	0,244	0,322	0,466	0,664	0,890	1,108	1,284	1,385	1,388
3000	0,206	0,229	0,303	0,439	0,624	0,837	1,042	1,208	1,303	1,306

Максимальные нормы кормления осетровых рыб, представленные в таблице 29, выше средних значений и в целом превышение составляет 1,30.

Таблица 29 – Максимальные нормы кормления осетровых рыб продукционным комбикормом (коэффициент массонакопления 0,130), %

Живая масса	Температура воды, °С									
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
50	1,060	1,178	1,558	2,255	3,208	4,301	5,356	6,207	6,695	6,711
60	0,997	1,108	1,466	2,120	3,017	4,044	5,036	5,837	6,295	6,311
80	0,905	1,006	1,330	1,924	2,738	3,671	4,571	5,298	5,714	5,728
100	0,840	0,933	1,234	1,785	2,540	3,405	4,240	4,915	5,301	5,313
130	0,769	0,854	1,130	1,634	2,326	3,118	3,882	4,500	4,853	4,865
160	0,717	0,797	1,054	1,524	2,169	2,907	3,621	4,196	4,526	4,537
200	0,665	0,739	0,978	1,414	2,012	2,697	3,359	3,893	4,199	4,209
250	0,617	0,686	0,907	1,312	1,867	2,503	3,117	3,612	3,896	3,905
300	0,580	0,645	0,853	1,234	1,756	2,354	2,932	3,398	3,665	3,674
400	0,527	0,586	0,775	1,121	1,595	2,138	2,662	3,085	3,328	3,336
500	0,489	0,543	0,719	1,040	1,480	1,984	2,470	2,863	3,088	3,095
600	0,460	0,511	0,676	0,978	1,392	1,866	2,324	2,693	2,905	2,912
800	0,418	0,464	0,614	0,888	1,264	1,695	2,110	2,446	2,638	2,644
1000	0,388	0,431	0,570	0,825	1,173	1,573	1,958	2,270	2,448	2,454
1200	0,365	0,405	0,536	0,776	1,104	1,480	1,843	2,135	2,303	2,309
1500	0,339	0,376	0,498	0,720	1,024	1,373	1,710	1,982	2,137	2,143
2000	0,308	0,342	0,452	0,654	0,930	1,247	1,553	1,800	1,941	1,946
2500	0,285	0,317	0,419	0,607	0,863	1,157	1,441	1,671	1,802	1,806
3000	0,269	0,298	0,395	0,571	0,812	1,089	1,356	1,572	1,695	1,699

Анализируя данные, представленные в таблицах 27, 28, 29, можно заметить, что по мере увеличения коэффициента массонакопления график полученных значений норм кормления имеет вид кривой с понижением скорости роста по мере приближения к конечным значениям аргумента (рисунок 15).

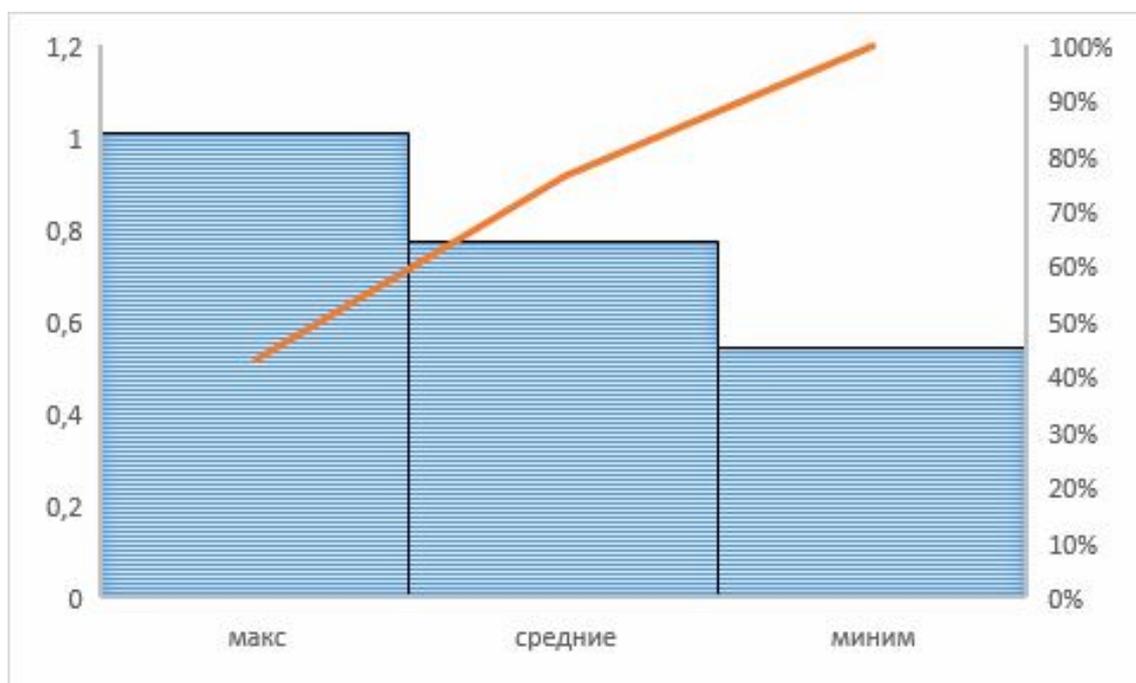


Рисунок 15 – Диаграмма зависимости нормы кормления от значения коэффициента массонакопления

Таким образом, по представленным в таблицах данным можно установить нормы кормления осетровых рыб комбикормами с тыквенным жмыхом в зависимости от коэффициента массонакопления и температуры воды.

3.5.2. Выбор размера гранул комбикорма в соответствии с размерами осетровых рыб

Размеры гранул комбикорма, внесенного в рыбоводную емкость, являются важным технологическим параметром кормления, влияющим на его эффективность. Культивируемый биообъект не сможет поглотить чрезмерно большие гранулы комбикорма. Вследствие этого корм будет набухать и размываться водой.

Непродуктивные потери корма будут повышать издержки производства и себестоимость рыбоводной продукции. Кроме того, несъеденный корм будет приводить к ухудшению экологических условий содержания рыб, как физико-химических, так и биотических, в первую очередь за счет обильного размножения микрофлоры.

Слишком мелкие гранулы корма, не соответствующие размерам и массе выросшей рыбы, также будут поедаться недостаточно активно. Так как слишком маленькие гранулы рыбе труднее заметить. Кроме того, на поедание мелких гранул рыба будет затрачивать дополнительные усилия. Несъеденные гранулы будут размываться в воде и непродуктивно теряться, что уменьшит эффективность кормления и повысит издержки производства и себестоимость продукции.

В связи с этим весьма важное значение приобретает обоснованный выбор оптимальной величины гранул комбикормов, соответствующей размерам ротового аппарата рыб и их возможностям свободного поедания корма, вносимого в рыбоводные емкости. В результате выполненных исследований был установлен оптимальный размер гранул комбикорма. Выбор гранул может быть произведён по таблице в зависимости от величины живой массы и размеров ротового аппарата. Ротовой аппарат делится на крупный (у белуги и ее гибридов), среднего размера (у русского и сибирского осетра и их гибридов) и небольшой (у стерляди и ее возвратных гибридов) (таблица 30).

Таблица 30 – Рекомендуемый размер гранул производственного корма с тыквенным жмыхом для осетровых рыб, мм

Вес рыбы, г	Морфологические особенности ротового аппарата		
	небольшой	среднего размера	крупный
50–100	2	2	4
100–200	2	4	6
200–800	4	6	8
800–1500	6	8	10
1500–3000	8	10	12

Размер гранул производственного комбикорма с тыквенным жмыхом должен соответствовать морфологическим особенностям рыб в рыбоводных емкостях,

а именно размерам ее ротового отверстия. Для всех осетровых рыб характерен выдвижной челюстной аппарат в виде ротовой воронки. Ротовое отверстие (stoma) помещается на вентральной стороне головы и имеет форму овального отверстия, расположенного в поперечном направлении. Оно окаймлено сверху и снизу мясистыми губами, поддерживаемыми покровными окостенениями. Выдвижной челюстной аппарат – своеобразное приспособление осетровых рыб, многие из которых являются бентофагами для схватывания добычи на дне. Визуальное сравнение размеров рта рыбы и гранул комбикорма (на примере гибрида русский осетр x сибирский осетр, трехлетка) представлено на рисунке 16.



Рисунок 16 – Сравнение величины ротового отверстия и гранул комбикормов

Вытягивающаяся часть челюстного аппарата состоит из небно-квадратного хряща и продолжается далее назад в виде небной пластинки. Поскольку размеры выращиваемой рыбы и ее ротового отверстия тесно коррелируют между собой. Данный фактор необходимо учитывать при товарном выращивании осетровых.

Таким образом, в процессе кормления осетровых рыб важным параметром является выбор оптимального размера гранул комбикормов с тыквенным жмыхом. Размер подбирается по специальной таблице в зависимости от величины живой массы и размеров ротового отверстия.

3.5.3. Контроль поедаемости комбикорма рыбами

Поедаемость внесенного в рыбоводные емкости комбикорма может быть неполной вследствие различных причин. Среди них наибольшее значение имеет правильный выбор размера гранул. Отсутствие контроля за степенью поедаемости комбикорма может привести к снижению продуктивности рыб и увеличению издержек производства. Определение поедаемости комбикорма осуществляется визуальным контролем поглощения корма рыбами и отсутствием несъеденных остатков корма на дне рыбоводной емкости.

Визуальный метод контроля поедаемости производственного комбикорма является наиболее доступным и эффективным в условиях как садкового, так и бассейнового выращивания. После внесения комбикорма в рыбоводные емкости наблюдается характерное поведение питающихся рыб. Отмечается их скопление в местах нахождения корма и типичные движения при активном поглощении гранул (рисунок 17). Данный метод является доступным и эффективным как при садковом, так и при бассейновом выращивании осетровых. Однако активное питание рыб не гарантирует полного поедания всей дозы внесенного комбикорма.



Рисунок 17 – Скопление осетровых рыб в местах внесения производственного комбикорма в сетчатый садок

Рационально подобранные нормы кормления позволяют кормам быть полностью съедены в течение 15–20 мин. после внесения в садки. По окончании этого периода после внесения корма можно проверить наличие несъеденных остатков, приподняв дно садка в области кормовых мест подтягиванием сетки. Отсутствие остатков корма в садке является признаком его полной поедаемости. Визуальный контроль эффективен для обнаружения несъеденного корма и при бассейновом содержании осетровых рыб.

3.5.4. Критерии выбора способа и режима кормления

Способ внесения комбикорма в рыбоводные емкости должен соответствовать особенностям содержания рыбы и технической обеспеченности рыбоводного хозяйства. В настоящее время при кормлении осетровых рыб используют два основных способа кормления: ручной и с применением автоматических кормораздатчиков (автокормушек).

Ручная раздача корма осуществляется путем его внесения в рыбоводные емкости работниками рыбоводного предприятия в соответствии с графиком кормления, путем деления суточного рациона на отдельные порции с учетом кратности кормления в течение суток. Преимуществами ручного способа кормления являются доступность в любом рыбоводном предприятии, отсутствие затрат на автокормушки, эффективность в садковых и прудовых хозяйствах, в которых автокормушки не могут быть установлены. Однако ручной способ кормления характеризуется высокой трудоемкостью, а одномоментное внесение крупных порций корма может сопровождаться его недостаточной поедаемостью и непродуктивными потерями.

Автоматическая раздача корма позволяет существенно повысить эффективность кормления, снизить его трудоемкость, улучшить поедаемость корма. Однако использование автокормушек требует значительных затрат на приобретение, установку и эксплуатацию в садковых и прудовых хозяйствах в условиях открытых водоемов затруднительна (рисунок 18).



Рисунок 18 – Сетчатые садки в открытом водоеме, где установка автокормушек нецелесообразна

При необходимости организовать автоматическую раздачу корма в садковых и прудовых хозяйствах необходимо обеспечить их защиту от неблагоприятных погодных условий путем изготовления укрытий, навесов и т.п. Механические ленточные автокормушки с часовым механизмом получили наибольшее распространение при кормлении осетровых рыб в бассейнах (рисунок 19).



Рисунок 19 – Автокормушки ленточного типа с часовым механизмом в бассейновом цехе

С учетом вышеизложенного нами разработаны критерии выбора способа кормления. Обоснованы и предложены пять критериев выбора способа кормления (ручной или автоматический) при кормлении осетровых рыб продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом. При выборе способа кормления следует учитывать место размещения рыбоводных емкостей, размеры рыбоводного пред-

приятия, необходимую частоту кормления в течение суток, снижение издержек производства на оплату труда рабочих и снижение непродуктивных потерь корма при установке автокормушек.

Способ внесения комбикорма в рыбоводные емкости должен соответствовать особенностям содержания рыбы и технической обеспеченности рыбоводного хозяйства. В настоящее время при кормлении осетровых рыб используют два основных способа кормления: ручной и с применением автоматических кормораздатчиков (автокормушек). Выбор способа кормления следует осуществлять после анализа ряда критериев (таблица 31).

При выборе способа кормления следует учитывать место размещения рыбоводных емкостей, размеры рыбоводного предприятия, необходимую частоту кормления в течение суток, снижение издержек производства на оплату труда рабочих и снижение непродуктивных потерь корма при установке автокормушек.

Таблица 31 – Критерии выбора способа кормления в рыбоводном предприятии

Наименование критерия	Выбираемый способ кормления	
	Ручной	Автокормушками
Место размещения рыбоводных емкостей	В открытом водоеме (садки, пруды)	В закрытом помещении (бассейны, лотки)
Размеры рыбоводного предприятия	Небольшие	Среднего размера и большие
Необходимая частота кормления	Не более 3–4 раз в сутки	До 5–12 раз в сутки
Снижение издержек производства на оплату труда при установке автокормушек	Несущественное	Существенное
Снижение непродуктивных потерь корма при установке автокормушек	Несущественное	Существенное

Рациональный выбор способа кормления позволяет повысить поедаемость корма, улучшить его конвертацию в прирост, уменьшить себестоимость рыбной продукции.

Под режимом кормления понимают кратность кормления в течение суток и деление суточного рациона на порции. Режим кормления зависит как от воз-

раста и живой массы выращиваемой рыбы, так и от способа внесения корма в рыбоводные емкости. Ручное кормление предусматривает дробное внесение суточного рациона порциями, размер которых зависит от частоты кормления. Широкое использование ленточных автокормушек в осетроводстве позволило перейти к непрерывному режиму внесения корма в рыбоводные емкости, позволяющему достигать максимальной поедаемости корма и его конвертации в прирост.

Режим кормления и величина разовой дозы корма взаимосвязаны. Редкое кормление чрезмерно большими дозами комбикорма приводит к непродуктивным потерям несъеденного корма. Слишком частое внесение малых доз корма повышает трудоемкость рыбоводного процесса.

Продукционными кормами осетровых рыб кормят после достижения средней навески 50 г. Морфологическое состояние пищеварительной системы осетровых рыб позволяет перейти при ручной раздаче корма на кормление через каждые 6 часов (3 раза в сутки) равными порциями. После достижения массы тела 150–200 г допустимо двукратное кормление равными порциями через 10–12 ч. Предложен режим внесения корма в зависимости от средней живой массы выращиваемых осетровых рыб при ручном кормлении (таблица 32).

Таблица 32 – Частота кормления осетровых рыб продукционным комбикормом с тыквенным жмыхом в зависимости от живой массы

Живая масса, г	Число кормлений в сутки
50–200	3
200–3000	2

Непрерывный режим кормления может быть использован при установленных автокормушках ленточного типа. Коммерчески доступными являются два варианта автокормушек этого типа: с часовым механизмом на 12 ч и на 24 ч. Суточный рацион в первом случае делится на две равные порции, во втором случае загружается в емкость автокормушки полностью.

Выполненные исследования позволили определить два подхода к выбору режима кормления продукционным комбикормом: дробное кормление при ручном способе внесения корма и непрерывный режим внесения корма в рыбоводные емкости ленточными автокормушками. Предпочтительным является непрерывный режим внесения корма, если установка автокормушек обоснована рыбоводно-биологически и экономически.

Таким образом, при разработке технологии полноценности кормления осетровых рыб комбикормом с тыквенным жмыхом были учтены результаты выполненных исследований по определению рыбоводно-биологических, гематологических и биохимических показателей двухлеток русского осетра и трёхлеток стерляди. Это позволило установить основные параметры процессов кормления рыб. Предложены нормы кормления осетровых рыб продукционным комбикормом с использованием тыквенного жмыха. Разработана методика определения поедаемости корма с учётом соответствия размера гранул комбикорма морфометрическими параметрами рыб и их ротового отверстия. Определены критерии способов и режимов кормления осетровых рыб при выращивании в садках и бассейнах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Идея создания нового рыбного корма на основе продуктов переработки бахчевых культур является инновационной. Так как до настоящего времени в состав рыбных комбикормов включается в основном генно-модифицированная соя.

Изучена возможность и показана перспектива применения новых компонентов растительного происхождения в качестве составляющих рыбных кормов. Одним из перспективных кормовых средств являются отходы переработки семян тыквы – тыквенный жмых. Он содержит до 30 % сырого протеина и по аминокислотному составу соответствует жмыху арахисовому. Тыквенный жмых – высокоэнергетический корм, является экологически чистым и безвредным веществом для животных. Тыквенный жмых значительно превосходит аналогичный продукт из подсолнечника, сои, рапса, горчицы по аминокислотному составу, имеет обширный набор активных веществ природного происхождения: токоферолы, каротиноиды, стерины, жирные и органические кислоты, сахара, витамины В1, В2, В6, С, К, смолистые вещества.

Проведенные исследования питательности разработанного комбикорма, содержащего тыквенный жмых, по комплексу биохимических показателей позволили установить его высокую биологическую ценность для осетровых рыб. Это подтверждается оптимальными значениями показателей сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ и сырой золы, а также показателями содержания важнейших макроминералов.

Выполненный сравнительный анализ существующих рецептов комбикормов для осетровых рыб, исследования питательной ценности тыквенного жмыха по химическому составу согласно существующей схеме зоотехнического анализа кормов позволили разработать рецептуру производственного комбикорма для осетровых рыб. Данный вид комбикорма характеризуется высокой протеиновой и ли-

пидной питательностью в соответствии с биологическими потребностями гидробионтов и является экологически безопасным.

Изучение питательности разработанного комбикорма по комплексу биохимических показателей указывает на его высокую биологическую ценность для осетровых рыб. Это подтверждается оптимальными значениями показателей сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ, а также показателями содержания важнейшего макроэлемента – фосфора.

Рыбоводно-биологические показатели двухлеток русского осетра и трехлеток стерляди, выращенных в садках с использованием продукционного комбикорма с тыквенным жмыхом, выявили его повышенное продуктивное действие, по сравнению с известным комбикормом с соевым шротом. Это подтверждается более высокими значениями темпов роста массы и меньшей величиной кормового коэффициента. Результаты биохимического исследования мышц двухлеток русского осетра и трехлеток стерляди, получавших экспериментальный комбикорм, указывают на их повышенную питательную ценность по сравнению с контролем. Повышение питательности мышц у рыб опытных групп происходит преимущественно за счет накопления липидов, в то время как показатели протеиновой и минеральной питательности отличаются незначительно от показателей рыб контрольной группы.

Физиологические показатели крови двухлеток русского осетра, получавших комбикорм с тыквенным жмыхом, характеризуются повышенным содержанием гемоглобина, альбумина сыворотки, холестерина и триглицеридов плазмы. Выявленные различия физиологических показателей, наряду с рыбоводно-биологическими, указывают на повышенное продуктивное действие экспериментального комбикорма, содержащего тыквенный жмых.

Исследования крови трехлеток стерляди, получавших комбикорм с тыквенным жмыхом, выявили большее содержание гемоглобина, альбумина сыво-

ротки, холестерина и триглицеридов плазмы, чем в контроле. Полученные результаты свидетельствуют о повышенном продуктивном действии комбикорма с тыквенным жмыхом, что приводит к улучшению процессов гемопоэза, белок-синтетической функции и накоплению липидов.

Результаты выполненных исследований позволили разработать основные параметры технологии кормления осетровых рыб продукционным комбикормом с использованием тыквенного жмыха, учитывающие нормы кормления гидробионтов в зависимости от их массы и температуры воды, способы и режимы кормления рыб с учётом поедания корма. Также были установлены размеры гранул комбикормов в соответствии с морфометрическими параметрами особей и их ротового отверстия.

На основании полученных результатов исследований разработанный комбикорм с использованием тыквенного жмыха может быть рекомендован для производства в промышленных масштабах и использования при товарном выращивании осетровых рыб.

ВЫВОДЫ

1. Установлены высокая протеиновая и липидная питательность тыквенного жмыха. Основные показатели химического состава: протеин 36–42 %, жир 8–12 %, зола 10–12 % – позволяют рекомендовать его для включения в рецептуру сбалансированных и полнорационных комбикормов для осетровых рыб взамен соевого шрота.

2. Разработана и научно обоснована рецептура производственного комбикорма с тыквенным жмыхом на основе эталонного состава, позволяющая достичь гарантированных величин индикаторных показателей протеиновой и липидной питательности: протеина – 42,8 % и жира – 12,3 %. При допустимом уровне неперевариваемых осетровыми рыбами углеводов (клетчатки) – 3,9 %.

3. Определена высокая биологическая питательность комбикорма с тыквенным жмыхом для осетровых рыб по комплексу биохимических показателей. Это подтверждается оптимальными значениями содержания сухого вещества, протеина, жира, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ изоля, а также важнейших макроминерала - фосфора.

4. Показано повышенное продуктивное действие комбикорма с тыквенным жмыхом на темпы роста двухлеток русского осетра и трехлеток стерляди. Это подтверждается более высокими значениями живой массы рыб (на 5,14–5,49 %), получавших экспериментальный комбикорм и меньшей величиной кормового коэффициента (на 5,57–6,24 %), в сравнении с традиционным кормом.

5. Установлено, что физиологические показатели крови двухлеток русского осетра и трехлеток стерляди, получавших комбикорм с тыквенным жмыхом, характеризуются повышенным содержанием гемоглобина, альбумина сыворотки, холестерина и триглицеридов плазмы, указывающими на повышенное продуктивное действие разработанного комбикорма.

6. Разработаны основные параметры технологии нормированного кормления осетровых рыб производственным комбикормом с тыквенным жмыхом, включающие способы и режимы кормления с учётом поедаемости и размера гранул комбикормов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Предложена научно обоснованная рецептура полнорационного сбалансированного комбикорма с использованием тыквенного жмыха для аквакультуры осетровых рыб.

Доказано, что применение экологически безопасного производственного комбикорма с тыквенным жмыхом в товарном осетроводстве позволяет повысить рыбоводно-биологические показатели и улучшить физиологическое состояние осетровых рыб в сравнении с комбикормом с соевым шротом.

Разработаны основные параметры усовершенствованной технологии нормированного кормления осетровых рыб производственным комбикормом с использованием тыквенного жмыха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимова, К. С. Оптимизация кормов и кормления молоди осетровых рыб для профилактики и лечения тимпании в интенсивной аквакультуре [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.04.01 / Абросимова Ксения Сергеевна ; Астрахан. гос. ун-т. – Астрахань, 2015. – 23 с. (...694)
2. Абросимова, Н. А. Инструкция по бассейновому выращиванию молоди осетровых на предприятиях Азово-Донского района с использованием стартового комбикорма СТ-4Аз [Текст] / Н. А. Абросимова, Е. А. Гамыгин, Е. Г. Белов, М. В. Сафонова. – Ростов н/Д., 1989. – 24 с.
3. Абросимова, Н. А. Корма и кормление молоди осетровых рыб в промышленной аквакультуре [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.10 / Абросимова Ксения Сергеевна ; АзНИИРХ. – М., 1997. – 76 с. (...026)
4. Абросимова Н. А. Особенности кормления годовиков осетровых для формирования маточного стада [Текст] / Н. А. Абросимова, Т. В. Лобзакова // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : сб. мат-лов докл. III Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2004. – С. 230–231.
5. Абросимова Н. А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры [Текст] / Н. А. Абросимова, С. С. Абросимов, Е. М. Саенко. – Ростов н/Д., 2005. – 143 с.
6. Абсалямев, Р. Б. Испытания европейских комбикормов при выращивании осетровых рыб в условиях замкнутого водоснабжения [Текст] / Р. Б. Абсалямев // 8-ая ежегод. науч. конф. студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН 2012 г. – Ростов н/Д., 2012. – 455 с.
7. Аламдари, Х. Совершенствование состава комбикормов для осетровых рыб с использованием гидролизата рыбного белка и пробиотиков [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Аламдари Ходжатоллах ; Сам. гос. с.-х. акад. – Кинель, 2013. – 17 с. (...397)

8. Алтуфьев, Ю. В. Региональные различия роста осетровых в ювенильный период онтогенеза [Текст] / Ю. В. Алтуфьев, А. А. Романов // Вопросы ихтиологии. – 1988. – Т. 28, вып. 3. – С. 426–433.

9. Алымов, Ю. В. Морфофизиологическая оценка молоди русского осетра, выращенной на комбинированных кормах для формирования продукционных стад [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.04.01 / Алымов Юрий Викторович ; Рос. гос. аграр. ун-т. – Астрахань, 2013. – 23 с. (...066)

10. Алымов, Ю. В. Патоморфологические изменения тканей годовиков русского осетра при кормлении искусственными кормами [Текст] / В. В. Алымов // Естественные и технические науки. – 2011. – № 5. – С. 131–133.

11. Алымов, Ю. В. Результаты выращивания молоди русского осетра на кормах разных производителей [Текст] / Ю. В. Алымов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – № 1–2. – С. 61–65.

12. Андрианов, Д. П. Состояние и перспективы развития производства пищевой черной икры, как нового направления товарного осетроводства [Текст] / Д. П. Андрианов, И. А. Бурцев, Л. Р. Копыленко, Б. Н. Котенев, А. И. Николаев, А. С. Сафронов // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы докл. III Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2000. – С. 17–20.

13. Аслан Парвиз Хасан. Повышение эффективности прудового выращивания молоди осетровых на рыбноводном заводе Марджани (Иран) [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 11.00.11 / Аслан Парвиз Хасан ; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань, 1999. – 24 с.

14. Артюхин Е. Н. Осетровые [Текст] / Е. Н. Артюхин. – СПб. : Санкт-Петербург. ун-т, 2008.

15. Багров, А. М. Вопросы качества рыбной муки и обеспечения ее потребностей для аквакультуры [Текст] / А. М. Багров, Е. А. Гамыгин // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2006. – № 2. – С. 44–46.

16. Баденко, Л. В. Эколого-физиологические основы повышения эффективности заводского разведения азовских осетровых [Текст] / Л. В. Баденко, Н. Г. Дорошева, Г. Г. Корниенко, В. П. Чихачева // Воспроизводство рыбных запасов Каспийского и Азовского морей : сб. науч. тр. – М. : ВНИРО, 1989. – С. 88–90.

17. Баканева, Ю. М. Оптимизация липидного состава комбикормов для осетровых рыб при промышленном выращивании [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Баканева Юлия Михайловна ; Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2012. – 20 с. (...124).

18. Баранов, С. А. Основные уравнения роста биологических объектов [Текст] / С. А. Баранов, В. Ф. Резников, Е. А. Стариков, Г. И. Толчинский // Биологические ресурсы внутренних водоемов СССР. – М., 1979. – С. 156–168.

19. Бахарева, А. А. Влияние витаминов на репродуктивные функции рыб [Текст] / А. А. Бахарева // Естественные науки. – 2013. – № 3 (44). – С. 86–91.

20. Беляев, В. И. Эффективность использования тыквенного жмыха различной технологии производства в рационах быков-производителей [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02, 06.02.04 / Беляев Владимир Иванович. – Оренбург, 2000. – 22 с.

21. Бондаренко, Л. Г. Новые корма для эффективного выращивания осетровых рыб [Текст] / Л. Г. Бондаренко, В. Я. Склярков // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2004.

22. Бондарчук, О. Л. Формирование адаптивного поведения молоди стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) в зависимости от срока содержания в заводских бассейнах [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.06 / Бондарчук Ольга Леонидовна ; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград, 2016. – 24 с.

23. Бубунец, Э. В. Выращивание русского осетра при использовании кормов различных компаний в условиях повышения температур до возрастов сеголетка [Текст] / Э. В. Бубунец, И. В. Стародворская // Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры : докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, ВВЦ, 5–6 февраля 2013 г.) – М. : РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 134–141.

24. Будниченко, В. А. Современное мировое производство аквакультуры и перспективы её развития [Текст] / В. А. Будниченко // Водные биоресурсы и аквакультура. – 2010. – С. 46–48.

25. Бурлаченко, И. В. Корма для рыб: что необходимо знать о них [Текст] / И. В. Бурлаченко // Рыбная сфера. – 2016. – № 1 (15). – С. 54–55.

26. Бурлаченко, И. В. Актуальные вопросы безопасности кормов в аквакультуре рыб [Текст] / И.В. Бурлаченко ; ФГУП ВНИРО. – М. : ВНИРО, 2008. – 182 с.

27. Бурцев, И. А. Временные инструктивные указания по селекционно-племенной работе с гибридами осетровых рыб [Текст] / И. А. Бурцев, Е. В. Серебрякова, А. И. Николаев. – М. : ВНИРО, 1978. – 16 с.

28. Бурцев, И. А. Биологические основы полноциклового культивирования осетровых рыб и создания новых пород методами гибридизации и селекции [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.06 / Бурцев Игорь Александрович. – М., 2013.

29. Бурцев, И. А. Гибридизация и селекция осетровых рыб при полноцикловом разведении и одомашнивании [Текст] / И. А. Бурцев // Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. – М. : Наука, 1983. – С. 102–113.

30. Бурцев, И. А. Комплекс пород бестера (*Acipenser nikołjukini*) [Текст] / И. А. Бурцев, В. Д. Крылова, А. И. Николаев, А. С. Сафронов, О. П. Филиппова // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (*Acipenseridae*). – 2008. – С. 4–22.

31. Быков, А. Д. О состоянии запасов и промысловом использовании стерляди в Российской Федерации [Текст] / А. Д. Быков, Ю. И. Илясов // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы докл. III Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2000. – С. 103–107.

32. Василенко, В. Н. Научное обеспечение процессов производства полнорационных коэкструдированных и экспандированных комбикормов [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.12 / Василенко Виталий Николаевич ; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж, 2010. – 44 с.

33. Васильева, Л. М. Кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре [Текст] /Л. М. Васильева, С. В. Пономарев, Н. В.Судакова. – Астрахань, 2000. – 87 с.

34. Васильева, Л. М. Биологические и технологические особенности товарного осетроводства в условиях Нижнего Поволжья [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Васильева Лидия Михайловна. – Астрахань, 2000. – 52 с.

35. Васильева, Л. М. Будущее осетровых [Текст] / Л. М. Васильева // Рыба и морепродукты. – 2009. – № 3. – С. 21–25.

36. Васильева, Л. М. Биологические и технологические особенности товарного осетроводства в условиях Нижнего Поволжья [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.04 / Васильева Лидия Михайловна. – Краснодар, 2000. – 52 с. (... 409)

37. Васильева Л. М. Кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре [Текст] / Л. М. Васильева, С. В. Пономарев, Н. В. Судакова. – Астрахань : БИОС, 2000. – 86 с.

38. Васильева, Л. М. Роль центра «Биос» в развитии отечественного осетроводства [Текст] / Л. М. Васильева // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы докл. IV Междунар. науч.-практ. конф. – М. : ВНИРО, 2006. – С. 5–7.

39. Васильева, Л. М. Технологии и нормативы по товарному осетроводству в VI рыболовной зоне [Текст] / Л. М. Васильева, А. П. Яковлева, Т. Г. Щербатова, Т. Н. Петрушина, В. В. Тяпугин, А. А. Китанов, В. В. Архангельский, Н. В. Судакова, С. С. Астафьева, Е. А. Федосеева ; под ред. Н. В. Судаковой. – М. : ВНИРО, 2006. – 100 с.

40. Васильева, Л. М. Тенденции развития осетроводства в странах Центральной и Восточной Европы / Л. М. Васильева // Водные биоресурсы и аквакультура. – 2010. – С. 171–177.

41. Васильева, Л. М. Биотехнологические нормативы по товарному осетроводству / Л. М. Васильева, А. А. Китанов, Т. Н. Петрушина, В. В. Тяпугин, Т. Г. Щербатова, А. П. Яковлева ; под ред. Л. М. Васильевой. – Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2010. – С. 80.

42. Винберг, Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб [Текст] / Г. Г. Винберг. – Минск, 1956. – 253 с.

43. Винберг, Г. Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных [Текст] / Г. Г. Винберг // Успехи современной биологии. – 1966. – Т. 61, вып. 2. – С. 274–279.

44. Владовская, С. А. Опыт использования различных кормов для кормления осетровых рыб [Текст] / С. А. Владовская // Рыбное хозяйство. Сер. Корма и кормление в аквакультуре : аналит. и реф. информ. – 2002. – Вып. 1. – С. 8–12.

45. Власов, В. А. Фермерское рыбоводство [Текст] / В. А. Власов // Фермерское рыбоводство. – М. : ООО «Столичная типография», 2008. – 168 с.

46. Гаджимусаев, Н. М. Биологические особенности формирования ремонтно–маточного стада бестера в условиях Дагестана [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.04.01 / Гаджимусаев Насрула Магомедович ; Астрахан. гос. ун-т. – Астрахань, 2016. – 24 с.

47. Гамыгин, Е. А. Расширение сырьевой базы кормопроизводства / Е. А. Гамыгин // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 4. – С. 87–88.

48. Гамыгин, Е. А. Исследования ВНИИПРХА по проблемам кормления рыб [Текст] / Е. А. Гамыгин, М. А. Щербина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 7. – С. 35–37.

49. Гамыгин, Е. А. Некоторые проблемы кормов и кормопроизводства для рыб на современном этапе [Текст] / Е. А. Гамыгин, А. М. Багров // Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры : докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, ВВЦ, 5–6 февраля 2013 г.) – М. : РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 47–53.

50. Гершанович, А. Д. Потенции роста молоди осетрообразных (Pisces, Acipenseriformes) в связи с их выращиванием [Текст] / А. Д. Гершанович // Биологические основы аквакультуры в морях Европейской части СССР. – М. : Наука, 1985. – С. 119–131.

51. Горлов, И. Ф. Использование новых препаратов из семян тыквы для получения экологически чистой мясной и молочной продукции [Текст] / И. Ф. Горлов, В. В. Безбородин // Прогрессивные технологии производства отечественной конкурентноспособной молочной и мясной продукции в Нижнем Поволжье. – Волгоград, 1997. – С. 190–192.

52. Горлов, И. В. Технология получения масла тыквенного и его биологическая ценность [Текст] / И. Ф. Горлов, Т. В. Каренгина, Л. Н. Чабан // Технология производства и переработки продукции животноводства : сборник научных трудов. – Волгоград : Перемена, 1996. – С. 40–44.

53. ГОСТ 10385–2014. Комбикорма для рыб. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2014. – 15 с.
54. Григорьев, С. С. Индустриальное рыбоводство [Текст] : учеб. пос. : в 2 ч. / С. С. Григорьев, Н. А. Седова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2008. – Ч. 1. – 186 с.
55. Грозеску, Ю. Н. Инновационные методы повышения эффективности кормления осетровых рыб на основе использования в рационах нетрадиционного кормового сырья и биологически активных препаратов [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.08 / Грозеску Юлия Николаевна ; Сам. гос. с.-х. акад. – Усть-Кинельский, 2016. – 34 с. (...681)
56. Дегтярева, С. С. Морфофизиологический мониторинг при формировании ремонтно-маточного стада бестера [Текст] / С. С. Дегтярева, А. Р. Лозовский, Е. А. Федосеева // Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия : тез. докл. XII Междунар. конф. молодых ученых. – Борок : ИБВВ, 2002. – С. 120–121.
57. Дорнер, М. Химический анализ семян (Cucurbitarero) [Текст] / М. Дорнер // Военно-медицинский журнал. – 1987. – № 8, ч. 108. – С. 17–22.
58. Ерастов, Г. М. Продукты птицеводства в питании человека [Текст] / Г. М. Ерастов // Мат-лы VI Междунар. ветеринарного конгресса по птицеводству. – М., 2010. – С. 23–27.
59. Желтов, Ю. А. Рецепты комбикормов для выращивания рыб разных видов и возрастов в промышленном рыбоводстве [Текст] / Ю. А. Желтов. – Киев : Фирма «ИНКОС», 2006. – 154 с.
60. Жигин, А. В. Международные принципы сертификации продукции аквакультуры [Текст] / А. В. Жигин, М. В. Сытова // Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры : докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, ВВЦ, 5–6 февраля 2013 г.) – М. : РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013. – С. 53–58.
61. Жилкин, А. А. О необходимости развития товарного осетроводства в России / А. А. Жилкин // Проблемы современного товарного осетроводства : сб. докл. I науч.-практ. конф. (24–25 марта 1999 г.). – Астрахань, 2000. – С. 5–7.

62. Заделёнов, В. А. Особенности искусственного воспроизводства стерляди енисейской популяции [Текст] / В. А. Заделёнов // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы докл. III Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань : ООО ПКФ «Альфа–Аст», 2000. – С. 120–121.

63. Задорожная, Е. А. Нетрадиционные корма нас выручают [Текст] / Е. А. Задорожная // Птицеводство. – 1996. – № 1. – С. 18–19.

64. Зоров, И. Д. Метод определения ферментов [Текст] / И. Д. Зоров, А. Синицын, Т. Околелова, С. Румянцев, А. Морозов // Комбикорма. – 2001. – № 6. – С. 41–42.

65. Исаева, И. К. Вкусовые предпочтения рыб и разработка рецептур искусственных кормов [Текст] / И. К. Исаева // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2008. – № 4. – С. 29–33.

66. Калайда, М. Л. Биологические основы рыбоводства. Краткая теория и практикум [Текст] / М. Л. Калайда. – СПб., 2014. – С. 124–154.

67. Калмыков, В. Г. Эффективность использования кормового концентрата из растительного сырья «сарепта» в комбикормах для русского осетра [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Калмыков Виктор Геннадиевич ; Сам. гос. с.-х. акад. – Усть-Кинельский, 2016. – 19 с.

68. Карачев, Р. А. Эффективность выращивания осетровых и карповых рыб в поликультуре в условиях садкового тепловодного хозяйства [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Карачев Роман Алексеевич ; Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – М., 2009.

69. Кашин, В. И. Перспективы развития осетрового хозяйства Каспия : выступление на Расширенном заседании Ученого Совета ВНИРО [Текст] / В. И. Кашин, академик РАН //Новости политических партий России и стран СНГ. – Режим доступа: <http://www.qwas.ru/russia/kprf/V-I-Kashin-Perspektivy-razvitija-osetrovogo-hozjaistva-Kaspija/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

70. Китаев, И. А. Эффективность использования гидролизата соевого белка в кормлении рыб семейства Осетровые в установках замкнутого водоснабжения [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Китаев Игорь Александрович ; Сам. гос. с.-х. акад. – Усть-Кинельский, 2015. – 17 с.(... 233)

71. Клименко, В. Г. Белки семян тыквенных [Текст] / В. Г. Клименко, Е. И. Костин // Уч. записки КГУ. – Кишинев, 1955. – Т. 20. – С. 39–43.
72. Коваленко, М. В. Оптимизация методов выращивания осетровых рыб в управляемых условиях водной среды [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Коваленко Матвей Викторович ; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань, 2007. – 23 с.
73. Козлов, В. И. Товарное осетроводство / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. – М. : Россельхозиздат, 1986. – 117 с.
74. Козлов, В. И. Справочник рыбовода [Текст] / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. – М. : Россельхозиздат, 1980. – 220 с.
75. Козлов В. И. Справочник рыбовода [Текст] / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. – М. : Росагропромиздат, 1991. – 237 с.
76. Коломейченко В. В. Кормопроизводство [Текст] / В. В. Коломейченко. – СПб. : Лань, 2015. – С. 205–207.
77. Кокоза, А. А. Методы и критерии оценки качества молоди осетровых рыб, выращенной на осетровых рыбоводных заводах [Текст] / А. А. Кокоза // Биологические основы осетроводства. – 1983. – С. 178–190.
78. Кокоза, А. А. Искусственное воспроизводство осетровых рыб : мон. / А. А. Кокоза. – Астрахань : АГТУ, 2004. – 207 с.
79. Колесник, Т. И. Маркетинг продукции аквакультуры осетровых рыб в Российской Федерации [Текст] / Т. И. Колесник // Осетровые рыбы и их будущее : сб. ст. Междунар. конф. – Бердянск, 2011. – С. 135–137.
80. Корабельникова, О. В. Физиолого-биохимические показатели осетровых рыб (*Acipenseridae* Bonaparte, 1832) при выращивании в промышленных хозяйствах [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Корабельникова Ольга Валерьевна ; Всерос. науч.-исслед. ин-т рыбного хозяйства и океанографии. – М. , 2009. – 25 с. (...079)
81. Корма для осетровых рыб компании БиоМар // БиоМар магазин. – 2007. – № 2. – С. 7–10.

82. Корнеев, А. Н. Первый опыт выращивания гибридов белуга – стерлядь в сетчатых садках на теплых водах ГРЭС [Текст] / А. Н. Корнеев, Л. А. Корнеева, Т. Г. Петрова // Рыбоводство в тёплых водах в СССР и за рубежом. – 1969. – С. 115–121.

83. Корчунов, А. А. Динамика биохимического состава тела и половых продуктов стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) естественных популяций и выращенных в установках замкнутого водообеспечения [Текст] / А. А. Корчунов, Г. Ф. Металлов, В. А. Григорьев, А. В. Ковалева // Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 136–143.

84. Козлов, В. И. Справочник рыбовода [Текст] / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. – М. : Россельхозиздат, 1980. – 220 с.

85. Козлов, В. И. Справочник рыбовода [Текст] / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. – М. : Росагропромиздат, 1991. – 237 с.

86. Коломейченко, В. В. Кормопроизводство [Текст] / В. В. Коломейченко. – СПб. : Лань, 2015. – С. 205–207.

87. Косенко, М. А. Эффективность выращивания баранчиков при использовании в рационах тыквенного жмыха разной технологии производства и кормовой добавки «Элита» [Текст] : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Косенко Михаил Алексеевич. – Волгоград, 2001. – 26 с.

88. Кривошеин, В. В. Разведение осетровых видов рыб в условиях тепловодной аквакультуры [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.02.01 / Кривошеин Владимир Владимирович ; С.–Петерб. гос. аграр. ун-т. – СПб., 2007. – 50 с. (...735)

89. Кузнецова, Т. С. Физиологические показатели и продуктивность кур в зависимости от биологически активных добавок [Текст] / Т. С. Кузнецов, В. И. Фисинин, Т. М. Околелова // Докл. РАСХН. – 2008. – № 3. – С. 40–42.

90. Лагуткина, Л. Ю. Аквакультура: приоритеты, ресурсы, технологии [Текст] / Л. Ю. Лагуткина, О. Ю. Лагуткин // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – 2010. – № 1. – С. 69–76.

91. Лаврентьев, А. Ю. Сравнительная оценка репродуктивной функции и биологических показателей производителей севрюги, используемых для целей воспроизводства в заводских условиях [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Лаврентьев Анатолий Юрьевич ; Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2012. – 24 с.
92. Лозовский, А. Р. Моделирование продуктивности осетровых рыб при интенсивном выращивании [Текст] / А. Р. Лозовский. – Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2008. – 110 с.
93. Лукьяненко, В.И. Возрастно–весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых [Текст] / В.И. Лукьяненко, Р.Ю. Касимов, А.А. Кокоза. – Волгоград, 1988. – 229 с.
94. Лукьяненко, В. И. Физиолого–биохимическая и рыбоводная характеристика разновозрастных производителей волго-каспийских осетровых рыб [Текст] / В. И. Лукьяненко, П. В. Кулик. – Рыбинск, 1994. – 280 с.
95. Магомаев, Ф. М. Товарное рыбоводство [Текст] / Ф. М. Магомаев. – Астрахань, 2007. – С. 418–426.
96. Макарецев, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных [Текст] / Н. Г. Макарецев. – Калуга, 2007. – 608 с.
97. Мамонтов, Ю. П. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в России [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.04 / Ю. П. Мамонтов ; КубГАУ. – Краснодар, 2000. – 58 с.
98. Менькин, В. К. Кормление животных [Текст] / В. К. Менькин. – М. : КолосС, 2003. – 360 с.
99. Меньшиков, В. В. Лабораторные методы исследования в клинике [Текст] : справ. / В. В. Меньшиков. – М. : Медицина, 1987. – 365 с.
100. Мильштейн В. В. Осетроводство [Текст] / В. В. Мильштейн. – М. : Пищевая промышленность, 1982.
101. Минияров, Ф. Т. Особенности товарного прудового выращивания осетровых в поликультуре: На примере Астраханской области [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Минияров Фарит Талгатович ; Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва. – Астрахань, 2001. – 26 с.

102. Миронов, С. Г. Корма «Аллер Аква» для осетровых рыб [Текст] / С. Г. Миронов // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 13–15 марта 2006 г. – С. 264–267.

103. Митрофанова, М. А. Биологическая оценка использования разных каротиноидных препаратов в составе новых комбикормов при искусственном воспроизводстве осетровых рыб [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Митрофанова Марина Алексеевна ; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань, 2005. – 23 с. (...67379)

104. Михайлова, Ю. И. Резервы повышения экономической эффективности товарного осетроводства / Ю. И. Михайлова // Проблемы современного товарного осетроводства : I науч.-практ. конф. (24–25 марта 1999 г.). – Астрахань, 2000. – С. 25–34.

105. Михеев, В. П. Разведение стерляди в плавучих садках в условиях водохранилища [Текст] / В. П. Михеев // Тез. отчетной сессии ЦНИОРХа. – Астрахань, 1972. – С. 110–111.

106. Никитина, Т. А. Методы товарного выращивания осетровых в условиях Краснодарского края [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Никитина Татьяна Анатольевна ; Кубан. гос. агр. ун-т. – Краснодар, 2003. – 26 с.

107. Николюкин, Н. И. Состояние и задачи работ по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью во внутренних водоёмах [Текст] / Н. И. Николюшкин. – Астрахань, 1971. – С. 4–11.

108. Николюкин, Н. И. Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью [Текст] / Н. И. Николюшкин, И. А. Бурцев. – М. : ОНТИ ВНИРО, 1969. – 52 с.

109. Николюкин, Н. И. Гибридизация белуги со стерлядью / Н. И. Николюкин, И. А. Тимофеева // ДАН СССР. – 1953. – № 5. – С. 899–902.

110. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пос. / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М., 2003. – 456 с.

111. Инструкция по разведению и товарному выращиванию белуги со стерлядью // Сб. инструкций и мет. рек. по товарному рыбоводству. – М., 1978. – С. 166–182.

112. Ожерельева, О. Н. Разработка и научное обоснование способа приготовления экструдированных полнорационных комбикормов для рыб осетровых пород [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12, 05.18.01 / Ожерельева Ольга Николаевна ; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж, 2008. – 20 с.

113. Оценка качества комбикормов. – М. : Колос, 1977 г.

114. Павлов, А. Д. Изменения морфологических и хозяйственно–полезных признаков у стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) при воспроизводстве в искусственных условиях (УЗВ) [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.04.01 / Павлов Алексей Дмитриевич ; Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – Москва, 2012. – 24 с.

115. Патент 2416980 Российская Федерация, А23К1/14. Продукционный комбикорм для осетровых рыб [Текст] / Лозовский А. Р., Сорокина Н. В. ; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоКорм». – Заявл. 06.04.2009; опубл. 27.04.2011 // FREEPATENT. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2416980>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

116. Патент № 128484 Российская Федерация, А23К1/00. Рецепт продукционного комбикорма для осетровых рыб [Текст] / Пономарев С. В., Пономарева Е. Н., Сергеева Ю. В., Сергеев А. В. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АГТУ. – Заявл. 02.03.2007; опубл. 20.11.2008 // FREEPATENT. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2338389>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

117. Подушка, С. Б. Периодичность размножения осетровых [Текст] / С. Б. Подушка. – Л. : ЛГУ, 1989. – С. 43–75.

118. Подушка, С. Б. Кризис заводского осетроводства в России и возможные пути его преодоления [Текст] / С. Б. Подушка // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – 2007. – № 12. – С. 5–15.

119. Пономарев, С. В. Влияние различных норм ввода рыбьего жира в комбикорма для осетровых рыб [Текст] / С. В. Пономарев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 8. – С. 54–58.

120. Пономарев, С. В. Рекомендации по разработке и использованию минеральных премиксов в кормлении рыб [Текст] / С. В. Пономарев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – № 9. – С. 51–58.

121. Пономарев, С. В. Новые стартовые комбикорма для молоди осетровых рыб и севанских форелей [Текст] / С. В. Пономарев, А. Т. Казарян, Х. Латреш, Г. П. Маринова, Н. В. Судакова, Е. Н. Пономарева // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре : тез. докл. Междунар. симп. – Краснодар, 1996. – С. 25–25.

122. Пономарева, Е. Н. Оптимизация методов выращивания объектов индустриальной аквакультуры на ранних этапах онтогенеза [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.10 / Пономарева Елена Николаевна ; Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва. – М., 2003. – 50 с. (...172)

123. Попова, А. А. Инструкция по кормлению молоди осетровых гранулированным кормом Ст-07 (на примере бестера) [Текст] / А. А. Попова, А. П. Сливка, В. Н. Шевченко, Т. А. Ноякшева. – Астрахань, 1986. – 16 с.

124. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб [Текст] / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.

125. Растительные корма. Производство и применение [Текст] / авт.-сост. А. Ф. Зипер. – М. : АСТ ; Донецк : Сталкер, 2005.

126. Разумов, П. Н. Эффективность использования жмыхов различных видов в рационах бычков, выращиваемых на мясо [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Разумов Павел Николаевич. – Оренбург, 1998. – 20с.

127. Резников, В. Ф. Стандартная модель массонакопления рыбы [Текст] / В. Ф. Резников, С. А. Баранов, Е. А. Стариков, Г. И. Толчинский / Избранные труды ВНИИПРХ : в 4 т. – Дмитров : Издательский дом «Север Подмосковья», 2002. – Книга 1, т. I–II. – С. 225–228.

128. Речинский, В. В. Рыбоводно-биологическая характеристика гибридов стерляди с сибирским осетром [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Речинский Виктор Викторович ; ВНИИПРХ. – М., 2003. – 24 с.

129. Романычева, О. Д. Методические указания по садковому выращиванию бестера [Текст] / О. Д. Романычева. – М. : ВНИРО, 1976. – 47 с.

130. Рудой, Д. В. Разработка рецептуры комбикормов для ценных пород рыб с заменой дорогостоящих белковых компонентов протеиновыми зелеными концентратами [Текст] / Д. В. Рудой, И. А. Хозяев // Рациональное использование и сохранение водных ресурсов : мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д., 2014. – С. 69–74.

131. Сазонова, Л. В. Биологическая эффективность применения минеральных препаратов (на примере вокса) при воспроизводстве осетровых видов рыб [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Сазонова Людмила Викторовна ; Всерос. НИИ рыбного хоз. и океанограф. – М., 2006. – 25 с. (...992)

132. Сариев, Б. Т. Оптимизация кормления осетровых рыб в условиях установки замкнутого водообеспечения [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.04.01 / Сариев Бекбол Токесович ; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2012. – 22 с.

133. Сергеева, Ю. А. Оценка эффективности применения продуктов глубокой переработки крабов в комбикормах для осетровых рыб [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Сергеева Юлия Анатольевна ; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань, 2005. – 24 с. (...258)

134. Серпунин, Г. Г. Гематологические показатели сеголетков стерляди при выращивании в бассейнах и садках на корме "Aller Futura" в Калининградской области [Текст] / Г. Г. Серпунин, Л. В. Савина, Е. И. Хрусталева, М. С. Величко // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы докл. IV Междунар. науч.-практ. конф. – М. : ВНИРО, 2006. – С. 270–272.

135. Сивко, А. Н. Научно-практическое обоснование использования нетрадиционных жмыхов и биологически активных веществ при производстве мяса сельскохозяйственных животных [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.04; 06.02.02 / Сивко Алексей Николаевич ; ГУ Волгоградский НИТИ ММС и ППЖ Россельхозакадемии. – Волгоград, 2009. – 55 с.

136. Сидорова, В. И. Кормовые белковые добавки для сельскохозяйственных птиц и рыб [Текст] / В. И. Сидорова, Н. И. Январева, С. К. Койшибаева // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2015. – № 10. – С. 82–87.

137. Сидорова, В. И. Минеральная добавка для рыб и птиц [Текст] / В. И. Сидорова, Н. И. Январева, М. Т. Велямов и др. // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2015. – № 12. – С. 79–85.

138. Скляр, В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре [Текст] / В. Я. Скляр. – М. : ВНИРО, 2008. – С. 122–127.

139. Скляр, В. Я. Современное состояние аквакультуры юга России, перспективы развития [Текст] / В. Я. Скляр // Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры : докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, ВВЦ, 5–6 февраля 2013 г.) – М. : РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 71–76.

140. Скляр, В. Я. Справочник по кормлению рыб [Текст] / В. Я. Скляр, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжков. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 120 с.

141. Скляр, Ф. В. Эффективность использования люпина и сорго в комбикормах для молоди осетровых и карпа [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Скляр Федор Валентинович ; Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва. – Москва, 2003. – 23 с.

142. Смольянов, И. И. Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах [Текст] / И. И. Смольянов. – М. : ВНИПРХ, 1987. – 34 с.

143. Смольянов, И. И. Расселение сибирского осетра по рыбоводным хозяйствам [Текст] / И. И. Смольянов // Всесоюз. совещ. по новым объектам и технологиям рыбоводства на тёплых водах. – М., 1989. – С. 60–62.

144. Смольянов, И. И. Сибирский осетр как объект товарного рыбоводства [Текст] / И. И. Смольянов // Освоение тёплых вод, энергетических объектов для интенсивного рыбоводства : мат-лы республ. науч. конф. – Киев, 1981. – С. 156–158.

145. Соколов, Л. И. Отряд осетрообразные (Acipenseridae) [Текст] / Л. И. Соколов // Жизнь животных : в 7 т. / гл. ред. : В. Е. Соколов, Т. Рыбы ; под ред. Т. С. Расса. – М. : Просвещение, 1983. – С. 83–95.

146. Сорокина, Н. В. Влияние комбикорма с тыквенным жмыхом на рост и физиологическое состояние стерляди [Текст] / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Естественные науки. – 2010. – № 4 (33). – С. 74–79.

147. Сорокина, Н. В. Современное состояние рынка комбикормов для осетровых рыб в России [Текст] / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Будущее АПК: наука и технологии, инновации и бизнес : мат-лы X Всерос. конф. студентов и молодых ученых (24–25 апреля 2014 г.). – Астрахань : Сорокин Роман Васильевич, 2014. – С. 202–205.

148. Сорокина, Н. В. Питательная ценность тыквенного жмыха как компонента для осетровых рыб [Текст] / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Человек и животные : мат-лы VII Междунар. заочн. конф. (май 2014 г.). – Астрахань : Нижневолжский экоцентр, 2014. – С. 96–98.

149. Сорокина, Н. В. Продуктивное и физиологическое действие комбикорма с тыквенным жмыхом на двухлетков русского осетра [Текст] / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Человек и животные : мат-лы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2012. – С. 118–121.

150. Сорокина, Н. В. Продуктивное действие комбикорма с тыквенным жмыхом на трехлетков стерляди [Текст] / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Человек и животные : мат-лы V Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2010. – С. 173–175.

151. Сорокина, Н. В. Разработка норм кормления стерляди продукционным кормом с использованием стандартной модели массонакопления [Текст] / Н. В. Сорокина, А. Р. Лозовский // Естественные науки. – 2013. – № 1 (42). – С. 75–80.

152. Судакова, Н. В. Новые отечественные продукты микробного синтеза в составе гранулированного комбикорма ОСТ-4 для ранней молоди осетровых рыб [Текст] / Н. В. Судакова // Первый конгресс ихтиологов России : тез. докл. – М. : ВНИРО, 1997. – С. 338–339.

153. Судакова, Н. В. Сравнительная эффективность продуктов микробного синтеза в составе стартовых кормов для молоди осетровых рыб [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Судакова Наталия Викторовна ; ВНИИПРХ. – М., 1998. – 26 с.

154. Сугралиева, А. С. Разработка интенсификационных мероприятий для повышения эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.04.01 / Сугралиева Алтнай Сериковна ; Астрахан. гос. ун-т. – Астрахань, 2012. – 24 с.

155. Сытов, А. М. Анализ рынка кормовых белковых продуктов для использования в аквакультуре [Текст] / А. М. Сытов // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса : мат-лы Второй науч.-практ. конф. молодых ученых. – М. : ВНИРО, 2011. – 255 с.

156. Тарасов, П. С. Рост, развитие и товарные качества ленского осетра при выращивании в установке замкнутого водоснабжения с использованием биологически-активной добавки «Абиопептид с йодом» [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Тарасов Пётр Сергеевич ; Морд. гос. ун-т им. Н.П. Огарева. – Саранск, 2015. – 18 с. (...339).

157. Туркулова, В. Н. Продукция товарного осетроводства в Европе и перспективы его развития на береговых морских хозяйствах Украины [Текст] / В. Н. Туркулова, В. А. Шляхов, Е. П. Губанов // Осетровые рыбы и их будущее : сб. ст. Междунар. конф. – Бердянск, 2011. – С. 190–196.

158. Тяпугин, В. В. Особенности формирования продукционных стад белуги в садках в условиях нижней Волги [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.04.01 / Тяпугин Василий Владимирович ; Астрахан. гос. ун-т. – Астрахань, 2016. – 24 с.

159. Федосеева, Е. А. Рыбоводно-биологическая характеристика гибридов русского осетра [Текст] / Е. А. Федосеева // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы докл. III Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2000. – С. 83–86.

160. Федосеева, Е. А. Рыбоводно-биологическая характеристика гибридов русского осетра [Текст] / Е. А. Федосеева // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: мат-лы докл. III Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2000. – С. 83–86.

161. Федоров, Е. В. Разработка биотехнологии выращивания годовиков русского осетра [Текст] / Е. В. Федоров, С. К. Кайшибаева, Н. Б. Булавина // Новости науки Казахстана. – 2013. – № 4 (118). – С. 133–138.

162. Федоров, Е. В. Соотношение размерных групп сеголеток русского осетра и его гибридов при выращивании в бассейнах [Текст] / Е. В. Федоров // Известия НАН РК. Сер. Биологическая и медицинская. – 2012. – № 3. – С. 55–58.

163. Федоров, Е. В. Рыбоводно-биологические показатели выращивания сеголеток русского осетра и его гибридов в условиях рыбоводных хозяйств Казахстана [Текст] / Е. В. Федоров, Н. Б. Булавина, Н. С. Бадрызлова, А. А. Мухрамова // Естественные науки. – 2014. – № 1 (46). – С. 72–80.

164. Фёдоров, Е. В. Использование искусственных комов при выращивании русского осетра в бассейнах [Текст] / Е. В. Фёдоров, Д. К. Жаркенов, В. И. Сидорова, Н. С. Баурызлова, Е. К. Макашев, С. Ж. Асылбекова, К. Б. Исбеков // The scientific heritage. – 2016. – Vol. L, № 3 (3). – P. 82–90.

165. Филиппова, И. А. Опыт выращивания гибрида белуга × стерлядь в колхозных прудах Воронежской области [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Филиппова И. А. ; Воронеж. ордена Ленина гос. ун-т. – Воронеж, 1962. – 22 с.

166. Хандожко, Г. А. Влияние искусственного кормления на продуктивность стерляди в IV зоне рыбоводства [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Хандожко Геннадий Алексеевич ; Сам. гос. с.-х. акад. – Кинель, 2010. – 23 с.

167. Хмельницкий, В. Н. Корма для рыб «Аллер Аква». Каталог 1999 [Текст] / В. Н. Хмельницкий, С. Г. Миронов, А. Н. Булгаков, В. М. Лютиков. – Калининград : ООО «Аквафид», 1999. – 44 с.

168. Хорошко, П. Н. Стерлядь Нижней Волги [Текст] / П. Н. Хорошко // Осетровые СССР и их воспроизводство : тр. ЦНИОРХа. – М. : Пищевая промышленность, 1967. – Т. 1. – С. 103–107.

169. Хохрин, С. Н. Кормление сельскохозяйственных животных [Текст] / С. Н. Хохрин. – М. : КолосС, 2000. – 692 с.

170. Чебанов, М. С. Формирование генетической коллекции осетровых рыб в Южном филиале ФГУП ФСГЦР [Текст] / М. С. Чебанов // Генетика, селекция и воспроизводство рыб : докл. Перв. Всерос. конф. – СПб., 2002. – С. 73–80.

171. Чепуркина, М. А. Особенности формирования и эксплуатации маточного стада стерляди в условиях Западной Сибири [Текст] / М. А. Чепуркина, Е. В. Чеканникова, А. А. Нащекин // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы докл. III Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2000. – С. 93–95.

172. Чепурная, Т. А. Подращивание заводской молоди осетровых в садках-ловушках [Текст] / Т. А. Чепурная // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна : сб. науч. тр. (2000–2001 гг.) / под ред. С. П. Воловика. – М. : Вопросы рыболовства, 2002. – С. 492–496.

173. Черномашенцев, А. И. Рыбоводство [Текст] / А. И. Черномашенцев, В. В. Мильштейн. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 272 с.

174. Чипинов, В. Г. Биологические и технологические аспекты формирования ремонтно-маточного стада осетровых рыб в условиях Астраханской области [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Чипинов Виктор Геннадьевич ; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань, 2004. – 23 с.

175. Чипинова, Г. М. Технологические особенности кормления молоди осетровых рыб при индустриальном выращивании [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Чипинова Галина Михайловна ; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань, 2006. – 24 с.

176. Шевлякова, Н. В. Темпы роста и физиологическое состояние ремонтно-маточных стад белуги [Текст] / Н. В. Шевлякова, А. Р. Лозовский, С. С. Дегтярева // Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия : тез. докл. XII Междунар. конф. молодых ученых. – Борок : ИБВВ, 2002. – С. 158–158.

177. Шевченко, В. Н. Бассейновое выращивание осетровых [Текст] / В. Н. Шевченко, А. А. Попова, А. П. Сливка // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура. – М. : ВНИЭРХ, 1998. – Вып. 1. – С. 1–37.

178. Шестаков, И. В. О рыбодобыче, рыбопереработке, рыбной муке и субсидировании рыбной отрасли [Текст] / И. В. Шестаков // Рыбная сфера. – 2016. – № 2 (16). – С. 17.
179. Шехватов, А. Г. Терапевтическая ценность тыквета при паразитарных заболеваниях сельскохозяйственных животных / А. Г. Шехватов, В. В. Безбородин, И. Ф. Горлов // Технология производства и переработки продукции животноводства : сб. науч. тр. – Волгоград : Перемена, 1996. – С. 107–113.
180. Шилов, В. И. Искусственное разведение стерляди [Текст] : мет. рек. / В. И. Шилов, Ю. К. Хазов. – Саратов, 1982. – 16 с.
181. Шкрыгунов, К. И. Эффективность использования тыквенного жмыха и фуза в кормлении цыплят-бройлеров [Текст] : автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Шкрыгунов Константин Игоревич. – Волгоград, 2014. – 18 с.
182. Шульга, Е. А. Пробиотики в кормлении осетровых рыб при товарном выращивании [Текст] : автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Шульга Елена Александровна ; Астрахан. гос. тех. ун-т. – Астрахань, 2009. – 24 с.
183. Щербина, М. А. Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбоводства [Текст] / М. А. Щербина, Н. А. Абримова, Н. Т. Сергеева. – Ростов н/Д., 1985. – 48 с.
184. Щербина, М. А. Методические указания, по физиологической оценке, питательности кормов для рыб [Текст] / М. А. Щербина. – М. : ВНИИПРХ, 1983. – 83 с.
185. Щербина, Н. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре [Текст] / Н. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М. : ВНИРО, 2006. – 360 с.
186. Bachmani, M. A comparative study of some hematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*) [Text] / M. Bahmani, R. Kazemi, P. Donskaya // *Fish Physiology and Biochemistry*. – 2001. – Vol. 24: – P. 135–140.
187. Beer, K. Commercial aquaculture of sturgeon in North America [Text] / K. Beer // *Technical Compendium to the Proceedings of the 4th International Symposium on Sturgeon*. – Oshkosh, Wisconsin, USA, July 8–13, 2001. – P. 162.
188. Bemis, W. An overview of Acipenseriformes [Text] / W. Bemis // *Environmental Biology of Fishes*. – 1997. – Vol. 48, issue 1. – P. 25–71.

189. Gebhardt Reiche. Der Stor [Text] / Gebhardt Reiche. – Verlag Lassleben Kallmunz, 1997. – P. 13–27.
190. Chapman, F. A. The reproductive condition of white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, in San Francisco Bay, California [Text] / F. A. Chapman, J. R. Van Eenennaam, S. I. Doroshov // *Fishery Bulletin*. – 1996. – Vol. 94. – P. 628–634.
191. Clover, Charles. The End of the Line: How overfishing is changing the world and what we eat [Text] / Charles Clover. – London : Ebury Press, 2004. ISBN 0–09–189780–7.
192. Deng, D. F. A new technique of feeding, repeated sampling of blood and continuous collection of urine in white sturgeon [Text] / D. F. Deng, S. Refstie, G.-I. Hemre, C. E. Crocker, H. Y. Chen, Jr. J. J. Cecg, S. S. O. Hung // *Fish Physiology and Biochemistry*. – 2000. – Vol. 22: – P. 191–197.
193. Doroshov, S. I. Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus* [Text] / S. I. Doroshov, G. P. Moberg, J. P. Van Eenennaam // *Environmental Biology of Fishes*. – 1997. – Vol. 48. – P. 265–278.
194. Duke, S. Recovery plan for Kootenai River white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) [Text] / S. Duke, P. Anders, G. Ennis, R. Hallock, J. Hammond, S. Ireland, J. Laufle, R. Lauzier, L. Lockhard, B. Marotz, V.L. Paragamian, R. Westerhof // *Journal of Applied Ichthyology*. – 1999. – Vol. 15, № 4–5. – P. 157–163.
195. Fontana, J. Congiu Sturgeon genetics and cytogenetics: recent advancements and perspectives [Text] / J. Fontana, L. Tagliavini // *Genetica* 111. – 2001. – P. 359–373.
196. Frimodt, C. Multilingual illustrated guide to the world's commercial cold-water fish [Text] / C. Frimodt. – Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England, 1995. – 215 p.
197. Froese. *Huso dauricus* in FishBase [Text] / Froese ; Rainer and Pauly, Daniel, eds. – November 2012.
198. Gesner, J. *Acipenser sturio* [Text] / J. Gesner, P. Williot, E. Rochard, J. Freyhof // International Union for Conservation of Nature. – Retrieved 11 November 2013.

199. Grande, L. An exquisitely preserved skeleton representing a primitive sturgeon from the Upper Cretaceous Judith River Formation of Montana (Acipenseriformes: Acipenseridae: n. gen. and sp.) [Text] / L. Grande, E. J. Hilton // *Memoir of the journal of paleontology*. – 2006. – Vol. 65. – P. P. 1–39.

200. Grande, L. A replacement name for *Psammorhynchus* Grande & Hilton, 2006 (Actinopterygii, Acipenseriformes, Acipenseridae) [Text] / L. Grande, E. J. Hilton // *Journal of paleontology*. – 2009. – Vol. 83. – P. 317–318. DOI: 10.1666/08–137.1.

201. Horst Muller. *Fische Europas* [Text] / Horst Muller. – Neumann Verlag Leipzig? Radebeul, 1983. – P. 122–126.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АзНИИРХ – Азовский научно–исследовательский институт рыбного хозяйства

ВНИИПРХ – Всероссийский научно–исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства

ВНИЭРХ – Всероссийский научно–исследовательский и проектно–конструкторский институт экономики, информации и автоматизированных систем управления рыбного хозяйства

Волгоградский НИТИ ММС и ППЖ Россельхозакадемии – Волгоградский научно–исследовательский технологический институт мясо–молочного скотоводства и переработки продукции животноводства РАСХН

ГМИ – генно–модифицированные источники

ГМО – генетически модифицированные организмы

ИБВВ – Институт биологии внутренних вод

КК – кормовой коэффициент

Куб ГАУ – Кубанский государственный аграрный университет

МНПК «Фармаол» – международная научно–практическая конференция «Фармаол»

НПЦ «БИОС» – Научно–производственный центр по осетроводству «БИОС»

НТЦ «Аквакорм» – Научно–технический центр «Аквакорм»

ООО – Общество с ограниченной ответственностью

ОССП – относительный среднесуточный прирост, %

РАН – Российская академия наук

РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева – Российский государственный аграрный университет Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева

ТОО «Аквакорм» – Товарищество с ограниченной ответственностью «Аквакорм»

ФГУ – Федеральное государственное учреждение

ФГУП ФСГЦР – Федеральное государственное унитарное предприятие
«Федеральный селекционно–генетический центр рыбоводства»

ХО – холестериноксидаза

ХЭ – холестеринэстераза

ЦНИОРХ – Центральный научно–исследовательский институт озерного
хозяйства

ЮНЦРАН – Южный научный центр Российской академии наук