

Ю. А. Гусева, А. А. Васильев,
А. М. Френк, А. В. Ариповский

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ БЕЛКОВОГО ПИТАНИЯ РЫБ



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
им. Н.И. Вавилова»**

Ю.А. Гусева, А.А. Васильев, А.М. Фрэнк, А.В. Ариповский

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ
БЕЛКОВОГО ПИТАНИЯ РЫБ**

Саратов - 2020

УДК 639.3.043.13

ББК 47.29

П44

Гусева Ю.А., Васильев А.А., Фрэнк А.М., Ариповский А.В.

Инновационные подходы к оптимизации белкового питания рыб / ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. - Саратов: 2020. 292 с.

Рецензенты:

Жигин Алексей Васильевич

доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории марикультуры беспозвоночных ФГУП «Всероссийский государственный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

Мирошникова Елена Петровна

доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Биотехнология животного сырья и аквакультура» ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,

Пономарев Сергей Владимирович

доктор биологических наук, профессор, Заслуженный работник рыбного хозяйства РФ, профессор кафедры «Аквакультура и рыболовство» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,

В монографии описывается значение протеина и аминокислот в питании рыб. На основе собственных исследований авторами представлены сведения о влиянии панкреатического гидролизата соевого белка при скармливании карпу, радужной фореле и ленскому осетру на продуктивность, конверсию корма, обмен веществ, товарные качества и биологическую ценность мышечной ткани. Дано научно-практическое и экономическое обоснование использования панкреатического гидролизата соевого белка в питании рыб. Монография предназначена для научных работников, руководителей и специалистов рыбного хозяйства, обучающихся направлений подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» и 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура»

УДК 639.3.043.13

ББК 47.29

ISBN

© Ю.А. Гусева, А.А. Васильев, А.М. Фрэнк, А.В. Ариповский, 2020
© ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Раздел 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1. Аквакультура. Состояние и перспектива развития	8
1.2. Биохимия кормов и физиология пищеварения рыб	17
1.3. Значение аминокислот в онтогенезе рыб	25
1.4. Роль морфологических, биохимических и иммунологических показателей при определении физиологического состояния рыб	41
1.5. Опыт применения гидролизатов белка в животноводстве	44
Раздел 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	50
2.1. Общая схема исследований и условия их проведения	50
2.2. Физико-химические исследования	61
2.3. Корма и кормление рыб	62
2.4. Товарная оценка и химический анализ	76
2.5. Органолептические методы исследования	77
2.6. Гематологические и гистологические исследования	78
2.7. Производственная апробация	78
Раздел 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	86
3.1. Использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении карпа	86
3.1.1. Результаты прогнозируемого опыта в аквариумах	86
3.1.2. Результаты товарного выращивания годовиков карпа в садках	101
3.1.3. Результаты товарного выращивания двухгодовиков карпа в садках	121
3.1.4. Экономическая эффективность выращивания карпа	135
3.1.5. Производственная апробация комбикорма с панкреатическим	

гидролизатом соевого белка	137
3.2. Использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении радужной форели	140
3.2.1. Результаты лабораторного опыта	141
3.2.2. Результаты научно-хозяйственного опыта	158
3.2.3. Экономическая эффективность выращивания	178
3.2.4. Производственная апробация комбикорма с панкреатическим гидролизатом соевого белка	180
3.3. Использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра	182
3.3.1. Разработка оптимальной нормы скармливания панкреатического гидролизата соевого белка ленскому осетру	183
3.3.2. Влияние панкреатического гидролизата соевого белка на продуктивность ленского осетра в садках	195
3.3.3. Влияние панкреатического гидролизата соевого белка на продуктивность ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения	216
3.3.4. Экономическая оценка эффективности норм скармливания панкреатического гидролизата соевого белка	236
3.3.5. Производственная апробация комбикорма с панкреатическим гидролизатом соевого белка	238
Раздел 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	241
4.1. Обсуждение полученных результатов	241
4.1. Выводы	249
4.2. Рекомендации производству	251
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	253

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В современном обществе снижается уровень здоровья активной части населения. Во многом это связано с небалансированным питанием людей, поэтому задача стабильного и качественного обеспечения всех слоев населения продуктами питания должно занимать одно из главных мест в экономике России.

Продукты питания, производимые рыбной промышленностью, являются важным источником белка животного происхождения. Во всём мире, особенно в прибрежных государствах, рыбное хозяйство рассматривается, как один из основных компонентов обеспечения продовольственной безопасности государства, играя важную роль в обеспечении населения рыбными продуктами (Ильясов С. В., 2004, Жигин А. В., 2011).

В настоящее время не более 75 % потребности отечественного пищевого рыбного белка покрывается внутренними поставками, тогда как порог продовольственной безопасности по рыбной продукции в Доктрине продовольственной безопасности РФ установлен 80 %. Согласно рекомендациям Минздрава России по рациональному питанию, средний россиянин должен потреблять 22 кг рыбы и рыбопродуктов в год. В реальности среднестатистическое потребление сократилось с 24,8 кг/чел в 2013 г. до 19 кг/чел. в 2016 году для трудоспособного населения, а для пенсионеров до 15 кг и до 14 кг для детей (Богачев А. И., 2018).

В результате возрастает актуальность развития рыбного хозяйства с целью удовлетворения потребности населения в сбалансированном по аминокислотному составу белке.

Серьезной проблемой современности и будущего так же является возрастающий дефицит белковых кормовых продуктов. В условиях сложившейся

кормовой базы Российской Федерации животноводство, в том числе и аквакультура, плохо обеспечено биологически полноценным белком. Учеными проводится постоянная работа по совершенствованию рецептур рыбных кормов, поиску новых ингредиентов и ферментных композиций, увеличивающих прирост и снижающих кормовые затраты, и, как следствие, повышающих рентабельность рыбоводства. Снижение стоимости кормов возможно за счёт частичного замещения основных и дорогих компонентов (рыбной муки и жиров) альтернативными источниками белка растительного происхождения (Воронова Ю. Г., 1989, Гамыгин Е. А., Набил С., 1996, Шилин И. В., 2000, Абросимова Н. А., 2001, Скляр В. Я., 2008, Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А., 2013).

Актуальность и высокая значимость наших исследований подтверждены советом по грантам при Президенте РФ, так как они выполнялись за счет средств двух грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-2841.2015.4 на тему: «Формирование научных основ использования гидролизата соевого белка в питании рыб в индустриальных условиях» и № МК-6216.2018.11 на тему: «Комплексная оценка закономерностей влияния различных компонентов пищи рыб на доступность аминокислот мышечной ткани».

Степень ее разработанности. Наиболее дорогостоящим и дефицитным компонентом производственных комбикормов стала рыбная мука, ресурсы производства которой значительно ограничены. Поэтому, актуальным является использование доступных кормов, нетрадиционных и дешевых, близких по своей биологической ценности к традиционным и позволяющих уменьшить долю рыбной муки в рационах гидробионтов (Толоконников Г. Ю., 1979, Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., 1998, Гамыгин Е. А., Шилин И. В., 2000, Бойков Ю. А., Мухленов А. Г. и др., 2001, Остроумова И. Н., 2001, Гамыгин Е. А., Щербина М. А., Передня А. А., 2004, Абросимова Н. А., 2005).

По мнению Windsor M. и Barlow S. (1981) невозможно полностью заменить рыбную муку, благодаря ее высокой усвояемости и уровню содержания белка,

сбалансированного по незаменимым аминокислотам. Однако большинство ученых работают над исследованием компонентов и последующей разработкой рецептов комбикормов для обеспечения биологически полноценного питания рыб (Передня А. А., Гамыгин Е. А., Чикин В. Н., 2003, Скляр В. Я., 2008, Васильев А. А. и др., 2013, Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А., 2013, Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Килякова Ю. В., 2013, Ytrestøyl T., Aas T. S., Åsgård T., 2015, Glencross B., 2016).

В качестве замены рыбной муки в кормах чаще используют животный белок из субпродуктов птицы, пушных зверей, мяса и костной муки, но данные источники ставятся под сомнения в связи с возможностью их заражения. В связи с этим перспективными являются исследования по использованию растительных белков (Шмаков Н. Ф., Гамыгин Е. А., 1997, Пономарев С. В., Зубкова Е. Б., 1999, Пономарев С. В., Пономарева Е. Н. и др., 2001, Щербина М. А., Бондаренко О. Б., 2016, Muranova T. A., Zinchenko D. V., Kononova S. V. and at., 2017).

Самым питательным из растительных ингредиентов является соя и продукты ее переработки (Попов И. С. и др., 1975, Ермакова С. В., 1978, Бабич А. А., 1991, Чикова В. В., Скляр В. Я., 2001, Чикова В. В., 2003).

Ведутся исследования, которые свидетельствуют, что наиболее многообещающим компонентом комбикорма для рыб является и белковый гидролизат, который легко получается ферментативным гидролизом и позволяет получить необходимый набор белковых фракций, доступных для усвоения рыбами различных видов (Канидьева А. Н., Гамыгин Е. А. и др., 1983, Турецкий В. И., Ильина И. Д., 1985, Канидьева А. Н., Турецкий В. И. и др., 1986, Разумовская Р. Г., Бигжи А. И., 2000, Аламдари Х., Пономарев С. В., 2013, Berge G. M., Storebakken T., 1996).

В изученных нами информационных источниках отсутствует научное обоснование по использованию панкреатического гидролизата соевого белка (ПГСБ) при выращивании рыб в промышленных условиях.

Раздел 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Аквакультура. Состояние и перспектива развития

В условиях существенного сокращения уловов океанической рыбы и критического состояния рыбных запасов во внутренних водоемах единственным надежным источником увеличения объемов рыбной продукции является аквакультура.

Общий объем производства продукции аквакультуры в мире (включая водные растения) достиг по данным ФАО (Продовольственная сельскохозяйственная организация объединенных наций) в 2016 году 110,2 млн. тонн, что в ценах первоначальной продажи составило 243,5 млрд. \$. В целом данные ФАО по физическим объемам производства продукции аквакультуры более достоверны и точны, чем данные в стоимостном выражении.

Общий объем производства сложился из 80,0 млн. тонн пищевой рыбы (231,6 млрд. \$), 30,1 млн. тонн водных растений (11,7 млрд. \$) и 37 900 тонн непищевой продукции (214,6 млн. \$). Было выращено 54,1 млн. тонн рыбы (138,5 млрд. \$), 17,1 млн. тонн моллюсков (29,2 млрд. \$), 7,9 млн. тонн ракообразных (57,1 млрд. \$) и 938 500 тонн других водных животных – черепах, трепангов, морских ежей, лягушек и съедобных медуз (6,8 млн. \$). Из водных растений выращивались в первую очередь морские водоросли и, в гораздо меньших объемах, микроводоросли. Из непищевой продукции – декоративные раковины и жемчуг.

Начиная с 2000 года, мировая аквакультура уже не показывает темпов роста, которые были характерны для 1980-х (10,8 %) и 1990-х (9,5 %) годов. Тем

не менее, она развивается быстрее, чем другие важнейшие продовольственные сектора. Среднегодовой рост за период 2001-2016 годов был умеренным (5,8 %), но в ряде стран, особенно в Африке, в 2006-2010 годах этот показатель оставался двузначным.

Вклад сектора в суммарное производство продукции мирового рыболовства и аквакультуры постоянно увеличивался: в 2000 году доля аквакультуры составляла 25,7 %, а в 2016 году – 46,8 %. Без учета Китая доля аквакультуры в производстве пищевой рыбы в 2016 году составила почти 29,6 % по сравнению с 12,7 % в 2000 году. На уровне регионов доля аквакультуры в общем производстве рыбы в Африке, Европе, Северной и Южной Америке составила 17-18 %, в Океании – 12 %. Вклад аквакультуры в суммарное производство рыбы в Азии (без учета Китая) также увеличился: в 2000 году доля аквакультуры составляла 19,3 %, а в 2016 году – 40,6 %.

В 2016 году в 37 странах выращено рыбы было больше, чем выловлено. Указанные страны принадлежат ко всем регионам, за исключением Океании, на них в сумме приходится почти половина населения планеты. Еще в 22 странах в 2016 году на аквакультуру пришлось от 30 до 50 % производства рыбы.

Рост объемов разведения рыбы все в большей степени определяется развитием аквакультуры во внутренних водоемах, в большинстве стран, как правило, пресноводных. В очень ограниченном числе стран (например, в Египте и Китае) на территориях, где состояние почв и химический состав воды не позволяют выращивать привычные продовольственные сорта зерновых и разводить скот, подходящие виды разводят в водоемах с соленой щелочной водой. Чаще всего рыбу разводят в вырытых в земле прудах, но, там где позволяют местные условия, для этих целей также широко применяются врытые емкости, наземные емкости, огороженные участки водоемов и садки. В районах, для которых такой способ традиционен, рыба выращивается в рисовых чеках. Сегодня масштабы применения подобной практики быстро расширяются, в первую очередь в Азии.

В 2016 году во внутренних водоемах было выращено 51,4 млн. тонн пищевой рыбы, что составило 64,2 % от общего объема произведенной в мире пищевой рыбы (в 2000 году доля рыбоводства во внутренних водоемах равнялась 57,9 %). Рыба была и остается основой аквакультуры во внутренних водоемах – на нее приходится 92,5 % (47,5 млн. тонн) общего объема производства субсектора. Следует, однако, отметить, что по сравнению с 2000 годом (97,2 %) эта доля снизилась за счет заметного роста производства продукции других групп: во внутренних водоемах азиатских стран развивается производство ракообразных, в первую очередь креветки, речного рака и краба. Во внутренних водоемах выращиваются и некоторые виды морских креветок (в том числе белоногая креветка), способных после акклиматизации вырастать в пресной или соленой щелочной воде.

Большая часть общего объема продукции морской и прибрежной аквакультуры Африки, Северной и Южной Америки, Европы и Океании приходится на марикультуру. Согласно данным ФАО, в 2016 году производство рыбы в морской и прибрежной аквакультуре составило 28,7 млн. тонн (67,4 млрд. \$). Если во внутренних водоемах разводят в основном рыбу, то в морской и прибрежной аквакультуре ведущее положение занимают двустворчатые моллюски (16,9 млн. тонн) – это 58,8 % общего объема производства. На рыбу (6,6 млн. тонн) и ракообразных (4,8 млн. тонн) приходится в общей сложности 39,9 % объема производимой продукции.

В 2016 году в мире насчитывалось 598 различных биологических видовых позиций, ставших предметом разведения. В число зарегистрированных на сегодня видовых позиций входят 369 видов костных рыб (включая 5 гибридов), 109 видов моллюсков, 64 вида ракообразных, 7 видов амфибий и рептилий, 9 видов водных беспозвоночных и 40 видов водных растений.

За десять лет – с 2006 по 2016 год – общее число зарегистрированных ФАО видовых позиций гидробионтов, являющихся предметом коммерческой аквакультуры, выросло на 26,7 % – с 472 до 598.

В целом, в мировой аквакультуре производство гидробионтов с применением кормов опережает по темпам роста производство гидробионтов, не требующих их применения. В период с 2000 по 2016 год доля последних сократилась на 10 процентов и составляет сегодня 30,5 %.

Объем производства гидробионтов, не требующих кормов растет, но медленнее, чем объем производства гидробионтов с использованием кормов. В целом производство видов, не требующих использования кормов, достигло в 2016 году 24,4 млн. тонн. Эта цифра включает 8,8 млн. тонн рыб-фильтраторов – большей частью белого (*Nurphthalmichthys molitrix*) и пестрого (*Nurphthalmichthys nobilis*) толстолобика – и 15,6 млн. тонн морских беспозвоночных, в основном двустворчатых моллюсков, которые выращиваются в морях, лагунах и лиманах.

По прогнозам ФАО с учетом допущений в отношении роста спроса и совершенствования технологий ожидается, что общемировое производство рыбы (продукция рыболовства и аквакультуры без учета водных растений) на протяжении прогнозного периода будет увеличиваться, и в 2030 году достигнет 201 млн. тонн. Рост по отношению к 2016 году составит 18 процентов (30 млн. тонн), а его темпы будут на 1,0 % ниже, чем в период 2003–2016 годов (2,3 %).

Рост производства будет в основном обеспечен за счет аквакультуры: согласно прогнозам, в 2030 году будет выращено 109 млн. тонн рыбы, на 37 % больше, чем в 2016 году.

Основным производителем продукции аквакультуры в 2030 году будут азиатские страны, обеспечивающие отрасль на 87 %. Крупнейшим мировым производителем останется Китай, однако его доля в общем объеме производства снизится с 62 % (2016 г.) до 59 % (2030 г.).

Прогнозируется, что аквакультура, как и прежде, будет развиваться на всех континентах, но при этом для каждой страны и региона будут характерны индивидуальные сочетания видов и продуктов. Наиболее серьезный рост ожидается в Латинской Америке (+49 %) и Африке (+61 %).

Ожидается, что в 2030 году около 62 процентов продукции мировой аквакультуры придется на пресноводные виды – карп, сом (в том числе *Pangasius spp.*), тилапия. В 2016 году доля пресноводной рыбы составила 58 %. Производство ценных видов, в т.ч. креветок, лосося и форели, также будет увеличиваться.

Примерно 16 % вылова промышленного рыболовства будет в 2030 году направлено на производство рыбной муки. Ожидается, что производство рыбной муки (по готовой продукции) составит 5,3 млн. тонн, а производство рыбьего жира – 1,0 млн. тонн. Рыбной муки в 2030 году будет произведено на 19 % больше, чем в 2016 году, причем 54 % роста будет обеспечено за счет более полного использования отходов и обрезков, образующихся при переработке рыбы. Доля рыбной муки, изготовленной из цельной рыбы, в 2030 году составит 34 % общего объема производства, тогда как в 2016 году она составила 30 %. Модель развития рыбного хозяйства не учитывает влияния использования пробочных продуктов рыбопереработки на состав и качество получаемых из них рыбной муки и/или рыбьего жира. Возможно, это приведет к снижению содержания белка и увеличению содержания минеральных веществ. Кроме того, в сравнении с продуктами, получаемыми из цельной рыбы, возможно снижение содержания аминокислот (глицина, пролина, гидроксипролина и пр.). Разница в составе может повлечь за собой увеличение расхода рыбной муки и/или рыбьего жира на производство комбикормов для аквакультуры и животноводства.

В Российской Федерации, по сведениям на октябрь 2017 г., действует около 4 тыс. рыбоводных хозяйств. В последнее время наблюдается тенденция к увеличению, как числа самих рыбоводных хозяйств, так и объемов производимой ими продукции. В результате последовательных решений, принимаемых Правительством Российской Федерации, стабилизировалось положение в отрасли, и в настоящее время наблюдается положительная динамика роста производства товарной продукции рыбоводства. С 2000 г. производство товарной рыбы выросло с 77 тыс. т до 173,6 тыс. т в 2016 г. В соответствии с данными, полученными из «АИС АГРОСТАТ», объем производства товарной аквакультуры

в Российской Федерации по итогам января-сентября 2017 г. составил более 134 тыс. т, что на 17 тыс. т (15 %) больше показателей аналогичного периода прошлого года. Производство посадочного материала по итогам января-сентября 2017 г. составило более 22 тыс. т, прирост относительно 2016 г. составил 3 тыс. т (16%) (Справочная информация, 2017).

Современная рыбная отрасль в России – это высокоиндустриальное, капиталоемкое, интегрированное производство с большими производственными издержками, призванное обеспечивать социально-экономическое развитие многих прибрежных регионов и обеспечение населения страны в целом ценными белковыми продуктами, необходимыми для здорового питания.

Рассматривая отдельные сектора аквакультуры, отметим, что удельный вес прудового рыбоводства, как основы классической товарной аквакультуры, в 2012 г составит 52,4 %, а в конце реализации Стратегии развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года разработана в соответствии с решением коллегии Минсельхоза России (протокол от 30 мая 2006 г. N 6) - 65,4 %. Рост объема производства продукции аквакультуры возможно добиться, в основном, за счет повышения уровня интенсификации и расширения использования площадей.

По итогам января-сентября 2017 г. лидерами среди федеральных округов являются Южный федеральный округ (45,9 тыс. т), Северо-Западный (43,6 тыс. т) и Центральный (14,8 тыс. т). К настоящему времени значительное снижение объемов производства товарной рыбы наблюдается только в Сибирском федеральном округе (на 419 т (10 %) меньше, чем в 2016 г.).

Абсолютным лидером по производству продукции с учетом посадочного материала является Республика Карелия с объемом производства 22,4 тыс. т. В пятерку лидеров также входят Ростовская область (18,7 тыс. т), Краснодарский край (17,9 тыс. т), Мурманская область (11,8 тыс. т) и Ленинградская область (8,3 тыс. т).

По объемам промышленного вылова Российская Федерация входит в топ-5 крупнейших стран мира. При этом Россия занимает 10-е место в мире по совокупному объему вылова и товарного выращивания рыбы.

На протяжении 2011–2014 гг. результаты отрасли российского рыболовства были стабильны (порядка 4,3 млн. т), а их изменения оставались в рамках 1–1,5 п. п. Начиная с 2014 г. наблюдается устойчивый рост объемов вылова (от 2 до 5 п.п. в год). По информации Центра системы мониторинга рыболовства и связи в 2017 г. общий объем добычи (вылова) водных биологических ресурсов стал рекордным за последние 25 лет и составил 4,774 млн. т, что на 2 % выше уровня 2016 г.

За 10 месяцев 2017 г. в России было произведено 134 тыс. т продукции аквакультуры (в том числе 22 тыс. т рыбопосадочного материала и 111 тыс. т товарной рыбы и морепродуктов), что на 15 % выше уровня прошлого года. Это позволило на 66 % выполнить годовые показатели по объемам производства продукции товарной аквакультуры (203 тыс. т.), установленные Государственной программой «Развитие рыбохозяйственного комплекса» на текущий год. Основными регионами производителями выступили Карелия, Краснодарский край, Ростовская, Мурманская и Ленинградская области.

Отечественное товарное рыбоводство в основном представлено выращиванием карповых (по итогам 2016 г. карп занимал 35,6 % от общего производства аквакультуры) и сиговых видов рыб, что связано с активным развитием прудового рыбоводства в прошлом (Макоедов А. Н., Кожемяко О. Н., 2007). Так, по итогам 2016 г. карп и толстолобик занимали 35,6 % и 22,4 % соответственно от общего производства аквакультуры в России. Около 25 % общего объема приходится на форель и лосось. В целом рыбохозяйственный фонд водоемов различных типов позволяет развивать в России рыбоводство по всем основным направлениям.

Рынок рыбной продукции является одним из важнейших элементов мирового продовольственного рынка. В этой связи следует положительно оценивать наблюдающееся в последние годы изменение объемов и соотношения

импортных и экспортных операций в части рыбы и рыбной продукции. Если по итогам 2010 г. экспорт рыбы, ракообразных, моллюсков и других беспозвоночных в 1,33 раза в стоимостном выражении опережал соответствующие объемы импорта, то в 2016 г. превышение составило уже 2,66 раза. При этом объемы экспорта в течение 7 лет (2010–2016 гг.) увеличились, а импорта – начиная с 2013 г. – постоянно уменьшаются (Николаева М. А., Клещевский Ю. Н., Рязанова О. А., 2017).

Величина поставок рыбы и рыбной продукции из-за рубежа сократилась по абсолютному большинству позиций, за исключением лишь сушеной и соленой рыбы (рост на 27,1 % в 2014–2015 гг. и на 1,3 % в 2015–2016 гг.). При этом отмечается рост экспортных поставок, прежде всего за счет увеличения вывоза мороженой рыбы, т. е. преобладают товары с низкой степенью переработки.

Одним из основных направлений, способствующих развитию аквакультуры в Российской Федерации, является производство специализированных кормов для объектов аквакультуры. Мощный качественный скачок в развитии производства мировой товарной аквакультуры был связан именно с развитием интенсивных форм культивирования объектов аквакультуры с использованием искусственных (гранулированных) комбикормов.

В связи с увеличением производства продукции товарной аквакультуры, включая посадочный материал до 232,3 тыс. т, к 2020 г. будет возрастать потребность в специализированных кормах для аквакультуры.

Проведенный анализ в 2016 г. на основании информации, полученной от органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, показал, что 56 % (или 89,6 тыс. т) кормов, используемых российскими производителями аквакультуры для выращивания ценных видов рыб, составляют корма отечественного производства и 44 % (или 70 тыс. т) – зарубежного производства.

Основное количество производимых в Российской Федерации комбикормов приходится на долю продукционных, предназначенных для выращивания товарной продукции.

Качественные российские стартовые корма, используемые для выращивания посадочного материала, в общем объеме производства в настоящее время занимают менее 1 %. Вместе с тем их объем растет.

В настоящее время страны-производители стартовых кормов, которые используются для выращивания посадочного материала в рыбоводных хозяйствах, – Норвегия, Финляндия, Франция, Дания, Германия и Голландия.

Запланированное увеличение производства товарной рыбопродукции потребует пропорционального увеличения производства специализированных кормов для рыб, а именно: для достижения указанных целевых индикаторов отраслевой программы по этим объектам товарного рыбоводства потребуется 200,0 тыс. т специализированных кормов на ориентировочную сумму 13,0 млрд. руб. При условии полного импортозамещения кормов для рыб объем российского производства кормов необходимо увеличить в 13,3 раза (Шевцов А. А., Василенко В. Н., Шенцова Е. С., Фролова Л. Н., 2011).

Немногочисленные российские предприятия, вырабатывающие комбикорм для рыб (доля продукции отечественных предприятий на рынке комбикормов для лососевых, осетровых, сиговых и сомовых рыб по разным оценкам колеблется в пределах 5–10 %), используют импортные технологии и оснащены импортным технологическим оборудованием. В состав рецептов комбикормов для рыб включается преимущественно импортное сырьё (рыбная мука, кровяная мука, соевый шрот и др.). Из-за высокой стоимости таких комбикормов значительно увеличивается стоимость и товарной рыбной продукции.

На сегодняшний день связи с интенсивным развитием аквакультуры отечественная комбикормовая промышленность испытывает острый дефицит в качественном кормовом сырье. В этой связи использование в комбикормах альтернативных источников протеина, таких как панкреатический гидролизат соевого белка, в замен рыбной муке, качества которой последнее время нестабильно, является важной и актуальной задачей.

1.2. Биохимия кормов и физиология пищеварения рыб

Вопросы биологически полноценного кормления рыб в аквакультуре имеют первостепенное значение при этом они еще недостаточно исследованы. Потребность рыб в кормах меняется в зависимости от возраста, размера, половой зрелости, водного режима (температура воды, насыщенность ее кислородом) и многих других факторов.

Рыбы, как и теплокровные животные, нуждаются примерно в 40 различных компонентах, содержащихся в 5 группах питательных веществ: азотсодержащие вещества, жиры, углеводы, витамины и минеральные вещества. Многие вещества являются незаменимыми, и недостаточное удовлетворение ими потребностей организма, как правило, приводит к болезням, проявляющимся в нарушениях ферментативных систем и расстройству обменных процессов. Структуры пищевых веществ в значительной мере влияют, как на специфичность ферментных систем, так и на направленность обменных процессов (Сорвачев К. Ф., 1982, Остроумова И. Н., 2012).

Физиологическая потребность в основных питательных веществах и гидрохимическом режиме воды для большинства видов форели и лосося были определены в США Халвером еще в 1972 г. (Halver G. E., 1972).

При разработке кормовых рационов были учтены следующие особенности этих рыб. Обмен веществ в организме рыб возрастает с повышением температуры воды до определенного уровня. Относительная активность метаболизма зависит от размера и вида рыбы, чем меньше размер рыбы, тем больше относительная величина активности обмена веществ. Обмен веществ у молоди выше, чем у взрослых особей, а физиологическая активность меняется в связи с нерестом, зимовкой и другими сезонными изменениями взаимоотношения организма и внешней среды. Влияние продолжительности светового периода обратно пропорционально скорости роста. Форель и лосось, как плотоядные рыбы имеют более высокий уровень обмена веществ, чем другие рыбы, поэтому они нуждаются в повышенном количестве белка в составе корма. Чрезмерное и

недостаточное количество кислорода ограничивает метаболизм, а увеличение проточности воды увеличивает физическую нагрузку форели и лосося. Соответственно у них возрастает активность обмена веществ и потребность в корме, и острее сказывается недостаток основных компонентов пищи.

Пищевые белки, перевариваясь в желудочно-кишечном тракте, поставляют аминокислоты, необходимые для построения тела животного. Белки организма образуют его основу, и являясь катализаторами, определяют динамичность организма. Между отдельными тканевыми белками существует динамическое равновесие, так одни тканевые белки могут быть использованы для построения других.

Биохимическая функция органов пищеварительного тракта заключается в преобразовании сложных органических структур белков, жиров, углеводов и нуклеопротеидов в относительно простые, пригодные к всасыванию и усвоению. Совокупность процессов, по ходу которых осуществляется такое преобразование, принято называть пищеварением. Желудочно-кишечный тракт не просто канал, переваривающий и всасывающий питательные вещества. Одновременно он принимает участие в обмене веществ, поддерживает их динамическое состояние, способствует течению химических процессов в организме.

Механическая, физико-химическая и ферментативная обработка пищевых веществ называется пищеварением. В этом случае компоненты пищи расщепляются до сравнительно простых соединений, переводятся в водорастворимое состояние, лишаются видовой специфичности и тем самым подготавливаются к переходу во внутреннюю среду организма. Далее эти вещества всасываются в кровь и достигают тканей и клеток.

Выделяясь в полость желудочно-кишечного тракта эндогенные вещества участвующие в метаболизме, как и экзогенные, расщепляются и вновь всасываются. Таким образом, происходит круговорот между кровью и пищеварительной системой.

Корректирующая деятельность желудочно-кишечного тракта регулирует приспособительные процессы, направленные на балансирование всасываемых в

кишечнике смесей питательных веществ необходимыми соединениями, отсутствующими в пище или поступающими с ней в недостаточном количестве. А экскреторная функция, выражается в выделении с секретами желез из крови в полость желудочно-кишечного тракта продуктов обмена или токсических веществ, которые частично, а иногда полностью выбрасываются с фекалиями. Таким образом, работа желудочно-кишечного тракта позволяет оптимизировать питание рыб.

У хищных рыб пища поступающая в полость желудка представляет собой в какой-то степени твердую массу. Продолжительность пребывания пищи в желудке зависит от ее качества, твердости, величины, температуры среды, интенсивности сокращения мышц желудка и моторики переднего отдела кишечника. После ферментативной обработки пища становится жидкой или полужидкой кашцей, называемой химусом. Последний медленно, небольшими порциями передается из желудка в кишечник.

До недавнего времени считалось, что у рыб пища в желудок поступает без предварительной ферментативной обработки, поскольку у большинства рыб в ротовой полости отсутствуют слюнные железы. Однако есть данные, свидетельствующие о выделении пищеварительных ферментов в ротовой полости, глотке и пищеводе у некоторых пресноводных и морских рыб. Так, например, у тилапии в ротовой полости обнаружена амилаза, в пищеводе – амилаза и липаза. У миног есть ротовые железы, вырабатывающие протеолитические ферменты. Однако активность этих ферментов низкая и они, по-видимому, не играют существенной роли в первичной обработке пищи. Японские исследователи обнаружили в глотке и пищеводе карпа довольно активные ферменты – мальтазу, амилазу и протеолитический фермент, подобный трипсину. По-видимому, у безжелудочных рыб, таких как карп, ферменты ротовой полости и пищевода играют некоторую роль в предварительной обработке пищи. У многих рыб в пищеводе имеются железы, выделяющие слизь, или муцин, которая обеспечивает скольжение пищи. Возможно, подобно слизи желудочного сока она содержит некоторые пищеварительные ферменты.

Физико-химическое состояние сока в полости желудка обеспечивает оптимальный уровень рН и осмотическое давление в начальном отделе кишечника. Совокупность этих факторов имеет важное значение в регуляции секреторной и моторной деятельности органов, расположенных ниже желудка, и осуществлении кишечного переваривания и всасывания.

Многие морские рыбы питаются мелкими ракообразными, захватывая их в большом количестве. Вместе с ними в желудок попадает морская вода, вследствие чего желудочное содержимое подщелачивается. После прекращения питания через какой-то промежуток времени, когда желудочный сок выделится в достаточном количестве, щелочная реакция желудка сменяется на кислую. Если нет пищи, то содержимое желудка, благодаря присутствию слизи, имеет слабо выраженную щелочную реакцию. Так, например, у бычков (питающихся рыбой) рН желудочного сока до кормления составляет 5,77 – 7,67, у камбалы (питающейся беспозвоночными) – 6,8. После приема пищи начинается выделение желудочного сока, кислотность возрастает до 4,25 – 3,25 и на четвертые сутки рН достигает 2,88 (Остроумова И. Н., 2012).

Желудок – единственный орган пепсиново-кислотного пищеварения, где ферментативные реакции протекают в сильнокислой среде. Главным ферментом, переваривающим белковую пищу в желудке, является пепсин, который синтезируется и выделяется главными клетками слизистой оболочки желудка в негативной форме в виде зимогена или пепсиногена. Пепсиноген под влиянием соляной кислоты и небольшого количества свободного пепсина желудка превращается в раскрученную форму полипептидной цепи – активный пепсин. В ходе этого процесса от молекулы пепсина отщепляется 42 аминокислотных остатка в виде смеси пептидов и небольшого количества аминокислот (Неваленный А. Н., Егоров С. Н., Коростелев С. Г., 1997).

Желудочный сок содержит так же несколько непротеолитических ферментов. К ним относятся: лизоцим, который придает соку бактерицидное действие; муколизин, действующий на слизь желудка; карбоангидраза, роль которой в образовании желудочного сока требует выяснения.

Желудочный сок обладает небольшой амило- и липолитической активностью. Амилаза обнаружена в желудке радужной форели, теляпии черного окуня. У радужной форели обнаружен так же фермент - липаза. Был так же выявлен фермент хитиназа в желудке угря, радужной форели, судака и желтохвоста (Кузьмина В. В., Цветкова В. А., 2001, Кузьмина В. В., Скворцова Е. Г., Первушина К. А., 2002, Неваленный А. Н., Туктаров А. В., 2000, 2003, Извекова Г. И., Лаптева Н. А., 2004).

У всех животных основное пищеварение и всасывание пищевых веществ осуществляется в кишечнике. Переваривание белков в желудке имеет предварительный характер. Полипептиды, образующиеся при переваривании в желудке, представляют собой еще достаточно сложные соединения, которые в желудке не всасываются. Попав с пищевой кашицей в кишечник, они подвергаются дальнейшему расщеплению. В кишечнике так же перевариваются и белки, не подвергающиеся воздействию пепсина, а так же жиры и углеводы. У рыб не имеющих желудка, пища переваривается только в кишечнике, где поддерживается слабо щелочная среда в пределах рН 6,5–7,8. Здесь содержимое кишечника обрабатывается одновременно несколькими протеолитическими, гликолитическими и липолитическими ферментами (Соловьев М. М., Кашинская Е. Н., Извекова Г. И., Глупов В. В., 2015).

По современным представлениям гидролитический распад продуктов питания рыб независимо от их групповой принадлежности и способа питания, как и у других животных, связан с тремя принципиально важными механизмами. Это начальный гидролиз, который осуществляется в полости кишечника, а завершается в зоне пристеночного пищеварения, здесь же происходит и самовсасывание.

В кишечник выделяется сок поджелудочной железы, который содержит часть протеолитических ферментов осуществляющих гидролиз белков и полипептидов. Это трипсиноген, химотрипсиноген, прокарбокисептидаза и активная аминопептидаза. Поджелудочная железа секретирует так же ферменты, катализирующие гидролиз углеводов (амилазу, мальтазу), жиров (липазу),

нуклеиновых кислот (рибонуклеазу, дезоксирибонуклеазу). В кишечнике и пилорических придатках радужной форели обнаружены трипсин и химозин.

При проведении различных научных исследований было установлено, что синтез собственно кишечных ферментов осуществляется кишечными эпителиоцитами. Он начинается в люберкиновых клетках и завершается в микроворсинках исчерченной каемки. Именно здесь сосредоточены в больших количествах важнейшие кишечные ферменты: карбогидразы, липазы, энтерокиназы, пептидазы и щелочная фосфатаза. У костистых рыб обнаружены собственные кишечные ферменты (γ -амилаза, сахараза, мальтаза) (Шлыгин Г. К., 1974, Кузьмина В. В., 1978, 1981, 2015).

В настоящее время придается большое значение роли кишечных ферментов в процессах, протекающих как на стенках слизистой кишечника, так и в полости кишок. Слизистая оболочка кишечника участвует не только в собственно пищеварении, но и в общем обмене. Наряду с пищеварительными соками она отделяет в полость кишки вещества, которые после расщепления и всасывания используются тканями как метаболиты эндогенного происхождения.

Важной составной частью работы пищеварительного аппарата является мембранное пищеварение, которое осуществляется в момент контакта пищевых субстратов с ферментами, локализованными на внешней поверхности мембраны микроворсинок кишечных эпителиоцитов.

Давно ведутся исследования по установлению некоторых закономерностей мембранного пищеварения у ряда представителей различных видов рыб (Волкова И. В., Зайцев В. Ф., 1999, Невальный А. Н., Бедняков Д. А., Туктаров А. В., 2008). Установлено, что важнейшими биотическими факторами, влияющими на пищеварение рыб, являются количественный и качественный состав пищи, наиболее важным абиотическим - температура, а для гидробионтов и концентрация водородных ионов (Уголев А. М., Кузьмина В. В., 1993, Невальный А. Н., Туктаров А. В., Бедняков Д. А., 2003, Кузьмина В. В., Скворцова Е. Г., Первушина К. А., 2003, Кузьмина В. В., 2015). В настоящее время установлено, что важнейшим фактором адаптации, дающие рыбам

возможность жить в условиях низких температур, являются аминокислотные замены в белках, которые позволяют сохранить внутримолекулярную подвижность ферментов и, соответственно, их каталитическую эффективность. (Озернюк Н. Д., 2002, Ozernyuk N. D., 2005).

Исследования регуляторных свойств ферментов, обеспечивающих процессы мембранного пищеварения у рыб, проводятся достаточно давно (Гельман А. Г., 1975, Кузьмина В. В., 1986, 1987), однако механизмы регуляции и взаимодействия различных пищевых веществ до конца не выяснены (Уголев А. М., Кузьмина В. В., 1993, Неваленный А. Н., Туктаров А. В., Бедняков Д. А., 2003, Кузьмина В. В., Скворцова Е. Г., Первушина К. А., 2003).

На современном этапе имеется множество исследований свидетельствующих, что рыбы выбирают те кормовые объекты, к питанию которыми они приспособлены и которые наиболее доступны им. И хотя вопрос о наличии у рыб способности избирать пищу является дискуссионным (например, некоторые исследователи предполагают, что рыба способна поедать все пищевые организмы без разбора), имеется много сведений, позволяющих считать, что рыба относится к пище избирательно (Шарыгин А. А. 1952, Карзинкин Г. С., 1952, Ивлев В. С., 1955, Фортунатова К. Р., Попова О. А., 1973, Касумян А. О., Морси А. М., 1996, Касумян А. О., 1997, 2016, Takeda M., Takii K., Matsui K., 1984, Johnsen P. B., Adams M. A., 1986, Mearns K. J. Ellingsen O. F., Doving K. B., Helmer S., 1987, Такаока О., Takii K., Nakamura M. and at., 1990).

Вкусовые спектры рыб характеризуются высокой видовой специфичностью, при этом заметная межпопуляционная, половая и иная внутривидовая вариабельность отсутствует. Вкусовые предпочтения рыб не изменяются под влиянием индивидуального пищевого опыта и ряда внешних факторов.

Выбор пищевых организмов обусловлен морфологическими и физиологическими особенностями рыб и поедаемых организмов и может рассматриваться как результат их адаптации.

Всю поедаемую рыбами пищу можно разделить на излюбленную, заменяющую и вынужденную, а на основании фактического значения пищевых

организмов в пище рыб выделить главную, второстепенную и случайную, или третьестепенную пищу (Шарыгин А. А. 1952, Касумян А. О., Морси А. М., 1996, Касумян А. О., 1997, 2016, Takeda M., Takii K., Matsui K, 1984).

Главная пища обычно состоит из 2–6 видов животных, на их долю приходится 50–75 % всей потребляемой пищи. Второстепенная пища состоит из 5-6 видов (15–30 %). В состав третьестепенной пищи входит различное количество видов (иногда до 25), но по массе они составляют 4–10 %. В естественных условиях рыба не всегда имеет излюбленную пищу в нужном количестве и вынуждена питаться иной пищей.

Известно, что корм привлекает рыбу не только внешним видом и консистенцией, но запахом и вкусом. Значение запахов в жизни рыб велико и многообразно. У многих видов рыб ведущую роль в отыскании пищи играют органы химической рецепции. Вкусовое дистантное чувство играет самостоятельную роль в распознавании химических объектов, расположенных на достаточно далеком расстоянии от рыбы. У некоторых костистых рыб вкус оказывается доминирующей функцией, играющей роль не только в обнаружении далеко расположенной пищи, но и в защите потомства и некоторых других формах поведения. Вкусовые рецепторы, расположенные у рыб кроме ротовой полости на внешней поверхности тела – губах, усиках, плавниках, а у некоторых покрывающие все тело, включая хвостовой плавник, воспринимают четыре основных вкусовых вещества – сладкое, кислое, горькое и соленое. Вкусовые рецепторы, расположенные на внешней поверхности тела, в отличие от рецепторов ротовой полости, обладают функциями экстерорецептора. Они участвуют в поиске пищи и ориентации рыбы в среде обитания. В этом усматривается функциональная общность обонятельной и вкусовой систем.

Установлено, что для большинства рыб вкусовая привлекательность кормовых организмов или имитирующих их искусственных смесей веществ в значительной степени обеспечивается фракцией свободных аминокислот (Касумян А. О., Морси А. М., 1996, Касумян А. О., 1997, 2016, Takeda M., Takii K., Matsui K, 1984, Johnsen P. B., Adams M. A., 1986, Mearns K. J.

Ellingsen O. F., Doving K. B., Helmer S., 1987, Takaoka O., Takii K., Nakamura M. and at., 1990).

Проведя глубокий анализ имеющихся источников, пришли к выводу, что количественный и качественный состав пищи оказывает определяющее влияние на состояние ферментных систем организма и является важнейшим механизмом поддержания гомеостаза. Поступающие из желудочно-кишечного тракта компоненты пищи являются не только источником энергии и пластического материала, но и, поступая в кровь, становятся мощными гуморальными регуляторами метаболизма, способными существенно менять направленность ферментативных процессов. Таким образом, нарушения пропорций аминокислотного состава пищи могут проявляться глубокими нарушениями ферментных пропорций организма на уровне тканей.

1.3. Значение аминокислот в онтогенезе рыб

Белки и аминокислоты являются критическими молекулами из-за той роли, которую они играют в структуре и обмене веществ всех живых организмов. Рыба и креветки не могут синтезировать все аминокислоты и должны получать некоторые из них в рационе, через потребление белка или смеси аминокислот.

Francis Magendie (1783-1855), в своем учебнике «*Precis Elementaire de Physiologie*» (1817), был первым, кто сообщил о важности типа азотистых соединений в рационе животных. Спустя столетие, в 1914 году, L. V. Mendel и T. V. Osborne изучали потребности в протеине крыс и показали, потребности в питании и отдельных аминокислот (Carpenter K. J., 2003). Исследования, проведенные в начале 1940-х W. Rose из Университета Иллинойса показали, что 10 аминокислот были необходимы для крыс. Исключение любой из этих незаменимых аминокислот из рациона растущих крыс приводило к глубокой питательной недостаточности, сопровождающейся быстрым снижением веса, потерей аппетита, и в конечном итоге смертью (Carpenter K. J., 2003). Первые исследования важности белка и аминокислоты в питании рыб были проведены

Halver G. E. и его сотрудниками в конце 1950-х годов и в начале 1960-ых на чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*). С этого началась их плодотворная работа и были проведены сотни исследований с участием очень большого количества рыбы и креветок различных видов.

Аминокислоты можно связать друг с другом посредством ковалентной пептидной связи между α -карбоксильным концом одной аминокислоты и α -аминоконцом другой. Любое количество аминокислот, может быть соединено друг за другом пептидными связями, образуя пептидную цепь. Олигомер, состоящий из двух аминокислот называется дипептид. Пептиды от 2 до 20 остатков аминокислот, называются полипептидами. Белок обычно содержит около 300 аминокислот. Полипептидные цепи, которые составляют белки являются линейными и не содержат разветвление (Brody T., 1999). Аминокислоты могут быть связаны в той или иной последовательности, чтобы сформировать большое разнообразие белков.

Белки определяются их уникальной последовательностью аминокислотных остатков, которая закодирована в генетическом материале организма. Последовательность аминокислот является первичной структурой белка. Пептидные цепи соединены дисульфидными мостиками, водородных связей и Ван-дер-Ваальса, которые приводят к образованию вторичных, третичных и четвертичных структур белков (Vuxbaum E., 2007).

Белки имеют многочисленные структурные и метаболические функции. Такие белки как актин и тубулин, придают жесткость в противном случае жидких биологических компонентов. Коллаген и эластин являются важнейшими компонентами соединительной ткани, такие как хрящи. Другие белки, такие как миозин, также имеют механическую функцию и способны генерировать механические силы, такие как те, сокращение мышц. Многие белки представляют собой ферменты, которые катализируют биохимические реакции или транспортеров, которые позволяют вход и выход молекул через клетки. А некоторые белки играют важную роль в клеточной сигнализации, иммунных

реакций, клеточной адгезии, и функционирование клеточного цикла (Vuxbaum E., 2007).

Таким образом, белок является важным компонентом для каждого типа клеток в организме, в том числе мышц, костей, органов, сухожилий и связок. Ткани тела непрерывно формируются и расщепляются. При выращивании животных синтез белка превышает деградацию и баланс между этими процессами приводит к отложению белка (Millward D. J., 1989). Отложение белка, по-видимому, является основным фактором, определяющим живую массу (биомассу) и упитанность рыб (Dumas A., C. de Lange F. M., France J., Bureau D. P., 2007). Тесная связь между приростом живой массы и массы белка происходит из-за тесной связи воды с белком.

Белок гидратации имеет важное значение для их структуры и деятельности, а также белки помогают поддерживать водный внутриклеточную среду в "гель" состоянии (Chaplin M., 2006). И наоборот, отложению липидов не всегда, по-видимому, в значительной степени способствует увеличению живой массы, потому что большая часть триглицеридов сохраняется в тканях путем замены воды (Dumas A., C. de Lange F. M., France J., Bureau D. P., 2007). Тем не менее, другие экспериментальные данные свидетельствуют о том, что липидные отложения могут внести значительный вклад в увеличение живой массы рыбы. Хотя существуют различия между видами, этапами развития и животных с различным типом питания.

Отложение белка в организме продиктовано специфическими шаблонами, определенных генетических и эпигенетических "кодов" животного и конкретных задач, определенных эндогенных (генетической, жизненной стадии) и экзогенных (окружающая среда, диеты) факторов. Тысячи различных белков вырабатываются биологическими организмами, и каждый из этих различных белков имеет специфическую структуру, функцию и последовательность уникальной аминокислоты (Vuxbaum E, 2007, Finn, R. N., Fyhn H. J., 2010).

Различные ткани содержат различные белки или одни и те же белки в разных пропорциях. Например, в мышечных тканях, актин составляет около 20 %

от общего содержания белка, в то время как в клетках, не являющихся мышечными он представляет только 5-10 %. Аминокислотный состав различных белков в организме также существенно различается. Коллаген, основной компонент соединительной ткани, содержит лишь около 3 % лизина, тогда как миозин и тропомиозин, основные компоненты мышечной ткани, содержат более 14 % лизина (Pellett, P. L., Young V. R., 1984).

Интересно, что есть лишь небольшие различия в составах аминокислот всего тела среди различных видов рыб (Wilson R. P., Cowey C. B., 1985, Kaushik S. J., 1998, Kaushik S. J., Seiliez I., 2010). Некоторые различия, по всей видимости, существуют между аминокислотным составом всего тела рыб и креветок, но в целом эти различия являются незначительными. Исследования также показали, что аминокислотный состав всего тела минимально зависит от размера тела рыбы, по крайней мере, в отношении рыбы эмбрионального и постэмбрионального периода развития (Kaushik S. J., 1998, Portz L., Cyrino J. E. P., 2003). Состав белка половозрелой рыбы имеет относительно постоянную структуру в широком диапазоне живой массы (Dumas A., C. de Lange F. M., France J., Bureau D. P., 2007).

С возрастом в системе мембранного транспорта аминокислот происходят существенные изменения, которые по-разному воздействуют на перенос отдельных аминокислот. Замедление транспорта некоторых из них в клетках старого организма нарушает количественные соотношения между разными аминокислотами, в результате изменяются уровень синтеза белка и концентрация свободных аминокислот в тканях разных органов (Мишунина Т. М., Кононенко В. Я., 2001).

В работах японских исследователей по изучению динамики свободных аминокислот у карпа в период от икринки до половозрелого состояния было отмечено, что концентрация большинства свободных аминокислот в процессе развития карпа постепенно увеличивалась вплоть до малькового периода (Sakagush M., Kawei A., 1970). Следует отметить, что у молоди и взрослых рыб для анализа брали лишь свободные аминокислоты мускулатуры, а не общий пул

свободных аминокислот всего организма, что, естественно, предопределяет некоторые различия, если учитывать специфику каждой ткани. Соотношение аминокислот в процессе развития у этой рыбы, как видно из сопоставления главных в количественном отношении свободных аминокислот. Так в икринке таковыми являются аргинин и лизин. В личинке – гистидин, лизин и аргинин, а в мышцах молоди – гистидин, глицин, лизин, треонин, пролин, аланин, аргинин, глутаминолвая кислота. В мышцах ювенильных, неполовозрелых карпов – гистидин, глицин, аланин, лизин, пролин, серин, треонин, глутаминовая кислота, а в мышцах половозрелых рыб – гистидин, лизин, глицин, пролин, аланин, аргинин, тирозин и глутаминовая кислота.

Постепенное повышение в мышцах концентрации глицина и пролина в какой-то степени отражает процесс синтеза коллагена и образования соединительных тканей в мышцах (Love R. M., 1980).

Необходимо отметить, что значение указанных изменений в концентрации свободных аминокислот трудно понять без учета характера и интенсивности процессов, обеспечивающих их доставку в орган и использование для образования белков или на энергетические нужды. Действительно сам факт высокой концентрации той или иной аминокислоты в органе можно трактовать по-разному. Либо эта аминокислота крайне необходима в определенном органе, и поэтому она поставляется в него током крови или активно синтезируется в самом органе, либо она накапливается в данном органе именно потому, что мало расходуется. Для решения этого вопроса следует изучить соотношение отдельных аминокислот в свободном и связанном состоянии. Если в суммарных белках ткани много лейцина и мало их в пуле свободных аминокислот, то значит они очень нужны, быстро потребляются и играют большую роль в период роста личинок, поскольку часто находятся, как и незаменимые аминокислоты, в дефиците (Jonston I. A., 1981, Сидоров В. С., 1985).

В речной период жизни у молоди лососевых происходит мощные биохимические и морфологические преобразования, превращающие так называемых пестряток в серебрянок (процесс смолтификации, серебряния),

готовых к скату и жизни в море. О протекающих при этом различных биохимических процессах имеется много сведений (Баранникова И. А., 1975, Байко Н. Е., 1995, Маляревская А. Я., 1984, Сидоров В. С., 1983). Выяснения роли и характера изменений, происходящих с аминокислотным статусом в период смолтификации и ската у молоди лососевых рыб, ослабло и большинство исследователей удовлетворены сложившимся положением.

В частности, известно, что общая концентрация свободных аминокислот в крови и мозге у серебрянок повышается, а в мышцах, наоборот, понижается по сравнению с их концентрацией на предшествующей стадии развития (пестрянки). Авторы связывают этот эффект с усилением процессов распада белков под влиянием двигательной активности и гиперфункцией щитовидной железы и надпочечников, а также с синтезом гуанина, что коррелирует с особенно сильным уменьшением в мышцах свободного глицина – предшественника гуанина, который в этот период откладывается в чешуе и придает ей серебристую окраску (Алексеенко Л. П., 1968, Магерамов Ч. М., 1970, Fontaine M., Berthelie G., Mme., 1961, Cowey C. B., Parry G., 1963, Fontaine M., Marchelidon J., 1971, Kovayashi W., 1982). В некотором противоречии с этими результатами находятся данные (Наседкина Е. А., Пушкарева Н. Ф., 1969), свидетельствующие об обратной зависимости между содержанием свободных аминокислот в тканях мальков горбуши и продолжительностью пребывания их в реке при повышенной температуре.

С возрастом содержание связанных аминокислот в мышцах рыб меняется слабо, за исключением некоторого увеличения цистина, лизина, метионина и снижения уровня аргинина, лейцина и валина, что показано на нескольких видах рыб (Carison B. M., 1961). Так у семги не было обнаружено корреляции между концентрацией свободных аминокислот и ее возрастом (Hughes R. B., 1959). Большое сходство у разных рыб и в аминокислотном составе икры (Ohzu E., Kusa M., 1981).

В последнее время значительное внимание уделяется биохимическому сравнению и выяснению физиологических функций красных и белых мышц у

рыб. Большая работа в этом направлении была проведена и по свободным и связанным аминокислотам. Было показано, что если аминокислотный состав суммарных белков красных и белых мышц у разных видов рыб мало отличался (Konusu S., 1956), то у одних рыб в красных мышцах свободного гистидина содержится очень мало, а у других, наоборот, больше (Arakaki J., 1966, Hughes R. B., 1964).

Аминокислотный состав мышечных белков обусловлен их функциональной нагрузкой. Например, с возрастом у тилапий заметно увеличивается сумма белковых аминокислот в основном за счет возрастных особенностей мышечных белков (Корженко В. П., Новиков Г. Г., 1967, Анцышкина Л. М., Кириленко Н. С., Мельников Г. Б., Рябов Ф. П., 1968). При этом наиболее подвержены изменениям лизин, гистидин, серин, глицин, аргинин и фенилаланин. А в мышечных белках сельди с увеличением возраста происходит уменьшение количества гистидина, аргинина, триптофана и повышение содержания лизина, глицина, глутаминовой кислот, аланина, пролина и тирозина. Неполовозрелая сельдь от половозрелой отличается пониженным содержанием метионина, лизина, глутаминовой кислоты и повышенным – аргинина и гистидина. Возрастные изменения количества глицина, аланина, пролина обусловлены повышенным содержанием коллагена в мышцах сельди более старшего возраста (Плоринь А. П., 1967).

Одной из важных проблем в возрастной физиологии и биохимии является белковый синтез. Изучение скорости обновления тотальных белков различных органов и тканей показало, что интенсивность белкового синтеза на протяжении онтогенеза снижается (Ким Е. Д., 1987).

Синтез белка, как показывают отдельные работы, может стимулироваться при преобладании внеклеточной концентрации одной из незаменимых аминокислот над концентрацией ее в крови при соблюдении качественных соотношений между отдельными аминокислотами и, наоборот, может тормозиться при резком повышении или избыточном содержании аминокислот в пище (Jefferson G. S., Korner A., 1969).

Важным звеном в изменении интенсивности белкового синтеза, скорости и направленности обменных процессов в онтогенезе является уровень доставляемых в клетку извне аминокислот, их метаболическое состояние (Мищенко В. П., 1970). При этом большую роль в регуляции клеточного обмена играют механизмы, которые обеспечивают поступление аминокислот через клеточные мембраны, которые существенно изменяются с возрастом и находятся под контролем различных факторов. В частности, на скорость переноса через мембрану клеток и аккумуляцию аминокислот положительный эффект оказывает инсулин. Показано, что заметные возрастные сдвиги, происходящие в гормональном спектре, связаны со снижением инсулина к старости, это является существенным подтверждением изменений, происходящих в механизме переноса аминокислот в онтогенезе (Жуков Н. А., 1962, 1964, Никитин В. Н., Блок Л. Н., Галавина О. И., Голубицкая Р. И., 1966, Соленова-Филиппова И. П., 1969). При интенсивном поступлении белка в организм способность аккумуляции аминокислоты тканей у старых особей выражена слабее, чем у молодых. Снижение интенсивности биосинтеза аминокислот к старости чаще всего является следствием адаптации организма к сниженной потребности в аминокислотах. Наряду с этим старый организм в значительной мере сохраняет потенцию к интенсивному синтезу аминокислот, которая проявляется в случае потребности, и более высокую потребность в аминокислотах (лизине, метионине), что может косвенно свидетельствовать о том, что в более поздние периоды онтогенеза нарушается не весь транспорт аминокислот в целом, а лишь перенос некоторых (Парина Е. В., Мищенко В. П., 1966, Джабаров М. И., 2006).

Высокобелковое питание усиливает процессы обновления сывороточного белка, белков клеточных структур печени и даже миозина мышц (Steinbock H., Tarver A. H., 1954, Jeffay H., Winzeler R., 1958, Dreyfus I. C., Kruh J., Schapira G., 1960, Minakowski W., 1962). Депонирование аминокислот стимулируется запасами аминокислот в организме, причем эти запасы в значительной мере зависят от возраста и органа животного. Опыты с радиоактивными аминокислотами показали, что скорость поступления метки в ткань животного с

возрастом замедляется, концентрация аминокислот в сыворотке крови старых крыс всегда выше, чем у молодых. Следовательно, аккумуляция природных аминокислот в более ранние периоды онтогенеза выше. Причиной снижения концентрации свободных аминокислот с возрастом может быть наряду с их утилизацией для процессов биосинтеза процессов переаминирования (Парина Е. В., 1967). Если в период роста организма преобладают синтетические процессы над распадом, а в период зрелости существует некоторое равновесие между этими процессами, то в период старения преобладают химические процессы распада (Оериу С., 1962), при этом у старых животных сильно нарушено равновесие в концентрации свободных и тотальных аминокислот в сыворотке крови. Понижение содержания цистеина и метионина у старых животных может быть следствием низкого содержания аспарагиновой кислоты наряду с высоким содержанием глутаминовой кислоты по сравнению с их количеством у молодых животных.

Количество свободных аминокислот в тканях связано с уровнем поступившего с пищей белка, с потребностями организма в тех или иных аминокислотах, изменениями в механизме транспортных систем по доставке аминокислот (Мищенко В. П., 1974). Что касается интенсивности, путей и способов переноса аминокислот в клетку, существуют различные выводы и предложения. Незначительная часть аминокислот, возможно, поступает в клетку путем диффузии. Проникновение аминокислот, осуществляемое против градиента концентрации, требует образования макроэргических соединений в тканях животных разного возраста с большой затратой энергии, продукция которой с возрастом уменьшается, а также ослабляется активность ферментативных систем, участвующих в транспорте, изменяется состояние структур клеточных мембран (Парина Е. В., Мищенко В. П., 1966, Пашенко А. Е., Турянина И. М., 1984). По мнению других исследователей, процесс переноса аминокислот связан с процессом фосфорилирования, которому подвергаются не аминокислоты, а компоненты транспортных систем. Считают, что чем меньше полярность аминокислоты, тем легче они всасываются и, наоборот, для активного транспорта

необходима свободная α -аминогруппа и свободная карбоксильная группа (Нефедова З. А., Лизенко Е. И., 1988).

Аминокислоты представляют собой молекулы, содержащие амин и карбоксильные функциональные группы, с общей формулой $H_2NCHR, COOH$, где R представляет собой боковую цепь. Наиболее естественным образом в изобилии и метаболически важные аминокислоты являются L-аминокислоты, в которых амино- и карбоксильные группы присоединены к одному атому углерода, называют α -углерод из органической химии номенклатуры (Brody T., 1999). А-аминокислоты различаются R-группой, которую часто называют как "боковую цепь", к которой присоединен α -углерод. Характер и размер R группы могут меняться от одного атома водорода в глицине через метильную группу в аланин в значительной гетероциклической группы триптофана.

Свойства аминокислот являются результатом различий в структурах различных групп R, которые оказывают влияние на размер, форму, электрический заряд, а также другие характеристики. Аминокислоты могут существовать в виде D- или L-изомеров, или их смеси продуктов. В природе, как правило, встречаются аминокислоты в конфигурации L, которые, за некоторыми исключениями, наиболее биологически активных форм. D-аминокислоты представлены, в небольших количествах в некоторых молекулах, синтезированных беспозвоночными и бактериями. После тепловой обработке ингредиенты могут также содержать D-аминокислоты. Из-за тепла, вызванного рацемизацией и химическим синтезом аминокислот образуется рацемическая смесь L и D-изомеров.

Помимо роли аминокислот в качестве строительных элементов белка, они также имеют различные роли в процессе обмена веществ. Аминокислоты являются важнейшими субстратами обмена азотистых веществ в живых организмах. Они дают начало белкам, ферментам, пуриновым и пиримидиновым основаниям, пептидным гормонам, таким важнейшим биологически активным соединениям, как адреналин (из тирозина), серотонин (из триптофана), гистамин (из гистидина), порфирины (из глицина), креатин (из глицина, аргинина,

метионина), глутатион, кофермент А, никотинамид, фолиевая кислота. Из многих аминокислот могут в определенных условиях образовываться углеводы (из глицина, аланина, серина, треонина, валина, аспарагиновой и глутаминовой кислот, агринина, гистидина, пролина, оксипролина) или липиды (из фенилаланина, тирозина, лейцина, лизина, триптофана). Так, из фенилаланина и тирозина возникает меланин, имеющий важное значение в образовании окраски рыб, а метионин участвует в многочисленных реакциях метилирования, в частности, в синтезе холина – одного из важнейших компонентов фосфатидилхолина (Мусил Я, Новакова О., Кунц К, 1981, Fielas P. A., Somera G. N., 1997). Тем не менее, превращение аминокислоты в эти соединения считается количественно незначительным по сравнению с используемым для синтеза белка (Coweys C. B., Walton M. J., 1989, Moughan P. J., 1999).

Большинство микроорганизмов и растений могут синтезировать все 20 первичных аминокислоты, в то время как животные должны получить некоторые из аминокислот из их рациона. Аминокислоты, которые организм не может синтезировать сам по себе (или не способен синтезировать достаточное количество), называются "незаменимыми аминокислотами". Это - аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин. В противоположность этому, заменимые аминокислоты: аланин, аспарагиновая кислота, аспартат, цистин, глицин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин и глутамат могут быть синтезированы из предшественников, например, путем добавления аминогруппы к трикарбоновым кислот циклом промежуточного соединения, такие, как кетоглутаратом или оксалоацетатом (Coweys C. B., Walton M. J., 1989, Zubay G., 1993).

Значимость различных аминокислот для рыб и креветок определена либо путем испытаний с участием последовательного удаления каждой аминокислоты в рационе или с помощью исследований изотопной маркировки (Wilson R. P., 1989, Coweys C. B., Walton M. J., 1989, Zubay G., 1993).

Исключение из рациона незаменимых аминокислот значительно снижает показатели роста животного, в то время как недостаток заменимых не будет

влиять на рост, в связи с тем, что они могут быть синтезированы животным. Nose и другие исследователи (1974) использовали этот подход для проверки значимости 18 аминокислот для карпа обыкновенного. Они установили, что 10 из этих аминокислот приводят к значительному снижению производительности роста после 4-х недель.

Как видно, из имеющихся данных, опубликованных на сегодняшний день, вся рыба и креветки требуют те же 10 незаменимые аминокислоты, необходимые для большинства других животных (Ketola H. G., 1982, Wilson R. P., 1989, NRC, 1993). К ним относятся аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин. Тирозин синтезируется из фенилаланина, и цистеин синтезируется из метионина. Таким образом, эти две аминокислоты считаются полузначимыми или условно незаменимыми. Эти аминокислоты часто включены в состав потребностей. Существует все больше доказательств того, что некоторые аминокислоты или родственные соединения, такие как таурин, могут быть существенными или условно незаменимыми для некоторых видов рыб или для определенных этапов жизни у некоторых видов, в частности личиночной стадии морских видов рыб. Наряду с этими 10 незаменимыми аминокислотами, рыбы нуждаются в источнике аминокрупп (также известный как неспецифический азот) для синтеза заменимых аминокислот. Большинство заменимых аминокислот, за исключением тирозина, могут быть синтезированы с помощью простых путей, ведущих от одной из четырех общих метаболических промежуточных продуктов: пируват, оксалоацетат, в кетоглутарат или 3-фосфоглицерат (Zubay G., 1993). Аланин, аспарагин, аспарат, глутамат и глутамин синтезируются в простых реакциях одно- или двухступенчатого аминирования.

Потребленные белки расщепляются в процессе пищеварения путем гидролиза в свободные аминокислоты, дипептиды, трипептиды пищеварительными ферментами, секретируемые в желудочно-кишечный тракт. Эти продукты поглощаются клетками слизистой, где происходит внутриклеточное переваривание малых пептидов. Таким образом, аминокислоты,

по всей видимости, будут выпущены в воротную вену в качестве продуктов переваривания белков (Murai, T., Ogata H., Hirasawa Y., Akiyama T., Nose T., 1987). Некоторые данные показали, что небольшие количества определенных белков могут всасываться через стенки желудочно-кишечного тракта (McLean, E., Ronsholdt B., Sten C., Najamuddin J. F., 1999). Суммы, конечно не количественно значимые, но этот процесс может быть физиологически важным механизмом, возможно, для модуляции иммунной системы путем взятия проб антигена (McLean, E., Ronsholdt B., Sten C., Najamuddin J. F., 1999).

Аминокислоты, поставляемые перевариванием пищевого белка (экзогенный источник) или распада белка тела (эндогенного источника) являются свободными аминокислотами, которые называют метаболический пул (Cowey C. B., Walton M. J., 1989, Kaushik S. J., Seiliez I., 2010). Из этого пула, аминокислоты могут быть использованы для синтеза белков тела и в качестве предшественников для других веществ. Использование аминокислот является функцией метаболических потребностей организма, с которой другие питательные вещества, потребляемые животными могут быть использованы для удовлетворения этих потребностей. Метаболизм аминокислот является сложной и высокой степенью интеграции непрерывным потоком внутри и между клетками (Wilson R. P., Cowey C. B., 1985, Cowey C. B., Walton M. J., 1989; Kaushik S. J., Seiliez I., 2010). Такие факторы, как перенос питательных веществ через клеточные мембраны, скорость кровотока, поглощение органов и показатели активности ферментов, ассоциированных с различными биохимическими путями, все это взаимодействуют для контроля метаболизма аминокислот, и они находятся под влиянием сложной и чувствительной гормональной и нервной системы (Cowey C. B., Walton M. J., 1989). Многие факторы вызывают окисление аминокислот. Тем не менее, общей чертой является дисбаланс между спросом аминокислоты и утилизации аминокислот, для синтеза белка (Weijjs P. J. M., 1993). Основные конечные продукты катаболизма аминокислоты являются аммиак, диоксид углерода и бикарбонат. Аммиак очень токсичен и для того, чтобы предотвратить токсичность, высшие позвоночные животные превращают аммиак

в мочевины для выведения её с мочой. Рыба и ракообразные имеют чрезвычайно эффективный механизм выведения аммиака через жабры. Таким образом, у них нет необходимости расходовать энергию для превращения аммиака в мочевины (Cowey C. B., Walton M. J., 1989). Подавляющее большинство рыб и креветок выделяют более чем 80 % побочных продуктов от их азотистого в виде аммиака (Kaushik, S. J., Cowey C. B., 1991, Mambrini M., Guillaume J., 1999). Жабры являются основными выделительными органами, на которые приходится более 75-90 % от общего объема выделения азота (Cowey C. B., Walton M. J., 1989, Kaushik S. J., Cowey C. B., 1991).

Распад аминокислот обычно происходит в два этапа. Первое, как правило, дезаминирование и включает в себя удаление аминогруппы, которая либо превращается в аммиак или должна стать аминогруппой для молекулы глутаминовой кислоты (Cowey C. B., Walton M. J., 1989, Zubay G., 1993).

Вторым этапом является превращение углеродных скелетов (α -кетокислот, произведенные дезаминированием) для лимонной кислоты промежуточных продуктов цикла (Cowey C. B., Walton M. J., 1989; Zubay G., 1993). Углеродные цепи аминокислот содержат полезную (свободную) энергию, которая может использоваться в цикле построения дикарбоновых кислот или может быть преобразована организмом в жирные кислоты или гликоген для будущего использования (Cowey C. B., Walton M. J., 1989). Различные аминокислоты имеют разные скелеты углерода, и их промежуточные преобразования в лимонную кислоту происходят различными путями, которые могут быть сгруппированы в соответствии с их промежуточным состоянием, при котором они входят в цикл лимонной кислоты (Cowey C. B., Walton M. J., 1989). В связи с этим, аминокислоты делятся на три категории: глюко-, кетогенные или глюко- и кетогенные. Глюкогенные аминокислоты являются те, которые дают начало чистой продукции пирувата или дикарбонового-цикла промежуточных продуктов, таких как-кетоглутарат или оксалоацетат, все из которых являются предшественниками глюкозы посредством глюконеогенеза (Guillaume, J., Kaushik S., Bergot P., Metailler R., 1999). Все аминокислоты кроме лизина и

лейцина, по меньшей мере, частично глюкогенные (Cowey C. B., Walton M. J., 1989). Лизин и лейцин единственные аминокислоты, которые являются исключительно кетогенными, что приводит их только к ацетилу или ацетоуксусному виду, ни один из которых не может привести к производству чистой глюкозы, хотя они могут быть используемыми для синтеза кетонных тел. Их пути похожи на конечных стадиях и напоминают окисление жирных кислот (Cowey C. B., Walton M. J., 1989). Изолейцин, фенилаланин, треонин, триптофан и тирозин вызывают образование как глюкозы, так и предшественников жирных кислот, таким образом, они характеризуются как глюкогенные, так и кетогенные (Cowey C. B., Walton M. J., 1989).

Как видно, пути использования разных аминокислот в энергетическом обеспечении организма могут быть различными. Известно, что каждая аминокислота имеет свою достаточно сложную схему превращений, в которой участвуют специфические, свойственные только для обмена данной аминокислоты, ферменты (Кретович В. Л., 1971, Делги С., Нильсон Д., 1973, Кильчевская М. А., 1976, Мусил Я., Новакова О., Кунц К., 1981, Jobling M., 1980). Необходимо отметить, что схемы основных путей метаболизма аминокислот разработаны в основном для теплокровных организмов. Подразумевается, что у рыб эта схема такая же. Однако качественное разнообразие содержания отдельных азотистых экстрактивных веществ у разных рыб дает основание предполагать, что у представителей класса рыб могут быть отклонения от обычных схем метаболизма аминокислот (Сорвачев К. Ф., 1959, 1982, Сидоров В. С., 1985, Angermeier S. M., Shepard M. O., Tunnicliff G., 1996, Gallardo M. A., Albi J. I., Sancher J., 1996, Gallardo M. A., Pesguero J., Esteve M., Canals P., Sancher J., 1996, Gallardo M. A., Canals P., Albi J. I., Resoquero J., Sancher J., 1997).

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что беспозвоночные и низшие позвоночные, включая костистых рыб, лучше используют D-изомеры аминокислотами, чем млекопитающие (Cowey C. B., Walton M. J., 1989, Deng, J., Zhang X., Tao L., Bi H., Kong L., Lei X., 2010). Удельное количество D-

трансаминазы (D-ААО) может катализировать дезаминирование D- изомеров α-кетокислот, которые, в свою очередь, могут быть деаминированы к естественному L-форме (Deng, J., Zhang X., Tao L., Bi H., Kong L., Lei X., 2010). В качестве альтернативы, рацемических смесей, эпирацемические смеси могут преобразовать D-изомеры в рацемической смеси. Значительная активность этих ферментативных процессов по всей видимости, индуцирована у беспозвоночных и тканях рыб при скормливании D-изомеров аминокислот (Deng, J., Zhang X., Tao L., Bi H., Kong L., Lei X., 2010). Использование аминокислот зависит от целого ряда факторов, таких как состав рациона, химической формы аминокислот и ряда биологических факторов (в том числе вида и жизненного этапа). В свете сложности этого вопроса, основные биологические процессы, которые определяют эффективность использования незаменимых кислот для осаждения белков тела часто описываются в факториале или категоризированного кода. (D'Mello J. P. F., 2003, Moughan P. J., 2003).

Установлено, что в процессе онтогенеза транспортные системы, участвующие в переносе аминокислот из кишечника в кровь, меняются, это косвенно подтверждается динамикой свободных аминокислот на протяжении индивидуального развития животных. В организме растущих животных функционируют транспортные системы, имеющие родство ко многим аминокислотам и обеспечивающие органы необходимыми полноценными белками и аминокислотами, требующимися для роста. В тканях молодых животных интенсивная утилизация аминокислот сопровождается высоким темпом аккумуляции свободных аминокислот в метаболических целях в условиях повышенного белкового синтеза (Парина Е. В., Мищенко В. П., 1966, Джабаров М. И., 1987, 1988).

Анализ обзора литературы показывает, что для подавляющего большинства видов рыб и креветок потребляющих сбалансированные рационы, преобразование аминокислот в белок тела составляет от 25 до 55 % от общего количества потребляемых аминокислот. Отложение белка, является основным фактором, определяющим использование аминокислот и требований организма рыб и

креветок установлена очень тесная взаимосвязь между приростом живой массы и белком тела и между приростом живой массы и потребностью в аминокислотах в абсолютном выражении. Содержание незаменимых аминокислот в белке рациона для дальнейшей аккреции должно соответствовать потребности в аминокислотах для формирования оптимального тканевого белка.

1.4. Роль морфологических, биохимических и иммунологических показателей при определении физиологического состояния рыб

В настоящее время оценка физиологического состояния и иммунного статуса рыб имеет не только научно-исследовательское, но и хозяйственное значение. На физиологическом уровне способы осуществления жизненных функций отражают внешние условия, с которыми сталкивается определенный вид рыб (Хочачка П., Сомеро Дж., 1977, Антонова Л. А., Крючков В. Н., 1996). В основе физиологической адаптации лежат изменения в физиологических механизмах различных систем организма, в том числе системе крови, количественных отношений форменных элементов белой и красной крови и их морфологии.

Одним из важнейших тестов при характеристике вида являются данные по особенностям крови - наиболее доступной для исследования жидкой ткани, испытывающей на себе воздействие как внешних, так и внутренних факторов, ткани, которая в значительной степени характеризует благополучие организма как целого. Именно на основании изучения особенностей крови можно сделать заключение об уровне оптимальности искусственных условий, в которых выращивается рыба и содержатся производители (Карпевич А. Ф., Коржуев П. А., Строганов Н. С., 1979, Попов В. С., 1986).

В экологическом мониторинге природных популяций рыб одним из центральных вопросов является поиск наиболее чувствительных индикаторов экологического неблагополучия (Рудницкая О. А., Житенева Л. Д., Клименченко М. В., 2000).

Кровь, являясь внутренней средой организма, быстро и точно реагирует на изменения окружающей среды, всегда и безошибочно отражает физиологическое состояние организма, свидетельствуя о характере и тяжести отклонения от нормы (Иванова Н. Т., 1995). Исследования крови рыб из естественных и искусственных условий позволяют установить гематологическую норму рыб, а значит выяснить степень отклонений от нормы и характер гематологических адаптаций. Изучение крови позволяет определить адаптационные возможности рыб в условиях конкретных водоемов, а картину крови можно использовать в качестве эталона эколого-физиологического состояния рыб в период активного антропогенного воздействия на водоемы. Пониманию механизмов адаптации рыб к условиям существования способствует изучение гематологических показателей адаптаций рыб, выращиваемых при различном уровне интенсификации, а также рыб из различных по степени антропогенного воздействия водоемов.

Ихтиогематологические исследования имеют как теоретическое, так и практическое значение, что обусловлено функциональной поливалентностью системы крови и ее высокой реактивной мобильностью (Волков И. В., 1976). Они находят широкое применение в рыбоводстве при определении физиологического состояния рыб, оценке качества кормов и условий выращивания, изучении патогенного влияния паразитов и токсикантов на рыб (Крылов О. Н., 1974, 1980; Иванова Н. Т., 1976, 1983, 1995, Головина Н. А., 1978, 1996, Житенева Л. Д., Рудницкая О. А., Калюжная Т. И., 1997, Житенева Л. Д., 1999, Головина Н. А. и др., 2000).

В число биохимических показателей, используемых в качестве индикаторов физиологического состояния рыб, входят данные общего биохимического анализа, содержания и фракционного состава белков (Остроумова И. Н., 1967), липидов (Мацук В. Е., Лапин В. И., 1972, Мацук В. Е., 1975), каротиноидных пигментов (Микулин А. Е., Соин С. Г., 1975, Микулин А. Е., 1981а, 1981б, 2000, Сивцева Л. В., 1982), гемоглобина, желчи, а также общего белка, липидов и их фракционного состава в крови рыб (Губанов Е. П., Лиманский В. В., 1968, Шатуновский М. И., 1980, Андреева А. М., 2008). В органах и тканях изучают

содержание белка, ДНК и РНК (Микодина Е. В., Лаптева Т. И., 1990), а в крови – количество гемоглобина и глюкозы (Плисецкая Э. М., Кузьмина В. В., 1971), содержание стероидных и гонадотропных гормонов и их метаболитов, активность ряда (амилаз, протеаз), липаз, фосфатаз, Na^+/K^+ АТФазы, ДНКаз, РНКаз, эстераз, трансферринов, ЛДГ, МДГ и пр. (Тимейко В. Н., Новиков Г. Г., 1987).

Органы и ткани рыб, в которых определяли величины тех или иных биохимических показателей, были и остаются разнообразными. Это сыворотка и плазма крови, эякулят, ооциты, овулировавшая и развивающаяся икра, гонады на разных стадиях зрелости, мышцы, печень, желчный пузырь, пищеварительная система, гипофиз и т. д.

В последние годы появились данные о величинах неиспользовавшихся или мало использовавшихся ранее биохимических показателей рыб – объектов искусственного воспроизводства, аквакультуры и селекции, например, таких как глюкоза крови, аланин (АлТ) и аспартатаминотрансферазы (АсТ) органов и тканей (Самсонова М. В., Минькова Н. О., Лаптева Т. И. и др., 2003, Пронина Г. И., Маслова Н. И., Петрушин А. Б., 2011), а также расширяется практика применения экспресс-методов (например ИФА) для их определения с помощью тест-наборов человека. Используя последние, в сыворотке крови рыб – объектов аквакультуры – выявлены такие белки, как ЛГ и ФСГ подобные гормоны, иммуноглобулинподобные реактивности к иммуноглобулинам Е, G, А, М человека, С реактивный белок, и получены их значения в разных условиях (Микодина Е. В., Ганжа Е. В., Павлов Е. Д., 2010, Ганжа Е. В., 2012). Как биохимические маркёры в настоящее время они найдут своё применение, прежде всего, в аквакультуре, где необходима быстрая биохимическая диагностика и коррекция физиологического состояния производителей и потомства в норме и при патологии, для контроля результатов селекционной и племенной работы, при интродукции и натурализации объектов вселения и при внедрении новых технологий.

Таким образом, для характеристики общего состояния организма и его реакции на качество и уровень кормления необходимо исследовать биохимические показатели крови.

Патологоанатомическое вскрытие имеет важное диагностическое значение. Его применяют при диагностике большинства болезней рыб. Вскрытию подвергают свежие трупы и живых рыб с клиническими признаками заболевания.

При выращивании рыбы особое внимание уделяют морфофизиологическим показателям (индикаторам) как основе оценки ее физиологического состояния. Сущность этого метода заключается в том, что на основании изменчивости отдельных морфофизиологических признаков можно судить о физиологическом состоянии организма. По мнению академика С.С. Шварца (1968) размеры (масса) органа – морфологический признак, но размеры таких органов, как печень или почки, настолько четко отражают физиологическое состояние животных, что их с равным правом можно использовать и в качестве физиологического показателя.

Метод морфофизиологических индикаторов позволяет дать точное представление о функционировании организма, его приспособленности к конкретным условиям существования, потому что среда обитания оказывает на организм комплексное воздействие (Божко, А. М., 1962, Хрусталева Е. И., Курапова Т. М., Молчанова К. А., 2016).

Проанализированные современные диагностические методы исследования дают возможность оценить физиологическое состояние организма и сбалансированность рациона по основным питательным веществам.

1.5. Опыт применения гидролизатов белка в животноводстве

Несмотря на достаточное разнообразие кормов для животных, разработка новых специализированных кормов, предназначенных для разных возрастных групп, отличающихся оптимизированным составом с учетом всех физиологических особенностей животных, остается крайне актуальной. В связи с этим необходимы исследования, направленные на разработку новых кормов,

оказывающих благоприятное действие на организм животных и удовлетворяющих физиологические потребности их организма.

Особое место в кормлении животных занимает использование гидролизатов белков. Чаще всего их применяют для животных, в питании которых требуется оптимально сбалансированный аминокислотный состав. Такие диеты характеризуются повышенной биологической доступностью и обеспечивают организм животных всеми незаменимыми аминокислотами.

Гидролизат — это продукт, полученный в процессе гидролиза. «Гидролиз» в буквальном переводе с латыни — это процесс расщепления какого-нибудь вещества при помощи воды, но на самом деле не воды, а кислоты или щелочи. Так получают гидролизаты щелочные или кислотные. Обычно расщепляют химические связи белков и полисахаридов. Например, расщепляя белок, все равно — растительного или животного происхождения, получают аминокислотные гидролизаты, включающие помимо кислот, входящих в состав данного конкретного белка (молочного, соевого, яичного и т. д.), еще пептиды и другие компоненты.

Белковые гидролизаты получают из белоксодержащих отходов производств рыбной, мясной, птицеводческой и перерабатывающей промышленности, в частности после переработки рыбы, моллюсков, иглокожих и ракообразных, из шкур, рогов, копыт, пера, голов, а так же из растительных культур (соя).

Основными способами осуществления гидролиза белоксодержащего сырья являются ферментативный, кислотный и щелочной. Щелочной гидролиз белков используют существенно реже из-за значительной рацемизации и разрушения аминокислот и пептидов в щелочных растворах при высоких значениях pH (Неклюдов А. Д., Ивакин А. Н., Бердутина А. В., 2000, Радомир М., 2007, Кальницкая О. И., Карелина Е. А., Чубарова Е. А., 2012, Тюпенькова О. Н., 2012).

В кислотном гидролизе, как правило, используют соляную или серную кислоты, подбирая время реакции в зависимости от строения белка. Очень устойчивы к гидролизу пептидные связи, образованные лейцином, изолейцином и валином. Недостатком данного метода является разрушение многих незаменимых

аминокислот по причине жестких условий; окислительной деструкции подвергаются метионин, цистин, гистидин, лизин, триптофан (разрушается полностью), серин и треонин (до 10 %), а также соединения белковой природы. Внесение кислоты в высоких концентрациях для проведения гидролиза требует ее нейтрализации по окончании процесса, что приводит к высокому содержанию солей хлоридов и сульфатов, которые являются токсичными для организма. Такие гидролизаты имеют высокое содержание золы за счет соединений азота, чем проигрывают в сравнении с ферментативными гидролизатами.

Гидролиз белков, осуществляемый с помощью протеолитических ферментов, лишен всех перечисленных недостатков кислотного и щелочного гидролиза. В его ходе не происходит патологических изменений продуктов гидролиза, и компоненты, полученные в результате расщепления, физиологичны, легко проникают в клетку и включаются в процессы клеточного метаболизма. В этом случае получается техническое моделирование функций желудочно-кишечного тракта, в частности с функцией гидролитического расщепления потребляемых организмом белков с помощью протеолитических ферментов (Костюрина К. В., Цибизова М. Е., 2007, Цибизова М. Е., Аверьянова Н. Д., Язенкова Д. С., 2009, Цибизова М. Е., Костюрина К. В., 2010, Язенкова Д. С., Аверьянова Н. Д., Цибизова М. Е., 2011).

Проблема гидролиза белков и способа их применения в животноводстве с давних пор привлекают внимание исследователей (Мовсум-Заде К. К., 1989, Скичко Н. Д., 1974, Берестов В. А., 1978, Неклюдов А. Д., 1985, Телишевская Л. Я., 2000, Максимюк Н. Н., 2005, Невструев Н. А., 2004). На основе гидролиза белков получают различные препараты, которые широко применяются для парентерального питания в медицине и ветеринарии, компенсации белкового дефицита, повышения резистентности и улучшения развития молодняка сельскохозяйственных животных, а также как источник аминокислот и пептидов для бактериальных и культуральных питательных сред в биотехнологии.

Существуют специальные диетические рационы на основе гидролизатов белка животного и растительного происхождения, но наиболее перспективным можно считать коллагенсодержащее и кератинсодержащее сырье (Кальницкая О. И., Карелина Е. А., Чубарова Е. А., 2012).

Корма на основе белковых гидролизатов применяют при заболеваниях, протекающих с белковой недостаточностью, и в случае необходимости усиленного белкового питания.

Многие годы ведутся исследования по разработке технологий получения гидролизатов на основе различного сырья и возможности их использования в питании сельскохозяйственных животных: из отходов пушного звероводства (мышечной ткани норок) для применения в кормлении подсосных поросят и после отъема (Фролова М. А., Албулов А. И., Рогов Р. В., 2011, Рогов Р. В., Буханцев О. В., Абрамов П. Н., 2012), из мышечной ткани норок для кормления соболя и производства шкурок (Балакирев Н. А., Момотюк Е. А., 2014), из травяной муки из амаранта для приготовления стимулирующей кормовой добавки для свиней и молодняка крупного рогатого скота (Шилов В. Н., Сергеева Г. Х., 2009, 2011) из перьевой муки в качестве стимулирующей добавки для цыплят-бройлеров (Прытков В., 1992, Эйриян С., 2002, Антипова Л. В., 2006, Безматерных А., 2008, Харламов К. В., 2010, Зиновьев С., 2010, Рошак Н., 2011, Татьяничева О. Е., 2010, 2012). Проведенные исследования свидетельствуют, что использование белковых гидролизатов позволяет экономить корма, повышать выход продукции и оказывает профилактическое действие на резистентность организма.

Вопросами оптимизации белкового обмена у рыб путем применения гидролизатов животного и растительного происхождения в последние годы посвящено немало работ и экспериментальных исследований (Неклюдов А. Д., Ивакин А. Н., Бердутина А. В., 2000, Пономарева Е. Н., Грозеску Ю. Н., Винокуров Е. Н., 2002; Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., 2006, Радомир М., 2007, Костюрина К. В., Цибизова М. Е., 2007, Цибизова М. Е., Аверьянова Н. Д., Язенкова Д. С., 2009, Цибизова М. Е., Костюрина К. В., 2010, Язенкова Д. С.,

Аверьянова Н. Д., Цибизова М. Е., 2011, Кальницкая О. И., Карелина Е. А., Чубарова Е. А., 2012, Тюпенькова О. Н., 2012, Аламдари Х, Пономарев С. В., 2013) в которых установлено что на усвояемость кормов значительное влияние оказывает фракционный состав их белковой компоненты. Это обуславливает эффективность ассимиляции пищи и, в свою очередь, сказывается на скорости роста и выживаемости рыб.

Огромную роль сыграли современные исследования по использованию конечных продуктов гидролиза для создания полноценных комбикормов для молоди рыб. Под руководством профессора Пономарева С. В. была проведена серия экспериментов по оценке эффективности комбикорма для личинок осетровых рыб при использовании рыбного белкового гидролизата и ихтиожелатина как связующего вещества. В результате серии опытов было установлено, что добавление гидролизата в состав комбикорма ОСТ-7 приводит к увеличению выживаемости личинок на 9 %, а в варианте с гидролизатом, зафиксированным на ихтиожелатине, – ещё на 2 % выше. При использовании варианта корма с 7 % ихтиожелатина, но без гидролизата, отмечено увеличение выживаемости личинок только на 7 % по сравнению с контролем (Аламдари Х., Пономарев С. В., 2013).

В наших исследованиях использовался панкреатический гидролизат соевого белка, коммерческое название которого - «Абиопептид». Он представляет собой 25 %-ный раствор панкреатического гидролизата соевого белка средней степени расщепления, состоящий из 20-30 % свободных аминокислот и 70-80 % низших пептидов. Отношение числа гидролизованных пептидных групп к общему числу - 0,5-0,6. Содержание азота свободных аминокислот -N3=1700-2200 мг%. Верхний предел молекулярных весов пептидов: 1К - 1 кЭа; 5К- 5КБа.

По степени токсичности панкреатический гидролизат соевого белка относится к IV классу опасности - малоопасные вещества (ГОСТ 12.1.007-76). Введение кормовой добавки «Абиопептид» в дозе до 24000,0 мг/кг массы тела не вызывает гибели и острой интоксикации животных и птиц, не влияет отрицательно на их общее состояние и поведение. При этом изучено

разностороннее действие кормовой добавки на основе панкреатического гидролизата соевого белка на организм сельскохозяйственных животных в ходе которого установлено его положительное влияние на увеличение продуктивности, улучшение морфофизиологических показателей и повышение сохранности (Тюпенькова, О. Н., 2011).

В связи с выше изложенным изучение возможности использования панкреатического гидролизата соевого белка в питании рыб при выращивании в промышленных условиях представляется весьма актуальным и значимым с практической точки зрения.

Раздел 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Общая схема исследований и условия их проведения

В период с 2010 по 2019 гг. нами были проведены исследования по формированию научных основ и практического обоснования использования панкреатического гидролизата соевого белка в питании рыб.

Исследования проводились на базе кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», кафедры «Технологии переработки мясных и молочных продуктов», межфакультетской проблемной лаборатории ортопедии, травматологии и терапии животных «Ветеринарный госпиталь», учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», в научно-исследовательском институте биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук, в Приволжском филиале ФГУ «Управление Саратовмелеоводхоз» (Марксовский район, Саратовская область), ФГУП «Тёпловский Рыбопитомник» (р.п. Новые Бурасы, Саратовская область), ООО «Тамбовский осетр» (Тамбовский район, Тамбовская область) и на базе ООО «Центр индустриального рыбоводства» (Энгельсский район, Саратовская область) по схеме, представленной на рисунке 1.

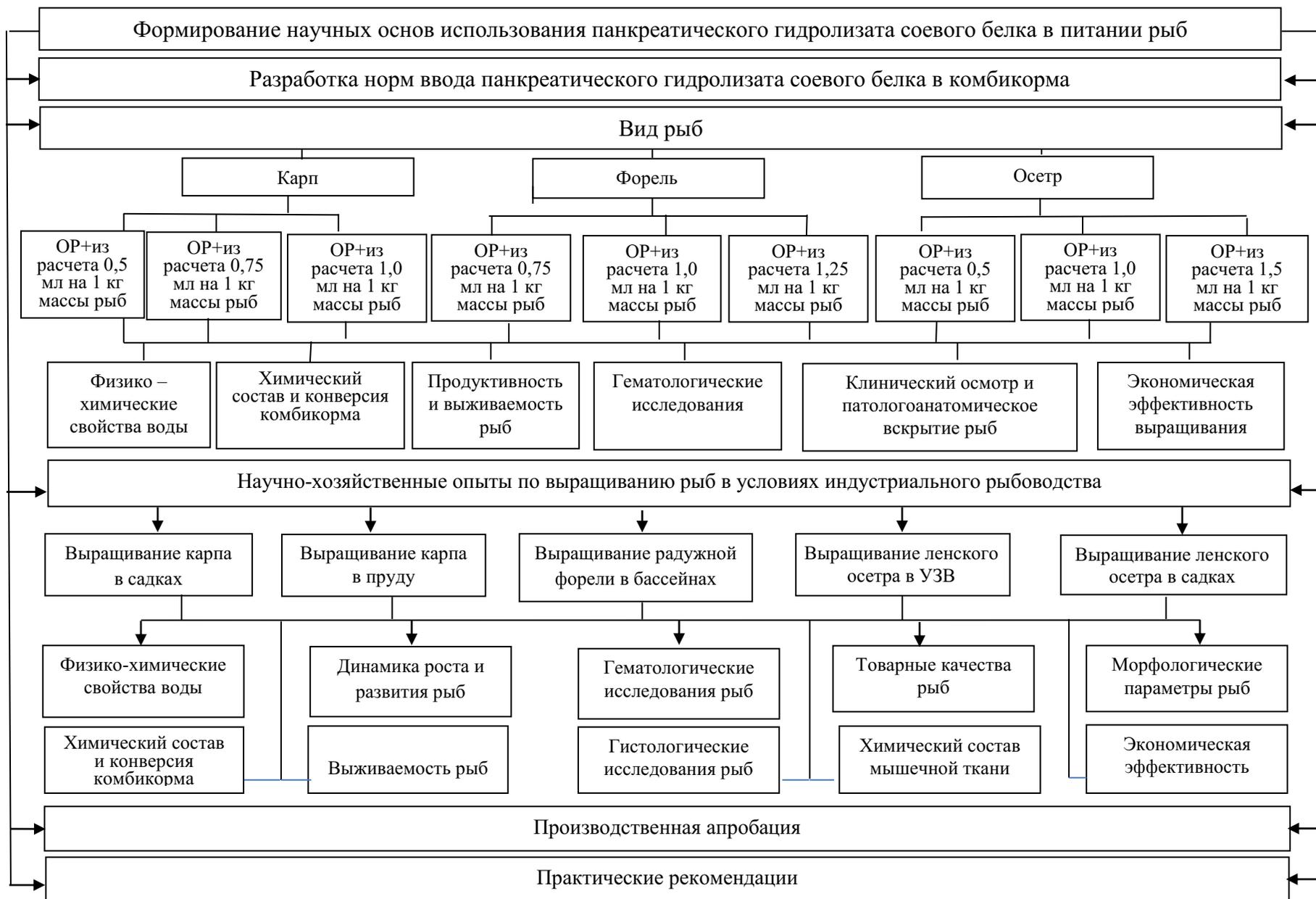


Рисунок 1. Общая схема исследований

В качестве объекта исследований использовались особи: карпа парской породы (*Cyprinus carpio carpio*), радужной форели породы Адлер (*Oncorhynchus mykiss*) и ленского осетра породы Лена – 1 (*Acipenser baerii Brant*).

Для обогащения комбикорма панкреатическим гидролизатом соевого белка использовалась кормовая добавка «Абиопептид» организация-производитель научно-производственная компания ООО «А-Био», Московской области.

Разработку оптимальных норм ввода в рацион панкреатического гидролизата соевого белка проводили в аквариумной установке (Васильев А. А., Волков А. А., Гусева Ю. А. и др., 2010). Установка позволяет синхронно создавать одинаковый гидрохимический режим и оптимальное санитарно-гигиеническое состояние воды для проведения различных вариантов научных исследований. В аквариумы поступала вода, прошедшая через дихлоратор, вместимость каждого аквариума составляла 250 л, при водообмене 20 л/ч.

Для разработки оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион карпа по принципу пар-аналогов были отобраны 40 особей парской породы возраст (0+), с навеской около 50 г. Из них сформированы четыре группы по 10 особей в каждой. Кормление рыб проводили по схеме, представленной в таблице 1.

Постепенный переход на опытный комбикорм проводили по следующей схеме: первый день 5 % от суточной дачи опытного корма, второй день – 10 %, третий день – 20 %, четвертый день – 40 %, пятый день – 60 %, шестой день – 80 %, седьмой день – 100 % от суточной дачи опытного корма.

I (контрольная группа) получала полнорационный тонущий гранулированный комбикорм (ОР). Молодь II, III, IV (опытных групп), получала тот же комбикорм с введением в него 25 % раствора панкреатического гидролизата соевого белка из расчета 0,5, 0,75, и 1,0 мл на 1,0 кг массы рыб соответственно. Добавка вводилась в комбикорм методом распыления из расчета норм ввода на 1,0 кг живой массы рыб.

Таблица 1 – Схема лабораторного опыта с карпом

Группа	Уравнительный период	Переходный период	Учетный период
I	Гранулированный комбикорм (ОР)	ОР	ОР
II	ОР	Постепенный переход на опытный комбикорм	ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 0,5 мл на 1,0 кг массы рыб
III	ОР	Постепенный переход на опытный комбикорм	ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 0,75 мл на 1,0 кг массы рыб
IV	ОР		ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 1,0 мл на 1,0 кг массы рыб
Длительность периода, сутки	14	7	49

Для разработки оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион радужной форели так же по принципу пар-аналогов были отобраны 40 особей породы Адлер возраст (1+), среднее значение массы которых в начале эксперимента было около 55,3 – 56,7 г. Из них сформированы четыре группы по 10 особей в каждой. Выращивание рыб проводили по схеме, представленной в таблице 2.

I (контрольная группа) получала полнорационный тонущий гранулированный комбикорм (ОР). Молодь II, III, IV (опытных групп), получала тот же комбикорм с введением в него 25 % раствора панкреатического гидролизата соевого белка из расчета 0,75, 1,0, и 1,25 мл на 1,0 кг массы рыб

соответственно. Добавка вводилась в комбикорм методом распыления из расчета норм ввода на 1,0 кг живой массы рыб.

Таблица 2 – Схема лабораторного опыта с радужной форелью

Группа	Уравнительный период	Переходный период	Учетный период
I	Гранулированный комбикорм (ОР)	ОР	ОР
II	ОР	Постепенный переход на опытный комбикорм	ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 0,75 мл на 1,0 кг массы рыб
III	ОР		ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 1,0 мл на 1,0 кг массы рыб
IV	ОР		ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 1,25 мл на 1,0 кг массы рыб
Длительность периода, сутки	14	7	49

Для разработки оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион ленского осетра по принципу пар-аналогов были отобраны 40 особей породы Лена – 1 возраст (1+), с навеской около 150 г. Из них сформированы четыре группы по 10 особей в каждой. Опыт проводили по схеме, представленной в таблице 3.

Таблица 3 – Схема лабораторного опыта с ленским осетром

Группа	Уравнительный период	Переходный период	Учетный период
I	Гранулированный комбикорм (ОР)	ОР	ОР
II	ОР	Постепенный переход на опытный комбикорм	ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 0,5 мл на 1,0 кг массы рыб
III	ОР		ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 1,0 мл на 1,0 кг массы рыб
IV	ОР		ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 1,5 мл на 1,0 кг массы рыб
Длительность периода, сутки	14	7	42

I (контрольная группа) получала полнорационный тонущий гранулированный комбикорм (ОР). Молодь II, III, IV (опытных групп), получала тот же комбикорм с введением в него 25 % раствора панкреатического гидролизата соевого белка из расчета 0,5, 1,0 и 1,5 мл на 1 кг массы рыб соответственно. Добавка вводилась в комбикорм методом замачивания из расчета норм ввода на 1,0 кг живой массы рыб.

Теоретическим основанием для выбранных дозировок стали ранее изученные источники литературы по потребности данных видов рыб в протеине и аминокислотах.

Для подтверждения полученных оптимальных норм ввода были проведены научно-хозяйственные опыты по выращиванию рыб в промышленных условиях. Так, научно-хозяйственный опыт по выращиванию карпа парской породы с

использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка в садках проводили на базе садкового хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства» (Энгельский район, Саратовская область) (табл. 4).

Рыбу выращивали в плавучей системе садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы, разработанной А. А. Васильевым, А. А. Карасевым и И. В. Поддубной (2013). Садки были изготовлены из безузловой латексированной дели размером 2,5×2,5×3,2 м.

Таблица 4 – Схема научно-хозяйственного опыта с карпом в ООО «Центр индустриального рыбоводства»

Период	Группа	Количество особей, шт.	Возраст	Тип кормления
Первый	I	600	1+	Гранулированный комбикорм (ОР)
	II	600	1+	ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 0,75 мл на 1,0 кг массы рыб
	III	600	1+	ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 1,0 мл на 1,0 кг массы рыб
Второй	I	300	2+	Гранулированный комбикорм (ОР)
	II	300	2+	ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 0,75 мл на 1,0 кг массы рыб
	III	300	2+	ОР+ гидролизат соевого белка из расчета 1,0 мл на 1,0 кг массы рыб

Для первого учетного периода опыта было отобрано 1800 особей карпа парской породы, возраст (1+), со средней навеской 21,0 г, продолжительность исследований составила 18 недель.

Для второго учетного периода опыта были отобраны 900 особей карпа, возраст (2+), со средней навеской 445,0 г и размещены в 3 садка по 300 штук в каждый, продолжительность исследований составила 16 недель.

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию радужной форели с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка в промышленных условиях проводили в ФГУП «Тёпловский Рыбопитомник» (р.п. Новые Бурасы Саратовская область) по схеме, представленной в таблице 5.

Форель содержалась в бассейнах размером 3,0x0,7x1,0м. Плотность посадки радужной форели составили 148 шт./м³. В лотки непрерывно поступала вода из скважины, за счет чего содержание кислорода не опускалось ниже 10 мг/л, водообмен был на уровне 2 раз в час.

Таблица 5 – Схема научно-хозяйственного опыта с радужной форелью в ФГУП «Тёпловский рыбопитомник»

Группа	Количество особей	Тип кормления
I	310	Основной рацион (ОР)
II	310	ОР + 1,0 мл гидролизат соевого белка на 1,0 кг живой массы рыб

Для опыта отобрали молодь радужной форели по принципу аналогов массой около 55,5 г и сформировали две группы I (контрольная) и II (опытная) по 310 особей в каждой. I группа получала полнорационный гранулированный комбикорм, а II группа получала тот же комбикорм, с введением панкреатического гидролизата соевого белка. Продолжительность эксперимента составила 24 недели.

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию ленского осетра с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка в садках проводили в пруду площадью 157 га, расположенном на территории Бородаевского муниципального округа (Марксовский район Саратовская область) по схеме, представленной в таблице 6.

Система садков, разработанная Г. А. Хандожко, В. В. Вертей, А. А. Васильевым (2008) включала в себя 4 садка размером 2,5х2,5х2,5 м, садки изготовлены из безузловой латексированной дели с размером ячеек стенок 10 мм, а дна 3 мм. Глубина водоема в месте расположения системы садков была 4,9 м.

Таблица 6 – Схема научно-хозяйственного опыта с ленским осетром в садках

Группа	Количество особей	Тип кормления
I	100	Основной рацион (ОР)
II	100	ОР + 1,0 мл панкреатического гидролизат соевого белка на 1,0 кг живой массы рыб

Для опыта отобрали 200 особей ленского осётра возрастом (1+), приобретенных в рыбноводном хозяйстве «ИП Вертей» Саратовского района Саратовской области. По методу пар-аналогов сформировали 2 группы по 100 особей в каждой, средняя масса навески около 100,0 г, молодь была приучена к поеданию гранулированных комбикормов. Продолжительность исследования составила 20 недель.

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию ленского осетра с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка в установках замкнутого водоснабжения проводили на базе научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова по схеме представленной в таблице 7.

Таблица 7 – Схема научно-хозяйственного опыта с ленским осетром в установке замкнутого водоснабжения

Группа	Количество особей	Характер кормления
I	100	Основной рацион (ОР)
II	100	ОР + 1,0 мл панкреатического гидролизата соевого белка на 1,0 кг массы рыбы

Для исследований отобрали 200 особей ленского осетра средней массой около 100,0 г и разместили их по 100 штук в два полипропиленовых бассейнов объемом 1,2 м³ каждый.

I (контрольная группа) получала гранулированный комбикорм, а II (опытная группа) в составе гранулированного комбикорма получала панкреатический гидролизат соевого белка из расчета 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы.

Во всех научно-хозяйственных опытах в течение подготовительного периода, продолжительностью 14 суток, все подопытные рыбы находились в одинаковых условиях, далее в течение 7 суток рыбам постепенно вводили в рацион комбикорм, содержащий панкреатический гидролизат соевого белка по следующей схеме: первый день 5 % от суточной дачи опытного корма, второй день – 10 %, третий день – 20 %, четвертый день – 40 %, пятый день – 60 %, шестой день – 80 %, седьмой день – 100 % от суточной дачи опытного корма.

Еженедельно проводили исследования темпов роста и развития рыб на основании результатов контрольных обловов. В лабораторных исследованиях всю рыбу подвергали взвешиванию на электронных весах. В период научно-хозяйственных опытов взвешивание рыб проводили по 3 партии, в навеске по 10 экземпляров. Число отловленных для взвешивания рыб в зависимости от количества посаженных составляло 5 – 10 %.

Для характеристики интенсивности роста использовались показатели абсолютного, относительного и среднесуточного приростов, а так же коэффициент упитанности рыб (Щербина М. А., Гамыгин Е. А., 2006).

Абсолютный прирост рассчитывался по разности между начальной и конечной массой рыбы за период.

Относительный прирост рассчитывался по формуле:

$$\Delta M = \frac{M_n - M_o}{M_o} 100 \%$$

где M_o и M_n – средняя масса рыбы в начале и конце периода соответственно.

Среднесуточный прирост или удельная скорость роста (C_w) рассчитывались по формуле:

$$C_w = \frac{2(M_n - M_o)}{(M_n + M_o)t} 100 \%$$

где t – продолжительность периода в сутках.

Коэффициент упитанности определялся по формуле Т. Фультона:

$$K_y = \frac{M}{L^3} 100 \%$$

где M – масса рыбы, г; L – длина (см) у карповых, лососевых до конца чешуйчатого покрова, у осетровых - вся длина или до конца лопасти хвостового плавника (Козлов В.И., Абрамович Л.С., 1982).

Для определения степени жирности рыб использовали упрощенный метод М. Л. Прозоровской по пятибалльной шкале:

Балл 0. Жира на кишечнике нет. Иногда кишечник покрыт тонкой белой соединительной пленкой. Между петлями кишечника видны нитевидные образования этой пленки.

Балл 1. Тонкая шнуровидная полоска жира расположена между вторым и третьим отделами кишечника. Иногда по верхнему краю второго отдела проходит очень узкая прерывающаяся полоска жира.

Балл 2. Неширокая полоска довольно плотного жира между вторым и третьим отделами кишечника. По верхнему краю второго отдела идет узкая непрерывная полоска жира. По нижнему краю третьего отдела кое-где виден жир отдельными небольшими участками.

Балл 3. Широкая полоска жира в середине между вторым и третьим отделами кишечника. В петле между вторым и третьим отделами эта полоса расширяется. По верхнему краю второго отдела и нижнему краю третьего идут широкие жировые полосы. У первого изгиба кишечника, если считать от головного конца, имеется жировой вырост в виде треугольника. Анальный конец кишечника в подавляющем большинстве случаев залит тонким слоем жира.

Балл 4. Кишечник почти целиком покрыт жиром за исключением маленьких просветов, где видна кишка. Эти просветы обычно бывают на второй петле и на третьем отделе кишечника; иногда можно встретить такие просветы и на втором отделе. Жировые выросты на обеих петлях мощные.

Балл 5. Весь кишечник залит толстым слоем жира. Нет никаких просветов. Мощные жировые выросты на обеих петлях.

2.2. Физико-химические исследования

Гидрохимические исследования проводились в начале и конце исследований согласно общепринятым в рыбоводстве методикам. Определение состава и свойств воды проводилось двумя методами – титриметрическим и колориметрическим по существующим методикам (Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А., 1987).

Измерение температуры и растворенного кислорода в воде проводились на поверхности и на дне водоема с помощью термооксиметра OxyScan по стандартной методике. Глубина прудов измерялась с помощью эхолота–прибора, в основе которого лежит использование часов для измерения глубины. С поверхности в глубину посылается звуковой импульс и принимается эхо,

отраженное от дна водоема. Часы измеряют интервал времени от отправления импульса до возвращения эха. Глубина определяется по запаздыванию эха: $h=vt/2$. рН измеряли с помощью рН-метра HANNA HI 98127, который показывает наличие кислотности и щёлочности в воде.

2.3. Корма и кормление рыб

В кормлении использовался гранулированный комбикорм с диаметром гранул от 2 до 4 мм, в соответствие с массой рыбы. Состав корма и питательность соответствовали периоду выращивания рыбы.

Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды и массы рыбы. Ежедневно определяли поедаемость корма и сохранность рыбы. Условия кормления рыб регламентировались рекомендациями М. А. Щербина и Е. А. Гамыгина (2006) и ГОСТом Р52346-2005.

Затраты корма рассчитывали в целом за опыт, как отношение количества корма внесенного в рыбоводную емкость к единице прироста массы (Щербина М. А., Гамыгин Е. А., 2006).

$$З = \frac{Ев}{R}$$

где Ев – количество вносимого корма, кг;

R – полученная продукция, кг.

В период разработки оптимальных норм ввода панкреатического гидролизата соевого белка для карпа кормление проводили 3 раза в сутки в 7, 13 и 17 часов. Для этого использовали для I группы гранулированный комбикорм состав, которого: рыбная мука - 10,0 %, сорго - 11,0 %, пшеница - 5,5 %, ячмень - 6,0 %, дрожжи кормовые - 34,0 %, шрот подсолнечный - 30,5 %, мел - 1,0 %, фосфор неорганический - 1,0 %, премикс - 1,0 %, для II, III и IV групп

использовали тот же гранулированный комбикорм с введением 25 % раствора панкреатического гидролизата соевого белка методом распыления в соответствии с нормой ввода. Питательность комбикорма представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Питательность 1 кг комбикорма для карпа

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
1	2	3	4	5
Обменная энергия, МДж	12,42	12,51	12,55	12,59
Сырой протеин, %	30,87	30,92	30,95	30,98
Сырой жир, %	14,05	14,05	14,05	14,05
Сырая клетчатка, %	7,73	7,76	7,78	7,80
БЭВ, %	29,36	29,36	29,36	29,36
Лизин, %	2,19	2,26	2,30	2,33
Метионин, %	0,68	0,70	0,71	0,72
Цистин, %	0,50	0,51	0,52	0,53
Триптофан, %	0,41	0,43	0,43	0,44
Треонин, %	1,64	1,68	1,71	1,73
Аргинин, %	2,29	2,38	2,43	2,47
Валин, %	1,95	2,01	2,04	2,06
Изолейцин, %	1,49	1,55	1,58	1,61
Лейцин, %	2,58	2,67	2,72	2,76
Гистидин, %	0,94	0,97	0,99	1,01
Фелилаланин, %	1,88	1,95	1,98	2,01
Тирозин, %	1,04	1,08	1,11	1,13
Пролин, %	-	0,07	0,10	0,14
Серин, %	-	0,06	0,09	0,12
Аланин, %	-	0,06	0,10	0,13

продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
Глицин, %	-	0,05	0,08	0,10
Аспарагиновая кислота, %	-	0,14	0,21	0,28
Глутаминовая кислота, %	-	0,24	0,36	0,47
Кальций, г	6,55	6,55	6,55	6,55
Фосфор, г	8,14	8,14	8,14	8,14
Калий, мг	11,07	11,07	11,07	11,07
Железо, мг	20,07	20,07	20,07	20,07
Цинк, мг	52,44	52,44	52,44	52,44
Марганец, мг	29,05	29,05	29,05	29,05
Медь, мг	24,77	24,77	24,77	24,77
Йод, мг	0,19	0,19	0,19	0,19
Кобальт, мг	0,73	0,73	0,73	0,73
Витамин D3 – эргокальциферол, мг	7,25	7,25	7,25	7,25
Витамин E – токоферол, мг	5,35	5,35	5,35	5,35
Витамин B1 – тиамин, мг	4,69	4,69	4,69	4,69
Витамин B2 – рибофлавин, мг	27,14	27,14	27,14	27,14
Витамин B3 – пантотеновая кислота, мг	32,80	32,80	32,80	32,80
Витамин B4 – холин, мг	2312,98	2312,98	2312,98	2312,98
Витамин B5 – никотинамид, мг	196,06	196,06	196,06	196,06
Витамин B12 – цианкобаламин, мг	26,50	26,50	26,50	26,50

В период разработки оптимальных норм ввода для радужной форели кормление проводили 3 раза в сутки в 7, 13 и 17 часов. Для этого использовали комбикорм для I группы следующего состава: рыбная мука – 63 %, пшеница – 7 %, пшеничный глютен – 13 %, рыбий жир – 16 %, премикс – 1 %. Питательность комбикорма представлена в таблице 9. Для II, III и IV групп использовали тот же

гранулированный комбикорм с введением в него 25 % раствора панкреатического гидролизата соевого белка методом распыления в соответствии с нормой ввода.

Таблица 9 – Питательность 1 кг комбикорма для радужной форели

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
1	2	3	4	5
Обменная энергия, МДж	22,40	22,54	22,59	22,63
Сырой протеин, %	44,00	44,09	44,21	44,36
Сырой жир, %	22,00	22,00	22,00	22,00
Сырая клетчатка, %	1,20	1,25	1,27	1,29
БЭВ, %	12,10	12,10	12,10	12,10
Лизин, %	2,40	2,52	2,56	2,60
Метионин, %	0,70	0,73	0,74	0,75
Цистин, %	0,40	0,42	0,43	0,44
Триптофан, %	0,70	0,73	0,74	0,74
Треонин, %	1,60	1,67	1,70	1,72
Аргинин, %	2,30	2,45	2,51	2,55
Валин, %	1,60	1,69	1,73	1,76
Изолейцин, %	2,20	2,29	2,33	2,36
Лейцин, %	2,80	2,95	3,01	3,05
Гистидин, %	0,90	0,95	0,97	0,99
Фелилаланин, %	2,00	2,11	2,15	2,18
Тирозин, %	0,70	0,77	0,80	0,82
Пролин, %	-	0,11	0,15	0,19
Серин, %	-	0,10	0,14	0,17
Аланин, %	-	0,10	0,15	0,18
Глицин, %	-	0,08	0,11	0,14

продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
Аспарагиновая кислота, %	-	0,23	0,32	0,39
Глутаминовая кислота, %	-	0,39	0,54	0,65
Кальций, г	24,00	24,00	24,00	24,00
Фосфор, г	16,70	16,70	16,70	16,70
Калий, мг	5,70	5,70	5,70	5,70
Железо, мг	62,70	62,70	62,70	62,70
Цинк, мг	8,40	8,40	8,40	8,40
Марганец, мг	11,70	11,70	11,70	11,70
Медь, мг	12,40	12,40	12,40	12,40
Йод, мг	0,02	0,02	0,02	0,02
Кобальт, мг	0,52	0,52	0,52	0,52
Витамин D3 – эргокальциферол, мг	799,00	799,00	799,00	799,00
Витамин E – токоферол, мг	200,00	200,00	200,00	200,00
Витамин B1 – тиамин, мг	1,04	1,04	1,04	1,04
Витамин B2 – рибофлавин, мг	3,70	3,70	3,70	3,70
Витамин B3 – пантотеновая кислота, мг	11,60	11,60	11,60	11,60
Витамин B4 – холин, мг	270,20	270,20	270,20	270,20
Витамин B5 – никотинамид, мг	248,10	248,10	248,10	248,10
Витамин B12 – цианкобаламин, мг	166,90	166,90	166,90	166,90

В период разработки оптимальных норм ввода для ленского осетра кормление проводили 2 раза в сутки в 9 и 19 часов. Для этого использовали влажную кормосмесь, состоящую для I группы из 500 г специализированного гранулированного комбикорма и 500,0 мл воды, для II группы из 500 г специализированного гранулированного комбикорма, 499,25 мл воды и 0,75 мл кормовой добавки на основе панкреатического гидролизата соевого белка, для III группы из 500 г комбикорма, 499,0 мл воды и 1,0 мл панкреатического

гидролизата соевого белка и для IV группы из 500 г специализированного комбикорма, 497,75 мл воды и 2,25 мл кормовой добавки.

Специализированный гранулированный комбикорм был произведен методом экструзии и состоял из рыбной муки (57,5 %), соевого шрота (20,0 %), пшеницы (1,5 %), рыбьего жира (20,0 %) и премикса (1,0 %). Питательность влажной кормовой смеси представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Питательность 1 кг влажной кормосмеси для ленского осетра

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
1	2	3	4	5
Обменная энергия, МДж	15,49	15,75	15,83	16,26
Сырой протеин, %	23,23	23,39	23,45	23,72
Сырой жир, %	13,53	13,53	13,53	13,53
Сырая клетчатка, %	0,64	0,74	0,77	0,93
БЭВ, %	4,14	4,14	4,14	4,14
Лизин, %	1,59	1,80	1,88	2,24
Метионин, %	0,55	0,60	0,62	0,72
Цистин, %	0,29	0,33	0,34	0,41
Триптофан, %	0,25	0,30	0,32	0,40
Треонин, %	0,92	1,05	1,10	1,32
Аргинин, %	1,48	1,75	1,84	2,30
Валин, %	1,11	1,28	1,34	1,63
Изолейцин, %	0,99	1,16	1,22	1,50
Лейцин, %	1,60	1,88	1,97	2,42
Гистидин, %	0,50	0,60	0,63	0,80
Фелилаланин, %	0,88	1,07	1,14	1,46

продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
Тирозин, %	0,70	0,83	0,87	1,10
Пролин, %	-	0,20	0,27	0,61
Серин, %	-	0,19	0,25	0,56
Аланин, %	-	0,19	0,25	0,57
Глицин, %	-	0,15	0,20	0,44
Аспарагиновая кислота, %	-	0,42	0,56	1,26
Глутаминовая кислота, %	-	0,71	0,95	2,13
Кальций, г	11,03	11,03	11,03	11,03
Фосфор, г	7,76	7,76	7,76	7,76
Калий, мг	4,11	4,11	4,11	4,11
Железо, мг	49,00	49,00	49,00	49,00
Цинк, мг	34,79	34,79	34,79	34,79
Марганец, мг	6,68	6,68	6,68	6,68
Медь, мг	6,48	6,48	6,48	6,48
Йод, мг	0,05	0,05	0,05	0,05
Кобальт, мг	0,24	0,24	0,24	0,24
Витамин D3 – эргокальциферол, мг	21,29	21,29	21,29	21,29
Витамин E – токоферол, мг	5,34	5,34	5,34	5,34
Витамин B1 – тиамин, мг	0,80	0,80	0,80	0,80
Витамин B2 – рибофлавин, мг	1,91	1,91	1,91	1,91
Витамин B3 – пантотеновая кислота, мг	5,58	5,58	5,58	5,58
Витамин B4 – холин, мг	258,65	258,65	258,65	258,65
Витамин B5 – никотинамид, мг	26,10	26,10	26,10	26,10
Витамин B12 – цианкобаламин, мг	76,19	76,19	76,19	76,19

В период научно - хозяйственных исследований кормление карпа производилось 3 раза в светлое время суток, через равные промежутки времени

полнорационным комбикормом. Для этого использовался специализированный комбикорм того же состава, что и для лабораторного опыта: для I группы состав, которого: рыбная мука - 10,0 %, сорго - 11,0 %, пшеница - 5,5 %, ячмень - 6,0 %, дрожжи кормовые - 34,0 %, шрот подсолнечный - 30,5 %, мел - 1,0 %, фосфор неорганический - 1,0 %, премикс - 1,0 %, для II и III групп использовали тот же гранулированный комбикорм с введением панкреатического гидролизата соевого белка методом распыления в соответствие с нормой ввода. Питательная ценность комбикорма представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Питательность 1 кг комбикорма для карпа при выращивании в садках

Показатель	Группа		
	I	II	III
1	2	3	4
Обменная энергия, МДж	12,42	13,12	13,35
Сырой протеин, %	30,87	32,92	33,60
Сырой жир, %	14,05	14,05	14,05
Сырая клетчатка, %	7,73	8,00	8,08
БЭВ, %	29,36	29,36	29,36
Лизин, %	2,19	3,12	3,43
Метионин, %	0,68	0,92	1,00
Цистин, %	0,50	0,67	0,73
Триптофан, %	0,41	0,61	0,68
Треонин, %	1,64	2,21	2,41
Аргинин, %	2,29	3,45	3,84
Валин, %	1,95	2,68	2,92
Изолейцин, %	1,49	2,23	2,48

1	2	3	4
Лейцин, %	2,58	3,75	4,13
Гистидин, %	0,94	1,36	1,50
Фелилаланин, %	1,88	2,72	2,99
Тирозин, %	1,04	1,61	1,81
Пролин, %	-	0,87	1,16
Серин, %	-	0,80	1,07
Аланин, %	-	0,82	1,09
Глицин, %	-	0,64	0,85
Аспарагиновая кислота, %	-	1,79	2,39
Глутаминовая кислота, %	-	3,05	4,06
Кальций, г	6,55	6,55	6,55
Фосфор, г	8,14	8,14	8,14
Калий, мг	11,07	11,07	11,07
Железо, мг	20,07	20,07	20,07
Цинк, мг	52,44	52,44	52,44
Марганец, мг	29,05	29,05	29,05
Медь, мг	24,77	24,77	24,77
Йод, мг	0,19	0,19	0,19
Кобальт, мг	0,73	0,73	0,73
Витамин D3 – эргокальциферол, мг	7,25	7,25	7,25
Витамин E – токоферол, мг	5,35	5,35	5,35
Витамин B1 – тиамин, мг	4,69	4,69	4,69
Витамин B2 – рибофлавин, мг	27,14	27,14	27,14
Витамин B3 – пантотеновая кислота, мг	32,80	32,80	32,80
Витамин B4 – холин, мг	2312,98	2312,98	2312,98
Витамин B5 – никотинамид, мг	196,06	196,06	196,06

В период научно - хозяйственных исследований кормление радужной форели производилось 6 раз в сутки, в дневное время через равные промежутки. Для этого использовался специализированный комбикорм того же состава, что и для лабораторного опыта: для I группы состав, которого: рыбная мука – 63,0 %, пшеница – 7,0 %, пшеничный глютен – 13,0 %, рыбий жир – 16,0 %, премикс - 1,0 %, для II групп использовали тот же гранулированный комбикорм с введением панкреатического гидролизата соевого белка методом распыления в соответствие с нормой ввода. Питательная ценность комбикорма представлена в таблице 12.

При расчете суточной нормы дачи комбикорма руководствовались рекомендациями С. В. Пономарева (2013) по кормлению радужной форели для оптимального роста.

Таблица 12 – Питательность 1 кг комбикорма для радужной форели

Показатель	Группа	
	I	II
1	2	3
Обменная энергия, МДж	27,41	33,26
Сырой протеин, %	45,05	48,78
Сырой жир, %	25,95	25,95
Сырая клетчатка, %	1,25	3,49
БЭВ, %	12,11	12,11
Лизин, %	3,38	8,35
Метионин, %	1,18	2,49
Цистин, %	0,60	1,53
Триптофан, %	0,69	1,77
Треонин, %	1,67	4,74
Аргинин, %	2,57	8,79
Валин, %	1,95	5,87

продолжение таблицы 12

1	2	3
Изолейцин, %	1,76	5,72
Лейцин, %	2,82	9,06
Гистидин, %	0,86	3,11
Фелилаланин, %	1,49	5,97
Тирозин, %	1,15	4,23
Пролин, %	-	4,66
Серин, %	-	4,29
Аланин, %	-	4,38
Глицин, %	-	3,40
Аспарагиновая кислота, %	-	9,60
Глутаминовая кислота, %	-	16,32
Кальций, г	24,03	24,03
Фосфор, г	16,76	16,76
Калий, мг	5,73	5,73
Железо, мг	62,77	62,77
Цинк, мг	77,66	77,66
Марганец, мг	11,74	11,74
Медь, мг	12,40	12,40
Йод, мг	0,02	0,02
Кобальт, мг	0,52	0,52
Витамин D3 – эргокальциферол, мг	45,68	45,68
Витамин E – токоферол, мг	13,34	13,34
Витамин B1 – тиамин, мг	1,04	1,04
Витамин B2 – рибофлавин, мг	3,70	3,70
Витамин B3 – пантотеновая кислота, мг	11,57	11,57
Витамин B4 – холин, мг	270,14	270,14
Витамин B5 – никотинамид, мг	248,10	248,10

Ленского осетра в период исследований кормили 2 раза в сутки утром и вечером. Для этого использовалась влажная кормосмесь, состоящая для I группы из 500 г специализированного гранулированного комбикорма и 500 г воды, а для II группы из 500 г специализированного гранулированного комбикорма, 482,2 мл воды и 17,8 мл кормовой добавки на основе панкреатического гидролизата соевого белка. Химический состав и питательность влажной кормовой смеси для выращивания ленского осетра представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Состав и питательность 1 кг влажной кормовой смеси для ленского осетра

Показатель	Группа	
	I	II
1	2	3
Рыбная мука, %	28,8	28,8
Соевый шрот, %	10,0	10,0
Пшеница, %	0,7	0,7
Рыбий жир, %	10,0	10,0
Дистиллированная вода, %	50,0	48,22
Гидролизат соевого белка, %	-	1,78
Премикс, %	0,5	0,5
В 1 кг кормосмеси содержится		
Обменная энергия, МДж	15,49	21,54
Сухое вещество, %	34,71	39,16
Сырой протеин, %	23,23	27,09
Сырой жир, %	13,53	13,53
Сырая клетчатка, %	0,64	2,95
БЭВ, %	4,14	4,14
Лизин, %	1,59	6,73

продолжение таблицы 13

1	2	3
Метионин, %	0,55	1,90
Цистин, %	0,29	1,25
Триптофан, %	0,25	1,36
Треонин, %	0,92	4,10
Аргинин, %	1,48	7,92
Валин, %	1,11	5,16
Изолейцин, %	0,99	5,08
Лейцин, %	1,60	8,06
Гистидин, %	0,50	2,84
Фелилаланин, %	0,88	5,51
Тирозин, %	0,70	3,88
Пролин, %	-	4,82
Серин, %	-	4,44
Аланин, %	-	4,53
Глицин, %	-	3,52
Аспарагиновая кислота, %	-	9,93
Глутаминовая кислота, %	-	16,88
Кальций, г	11,03	11,03
Фосфор, г	7,76	7,76
Калий, мг	4,11	4,11
Железо, мг	49,00	49,00
Цинк, мг	34,79	34,79
Марганец, мг	6,68	6,68
Медь, мг	6,48	6,48
Йод, мг	0,05	0,05
Кобальт, мг	0,24	0,24

1	2	3
Витамин D3 – эргокальциферол, мг	21,29	21,29
Витамин E – токоферол, мг	5,34	5,34
Витамин B1 – тиамин, мг	0,80	0,80
Витамин B2 – рибофлавин, мг	1,91	1,91
Витамин B3 – пантотеновая кислота, мг	5,58	5,58
Витамин B4 – холин, мг	258,65	258,65
Витамин B5 – никотинамид, мг	26,10	26,10

Кормовые продукты, входящие в состав рационов подопытных групп, исследовали на химический состав по стандартным методикам зооанализа.

Первоначальную влагу, определяли по ГОСТ Р 57059-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Экспресс-метод определения влаги.

Клетчатку определяли по ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки по Геннебергу и Штоману.

Определение сырой золы проводили по ГОСТ 26226-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.

Определение жира проводили по обезжиренному остатку по ГОСТ 13496.15-97. Корма. Комбикорма. Кормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира.

Определение протеина проводили по ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

Для определения кальция использовали оскалатный метод ГОСТ 26570-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция.

Для определения фосфора использовали колориметрический метод ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) определяли расчетным методом.

Остальные макроэлементы, микроэлементы и витамины, которые не определяются стандартными методами, учитывались исходя из данных заявленных производителем комбикорма.

2.4. Товарная оценка и химический анализ

Товарные качества рыб выращенных в индустриальных условиях определяли по окончании научно-хозяйственных опытов. Для этого проводили контрольный убой и определяли соотношение съедобных и несъедобных частей тела и химический состав мышечной ткани по принятым в рыбоводстве методикам (Кудряшева А. А., Саватеева Л. Ю., Саватеев Е. В., 2007). Для проведения исследований отбирали по 3 особи из каждой подопытной группы.

Анализ химического состава мышечной ткани рыбы устанавливали по методикам, изложенным Л. В. Антиповой, И. А. Глотовой и И. А. Роговым (2004).

Первоначальную влагу, определяли по AFNOR NF V04-401 Meat, meat products and fishery products - Determination of moisture content.

Определение сырой золы проводили по ГОСТ 31727-2012 (ISO 936:1998). Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы.

Определение жира проводили по обезжиренному остатку по ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира.

Определение протеина проводили по методу Кьельдаля.

Для определения кальция использовали ГОСТ Р 55573-2013. Мясо и мясные продукты. Определение кальция титриметрическим методами.

Для определения фосфора использовали колориметрический метод ГОСТ 32009-2013 (ISO 13730:1996). Мясо и мясные продукты. Спектрофотометрический метод определения массовой доли общего фосфора.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) определяли расчетным методом.

При определении массового состава рыбы её взвешивали. Затем удаляли чешую, плавники, отрезали голову, извлекали внутренности, отделяя при этом внутренние органы. Затем с тушки срезали филе, отделяя мясо от костей, и снимали с него кожу. Взвешивали различные части и рассчитывали соотношение съедобных, несъедобных и условно-съедобных частей рыбы, выраженное в процентах к массе рыбы.

Идентификацию аминокислот проводили с применением предколоночной модификации 6-аминоквинолин гидроксисукцинамидил карбаматом - AccQ по методу Waters AccQ-Tag с использованием набора реактивов WAT 052880. Данный метод обеспечивает специфическую количественную модификацию первичных аминогрупп, аминокислот и аминсахаров, характеризуется высокой чувствительностью и высокой эффективностью разделения.

2.5. Органолептические методы исследования

Объективная органолептическая оценка позволяет выявить влияние вводимого в рацион панкреатического гидролизата соевого белка на качество пищевой товарной рыбы, дает важную информацию о потребительских предпочтениях.

Органолептические исследования проводили по окончании научно-хозяйственных опытов рыбного филе и бульона по показателям качества: вкус, запах, консистенция, цвет, методом парных сравнений, который основан на сравнении двух подобных образцов со слабовыраженными различиями, представленными в паре. Результаты органолептической оценки выражали посредством пятибалльной шкалы по методике Сафроновой Т. М. (1998). Были заполнены дегустационные листы, обработаны, в них определены средне

арифметическое значение каждого единичного показателя качества с учетом коэффициента значимости, таким образом, делали заключение о качестве.

2.6. Гематологические и гистологические исследования

Гематологические показатели определяли в лаборатории в начале и конце исследований на анализаторе автоматического типа марки PCE-90Vet (производство USA), биохимический анализ крови проводился на биохимическом ветеринарном анализаторе BioChem SA (производство USA). Пробы крови у рыб на анализ брали из сердца, с помощью шприца с инъекционной иглой, проколов в середине отрезка, соединяющего основание грудных плавников (у форели и осетра) и чуть выше этой точки – у карпа. В период лабораторных исследований пробы брали у 3-х особей, в период научно-производственных опытов у 10 особей из каждой группы.

Изучение гистологической структуры внутренних органов проводили по общепринятым методикам в рыбоводстве. Ткани для исследований брали в конце научно-хозяйственных опытов у трех особей из каждой из подопытных групп. Для гистологического исследования брали кусочки органов и тканей размером 2x3 и толщиной 0,5-1,0 см, консервировали 10 %-ным раствором формалина в объеме, в 10 раз превосходящем объем взятого материала, в качестве фиксатора использовали жидкость Карнуа, для заливки материала использовали белый парафин. Приготовление срезов производилось на санном микротоме с использованием микротомных ножей. Фиксированные препараты срезов тканей микроскопировали на приборах "Olympus" (Япония).

2.7. Производственная апробация

В целях проверки результатов, полученных в научно-хозяйственных опытах, и подтверждения целесообразности использования гранулированного комбикорма с введением в него панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении ценных видов рыб была проведена производственная апробация на

ленском осетре в ООО «Тамбовский осетр» (Тамбовский район, Тамбовская область), на радужной форели в ФГУП «Тёпловский Рыбопитомник» (р.п. Новые Бурасы, Саратовская область) и карпе в ООО «Центр индустриального рыбоводства» (Энгельсский район, Саратовская область).

Комбикорм для карпа и лососевых был произведен на комбикормовом заводе ООО «Агроресурс» (Аркадакский район, Саратовская область) по разработанным нами рецептам (таблицы 14, 15), а для осетровых на комбикормовой заводе ООО «Прометрика» (г. Саратов).

Таблица 14 – Состав и питательность комбикорма для карповых рыб

Показатель	Содержание	
	I	II
1	2	3
Шрот соевый	20,0	22,0
Гидролизат соевого белка	-	5,0
Шрот подсолнечный	21,0	25,0
Пшеница	20,0	20,0
Рыбная мука	18,0	10,0
Отруби пшеничные	20,0	17,0
Премикс	1,0	1,0
В 1 кг корма содержится		
Обменная энергия, МДж	13,17	13,97
Сырой протеин, %	30,93	31,31
Сырой жир, %	10,50	10,81
Сырая клетчатка, %	8,37	9,13
БЭВ, %	33,07	32,52
Лизин, %	1,71	1,73
Метионин, %	0,65	0,59

1	2	3
Цистин, %	0,47	0,47
Триптофан, %	0,37	0,35
Треонин, %	1,23	1,15
Аргинин, %	2,10	2,10
Валин, %	1,53	1,46
Изолейцин, %	1,33	1,37
Лейцин, %	2,15	2,38
Гистидин, %	0,70	0,80
Фелилаланин, %	1,35	1,36
Тирозин, %	0,88	0,86
Пролин, %	-	0,46
Серин, %	-	0,05
Аланин, %	-	0,03
Глицин, %	-	0,04
Аспарагиновая кислота, %	-	0,13
Глутаминовая кислота, %	-	0,25
Кальций, г	7,75	4,87
Фосфор, г	8,02	6,45
Калий, мг	210,18	179,86
Железо, мг	306,54	267,89
Цинк, мг	51,92	46,72
Марганец, мг	21,89	22,77
Медь, мг	10,48	10,98
Йод, мг	0,12	0,13
Кобальт, мг	1,57	1,30
Витамин D3 – эргокальциферол, мг	13,95	8,24
Витамин E – токоферол, мг	6,36	5,04

Питательность комбикорма подопытных групп соответствовала по всем показателям периоду выращивания карповых рыб.

Таблица 15 – Состав и питательность комбикорма для лососевых

Показатель	Содержание	
	I	II
1	2	3
Шрот соевый	21,0	17,0
Гидролизат соевого белка	-	9,0
Рыбная мука	49,0	46,0
Дрожжи	10,0	10,0
Сухой обрат	6,0	5,0
Жир растительный	13,0	12,0
Премикс	1,0	1,0
В 1 кг корма содержится		
Обменная энергия, МДж	15,78	14,95
Сырой протеин, %	50,96	53,51
Сырой жир, %	9,08	8,01
Сырая клетчатка, %	7,99	6,82
БЭВ, %	10,05	9,63
Лизин, %	3,19	3,39
Метионин, %	1,19	1,12
Цистин, %	0,64	0,60
Триптофан, %	0,51	0,46
Треонин, %	1,88	1,79
Аргинин, %	2,91	2,88
Валин, %	2,29	2,19
Изолейцин, %	1,95	2,06

1	2	3
Лейцин, %	3,20	3,66
Гистидин, %	1,04	1,21
Фелилаланин, %	1,88	1,86
Тирозин, %	1,40	1,37
Пролин, %	-	0,15
Серин, %	-	0,09
Аланин, %	-	0,06
Глицин, %	-	0,08
Аспарагиновая кислота, %	-	0,23
Глутаминовая кислота, %	-	0,45
Кальций, г	19,32	17,05
Фосфор, г	14,24	12,70
Калий, мг	9,95	9,30
Железо, мг	92,12	84,32
Цинк, мг	64,98	58,23
Марганец, мг	17,20	16,19
Медь, мг	12,74	11,98
Йод, мг	2,98	2,50
Кобальт, мг	1,38	1,20
Витамин D3 – эргокальциферол, мг	36,48	32,08
Витамин E – токоферол, мг	9,56	8,50
Витамин B1 – тиамин, мг	2,65	2,54
Витамин B2 – рибофлавин, мг	10,87	10,51
Витамин B3 – пантотеновая кислота, мг	18,56	17,57
Витамин B4 – холин, мг	1150,76	1125,55
Витамин B5 – никотинамид, мг	97,60	92,67

Питательность комбикорма подопытных групп соответствовала по всем показателям периоду выращивания лососевых рыб.

Таблица 16 – Состав и питательность комбикорма для осетровых рыб

Показатель	Содержание	
	I	II
1	2	3
Шрот соевый	14,0	18,0
Гидролизат соевого белка	-	9,0
Растительный жир	4,0	6,0
Пшеница	12,0	0,0
Рыбная мука	51,0	46,0
Дрожжи	8,0	10,0
Горох	10,0	10,0
Премикс	1,0	1,0
В 1 кг корма содержится		
Обменная энергия, МДж	14,67	13,93
Сырой протеин, %	46,87	49,94
Сырой жир, %	7,12	9,10
Сырая клетчатка, %	1,77	1,69
БЭВ, %	20,42	13,23
Лизин, %	3,24	3,39
Метионин, %	1,05	1,05
Цистин, %	0,59	0,61
Триптофан, %	0,52	0,54
Треонин, %	1,93	1,79
Аргинин, %	3,00	3,19
Валин, %	2,30	2,21

1	2	3
Изолейцин, %	2,01	2,15
Лейцин, %	3,28	3,78
Гистидин, %	1,04	1,24
Фелилаланин, %	1,91	1,86
Тирозин, %	1,36	1,41
Пролин, %	2,45	2,60
Серин, %	0,00	0,09
Аланин, %	0,10	0,16
Глицин, %	0,11	0,19
Аспарагиновая кислота, %	0,11	0,34
Глутаминовая кислота, %	0,11	0,56
Кальций, г	19,88	18,12
Фосфор, г	14,63	13,30
Калий, мг	9,21	9,49
Железо, мг	85,81	83,89
Цинк, мг	74,05	66,55
Марганец, мг	19,14	16,10
Медь, мг	11,14	11,93
Йод, мг	2,14	2,16
Кобальт, мг	1,27	3,24
Витамин D3 – эргокальциферол, мг	37,61	34,16
Витамин E – токоферол, мг	11,19	8,95
Витамин B1 – тиамин, мг	2,53	2,46
Витамин B2 – рибофлавин, мг	11,84	13,09
Витамин B3 – пантотеновая кислота, мг	18,24	18,17
Витамин B4 – холин, мг	973,09	1075,91
Витамин B5 – никотинамид, мг	93,58	95,48
Витамин B12 – цианкобаламин, мг	315,15	301,90

Питательность комбикорма соответствовала по всем показателям периоду выращивания осетровых рыб.

Общий объем исследованного материала при проведении диссертационных исследований представлен в таблице 17.

Таблица 17 - Объем исследованного материала

Показатели	Количество
Объекты исследования, экз.	
карпа парской породы (<i>Cyprinus carpio carpio</i>)	3740
радужной форели породы Адлер (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1660
ленского осетра породы Лена – 1 (<i>Acipenser baerii Brant</i>)	1940
Пробы воды на физико-химические показатели, шт.	44
Биохимические анализы крови, шт.	146
Гистологические образцы, шт.	45
Химические образцы корма и мышечной ткани, шт.	120

Результаты исследований обрабатывали статистически, с применением общепринятых методик биометрии [Тарчоков Т. Т., Максимов В. И., Юлдашбаев Ю. А., 2016], а также программного пакета анализа Microsoft Excel (2010, 2016). Достоверность полученных различий оценивали по t-критерию Стьюдента (при уровне достоверности 0,95–0,999). Для установления зависимостей между признаками и степени связи между ними проводили корреляционный анализ с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

Раздел 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении карпа

В сложной экологической и социально-экономической ситуации сложившейся в области кормопроизводства для аквакультуры на сегодняшний день остается не разрешенной проблема полноценного белкового питания. Белковая недостаточность кормового сырья и белковая неполноценность комбикормов наносит большой урон развитию индустриальной аквакультуры. При индустриальном выращивании искусственное кормление становится единственным средством создания устойчивой и гарантированной кормовой базой для рыб. От уровня и качества белкового питания, количества протеина зависит усвоение и интенсивность метаболизма остальных питательных веществ. Анализ химического состава компонентов корма для рыб свидетельствует о несбалансированности их по аминокислотному составу и при современных нормах кормления не удовлетворяет потребности рыб. В таких условиях становится актуальным применение биологически активных кормовых добавок, для обогащения рационов питательными веществами организации полноценного питания рыб в замкнутых системах позволяющих увеличить рост рыб.

3.1.1. Результаты прогнозируемого опыта в аквариумах

Разработку оптимальных норм ввода в рацион панкреатического гидролизата соевого белка проводили в аквариумной установке (Васильев А. А., Волков А. А., Гусева Ю. А. и др., 2010). Установка позволяет синхронно

создавать одинаковый гидрохимический режим и оптимальное санитарно-гигиеническое состояние воды для одновременного проведения 12-ти вариантов научных исследований. В аквариумы поступала вода, прошедшая через дихлоратор, вместимость каждого аквариума составляла 250 л, при обмене воды на уровне 20 л/ч.

Для разработки оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион карпа по принципу пар-аналогов были отобраны 40 особей парской породы возраст (0+), с навеской около 50 г. Из них сформированы четыре группы по 10 особей в каждой по схеме, представленной в разделе «Материалы и методы исследований».

Рыбы, находятся в тесном взаимодействии с абиотическими и биотическими факторами среды. Внешняя среда влияет на все жизненные процессы, происходящие в организме рыбы: дыхание, питание, кроветворение, нервная деятельность, размножение, рост и развитие.

Проведя, физико-химический анализ воды в лабораторной аквариумной остановке мы пришли к выводу, что вода в системе отвечала требованиям ОСТ 15.372.87 для выращивания карповых рыб по всем жизненно важным показателям. Наиболее важными из которых, являются температура и содержание растворенного кислорода, оказывающие влияние на все жизненные функции организма. Температура воды на протяжении всего периода исследований была в пределах допустимых физиологических колебаний на уровне 23–25 °С. Содержание растворенного кислорода в воде не опускалось ниже 6 мг/л.

Исследования питательности кормовых компонентов корма на рост и развитие рыбы с использованием лабораторной аквариумной установки является наиболее объективным, так как точные результаты по поедаемости кормов в условиях прудового хозяйства невозможно из-за всеядности карпа (Мирошникова Е. П., Жариков А. Н., 2003).

В ходе разработки оптимальных норм ввода в рацион панкреатического гидролизата соевого белка мы проводили еженедельные взвешивания рыбы подопытных групп.

Оценка линейного и весового прироста рыб имеет решающее значение для определения питательности кормовых компонентов рациона. Динамика изменения живой массы молоди представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Средняя навеска карпа в период исследования, г (n=10)

Учетный период, нед.	Группа			
	I	II	III	IV
Начало исследований	51,0±0,7	50,0±0,8	50,5±0,7	50,2±0,9
1	55,8±1,1	54,6±1,0	55,0±1,2	54,9±1,3
2	61,0±1,2	60,0±1,1	60,8±1,3	60,9±1,4
3	67,3±1,3	66,6±1,4	67,6±1,5	67,6±1,2
4	74,1±1,3	74,8±1,5	76,7±1,6	76,9±1,2
5	81,9±2,1	83,4±2,0	86,1±1,9	86,6±1,8
6	90,1±1,8	92,2±1,7	95,7±1,7*	96,5±1,9*
7	98,5±2,3	100,9±2,4	105,2±2,1*	105,9±2,2*
Прирост за период	47,5	50,9	54,7	55,7

* - $P \geq 0,95$

В ходе исследований было установлено, что введение в рацион карпа панкреатического гидролизата соевого белка увеличивает интенсивность роста рыбы с четвертой недели выращивания. Наилучшие показатели роста отмечены в III и IV опытных группах. К седьмой недели выращивания получили достоверную разницу между I и III, IV группами. В конце исследования средняя навеска особи во II, III, IV группах превышала соответственно на 2,4 %, 6,8 % и 7,5 % данный показатель в I группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка.

Нами была вычислена высокая положительная корреляционная связь между нормой ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион карпа и его средней навеской $r=0,91$. Благодаря поддержанию оптимальных гидрохимических условий выращивания выживаемость особей во всех подопытных группах составила 100 %.

Для характеристики интенсивности роста используются показатели абсолютного, относительного и среднесуточного приростов. Показатель, определяющий интенсивность роста за конкретный промежуток времени и характеризующий различия между подопытными рыбами по величине прироста живой массы за данный отрезок времени является абсолютный прирост (рис. 2).

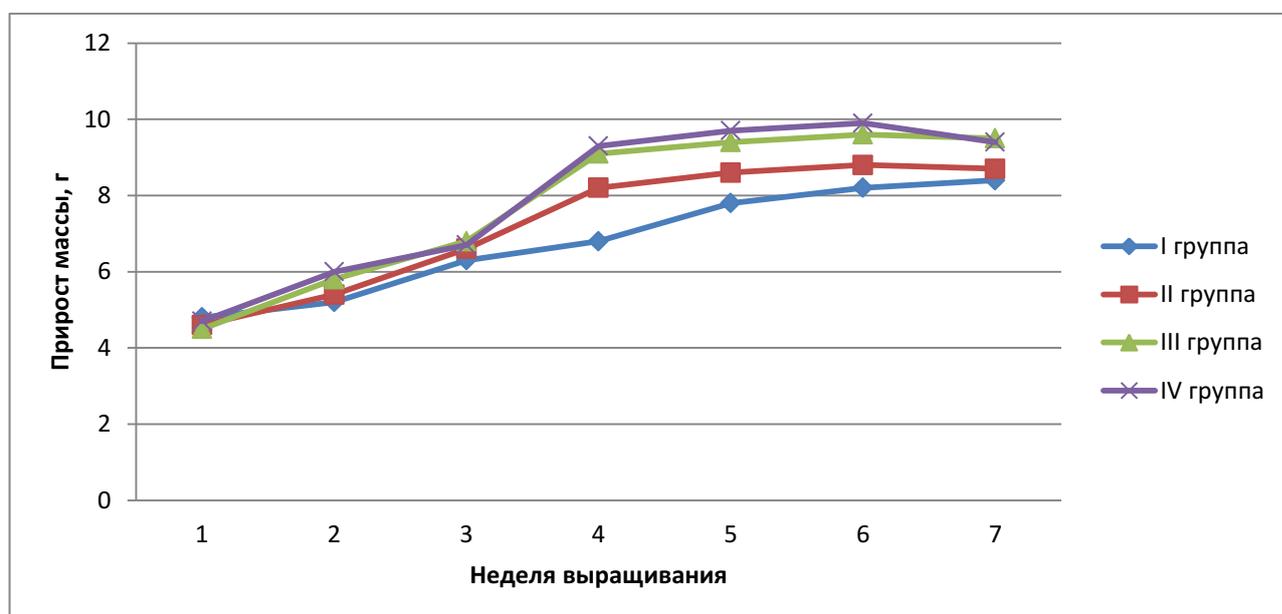


Рисунок 2. Абсолютный прирост массы карпа, г

Графическое представление абсолютного прироста массы карпа дает возможность отметить, что рыба в подопытных группах росла стабильно, в период опыта не наблюдается резких спадов или ростов продуктивности. С четвертой недели в группе I, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка видно снижение интенсивности. Анализ полученных данных свидетельствует, что введение в рацион карпа панкреатического гидролизата

соевого белка сопряжено с увеличением приростов. Влияние кормовой добавки на увеличение приростов карпа опытных групп можно объяснить сбалансированностью рационов по аминокислотному составу, что способствовало активации многих биохимических процессов в организме.

Энергию роста за учетный период отражает относительный прирост массы карпа (табл. 19).

Таблица 19 – Относительный прирост массы карпа, %

Учетный период, нед.	Группа			
	I	II	III	IV
1	9,41	9,20	8,91	9,36
2	9,32	9,89	10,55	10,93
3	10,33	11,00	11,18	11,00
4	10,10	12,31	13,46	13,76
5	10,53	11,50	12,26	12,61
6	10,01	10,55	11,15	11,43
7	9,32	9,44	9,93	9,74
Итого за опыт	93,14	101,80	108,32	110,96

Анализ полученных данных показывает, что введение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка увеличивает энергию роста молоди карпа в соответствие с нормой ввода. Так во II группе, получавшей 0,5 мл панкреатического гидролизата соевого белка на 1 кг живой массы относительный прирост был выше на 8,66 %, в III группе получавшей 0,75 мл на 1 кг живой массы, выше на 15,18 %, и в IV группе, получавшей 1,0 мл на 1 кг живой массы, выше на 17,82 %, чем в группе I, не получавшей в рационе панкреатический гидролизат соевого белка.

Среднесуточная удельная скорость роста рыб показывает процентное изменение массы рыб за каждые сутки периода (табл. 20).

Таблица 20 - Среднесуточная удельная скорость роста карпа, %

Учетный период, нед.	Группа			
	I	II	III	IV
1	1,28	1,26	1,22	1,28
2	1,27	1,35	1,43	1,48
3	1,40	1,49	1,51	1,49
4	1,37	1,66	1,80	1,84
5	1,43	1,55	1,65	1,70
6	1,36	1,43	1,51	1,54
7	1,27	1,29	1,35	1,33

Полученные данные позволяют сказать, о равномерности скорости роста в среднем за учетный период. При этом интенсивность роста в группах II, III и IV, получавших в рационе панкреатический гидролизат соевого белка, была немного выше уже с третьей недели выращивания. Эти данные свидетельствует, что сбалансированный по аминокислотному составу рацион, усиливает переваримость и усвоение питательных веществ рациона, повышает в целом обменные процессы в организме.

Существует определенная зависимость между массой рыбы и ее длиной. Соотношение между длиной тела рыбы и ее массой изменяется в зависимости от условий обитания. Подобные изменения можно численно выразить с помощью коэффициента упитанности — числа, которое характеризует упитанность рыб.

В ихтиологических экспертизах этот индекс позволяет оценить размеры по навескам, либо вес в разном возрасте на основе линейных показателей, получаемых в результате обратных исчислений роста по чешуе рыбы. Методы расчета зависимости между линейными и весовыми показателями у представителей этой группы низших позвоночных многие десятилетия обсуждаются в литературе (Морозов А. В., Дубровская К. П., 1951, Носков А. С.,

1956, Дадикян М. Г., 1967, Гершанович А. Д. и др., 1984, Ricker W. E., 1975, Bolger T., Connolly P. L., 1989, Cone R. S., 1989, Blackwell B. G. et al., 2000, Hansen M. J., Nate N. A., 2005).

В ходе исследований мы провели измерения длины рыб и вычислили коэффициент упитанности по Фультону (рис. 3).

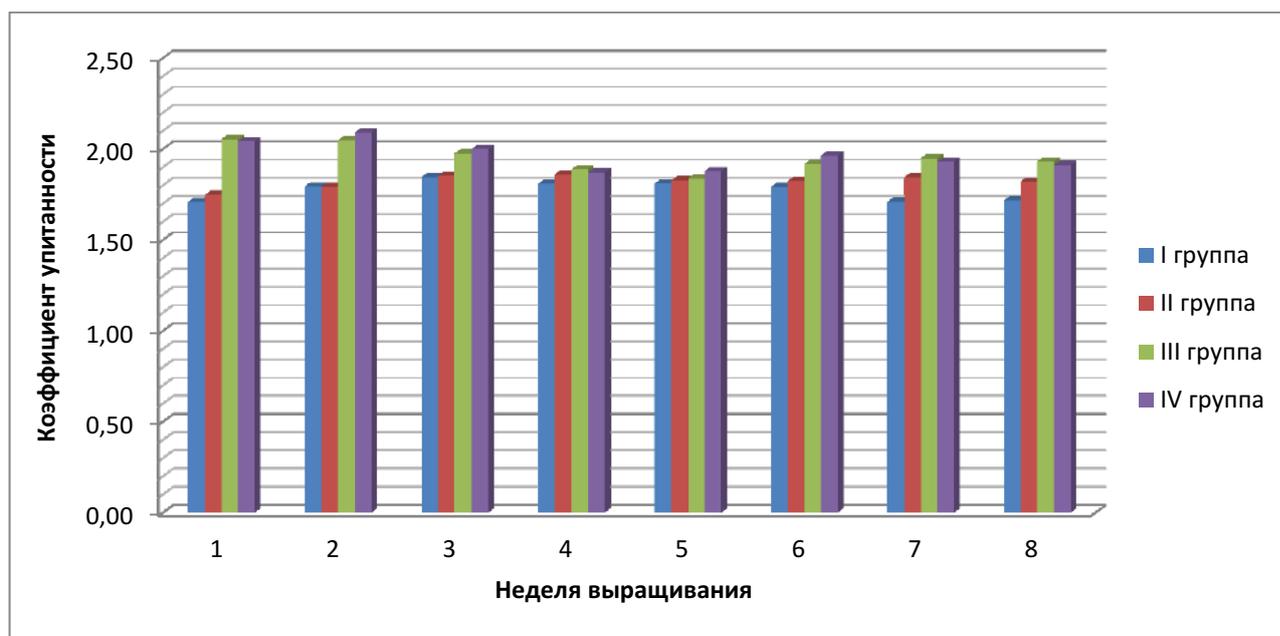


Рисунок 3. Коэффициент упитанности по Фультону

В начале исследований упитанность карпа была наиболее низкая, в связи с диетическим кормлением и голодной выдержкой перед транспортировкой, но не ниже физиологической нормы для сеголетков, которая находится в пределах 1,7 – 1,8. В среднем наиболее высокие коэффициенты упитанности были в III и IV группах, получавших панкреатический гидролизат соевого белка при норме ввода 0,75 и 1,0 мл на 1 кг живой массы карпа соответственно. В течение всего периода исследования отмечается рост коэффициента упитанности именно в этих группах, это можно объяснить увеличением живой массы рыбы за счет наращивания мышечной ткани. В группе I мы получили более прогонистые особи.

Проанализировав данные полученные по продуктивности можно сказать, что введение в рацион III и IV опытных групп, соответственно 0,75 и 1,0 мл

панкреатического гидролизата соевого белка на 1 кг живой массы способствовало наилучшему накоплению живой массы, ускорило обменные процессы в организме, благодаря чему увеличилась среднесуточная скорость роста карпа.

Обеспечить состав комбикорма незаменимыми аминокислотами в соответствие с потребностью карпа за счет составляющих его компонентов является непростой задачей. В этой связи весьма важными являются современные исследования по использованию альтернативных растительных и животных компонентов, обогащающих состав протеина незаменимыми аминокислотами (Толоконников, Г. Ю., 1979, Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., 1998, Гамыгин Е. А., Шилин И. В., 2000, Бойков Ю. А., Мухленов А. Г. И др., 2001, Остроумова И. Н., 2001, Гамыгин Е. А., Щербина М. А., Передня А. А., 2004, Абросимова Н. А., 2005).

Огромную роль в этом сыграли современные исследования по использованию конечных продуктов гидролиза для создания полноценных комбикормов для молоди ценных видов рыб (Канидьева А. Н., Гамыгин Е. А. и др., 1983, Турецкий В. И., Ильина И. Д., 1985, Канидьева А. Н., Турецкий В. И. и др., 1986, Разумовская Р. Г., Бигжи А. И., 2000, Аламдари Х., Пономарёв С. В., 2013, Berge G. M., Storebakken T., 1996).

В наших исследованиях для оптимизации рационов карпа по аминокислотному составу использовался панкреатический гидролизат соевого белка. Мы проанализировали поедаемость кормов и эффективность их использования во всех подопытных группах. Поедаемость корма определяли визуально, потребление корма карпом осуществлялось в течение 6-10 минут, что способствовало сохранению питательных веществ компонентов. Эффективность использования комбикормов отражают затраты корма на 1 кг прироста массы представленные на рисунке 4.

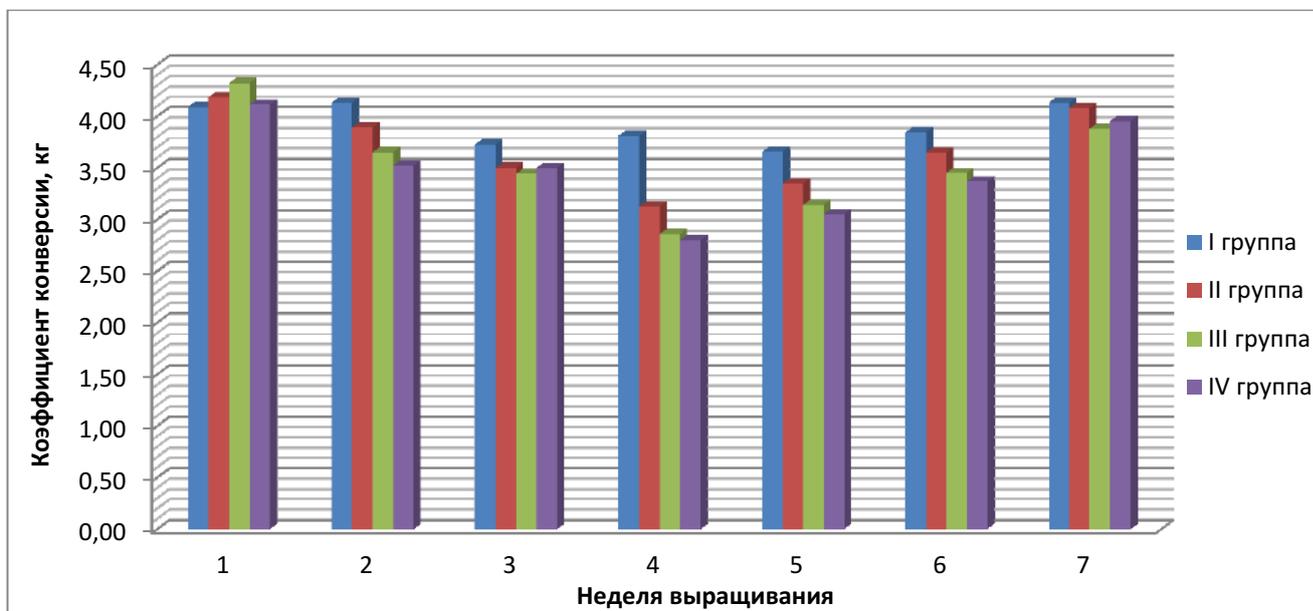


Рисунок 4. Затраты кормов на 1 кг прироста

Полученные результаты и графическое изображение коэффициента конверсии корма свидетельствуют, что этот показатель был на оптимальном уровне для данного периода выращивания карпа. Стоит отметить, что затраты корма на 1 кг прироста массы в III и IV опытных группах были ниже, чем в I и II группах на протяжении всего периода выращивания, за исключением первой недели выращивания рыб.

Нами были так же проанализированы средние затраты протеина и энергии на 1 кг прироста массы рыбы за период исследования (табл. 21).

Средние затраты корма на 1 кг прироста массы за период исследований были меньше во II группе на 5,88 %, в III на 9,46 % и в IV на 11,25 % по сравнению с I группой, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка. Затраты протеина на 1 кг прироста тоже уменьшались во II группе на 5,73 %, в III на 9,23 % и в IV на 10,94 % по сравнению с I группой. Затраты энергии на 1 кг прироста уменьшались во II группе на 5,20 %, в III на 8,51 % и в IV группе на 10,03 % по сравнению с I группой. Можно отметить, что затраты кормов, протеина и энергии уменьшались в соответствие с нормой ввода добавки.

Таблица 21 – Затраты на 1 кг прироста карпа в аквариуме

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Комбикорм, кг	3,91	3,68	3,54	3,47
Сырой протеин, г	1207,02	1137,86	1095,63	1075,01
Обменная энергия, МДж	48,56	46,04	44,43	43,69

Биохимические показатели крови способны отражать особенности промежуточного обмена и находятся под контролем нервной и эндокринной системы, это важные диагностические показатели, быстро реагирующие на изменения экзогенных и эндогенных факторов.

Динамика биохимических показателей может служить маркером состояния организма карпа в искусственных и естественных водоемах, характеризовать качество и количество питания, плотность посадки, адаптивные способности рыб, интенсивность действия антропогенных факторов (Строганов Н. С., 1962, Серпунин Г. Г., Лихачева О. А., и др. 2002, Камышников В. С., 2004, Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., 2013, Гулиев Р. А., Мелякина Э. И., 2014).

В ходе разработки нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка нами были установлены положительные изменения в рамках физиологической нормы большинства биохимических показателей. Для эффективного использования кормового белка рациона большое значение имеют процессы переаминирования, позволяющие экономно расходовать аминокислоты.

В период исследований по применению панкреатического гидролизата соевого белка в рационах карпа выявлено усиленное течение реакции переаминирования и белкового обмена в их организме (рис. 5). При увеличении содержания протеина в комбикормах содержание белка в плазме крови уменьшается в зависимости от величины ввода. Разница в средних величинах содержания общего белка в плазме крови I и IV группах достоверна при $P \geq 0,95$.

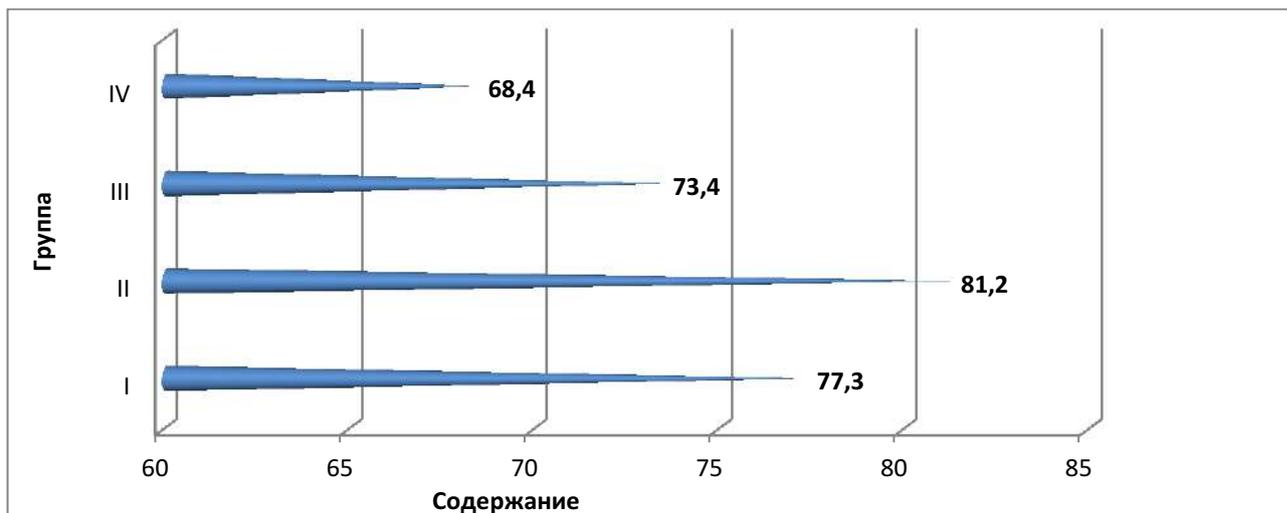


Рисунок 5. Содержание общего белка в плазме крови карпа, г/л

Наши данные соответствуют мнению исследователей, которые сообщают, что снижение содержания общего белка в плазме крови опытных особей обусловлено более интенсивными процессами белкового обмена в их организме и высокой энергией роста (Ростовцев А. А., Законнова Л. И., 2013, Граевская Ю. А., Васильев В. Ю., 2014, Дерень О. В., 2014, Тупицкая О. Н., Смоленский О. О., Курбатова И. Н., 2015). Так же нами были проанализированы ферменты принимающие участие в обмене аминокислот в организме аланинаминотрансфераза (АлТ) и аспартатаминотрансфераза, (АсТ). Данные ферменты могут служить показателями, отражающими нарушения в печени, сердечной мышце и других внутренних органах.

Проведенные нами исследования показали, что выявленные изменения активности сывороточных аминотрансфераз на фоне нетрадиционного источника белка связаны с интенсивностью роста молоди карпа и обусловлено высоким уровнем анаболических процессов азотистых веществ (рис. 6).

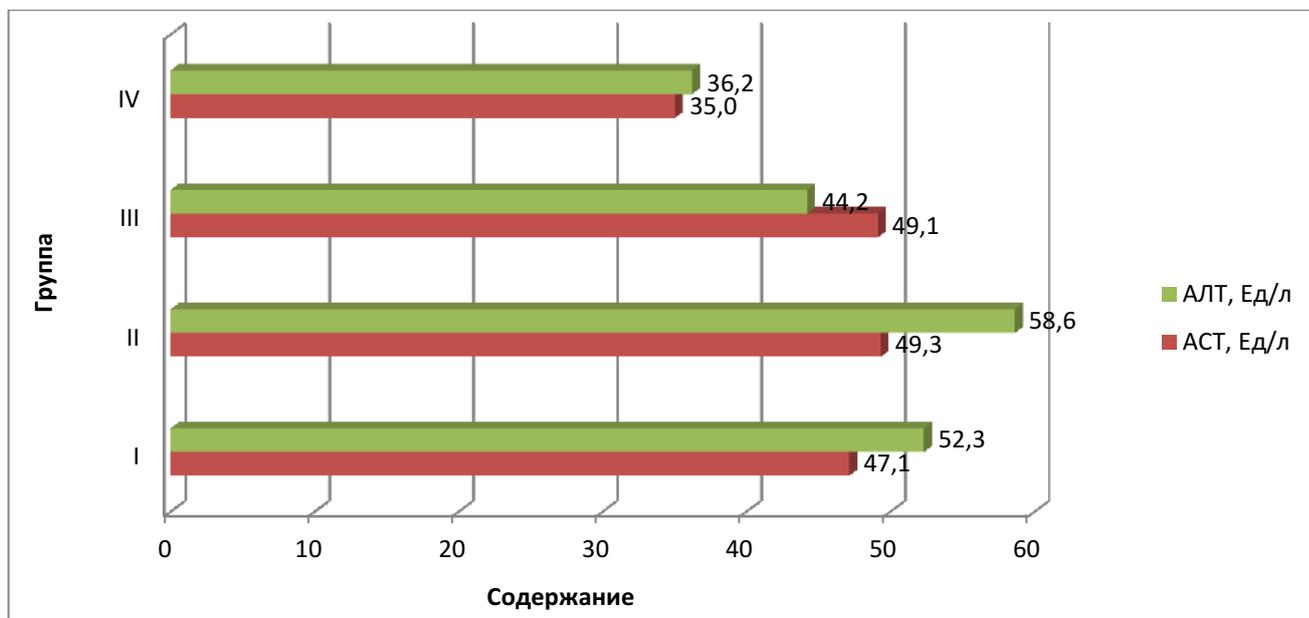


Рисунок 6. Активность аминотрансфераз в плазме крови молоди карпа

В группах II, III и IV, получавших панкреатический гидролизат соевого белка в крови уменьшался уровень активности АсТ и АлТ в соответствие с нормой ввода в рацион. При этом активность АсТ (интегрирующего фермента белкового синтеза) была на достаточно высоком уровне (в верхних пределах), что указывает на эффективное использование протеина кормового рациона. При этом наибольший белковый коэффициент наблюдался во II группе получавшей панкреатический гидролизат соевого белка на уровне 0,5 мл на 1 кг живой массы рыбы.

По окончании исследований нами был проведен клинический осмотр молоди карпа всех подопытных групп и патологоанатомическое вскрытие по три особи из каждой группы.

Молоди во всех подопытных группах вели себя активно, не обнаруживалось повреждений кожных покровов и плавников. Слизь полностью покрывала особи, её было достаточное количество, чтобы обеспечить защиту карпа от воздействия воздушной среды. Чешуйчатый покров циклоидный, без повреждений, отсутствовали опухоли, цисты, язвы или рубцы. Глаза круглые, прозрачные, с отсутствием кровоизлияний. Жаберные крышки полностью закрывали жаберные

дуги, по 4 с каждой стороны. На вогнутой стороне каждой из жаберных дуг были видны жаберные тычинки насыщенного красного цвета.

Патологоанатомическое вскрытие рыб позволило нам обследовать состояние внутренних органов карпа.

Сердце карпа подопытных групп двухкамерное и состоит из венозного синуса, предсердия желудочек и артериальной луковицы, выстлано оно однослойным плоским эпителием.

Еще одним органом кроветворения и выделения у рыб являются почки. Они не отличались разной формой или размерами у карпов подопытных групп. При осмотре мы не нашли следов кровоизлияния в этом органе. Патологий в развитии кровеносной системы не было обнаружено. Различий в анатомическом строении в образцах подопытных групп так же не обнаружено.

Плавательный пузырь у рыб закрытого типа. У всех осмотренных особей он был прозрачным без кровоизлияний, цист и отеков.

При осмотре печени анатомических различий в ее строении между группами, новообразований, кровоизлияний и гельминтов не обнаружено.

Пищеварительная система карпа состоит из ротовой полости, глотки, пищевода и кишечника. Кишечник, в связи с отсутствием такого органа как желудок имеет значительную длину, что дает возможность расщеплять пищу при воздействии внутрикишечных ферментов и пищеварительных соков. Слизистые оболочки пищеварительной системы всех подопытных особей не были гиперемированы. Кишечник III и IV групп, получавших панкреатический гидролизат соевого белка был короче, чем кишечник I группы которой скармливали основной рацион. Это связано с отсутствием необходимости разложения белка рациона, содержащего панкреатический гидролизат соевого белка на аминокислоты и пептиды. Патологий в развитии и различий в анатомическом строении пищеварительной системы в образцах подопытных групп так же не обнаружено.

В процессе паталогоанатомического вскрытия нами была изучена степень ожирения по шкале М. Л. Прозоровского. У карпа I группы обнаружили полосу плотного жира между вторым и третьим отделами кишечника. По верхнему краю второго отдела – узкая непрерывная полоска жира, по нижнему краю третьего отдела – отдельные небольшие участки жира, что соответствует 2 баллам. У особей из II группы была видна широкая полоска жира в середине между вторым и третьим отделами кишечника. В петле между вторым и третьим отделами эта полоса расширяется. По верхнему краю второго отдела и нижнему краю третьего идут широкие жировые полосы. У первого изгиба кишечника, если считать от головного конца, имеется жировой вырост в виде треугольника. Анальный конец кишечника в подавляющем большинстве случаев залит тонким слоем жира, что соответствует 3 баллам. У особей III и IV групп кишечник почти целиком покрыт жиром за исключением маленьких просветов, где видна кишка. Эти просветы были на второй петле и на третьем отделе кишечника и немного на втором отделе. Жировые выросты на обеих петлях были мощные, что соответствует 4 баллам.

Таким образом, можно отметить, что наилучший эффект на продуктивность и физиологическое состояние карпа оказывает введение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка при норме 0,75 мл и 1,0 мл на 1 кг массы рыбы.

Обоснованием использования различных норм ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикормах для молоди карпа может служить экономическая оценка введения в рацион дополнительного компонента и уровень его влияния на продуктивность. В этих целях нами был проведен сравнительный экономический анализ дополнительных затрат и их целесообразности при данных уровнях влияния на основные рыбопродуктивные показатели молоди карпа (табл. 22).

Таблица 22 – Экономическая оценка эффективности использования различных норм ввода панкреатического гидролизата соевого белка

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Ихтиомасса в начале исследований, кг	0,51	0,50	0,51	0,50
Ихтиомасса в конце исследований, кг	0,99	1,01	1,05	1,06
Прирост ихтиомассы, кг	0,48	0,51	0,55	0,56
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	0,11	0,11	0,11	0,11
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	60,00	60,00	60,00	60,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	3,71	3,71	3,79	3,80
Стоимость скормленного комбикорма, руб.	222,31	222,50	227,49	228,04
Стоимость 1л ПГСБ, руб.	-	250,00	250,00	250,00
Скормлено ПГСБ, л	-	0,02	0,03	0,04
Стоимость скормленного ПГСБ, руб.	-	5,22	8,03	10,74
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, руб.	222,31	227,72	235,52	238,78
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	180,00	180,00	180,00	180,00
Выручка от реализации рыбы, руб.	177,30	181,62	189,36	190,62
Доход от использования ПГСБ, руб.		4,32	12,06	13,32

Анализ полученных результатов свидетельствует, что прирост ихтиомассы за период исследований повышался в соответствие с увеличением нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка, но вместе с тем повышались и стоимость скормленных кормов, соответственно наибольшие затраты получились в III и IV группах. Дополнительный доход за счет введения панкреатического гидролизата соевого белка увеличивался, при этом норма ввода 0,5 мл на 1 кг живой массы повысила доход на 2,4 %, норма ввода 0,75 мл на 1 кг живой массы

на 6,8 %, а норма ввода 1,0 мл на 1 кг живой массы на 7,5 %, по сравнению с I группой, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка.

Полученные данные позволяют сказать о целесообразности и использования панкреатического гидролизата соевого белка в комбикормах для карповых рыб, но при разработке норм ввода рыба не достигла товарной навески, в связи с этим мы не могли рассчитать полную себестоимость выращивания. При расчете экономической эффективности было учтено только влияние панкреатического гидролизата соевого белка на увеличение продуктивности карпа, для уточнения влияния на экономические показатели необходимо было ещё провести научно-хозяйственные исследования по выращиванию карпа в индустриальных условиях.

3.1.2. Результаты товарного выращивания годовиков карпа в садках

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию карпа парской породы с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка в садках проводили на базе рыбоводного хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства» Энгельсского района Саратовской области.

Рыбу выращивали в плавучей системе садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы, разработанной А. А. Васильевым, А. А. Карасевым и И. В. Поддубной (2013) и изготовленной из безузловой латексированной дели размером 2,5×2,5×3,2 м, с размером ячеек стенок 10 мм, а дна 3 мм. Глубина водоема в месте расположения системы садков была 4,9 м.

Для первого учетного периода опыта было отобрано 1800 особей карпа парской породы, возраст (1+), с навеской 21,0 г и распределены по 600 штук в 3 садка, продолжительность исследований составила 18 недель.

Водоем является средой обитания для многочисленных живых организмов, для нормальной жизнедеятельности которых необходим ряд параметров физико-химического состояния водной среды. Температура является основным

абиотическим фактором, определяющим рост рыб. Установлено, что с увеличением температуры воды до определенного предела возрастает скорость роста рыб и потребность в белке корма. Положительное влияние повышения температуры до определенного предела на рост рыб обусловлено увеличением интенсивности обменных процессов в организме, повышением пищевых потребностей, увеличением степени ассимиляции пищи и эффективности ее использования на рост (Щербина М. А., 1973, Щербина М. А., Абросимова Н. А., Сергеева Н. Т., 1985, Скляр В. Я., Студенцова Н. А. 2001, Желтов Ю. А., 2006, Мясников Г. Г., 2006, Пономарев С. В., 2007, Piskova J. and Morkore T., 2007).

Вторым важнейшим фактором, обеспечивающим у рыб нормальный обмен веществ является содержание растворенного в воде кислорода. Дефицит кислорода в воде обуславливает высокие затраты корма, т.к. при хорошей поедаемости корма, но при плохом его усвоении имеют место быть низкие приросты рыбы.

За период исследования было отмечено постоянство физико-химических показателей воды. В месте установки садков скорость течения воды составляла 0,2-0,3 м/сек., а при смене погоды и порывах ветра скорость течения возрастала до 0,7 м/сек. Это создавало в садках необходимый водообмен для поддержания жизнедеятельности рыбы.

Среднесуточные колебания температуры воды лежали в пределах + 18,3-23,0 °С. Содержание растворённого в воде кислорода составило 6,8 мг/л, что соответствует требованиям к качеству воды для выращивания карповых рыб. Величина водородного показателя была стабильна и равнялась 7,5.

Проведя, физико-химический анализ воды в месте установки садковой системы пришли к выводу, что вода отвечала требованиям ОСТ 15.372.87 для выращивания карповых рыб по всем жизненно важным показателям.

Динамика массы рыбы - это один из основных рыбоводно-биологических показателей, который отражает условия содержания и кормления карпа. В ходе

исследований мы проводили еженедельные взвешивания подопытных карпов. Динамика изменений живой массы тела карпов представлена в таблице 23.

Таблица 23 – Средняя навеска карпа в первый учетный период, г (n=30)

Учетный период, нед.	Группа		
	I	II	III
Начало опыта	21,5±0,4	21,3±0,3	21,0±0,2
1	55,3±0,2	56,2±0,5	55,5±0,4
2	93,0±0,9	94,5±1,4	96,2±1,2*
3	136,7±1,5	146,4±2,0**	147,0±1,5**
4	184,2±1,7	200,5±2,1***	201,2±2,2***
5	229,6±2,1	247,4±2,0***	247,9±2,1***
6	274,1±2,0	299,0±2,3***	300,6±2,2***
7	316,2±3,2	346,4±3,9***	348,8±4,1***
8	359,6±3,5	389,7±4,0***	393,3±4,1***
9	399,9±4,7	431,6±5,7***	435,1±5,4***
10	431,1±5,2	476,0±5,5***	480,9±5,8***
11	457,5±5,0	507,9±5,2***	513,0±5,7***
12	483,3±5,5	535,2±5,0***	540,7±5,9***
13	510,9±5,1	572,7±5,3***	577,6±5,9***
14	534,0±5,0	605,9±6,3***	610,9±6,2***
15	555,5±4,7	637,8±6,2***	640,6±6,1***
16	577,7±6,3	664,1±6,4***	666,0±6,7***
17	596,2±5,3	687,5±6,4***	687,1±6,3***
18	612,8±3,6	706,2±2,1***	705,3±4,1***

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

С первой недели выращивания динамика массы в группах II и III, получавших панкреатический гидролизат соевого белка при кормлении, была

более интенсивной. К третьей недели разница между средней навеской рыбы данных групп была достоверной по сравнению с I группой, в рационе которой панкреатический гидролизат соевого белка отсутствовал. При этом следует отметить, что средняя навеска особей между группами II и III не имела значительной разницы. Продуктивность карпа по окончании исследований увеличилась во II группе на 15,2 %, а в III группе на 15,1 %, по сравнению с I группой.

На протяжении всего периода выращивания наблюдали за выживаемостью годовичков карпа. Условия выращивания карпа соответствовали требованиям по всем жизненно важным показателям и рационы были сбалансированы по основным питательным веществам. Это способствовало тому, что выживаемость рыб в период исследований в I группе составила 91,0 %, а во II группе она была на 3,0 % и в III группе на 4,0 % выше.

Абсолютный прирост и среднесуточная скорость роста показатели, определяющие интенсивность роста за конкретный промежуток времени и характеризующие различия между рыбами по величине прироста живой массы за данный отрезок времени (рис. 7).

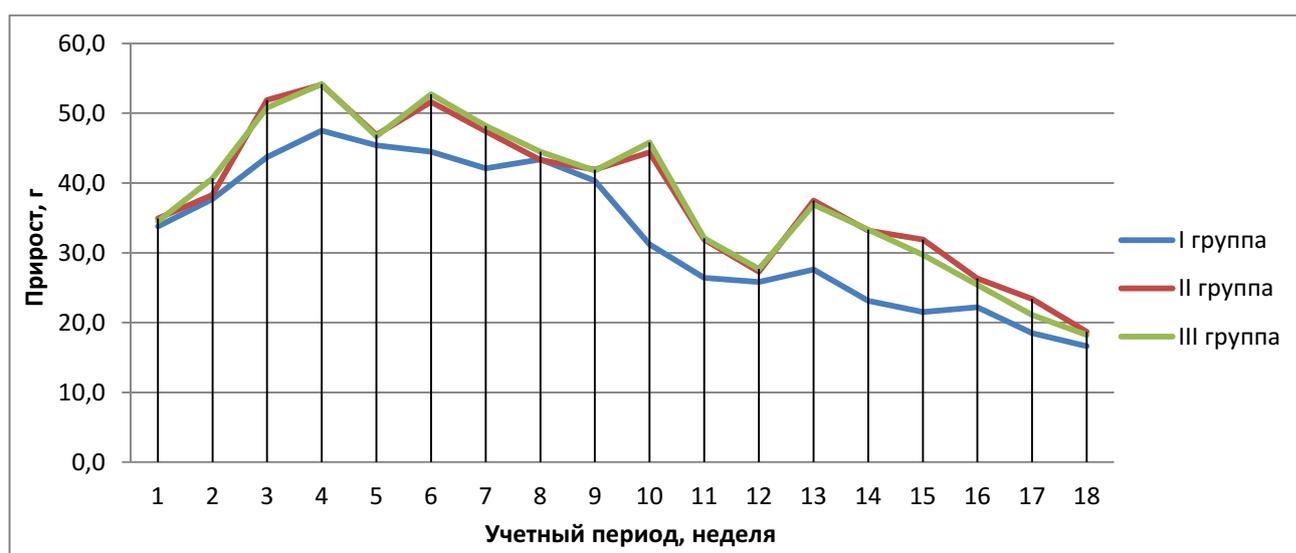


Рисунок 7. Абсолютный прирост карпа в период исследований, г

На графическом изображении видно, что интенсивный рост во всех подопытных группах наблюдался до 9 недели выращивания. Затем в группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка он начал снижаться. В группах, где была использована кормовая добавка интенсивный рост был до 10 недели. Далее во всех группах наблюдался спад в продуктивности, связанный с понижением температуры воды. Тем не менее, наибольшие приросты отмечаны во II и III группах, получавших панкреатический гидролизат соевого белка в своем рацион. Общий прирост за весь период исследований был выше на 15,8 % во II и на 15,7 % в III группе по сравнению с I группой.

Среднесуточная удельная скорость роста рыб показывает процентное изменение массы рыб за каждую неделю периода (табл. 24).

Среднесуточная скорость роста карпа в первый учетный период была не равномерна. В первые недели выращивания до средней навески около 400 г во всех подопытных группах интенсивность роста была не ниже 1,5 %. В дальнейшем скорость роста снизилась, но в группах, получавших панкреатический гидролизат соевого белка, она была все же выше, чем в I группе.

Полученные данные свидетельствуют, что использование панкреатического гидролизата соевого белка способствуют повышению продуктивности и выживаемости особей.

Выращивание карпа в садках является перспективным методом и имеет ряд преимуществ перед прудовым, но в связи с ограничением потребления рыбами естественной пищи, увеличиваются и затраты на искусственные комбикорма. Рацион карпа выращенного в садках должен быть сбалансирован по всем основным питательным веществам (Александров С. Н., 2005).

Таблица 24 – Среднесуточная удельная скорость роста карпа в первый учетный период, %

Учетный период, нед.	Группа		
	I	II	III
1	12,6	12,9	12,9
2	7,3	7,3	7,7
3	5,4	6,2	6,0
4	4,2	4,5	4,4
5	3,1	3,0	3,0
6	2,5	2,7	2,7
7	2,0	2,1	2,1
8	1,8	1,7	1,7
9	1,5	1,5	1,4
10	1,1	1,4	1,4
11	0,8	0,9	0,9
12	0,8	0,7	0,8
13	0,8	1,0	0,9
14	0,6	0,8	0,8
15	0,6	0,7	0,7
16	0,6	0,6	0,6
17	0,5	0,5	0,4
18	0,4	0,4	0,4

В наших исследованиях использовался комбикорм с введением в него панкреатического гидролизата соевого белка в количестве 0,75 и 1,0 мл на 1 кг ихтиомассы рыбы. Кормление рыбы производилось 3 раза в светлое время суток ручным методом, через равные промежутки времени. Состав и питательность используемого рациона представлена в главе «Материалы и методы

исследований». При введении в рацион карпа панкреатического гидролизата соевого белка увеличилось содержание сырого протеина во II группе на 2,2 %, а в III группе на 2,9 %. Так же улучшился и аминокислотный состав корма. При этом содержание данных веществ не превышало физиологической потребности карпа.

Нами было учтено количество скормленного корма и проанализированы еженедельные затраты кормов на 1 кг прироста массы рыбы (рис. 8).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в течение большего времени выращивания затраты корма на 1 кг прироста в I группе были выше, чем во II и III группе. Группы, потреблявшие панкреатический гидролизат соевого белка, в среднем лучше усваивали комбикорм и конвертировали питательные вещества в энергию роста.

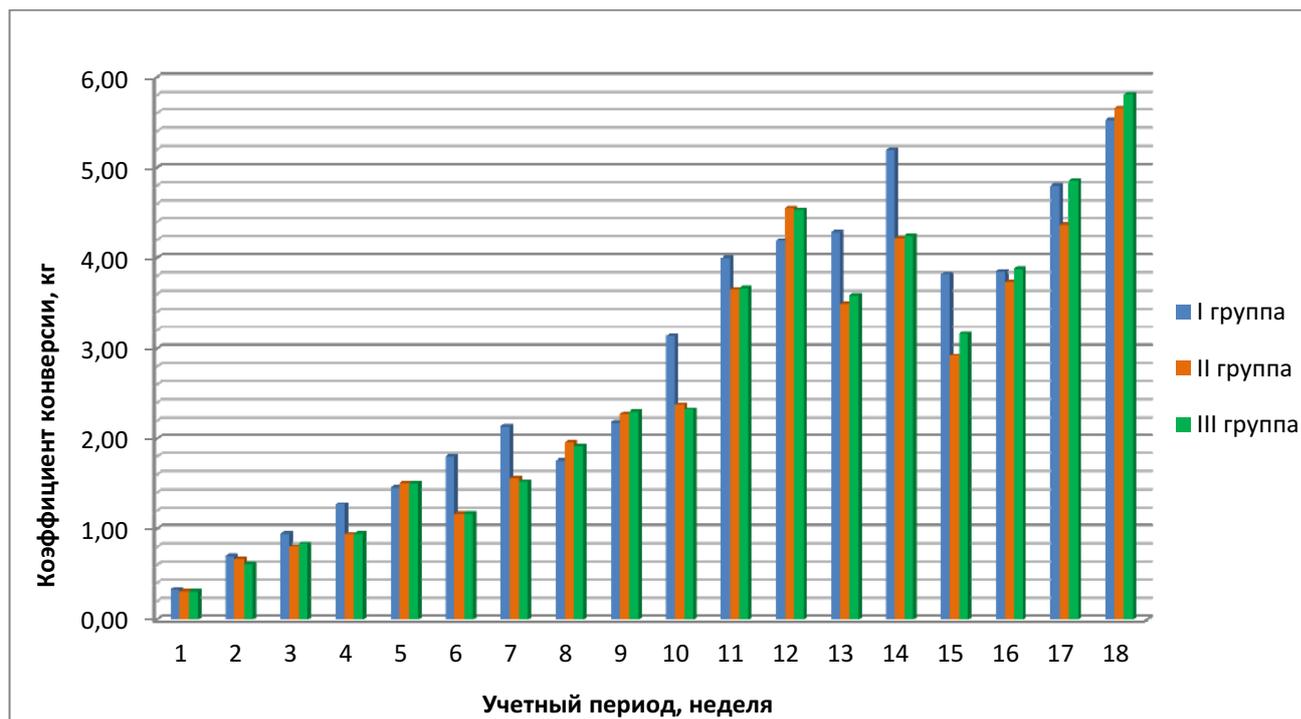


Рисунок 8. Затраты корма на 1 кг прироста ихтиомассы карпа

Нами были так же проанализированы средние за период опыта показатели: затраты корма, протеина и энергии на 1 кг прироста ихтиомассы карпа (табл. 25).

Таблица 25 – Затраты на 1 кг прироста

Показатель	Группа		
	I	II	III
Комбикорм, кг	2,51	2,40	2,42
Сырой протеин, г	805,31	790,17	811,61
Обменная энергия, МДж	32,40	31,49	32,25

Из данных таблицы 25 можно сделать вывод, что затраты корма за период исследований в группах потреблявших панкреатический гидролизат соевого белка были ниже, во II группе на 7,99 % в III группе на 7,41 %. Затраты сырого протеина уменьшились во II группе на 1,88 %, а в III группе увеличились на 0,78 %, по сравнению с I группой, не получавших в своем рациона панкреатический гидролизат соевого белка. Затраты обменной энергии уменьшились во II группе на 2,80 %, а в III группе на 0,47 %, по сравнению с I Показатели не превышали физиологической нормы по конверсии комбикормов. Полученные данные согласуются с результатами других исследователей изучавших эффективность использования комбикормов (Скляров В. Я, 1981, Гамыгин Е. А., Салькова И. А. Щербина М. А., 1997, Остроумова И. Н, 2001, Phillips A. M., 1980).

Изменения среды обитания и условий кормления рыб влияют не только на рыбопродуктивность, но и на физиологическое состояние. Являясь внутренней средой организма, кровь реагирует на эти изменения и свидетельствует о характере и тяжести этих отклонений (Кудрявцев А. А. и др., 1969, Иванов А. А., 2003, Головина Н. А., Романова О. В. и др., 2008).

С целью изучения влияния панкреатического гидролизата соевого белка на физиологическое состояние карпа нами были изучены гематологические показатели.

Гематологические показатели мы определяли в лаборатории в начале и конце исследований на анализаторе автоматического типа марки PCE-90Vet (производство USA). Пробы крови у карпа для анализа брали из сердца, с

помощью шприца с инъекционной иглой, проколов в чуть выше середины отрезка, соединяющего основание грудных плавников. Для исследований было отобрано по 10 особей из каждой группы. Полученные результаты представлены в таблице 26.

Введение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка благотворно повлияло на функционирование кроветворных органов. Все гематологические показатели по окончании выращивания увеличились в значениях по отношению к началу выращивания. Достаточно высокое содержание гемоглобина в течение всего периода исследования способствовало нормальному протеканию метаболизма.

Под воздействием сбалансированного аминокислотного состава наблюдалось так же изменение функциональных характеристик эритроцитов. Средняя концентрация гемоглобина в эритроците снизилась во II группе на 2,98 % ($P \geq 0,999$), а в III группе на 2,75 % ($P \geq 0,999$), по сравнению с I группой.

Величина гематокритного числа в крови молоди карпа до начала исследований была на уровне $18,3 \pm 0,06$ %. По окончании выращивания величина гематокрита была ниже по отношению к началу выращивания, но выше, во II группе на 65,22 % ($P \geq 0,999$) и в III группе на 55,43 % ($P \geq 0,999$), по сравнению с I группой.

Содержание лейкоцитов и тромбоцитов снизилось в группах, получавших панкреатический гидролизат соевого белка. При этом все показатели были в пределах физиологической нормы для карпа. Полученные нами результаты согласуются с исследованиями других авторов (Иванова Н. Т., 1983, Головина Н. А., 1997, Tripathi N. K. et al., 2004, Ruchin A. B., 2006).

Рыба является ценным продуктом, который рекомендуют обязательно включать в рационы питания, как врачи, так и диетологи. Рыбные продукты отличаются диетическими свойствам. После тепловой обработки мясо рыбы становится сочным, рыхлым, легко пропитывается пищеварительными соками, что способствует лучшему перевариванию и усвоению его организмом человека.

Белки мяса рыбы по сравнению с белками мяса теплокровных животных отличаются более высокой (до 97 %) усвояемостью.

Таблица 26 – Гематологические показатели карпов, выращенных в садках

Период исследований	Группа		
	I	II	III
Эритроциты, $10^{12}/л$			
Начало	1,06±0,07		
Окончание	0,96±0,09	1,32±0,10*	1,34±0,12*
Лейкоциты, $10^9/л$			
Начало	117,4±1,01		
Окончание	175,3±1,1	168,9±0,92	167,8±1,2
Тромбоциты, $10^9/л$			
Начало	26,0±0,62		
Окончание	51,3±0,48	48,0±0,58	49,4±0,64
Гематокрит, %			
Начало	18,3±0,06		
Окончание	9,2±0,11	15,2±0,12***	14,3±0,2***
Средний объем эритроцита, фл			
Начало	168,0±0,54		
Окончание	105,3±0,64	109,7±0,61	106,5±0,73
Гемоглобин, г/л			
Начало	78,0±0,80		
Окончание	79,3±1,10	91,5±0,76***	90,8±0,90***
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг			
Начало	93,6±1,1		
Окончание	68,7±1,0	77,2±1,0	76,1±1,3
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л			
Начало	577,3±1,3		
Окончание	654,3±1,2	634,8±1,5***	636,3±1,7***

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

В наших исследованиях товарные качества рыбы выращенной в индустриальных условиях изучали по окончании научно-хозяйственного опыта, для этого определяли соотношение съедобных и несъедобных частей тела по принятым в рыбоводстве методикам (Кудряшева А. А., Саватеева Л. Ю., Саватеев Е. В., 2007). Для проведения исследований отбирали по 3 особи из каждой подопытной группы.

При определении массового состава рыбы её взвешивали. Затем удаляли чешую, плавники, отрезали голову, извлекали внутренности, отделяя при этом внутренние органы. Далее с тушки срезали филе, отделяя мясо от костей, и снимали с него кожу. Взвешивали различные части и рассчитывали соотношение съедобных и несъедобных частей рыбы, выраженное в процентах к массе рыбы (табл. 27, рис. 9).

Таблица 27 – Результаты контрольного убоя подопытных карпов, г

Масса	Группа		
	I	II	III
Рыбы	615,70±3,2	706,20±3,4	705,30±3,1
Головы и плавников	101,59±2,4	117,23±2,2**	117,79±2,3**
Кожи	27,71±1,3	29,66±1,0	28,21±1,2
Костной ткани	51,72±1,1	58,61±1,3*	58,54±1,0*
Мышечной ткани	397,74±2,3	462,56±2,1***	461,27±2,2***
Внутренние органы и жир	16,01±0,7	16,95±0,9	16,22±0,8
Жабр, слизи, крови, полостной жидкости	20,93±0,8	21,19±0,7	23,27±0,9
Съедобных частей	413,75±2,1***	479,51±2,0***	477,49±2,2***
Несъедобных частей	201,95±1,2***	226,69±1,3***	227,81±1,0***

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

Оценка морфологического состава тела подопытных карпов выявила достоверное изменение тканей и органов. С добавлением в рацион

панкреатического гидролизата соевого белка достоверно увеличилось содержание мышечной ткани во II и III группах, по сравнению с I группой. Так же было отмечено повышение массы съедобных частей во II группе на 15,8 %, а в III группе на 15,4 % и уменьшение несъедобных частей во II группе на 12,3 %, а в III группе на 12,8 %, по сравнению с I группой.

Графическое изображение удельной доли частей тела карпа отражает отсутствие отличий между II и III группами. При этом мы видим отличия в составе у рыбы I группы и подопытных II и III групп, соответственно, на 0,7 % и 0,5 %.

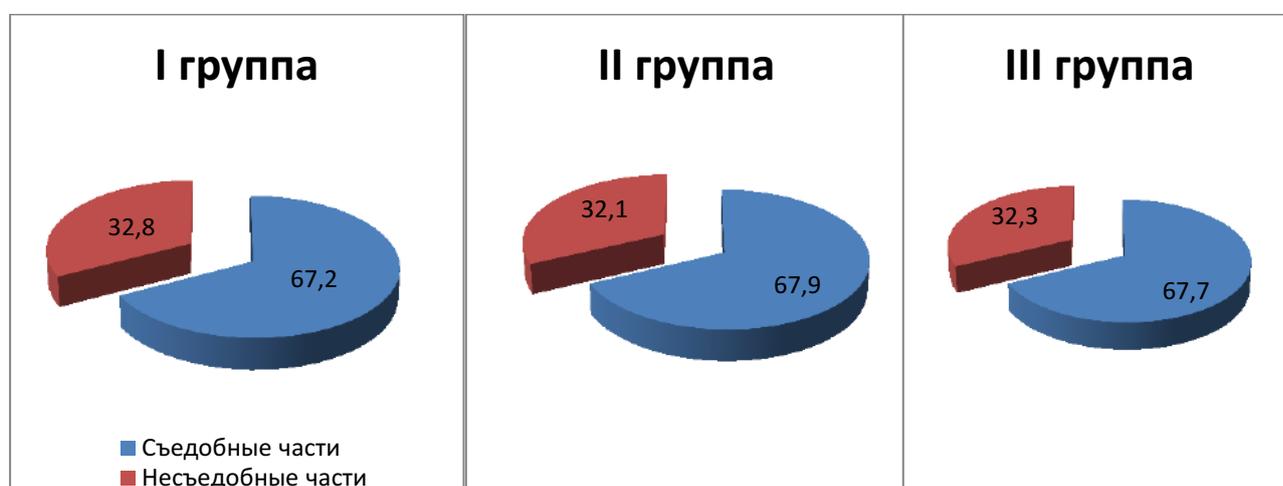


Рисунок 9. Удельная доля съедобных и несъедобных частей карпа, %

Любое изменение условий жизни рыб прямо или косвенно связано с изменением энергетического баланса, что неизбежно приводит к соответствующим сдвигам. Например, увеличение относительных размеров сердца, почек, печени, повышения концентрации гемоглобина в крови и т. д. Способность повышать энергетический обмен для выживания в стрессовой ситуации выработалась у животных в процессе эволюционного развития и является их важнейшей адаптацией к изменениям условий среды. Метод морфофизиологических индикаторов один из популярных методов оценки адаптационной реакции организма (Шварц С. С., 1958, 1980).

В наших исследованиях мы провели оценку физиологического состояния рыб по общепринятым морфофизиологическим индикаторам (табл. 28). В ходе которой не было выявлено достоверных различий между развитием внутренних органов у рыб подопытных групп. Вся исследуемая рыба была здорова с хорошо развитыми внутренними органами, без гиперемии и новообразований.

Таблица 28 - Морфофизиологические индексы, %

Индекс	Группа		
	I	II	III
Гепатосоматический	0,97±0,06	0,99±0,05	0,96±0,07
Кардиосоматический	0,31±0,02	0,29±0,01	0,30±0,03

При изучении развития внутренних органов особое внимание было уделено желудочно-кишечному тракту, в частности кишечнику (рис. 10).

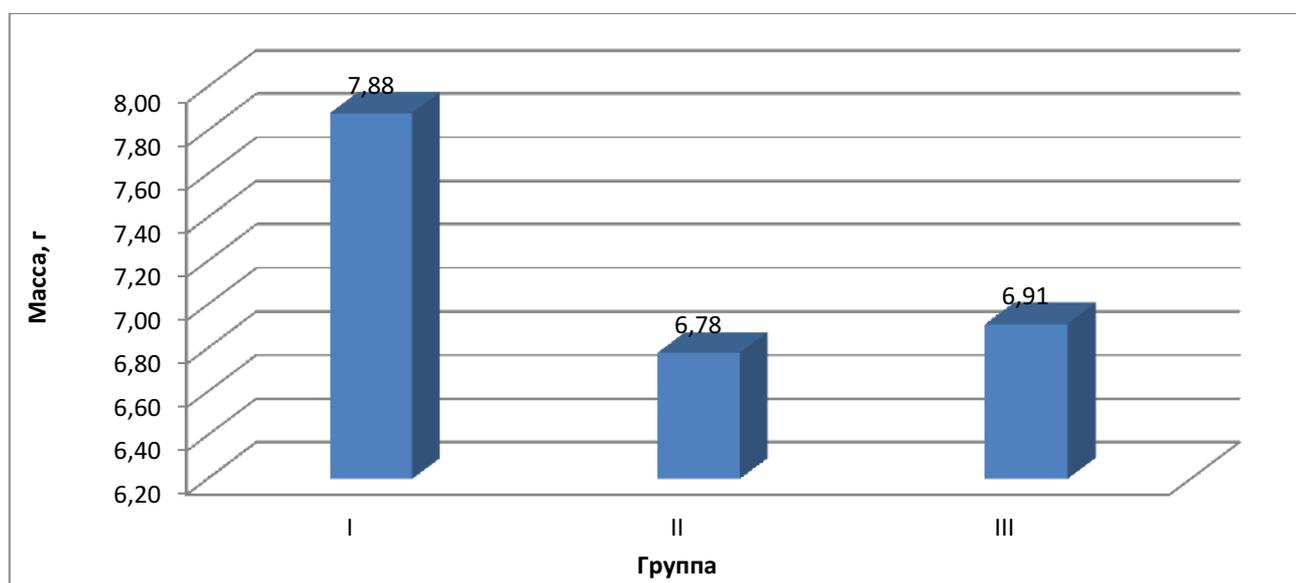


Рисунок 10. Масса кишечника подопытных групп карпа, г.

По данным Щербины М. А. (1973) и Остроумовой И. Н. (2001) под влиянием животной пищи кишечник карпа укорачивается и, как следствие, уменьшается его масса. А под влиянием растительной пищи кишечник

увеличивается. Введение в рацион годовичков карпа панкреатического гидролизата соевого белка способствовало лучшей усвояемости корма и, как следствие, уменьшилась длина и масса кишечника у подопытных особей II и III групп. Так, изменение характера пищи привело к снижению массы кишечника во II группе на 13,98 % ($P \geq 0,99$) и в III группе на 12,29 % ($P \geq 0,99$), по сравнению с I группой.

Пищевая ценность карпа обусловлена химическим составом его основных тканей, а биологическую ценность его определяет белковая часть. Мышечная ткань, как известно, имеет сложный химический состав, включающий в себя воду, белки, жиры, минеральные вещества, уровень содержания которых зависит от многих факторов, таких, как кормление и условия содержания (рис. 11).

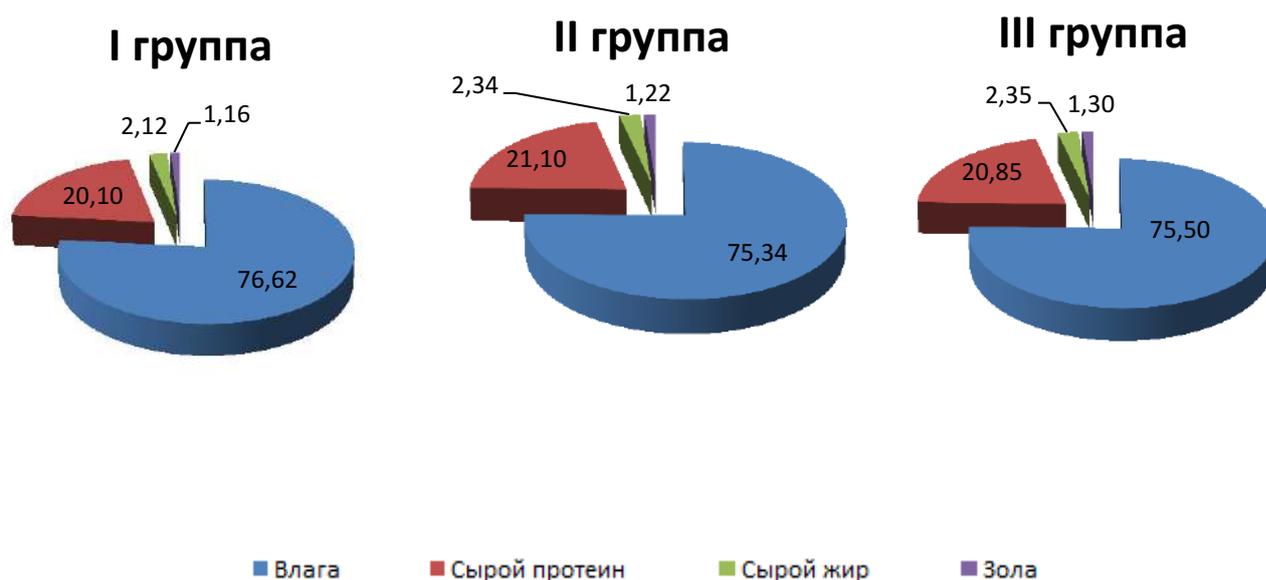


Рисунок 11. Химический состав мышечной ткани карпа, %

Анализируя полученные нами данные можно сказать, что в мышечной ткани карпа, благодаря введению в рацион панкреатического гидролизата соевого белка, достоверно увеличилось содержание сырого протеина во II группе на 4,9 % ($P \geq 0,95$), а в III группе на 3,7 % ($P \geq 0,95$) и жира во II группе на 10,4 %, а в III группе на 10,8 %, по сравнению с I группой. Удельная доля золы в структуре

химического состава ткани отличается не значительно и соответствует содержанию минеральных веществ используемых рационов.

На основании только химического анализа мышечной ткани невозможно судить о пищевой ценности рыбы, так как она является источником полноценного белка. Пищевую ценность рыбы определяют, прежде всего, содержание белковых веществ мышечной ткани и состав аминокислот.

Биологическая ценность веществ связана с их способностью служить исходным материалом для построения важнейших элементов белкового происхождения. Следовательно, аминокислотный состав – один из важнейших показателей его качества. Синтез белка в организме животных представляет собой результат обмена аминокислот и зависит не только от их поступления с кормом, но и от способности организма к трансформации аминокислот в белок тела.

Для исследований аминокислотного состава мышечной ткани карпа были взяты особи в конце выращивания средней навеской около 700 г. Результаты аминокислотного анализа представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Аминокислотный состав мышечной ткани карпа, г/100 г белка

Аминокислота	Группа			Аминокислотный скор, %		
	I	II	III	I	II	III
<i>Незаменимые</i>						
Лизин	9,58±1,1	8,61±1,0	9,11±1,2	199,65	179,34	189,85
Треонин	4,98±1,2	3,16±1,3	4,36±1,0	199,00	126,35	174,58
Фенилаланин	3,88±0,2	3,24±0,1*	3,69±0,2	154,11	136,40	149,73
Лейцин+						
Изолейцин	13,20±0,8	13,75±0,7	13,62±0,8	145,08	151,09	149,68
Метионин+цистин	3,23±0,7	3,48±0,9	4,12±0,8	136,28	152,48	179,33
Валин	5,51±0,6	5,44±0,5	5,47±0,7	137,73	136,12	136,69
Триптофан	4,47±0,7	5,11±0,8	4,96±0,9	90,46	107,71	116,27
Гистидин	1,39±0,1	1,52±0,2	1,49±0,1	87,06	94,79	92,93

<i>Заменимые</i>						
Аминокислота	I	II	III	I	II	III
Тирозин	2,45±0,5	2,37±0,4	2,45±0,6	-	-	-
Пролин	2,50±0,6	2,46±0,4	2,49±0,5	-	-	-
Серин	4,16±0,4	4,44±0,3	4,27±0,2	-	-	-
Аланин	5,19±0,29	5,52±0,30	5,28±0,31	-	-	-
Аргинин	4,57±0,37	4,59±0,39	4,56±0,36	-	-	-
Глицин	3,11±0,23	3,25±0,21	3,17±0,25	-	-	-
Глутаминовая кислота	7,74±1,4	8,91±1,6	9,59±1,7	-	-	-
Аспарагиновая кислота	4,43±0,35	4,13±0,41	3,84±0,50	-	-	-

* - P>0,95; ** - P>0,99; *** - P>0,999

Проанализировав данные полученные по аминокислотному составу мышечной ткани карпа можно сделать вывод о сбалансированности белка. По содержанию лизина, треонина, фенилаланина, валина показателей в I группе превышало значение в группах II и III, получавших гидролизат соевого белка. Установлено, что в белках мышечной ткани карпа превалирует содержание таких незаменимых аминокислот, как лизин, лейцин и изолейцин. Из заменимых аминокислот в белках мышечной ткани карпа превалирует содержание аланина и глутаминовой кислоты.

Для большей наглядности полноценности белка нами был просчитан аминокислотный скор, который определяется как отношение содержания незаменимой аминокислоты в продукте к содержанию незаменимой аминокислоты в «идеальном белке», состав идеального белка брали с учетом новейших данных физиологических потребностей людей разных возрастных групп утвержденных в 2011 году ФАО (FAO, 2013).

При расчете аминокислотного сора было выявлено, что в I группе две лимитирующие аминокислоты: гистидин и триптофан, во II и III группах одна

лимитирующая аминокислота – гистидин. При этом значение ее аминокислотного сора было выше на 7,73 % и 5,87 %, соответственно, чем в I группе. Данный показатель говорит о том, что усвоение белка происходит не полностью, а лишь на 87,06 % у рыб из I группы, на 94,79 % у рыб из II группы и на 92,93 % у рыб из III группы. Это означает, что такой продукт нужно употреблять в пищу только комбинируя его с другими продуктами, имеющими достаточное количество гистидина.

Суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка в I группе составило 44,74 г, во II группе 42,29 г и в III 45,08 г. Заменяемых аминокислот в I группе было 31,69 г, а во II группе на 1,61 г и в III группе на 1,50 г больше.

Нами была проведена оценка биологической ценности белка по основным показателям его полноценности: аминокислотный скор, коэффициенты утилитарности аминокислотного состава, коэффициент сопоставимой избыточности, коэффициент различия аминокислотного состава и биологическая ценность рыбы (табл. 30).

Лучше всего организмом человека будет использован белок рыб из II группы, где коэффициент утилитарности составил 0,65. Как свидетельствует коэффициент сопоставимой избыточности, из 100 г поступающего белка карпов из II группы только 3,26 г не будет усвоен организмом, при этом из III группы 4,46 г, а из I группы – 4,53 г.

Таблица 30 – Биологическая ценность белка карпа

Показатель	Группа		
	I	II	III
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава, ед	0,57	0,65	0,60
Коэффициент сопоставимой избыточности, г/100 г белка	4,53	3,26	4,46
Коэффициент различия (КРАС) аминокислотного состава, %	56,61	40,75	55,71
Биологическая ценность, %	43,39	59,25	44,29

Коэффициент различия аминокислотного сора в исследуемых образцах показывает, что белок рыбы II группы имеет меньшие различия в составе незаменимых аминокислот, что в последствие увеличивает его биологическую ценность на 15,86 % по сравнению с I группой. Наименьший показатель биологической ценности белка мы обнаружили в I группе. В III группе биологическая ценность мышечной ткани карпа выше, чем в I группе на 0,90 %, но ниже, чем во II группе на 14,96 %. Это говорит о том, что повышенное внесение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка увеличивает общее содержание аминокислот, но вызывает их дисбаланс, таким образом вступает в силу «закон минимума», согласно которому дефицит лишь одной незаменимой аминокислоты ограничивает не только эффективность использования других аминокислот, но и всего рациона.

Органолептическая оценка рыбы позволяет выявить влияние вводимого в рацион, панкреатического гидролизата соевого белка на её товарное и пищевое качество и дает важную информацию о потребительских предпочтениях.

Органолептические исследования проводили по окончанию научно-хозяйственного опыта. Для этого исследовали рыбное филе и бульон методом сравнений, который основан на сравнении трех подобных образцов со слабовыраженными различиями, представленными в паре. Результаты органолептической оценки выражали посредством пятибалльной шкалы по методике Сафроновой Т. М. (1998).

Вареное рыбное филе карпа оценивали по вкусу, запаху, консистенция и цвету (рис. 12). Рыбный бульон оценивали по цвету, вкусу, запаху, наваристости, консистенции и капелькам жира (рис. 13).

Полученные нами данные показывают, что мясо карпа подопытных групп имело приятный цвет, отличалось хорошим вкусом, сочностью, нежной консистенцией и мягкостью.

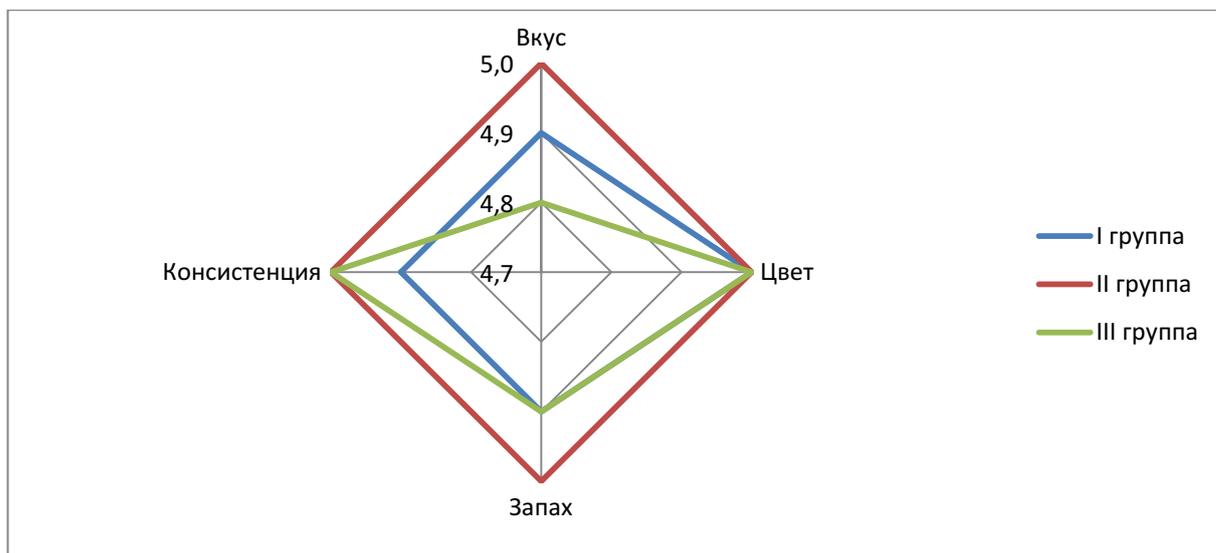


Рисунок 12. Профилограмма образцов вареного рыбного филе карпов

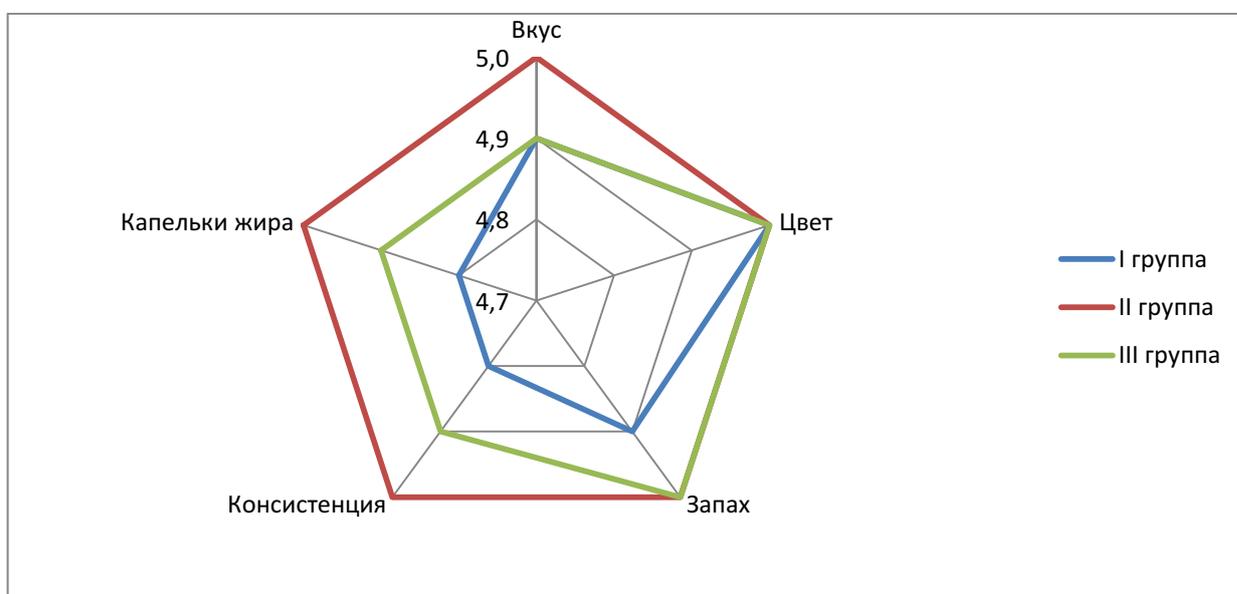


Рисунок 13. Профилограмма образцов рыбного бульона

Результаты дегустации рыбного бульона, полученного при варке мяса карпа подопытных групп, показали, что рыбный бульон во всех группах был вкусным, ароматным, наваристым и имел приятный цвет.

На основании проведенной органолептической оценки можно сделать вывод, что применение панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении карпов при выращивании в садках благоприятно влияет на органолептические показатели рыбного филе и бульона.

Оценка экономической эффективности выращивания карпа в садках является важным показателем для понимания необходимости использования панкреатического гидролизата соевого белка в их рационе. Это объясняется высокой долей затрат на комбикорма в структуре себестоимости выращивания рыбы. При выращивании карпа в садках, по причине отсутствия естественной кормовой базы, на комбикорма приходится до 65 % всех затрат.

Расчет научно-хозяйственного опыта по экономической эффективности садкового выращивания карпа представлен в таблице 31.

Таблица 31 – Экономическая эффективность садкового выращивания карпа

Показатель	Группа		
	I	II	III
Ихтиомасса в начале, кг	12,90	12,78	12,60
Ихтиомасса в конце, кг	334,59	398,30	402,02
Валовый прирост рыбы, кг	321,69	385,52	389,42
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	1,55	1,53	1,51
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	65,00	65,00	65,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	839,20	925,34	940,65
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	54,55	60,15	61,14
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	0	250,00	250,00
Количество скормленного ПГСБ, л	0	18,47	25,07
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	0	4,62	6,27
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	54,55	64,77	67,41
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	210,00	210,00	210,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	70,26	83,64	84,42
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	56,10	66,30	68,92
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	14,17	17,34	15,50
Дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.		3,18	1,34
Рентабельность, %	25,26	26,16	22,50

Введение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка способствовало увеличению валового прироста рыбы за период научно-хозяйственного опыта в II группе на 19,8 %, в III группе на 21,1 %, по сравнению с I группой, не получавшей добавку. При этом, увеличив стоимость всего использованного комбикорма во II группе на 10,3 %, в III группе на 12,1 % и как следствие себестоимость выращивания во II группе на 10,2 %, а в III группе на 12,8 %. Не смотря на это дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы составила 3180 рублей, а в III группе 1340 рублей. При этом рентабельность выращивания карпа в садках была выше во II группе на 0,9 %, чем в I группе, а вот в III группе ниже на 2,76 %.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод об экономической нецелесообразности использования нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм равной 1,0 мл на 1,0 кг ихтиомассы годовичков карпа.

3.1.3. Результаты товарного выращивания двухгодовиков карпа в садках

Второй научно-хозяйственный опыт по выращиванию карпа парской породы в садках с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка проводили так же на базе садкового хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства» (Энгельский район Саратовская область) по схеме, представленной в главе «Материалы и методы исследований».

Рыбу выращивали в плавучей системе садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы, разработанной А. А. Васильевым, А. А. Карасевым и И. В. Поддубной (2013). Садки были изготовлены из безузловой латексированной дели размером 2,5×2,5×3,2 м.

Для второго опыта были отобраны 900 особей карпа, возраст (2+), с навеской около 445,0 г и размещены в 3 садка по 300 штук в каждый, продолжительность исследований составила 16 недель.

Одним из основных условий успешного выращивания рыб и других гидробионтов являются физические показатели и химические свойства воды в водоеме. В период второго научно-хозяйственного опыта отслеживалась температура воздуха, полученные данные свидетельствуют, что она находилась в диапазоне от 19,0 до 32,5 °С и в среднем составила 25,3 °С. При этом температура в толще воды на глубине 1,5 м садка была в диапазоне от 17,1 до 24,5 °С и в среднем не превышала 20,7 °С. Содержание растворенного кислорода в воде держалось в диапазоне от 4,5 до 9,5 мг/л, в среднем составив 7,2 мг/л. Полученные данные находились в пределах ОСТ 15.372-87 для выращивания двухлеток карпа.

Важным фактором оценки сбалансированности рациона по аминокислотному составу является изучение его влияния на рост и развитие рыбы, характеризующееся динамикой живой массы рыбы, абсолютным, относительным и среднесуточным приростом.

В ходе второго учетного периода мы проводили так же ежедекадные взвешивания подопытного карпа. Динамика изменений живой массы тела двухгодовиков карпа представлены в таблице 32.

Для исследований были отобраны особи аналогичные по средней массе. Уже с пятой недели выращивания мы наблюдали достоверное отличие по средней навеске двухгодовичков карпа. По окончании выращивания особи II группы росли интенсивнее на 15,1 %, особи III группы на 15,5 %, чем в I группе. Данные показатели свидетельствуют о положительном влиянии панкреатического гидролизата соевого белка на продуктивность двухгодовиков карпа. Полученная продуктивность немного превышает стандарт по массе для прудовых хозяйств, расположенных в центральных районах страны: сеголетки — 25—30 г, годовики - 400—500 г, двухгодовики — 1000—1200 г (Анисимова И. М., 1991, Иванов А. А., 2003, Александров С. Н., 2005, Барышникова Т., 2006, Богданов Н. И., 2011, Fajmonova E., Zelenka J., Komprda T., Kladroba D. & Sarmanova I., 2003, Steffens W. & Wirth M., 2007).

На протяжении всего периода выращивания мы наблюдали за выживаемостью двухгодовиков карпа. Условия выращивания соответствовали требованиям для выращивания карповых рыб по всем жизненно важным показателям, а рационы были сбалансированы по всем питательным веществам, это способствовало тому, что выживаемость в период исследований в I группе составила 92,4 %, а во II группе на 2,8 % и в III группе на 2,2 % выше.

Таблица 32 – Средняя навеска карпа во второй учетный период, г (n=30)

Учетный период, нед.	Группа		
	I	II	III
Начало опыта	444,6±9,2	443,7±9,4	445,2±9,1
1	497,5±9,0	498,0±9,3	500,0±9,5
2	530,6±9,4	540,1±9,2	542,6±9,0
3	576,4±10,2	588,0±10,4	590,9±10,5
4	662,6±10,8	681,2±10,7	685,0±10,9
5	743,1±8,7	771,7±8,5*	775,9±8,9*
6	846,8±9,2	884,1±9,3*	890,5±9,4**
7	955,5±10,4	1000,6±10,1**	999,8±10,6**
8	1067,5±11,1	1119,3±11,3**	1117,3±11,5**
9	1165,5±11,7	1232,7±11,5***	1231,9±11,8***
10	1247,9±12,4	1339,4±12,2***	1340,2±12,0***
11	1314,1±12,8	1430,9±13,0***	1433,3±12,7***
12	1358,3±14,2	1505,0±14,1***	1509,1±14,3***
13	1391,6±14,8	1559,6±14,6***	1564,3±14,5***
14	1420,2±15,3	1606,8±15,2***	1612,8±15,5***
15	1443,6±16,4	1649,1±16,6***	1654,5±16,7***
16	1466,9±17,6	1688,8±17,8***	1694,6±17,9***

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

Анализируя данные по интенсивности роста, нами был изучен показатель абсолютного прироста двухготовиков карпа (рис. 14).

Графическое изображение абсолютного прироста позволяет отметить интенсивный рост двухготовиков карпа до 8 недели выращивания, далее в I группе наблюдается более резкий спад приростов, а во II и III группах снижение приростов более шло чуть медленнее. Снижение приростов связано с достижением средней навески карпа более 1000 г и плавного снижения температуры воды, что способствовало снижению активности питания.

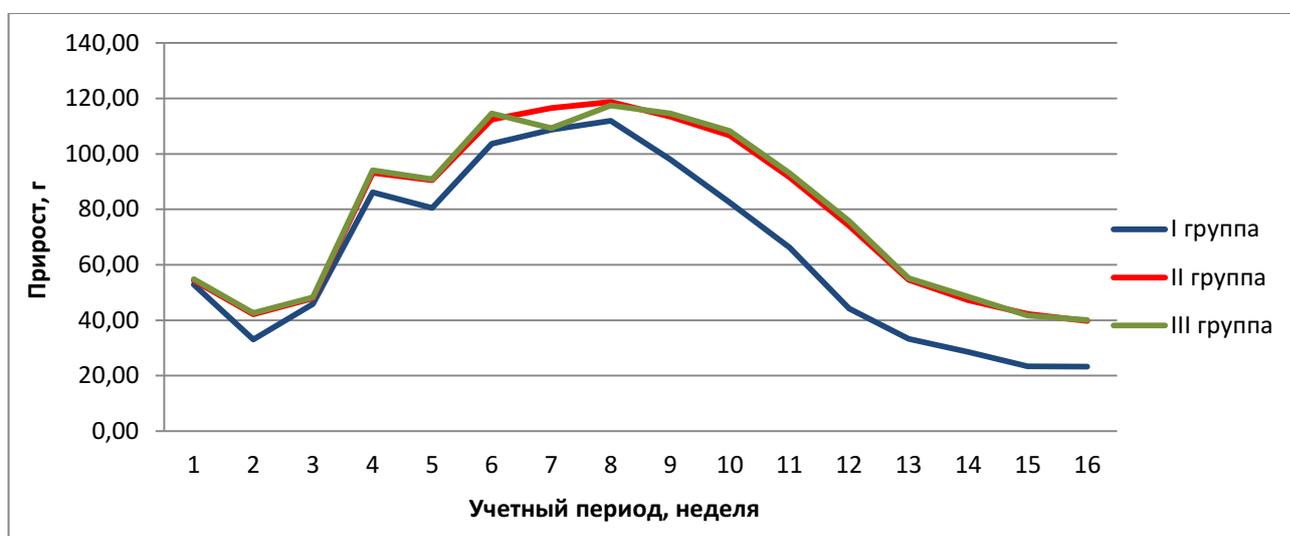


Рисунок 14. Абсолютный прирост карпа во второй учетный период, г

Далее нами была изучена среднесуточная удельная скорость роста, которая представлена в таблице 33.

На протяжении всего периода выращивания удельная скорость роста во II и III группах, потреблявших в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка, была выше, чем в I группе. Во всех подопытных группах, благодаря оптимальному гидрохимическому режиму водоема и условиям кормления, по девятую неделю наблюдается среднесуточный прирост выше 1 %. Начиная с десятой недели в I группе и с одиннадцатой недели во II и III группах данный показатель начинает постепенно снижаться, составив на последней недели учетного периода менее 0,34 %.

Таблица 33 – Среднесуточная удельная скорость роста карпа во второй учетный период, %

Учетный период, неделя	Группа		
	I	II	III
1	1,60	1,65	1,66
2	0,92	1,16	1,17
3	1,18	1,21	1,22
4	1,99	2,10	2,11
5	1,64	1,78	1,78
6	1,86	1,94	1,96
7	1,72	1,77	1,65
8	1,58	1,60	1,59
9	1,25	1,38	1,39
10	0,98	1,19	1,20
11	0,74	0,94	0,96
12	0,47	0,72	0,74
13	0,35	0,51	0,51
14	0,29	0,43	0,44
15	0,23	0,37	0,36
16	0,23	0,34	0,34
Среднее за период	1,06	1,19	1,19

В наших исследованиях в кормлении двухгодовиков карпа использовался комбикорм с введением панкреатического гидролизата соевого белка с нормой ввода 0,75 и 1,0 мл на 1 кг ихтиомассы рыбы. При введении в рацион карпа панкреатического гидролизата соевого белка в нём произошло увеличение содержания сырого протеина во II группе на 6,6 %, а в III группе на 8,8 % и аминокислотного состава корма. При этом данные показатели не превышали физиологической потребности карпа.

Нами велся учет скормленного комбикорма и добавки. В конце опыта проанализированы еженедельные затраты кормов на 1 кг прироста массы рыбы (рис. 15).

Данные диаграммы отражают снижение затрат кормов на 1 кг прироста во II и III группах, за счет использования панкреатического гидролизата соевого белка, на протяжении всего периода выращивания по сравнению с данными у I группы.

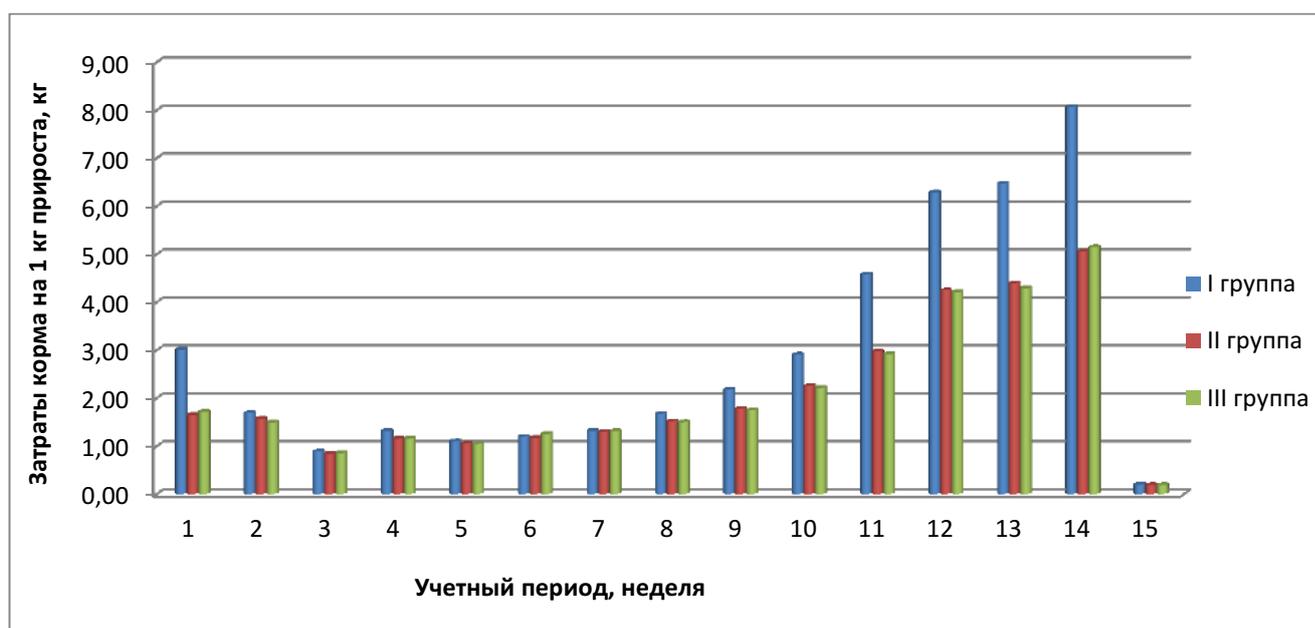


Рисунок 15. Затраты корма на 1 кг прироста икhtiомассы двухгодовиков карпа

Расчет затрат комбикорма, обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста представлены в таблице 34.

Из данных, представленных в таблице 34, можно сделать вывод, что затраты комбикорма, сырого протеина и обменной энергии за период исследований в группах потреблявших панкреатический гидролизат соевого белка были ниже, чем в I группе. Так затраты корма на 1 кг прироста снизились во II группе на 13,45 %, а в III группе на 13,20 %, затраты сырого протеина уменьшились во II группе на 7,71 %, а в III группе на 5,52 %, а затраты обменной энергии во II

группе на 8,60 %, а в III группе на 6,71 %, по сравнению с группой, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка. Полученные показатели не превышали физиологической нормы по конверсии комбикормов и согласуются с результатами других исследователей изучавших эффективность использования комбикормов (Скляр В. Я, 1981, Гамыгин Е. А., Салькова И. А. Щербина М. А., 1997, Остроумова И. Н, 2001, Phillips A. M., 1980).

Таблица 34 – Затраты корма, протеина и энергии на 1 кг прироста

Показатель	Группа		
	I	II	III
Комбикорм, кг	2,56	2,21	2,22
Сырой протеин, г	789,49	728,64	745,91
Обменная энергия, МДж	31,76	29,03	29,63

Динамика биохимических показателей может служить маркером состояния организма карпа в искусственных и естественных водоемах, характеризовать качество и количество питания, плотность посадки, адаптивные способности рыб, интенсивность действия антропогенных факторов (Строганов Н. С., 1962, Серпунин Г. Г., Лихачева О. А., и др. 2002, Камышников В. С., 2004, Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., 2013, Гулиев Р. А., Мелякина Э. И., 2014).

Биохимический анализ крови проводился в лаборатории на биохимическом ветеринарном анализаторе BioChem SA (производство USA). Пробы крови у рыб для анализа брали из сердца, с помощью шприца с инъекционной иглой, проколов в середине отрезка, чуть выше основания грудных плавников. В период научно-производственных опытов у 10 особей из каждой группы.

Основным показателем интенсивности обменных процессов является содержание общего белка в сыворотки крови (рис. 16). Результаты биохимических анализов крови показывают, что введение в рацион

двухгодовиков карпа панкреатического гидролизата соевого белка усиливает белковый обмен в организме. Содержание белка в сыворотке крови снижалось в зависимости от повышения содержания в рационе протеина, что свидетельствует об интенсивных процессах переаминирования в крови. В начале выращивания содержание в I и II группах белка было в 2 раза меньше, чем по окончании научно-хозяйственного опыта. Показатели не превышали физиологической нормы для двухгодовиков карпа. Также, имеется достоверная разница между показателями I и III группы ($P \geq 0,99$).

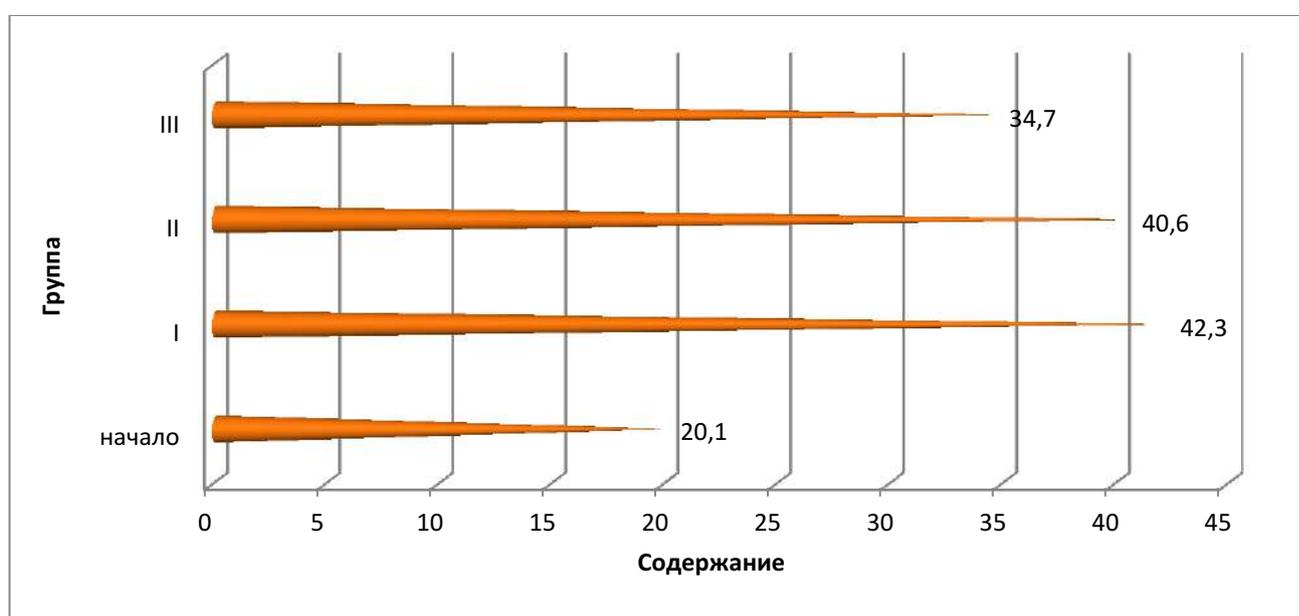


Рисунок 16. Содержание белка в сыворотке крови, г/л

Особое внимание мы уделили ферментам крови, принимающим участие в обмене аминокислот в организме: аланинаминотрансфераза (АлТ) и аспаратаминотрансфераза, (АсТ) (рис. 17).

Активность аланинаминотрансферазы (АлТ) в плазме крови двухгодовиков карпа потреблявших в соем рационе панкреатический гидролизат соевого белка увеличилась на 55,08 % (II группа) и 21,88 % (III группа), по сравнению с I группой, а аспаратаминотрансферазы (АсТ) соответственно на 49,82 % и 36,73 %. При этом содержание данных ферментов уменьшалось в соответствии с

увеличением белка в рационе. Снижение активности внутриклеточных ферментов АлТ и АсТ в крови рыб по сравнению с I группой, с наименьшим содержанием белка в рационе, свидетельствует, об изменении интенсивности процессов амониегенеза в их тканях.

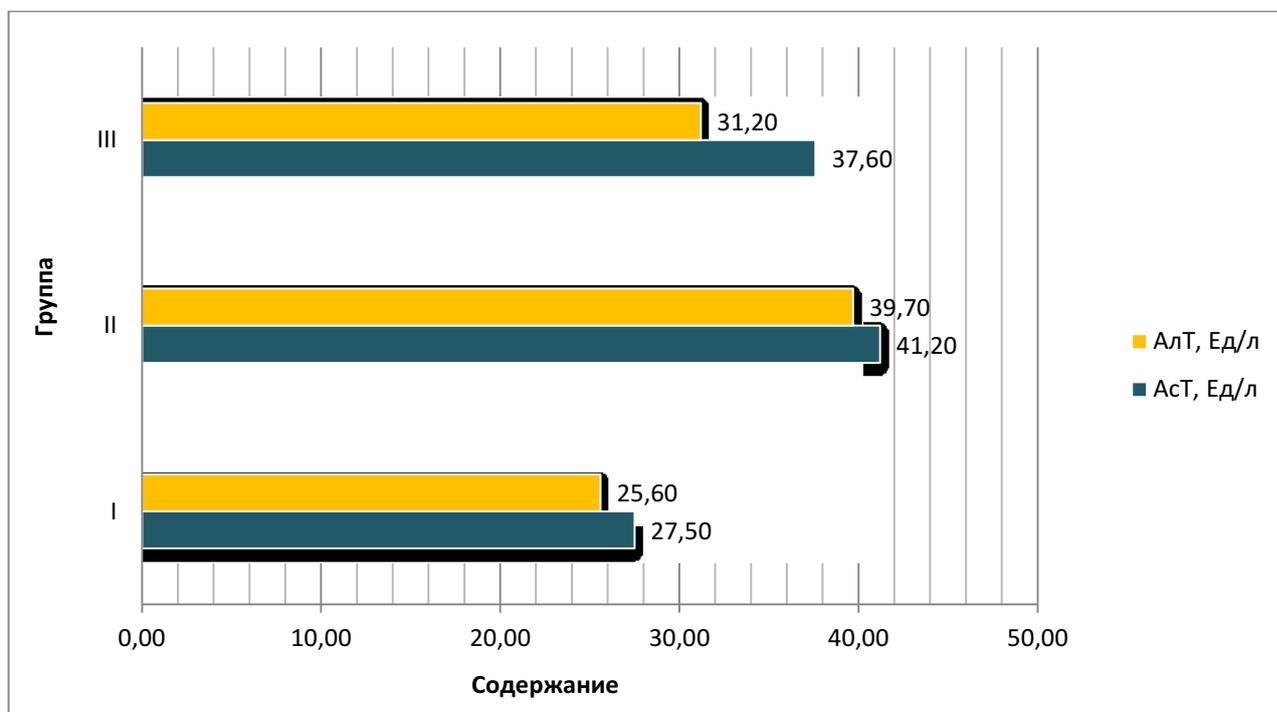


Рисунок 17. Активность аминотрансфераз в плазме крови двухгодовиков карпа

Полученные данные позволяют сказать, что введение в рацион двухгодовиков карпа панкреатического гидролизата соевого белка усиливает белковый обмен в организме рыб.

По окончании научно-хозяйственного опыта по выращиванию двухгодовиков карпа при использовании в рационе панкреатического гидролизата соевого белка нами было изучено качество рыбопродукции. Одним из важных показателей качества является соотношение съедобных и несъедобных частей рыбы. Для проведения исследований отбирали по 3 особи из каждой подопытной группы (табл. 35).

Таблица 35 – Результаты контрольного убоя подопытных двухгодовиков карпа, г

Масса	Группа		
	I	II	III
Рыбы	1466,9±1,7	1688,8±2,1	1694,6±1,9
Головы и плавников	212,70±1,7	246,56±1,5***	249,11±1,3***
Кожи	66,01±0,5	70,93±0,3***	67,78±0,6
Костной ткани	123,22±0,7	140,17±0,6***	140,65±0,9***
Мышечной ткани	962,29±3,1	1123,05±3,6***	1121,83±3,4***
Внутренние органы и жир	52,81±1,1	57,42±1,3	59,31±1,2
Жабр, слизи, крови, полостной жидкости	49,87±0,8	50,66±0,9	55,92±0,8**
Съедобных частей	1015,09±3,6	1180,47±3,8***	1181,14±3,3***
Несъедобных частей	451,81±2,4	508,33±2,3***	513,46±2,1***

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

Оценка товарных качеств рыбной продукции свидетельствует о положительном влиянии использования панкреатического гидролизата соевого белка в кормление двухгодовиков карпа. Достоверно увеличивается масса мышечной ткани во II группе на 16,7 % и в III группе на 16,6% ($P \geq 0,999$) по сравнению с данными I группы. Так же отмечаются достоверные отличия в массе головы и плавников, кожи и костной ткани во II и III группах ($P \geq 0,999$), по сравнению I группой. Общее содержание съедобных частей было выше во II и III группах на 16,3 % ($P \geq 0,999$) по сравнению с данными I группы. Масса несъедобных частей во II группе была выше на 12,5 %, а в III на 13,6 % по сравнению с I группой, в рационе которой панкреатический гидролизат соевого белка не использовался.

Для наглядности восприятия данные по съедобным и несъедобным частям мы отобразили в диаграммах (рис. 18).

Изображение удельной доли съедобных и несъедобных частей двухгодовиков карпа свидетельствует, что процентное отношение этих показателей не сильно отличается между группами: во II группе удельная доля выше на 0,7 %, а в III на 0,5 % по отношению к I группе.

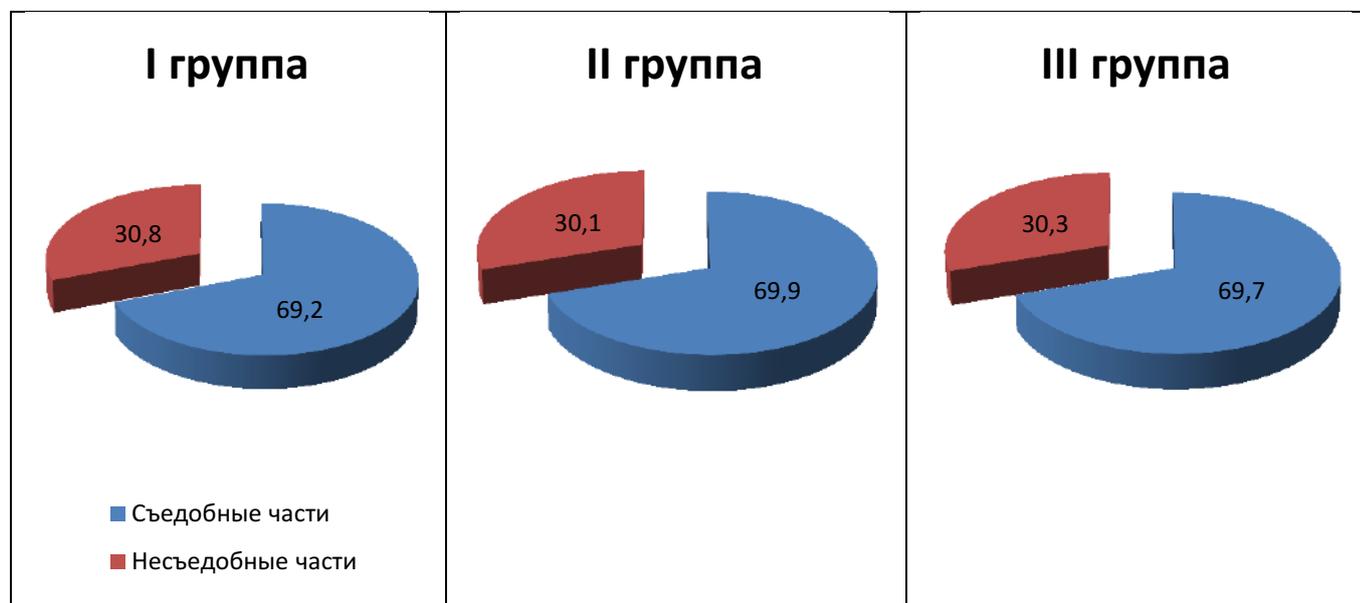


Рисунок 18. Удельная доля съедобных и несъедобных частей карпа, %

Таким образом, можно констатировать, что использование в рационе карпа панкреатического гидролизата соевого белка не значительно влияет на морфологический состав его тела.

Полноценная оценка товарных качеств двухгодовиков карпа включает осмотр состояния внутренних органов и расчет морфофизиологических индексов (табл. 36).

Результаты полученных данных позволяют сказать, что введение панкреатического гидролизата соевого белка не вызывает достоверного различия в массе сердца и печени. Внутренние органы хорошо развиты, не имели некротических тканей и покраснений. Морфофизиологические индексы находились в перелах физиологической нормы для двухгодовиков карпа, выращенного в индустриальных условиях.

Таблица 36 - Морфофизиологические индексы, %

Индекс	Группа		
	I	II	III
Гепатосоматический	0,33±0,03	0,36±0,05	0,34±0,04
Кардиосоматический	0,31±0,02	0,33±0,03	0,32±0,01

Большое значение при оценке влияния питательности комбикормов и кормовых компонентов на внутренние органы имеет пищеварительная система, особое внимание нами было уделено кишечнику (рис. 19).

Введение в рацион двухгодовиков карпа панкреатического гидролизата соевого белка способствовало снижению массы кишечника во II группе на 2,71 % ($P \geq 0,99$) и в III группе на 1,56 % ($P \geq 0,99$), по сравнению с I группой.

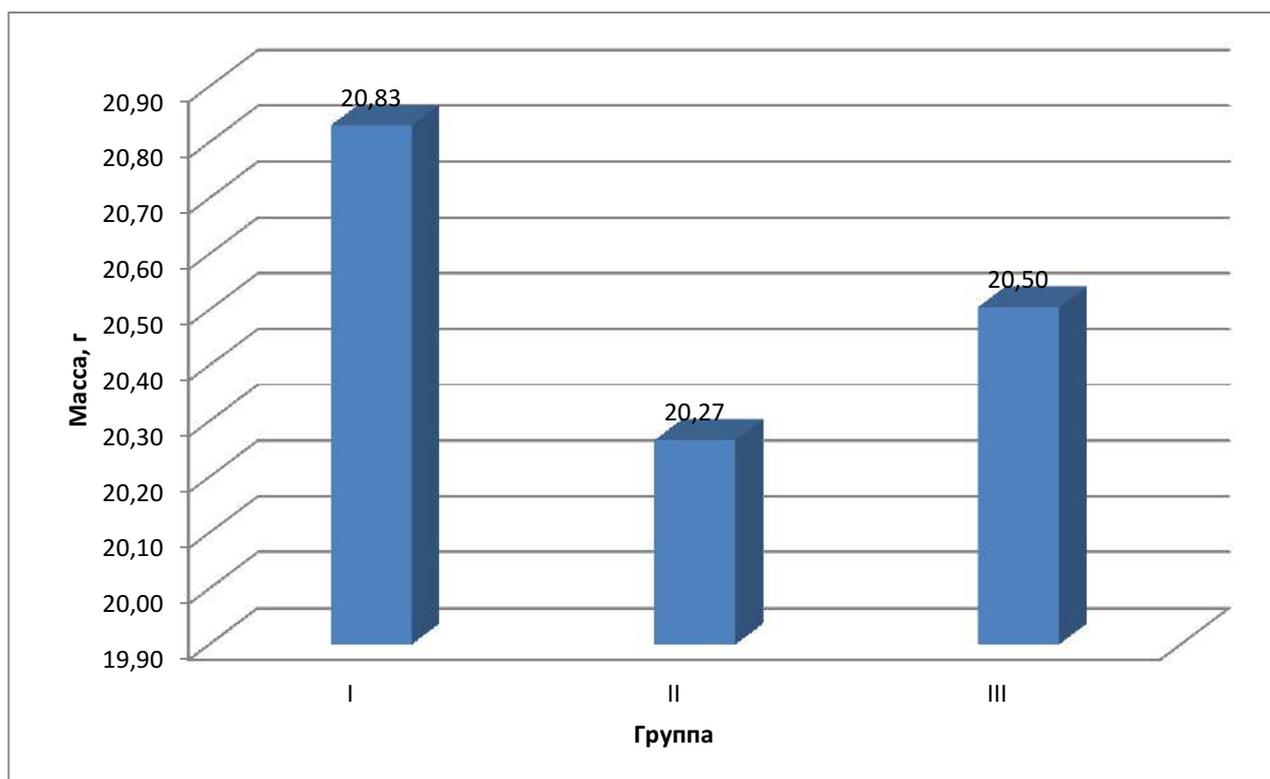


Рисунок 19. Масса кишечника двухгодовиков карпа, г

В связи с этими данными можно говорить, что введение панкреатического гидролизата соевого белка снизило конверсию корма и способствовало уменьшению площади переваривания пищи. Похожие результаты были получены

и другими учеными изучавшими белковое питание рыб (Щербина М. А., 1973, Остоумовой И. Н., 2001).

Анализ химического состава подопытных двухгодовиков карпа, выращенных в садках, позволяет определить биологическую эффективность полноценного кормления и посмотреть изменения в обмене веществ в период проведения научно-хозяйственного опыта (рис. 20).

Полученные данные показывают, что в группах II и III наблюдается увеличение накопления белка и жира, при этом снижается содержание влаги, что соответствует закономерностям изменения биохимического состава тела рыб в процессе роста и развития.

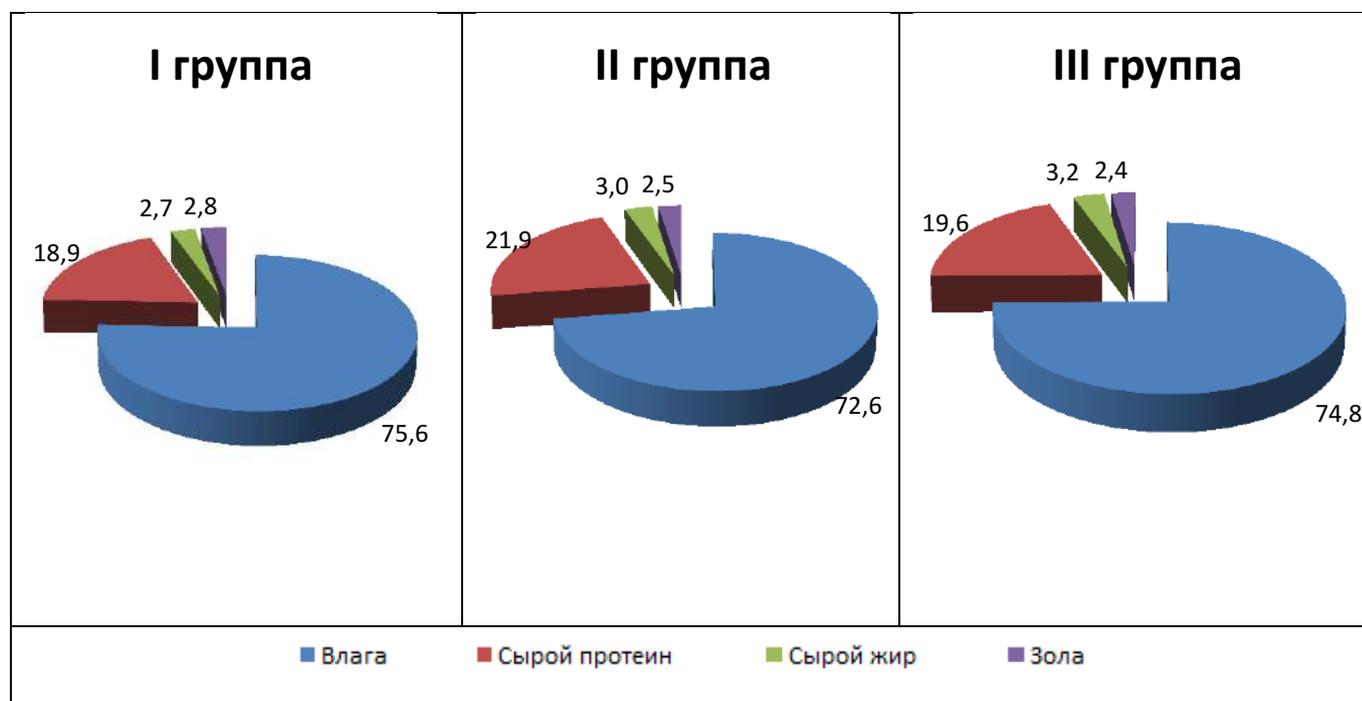


Рисунок 20. Химический состав мышечной ткани двухгодовиков карпа, %

Содержание протеина в тушках двухгодовиков карпа, выращенных в промышленных условиях, во II группе увеличилось на 15,9 %, а III группе на 3,7 %, по сравнению с карпами I группой, не потреблявших панкреатический гидролизат соевого белка. Содержание жира в тушках молоди карпа увеличилось на 11,1 % во II группе и на 18,5 % в III группе по сравнению с I группой. Данные

показатели соответствовали стандартной характеристике молоди карпа на данной стадии онтогенетического развития.

Для изучения влияния панкреатического гидролизата соевого белка на рост, развитие, качество рыбной продукции и вкусовые качества карпа при выращивании в садках, мы провели органолептическую оценку мышечной ткани и бульона подопытных рыб на кафедре «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова.

Органолептические исследования проводили по окончании научно-хозяйственного опыта. Исследовали рыбное филе и бульон методом сравнений, который основан на сравнении трех подобных образцов со слабовыраженными различиями, представленными в паре. Результаты органолептической оценки выражали посредством пятибалльной шкалы по методике Сафроновой Т. М. (1998). Вареное рыбное филе карпа оценивали по вкусу, запаху, консистенция и цвету (рис. 21). Рыбный бульон оценивали по цвету, вкусу, запаху, наваристости, консистенции и капелькам жира (рис. 22).

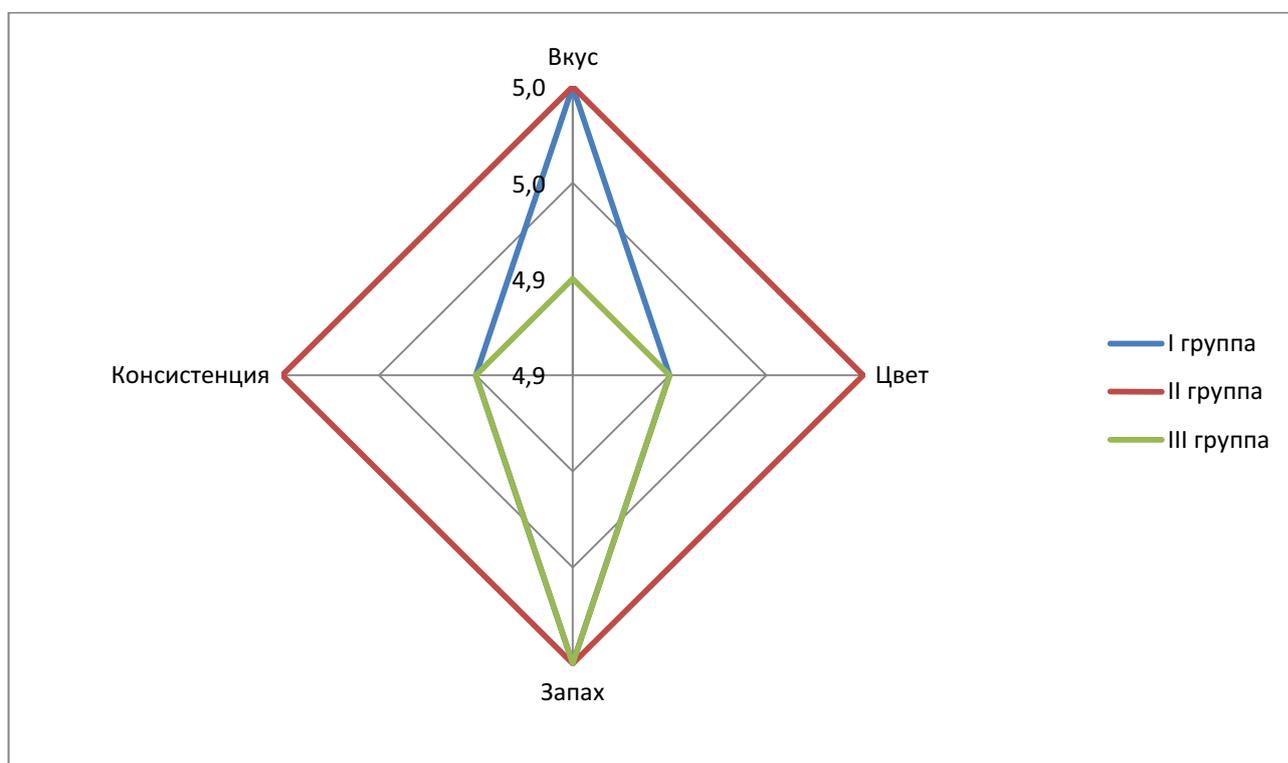


Рисунок 21. Профилограмма образцов вареного рыбного филе двухгодовиков карпа

Полученные нами данные органолептической оценки рыбного филе показывают, что филе двухгодовиков карпа II и III группы отличались более приятным вкусом и запахом, имели хорошую консистенцию и цвет.

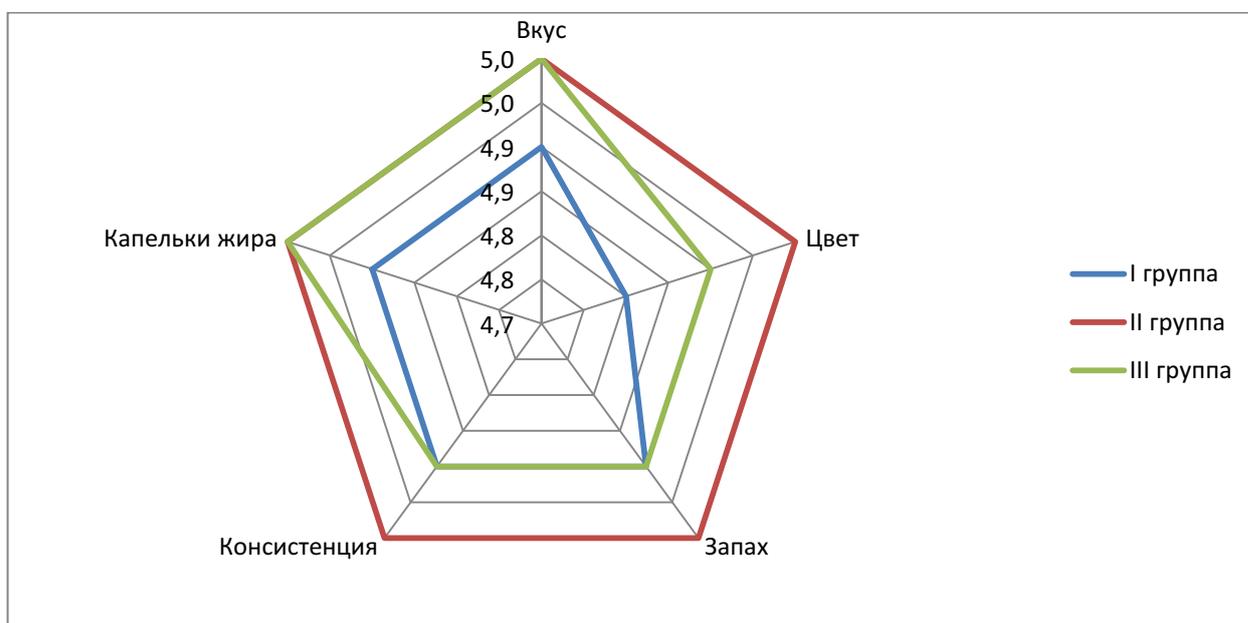


Рисунок 22. Профилограмма рыбного бульона

Результаты дегустации рыбного бульона двухгодовиков карпа, показали, что бульон во II и III группах был более вкусным, ароматным и наваристым, имел приятный цвет и был прозрачен, капельки жира присутствовали в большом количестве.

На основании проведенной органолептической оценки можно сделать вывод, что применение панкреатического гидролизата соевого белка оказывает положительное влияние на вкусовые качества филе и рыбного бульона.

3.1.4. Экономическая эффективность выращивания карпа

Аквакультура – перспективное направление развития рыбной отрасли. Главным лимитирующим фактором развития аквакультуры в России является дефицит кормов, производство которых сдерживается ограниченностью, дороговизной и низкой экологичностью традиционного сырья рыбной муки. Это

способствует интенсивному поиску нетрадиционных источников кормового сырья снижающих себестоимость производства рыбной продукции.

Нами была рассчитана эффективность использования панкреатического гидролизата соевого белка при выращивании двухгодовиков карпа в садках, как один из показателей занимающих первостепенное место при оценке возможности использования данного компонента в рационе рыб (табл. 37).

Таблица 37 – Экономическая эффективность выращивания двухгодовиков карпа

Показатель	Группа		
	I	II	III
Количество рыбы в начале, шт.	300,00	300,00	300,00
Количество рыбы в конце, шт.	277,00	286,00	284,00
Ихтиомасса в начале, кг	133,38	133,11	133,56
Ихтиомасса в конце, кг	399,88	471,64	469,88
Валовый прирост рыбы, кг	266,50	338,53	336,32
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	29,34	29,28	29,38
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	62,00	62,00	62,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	681,56	749,35	746,61
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	42,26	46,46	46,29
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250,00	250,00
Количество скормленного ПГСБ, л	-	25,34	33,65
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	-	6,34	8,41
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	42,36	52,79	54,70
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	210,00	210,00	210,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	83,97	99,04	98,67
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	71,60	82,08	84,09
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	12,37	16,97	14,59
Дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.		4,59	2,21
Рентабельность, %	17,28	20,67	17,35

Результаты оценки экономической эффективности выращивания двухгодовиков карпа свидетельствуют, что за счет введения в рацион панкреатического гидролизата соевого белка в группах наблюдается увеличение валового прироста рыбопродукции на 27,0 % и 26,2 % соответственно. При этом в этих же группах увеличивается количество скормленного комбикорма, что на 9 % повышает его стоимость, без учета стоимости добавки.

Общая стоимость комбикорма с панкреатическим гидролизатом соевого белка увеличивается на 9,9 % во II группе и на 9,5 % в III группе по сравнению с I группой, не получавшей в своем рационе добавку. Таким образом, себестоимость выращивания двухгодовиков карпа повышается в группах II и III на 10,5 % и 12,5 % соответственно. Не смотря, на данные факторы, дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы в группах получавших панкреатический гидролизат соевого белка была выше на 4,6 тыс. руб во II и на 2,2 тыс. руб в III по сравнению с I группой.

Рентабельность выращивания карпа во II группе была выше на 3,4 %, а в III группе на 0,1 % по сравнению с I группой. Полученные данные позволяют сделать вывод, что экономически целесообразно использовать панкреатический гидролизат соевого белка в рационе двухгодовиков карпа при норме ввода 0,75 мл на 1,0 кг ихтиомассы рыбы.

3.1.5. Производственная апробация комбикорма с панкреатическим гидролизатом соевого белка

В целях проверки результатов, полученных в прогнозируемом и двух научно-хозяйственных опытах, и подтверждения целесообразности использования гранулированного комбикорма, с введением в него панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении карпа нами была проведена производственная апробация в ООО «Центр индустриального рыбоводства» (Энгельский район Саратовская область).

Комбикорм, сбалансированный по основным питательным веществам и аминокислотному составу, был произведен на комбикормовом заводе ООО «Агроресурс» (Аркадакский район Саратовская область) по разработанным нами рецептам с включением в него панкреатического гидролизата соевого белка в соответствии с разработанной нормой для частичной замены рыбной муки. Состав и питательность комбикорма представлены в главе «Материалы и методы исследований». Содержание обменной энергии в рационах подопытных групп было в I группе 13,17 МДж, во II группе - 13,97 МДж, протеина в I группе составило 30,93 %, во II группе 31,31 %. Данные показатели соответствовали потребности карпа в питательных веществах на период выращивания представленных в других литературных источниках (Абросимова Н. А., 2005, Гамыгина Е. А., Щербина М. А., 2016, Kaushik S. J., Seiliez I., 2010).

Выращивание карпа производилось в плавучей системе садков для научных исследований по содержанию и кормлению рыбы, разработанной А. А. Васильевым, А. А. Карасевым и И. В. Поддубной (2013). Садки были изготовлены из безузловой латексированной дели размером 2,5×2,5×3,2 м, с размером ячеек стенок 10 мм, а дна 3 мм. Глубина водоема в месте расположения системы садков была 4,5 м.

Кормление рыбы проводилось 4 раза в светлое время суток ручным методом. Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды и массы рыбы. Ежедневно определяли поедаемость корма и сохранность рыбы. Условия кормления рыб регламентировались рекомендациями М. А. Щербина и Е. А. Гамыгина (2006), и ГОСТом Р52346-2005.

Физические показатели и химические свойства воды в водоеме находились в пределах ОСТ 15.372-87 «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания карповых рыб. Температура воды за весь период не превышала 25,3 °С, содержание растворенного кислорода было в пределах 7,0 мл/л.

Для производственной апробации отобрали особей карпа средней навеской около 20 г. По окончании периода выращивания мы получили массу одной особи в I группе – 704,0 г, во II группе – 748,0 г, выживаемость особей была на уровне 96,2 в группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка и на 1,3 % выше во II группе, конверсия корма в I группе составила 2,38 кг, а во II группе ниже на 0,11 кг. Для удобства восприятия производственных показателей мы сделали экономический расчет на выращивание 10,0 т карпа (табл. 38).

Таблица 38 – Результаты производственной апробации
в расчете на 10,0 т карпа

Показатель	Группа	
	I	II
Количество рыбы в начале, шт.	14850	13675
Количество рыбы в конце, шт.	14286	13333
Ихтиомасса в начале, кг	305,91	270,77
Ихтиомасса в конце, кг	10000,00	10000,00
Валовый прирост рыбы, кг	9694,09	9729,23
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	52,00	46,03
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	65,00	65,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	23071,93	22085,35
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	2,38	2,27
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	1499,68	1435,55
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	220,00	220,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	2200,00	2200,00
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	1891,76	1819,71
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	308,24	380,29
Дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	-	72,05
Уровень рентабельности, %	16,29	20,90

Частичная замена в рационе для карпа, выращенного в промышленных условиях, рыбной муки на 5,0 % от структуры рациона панкреатическим гидролизатом соевого белка, без потери питательной ценности способствовала снижению себестоимости выращивания на 3,8 %.

Анализ структуры затрат свидетельствует, что более 65,0 % из них идут на комбикорма, без которых невозможно промышленное выращивание рыбы, в виду отсутствия естественной кормовой базы. Таким образом, даже незначительное снижение конверсии корма на 0,11 ед. и увеличение валового прироста рыбы на 35,1 кг за счет сбалансированности рационов по аминокислотному составу привело к получению дополнительной прибыли на 72,1 тыс. руб. и увеличению уровня рентабельности на 4,6 % в группе, получавшей панкреатический гидролизат соевого белка взамен рыбной муке.

Благодаря выращиванию карпа в садках, реализация рыбы происходила постепенно без снижения цены на массовый сброс рыбы на рынок в осенний период.

3.2. Использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении радужной форели

Основной задачей товарного форелеводства является выращивание рыбы в наиболее короткий срок и с минимальными затратами. Одним из основных факторов, влияющих на быстрый рост рыбы, является поддержание оптимальных гидрологических и санитарно-гигиенических условий выращивания и полноценность кормления. Очевидная актуальность проблемы интенсивного воспроизводства естественных популяций лососевых рыб вызывает необходимость совершенствовать технологию их разведения и выращивания с применением полноценных комбикормов и современных технических средств производства.

При интенсивном выращивании первостепенное значение приобретает полноценное сбалансированное кормление рыбы. Экономически выгодным, альтернативным животному источником белка служат продукты растительного происхождения, которые, однако, не характерны для естественной пищи хищных рыб. В связи с этим при индустриальном выращивании рыбы большое значение приобретает применение биологически активных веществ способствующих усваиванию растительных белков (Остроумова И. Н., 2001, Щербина М. А., Гамыгин Е. А., 2006, Нечаева Т. А., 2010, Назарова М. А., Васильева О. Б., Рипатти П. О., Немова Н. Н., 2013, Васильев А. А., 2013, Жигин А. В., Мовсесова Н. В., 2014).

3.2.1. Результаты лабораторного опыта

Разработку оптимальных норм ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион радужной форели проводили в аквариумной установке (Васильев А. А., Волков А. А., Гусева Ю. А. и др., 2010). Установка позволяет синхронно создавать одинаковый гидрохимический режим и оптимальное санитарно-гигиеническое состояние воды для одновременного проведения 12-ти различных вариантов научных исследований. В аквариумы поступает вода, прошедшая через дихлоратор, вместимость каждого аквариума составляет 250 л, скорость водообмена 20 л/ч.

Для разработки оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион радужной форели по принципу пар-аналогов были отобраны 40 особей породы Адлер возраст (1+), среднее значение массы которых в начале эксперимента было около 55,3–56,7 г. Из них сформированы четыре группы по 10 особей в каждой по схеме, представленной в главе «Материалы и методика исследований».

Эффективность выращивания рыб во многом определяют физические свойства и химический состав воды, так как у них протекание всех жизненных

функций зависит от состояния водной среды, которая обеспечивает сохранность вида, плодовитость и качество потомства, способствует проявлению потенциальных возможностей роста и не создают условий развития различных заболеваний (Титарев Е. Ф., 1974, 1989, Титарев Е. Ф., Канидьев А. Н., 1975, Пономарев С. В., Пономарева Е. Н., 2003).

Вода по своему составу в лабораторной аквариумной установке отвечала нормам ОСТ 15.312.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы». Средняя температура воды за период исследований составила 14-15 °С, содержание растворенного в воде кислорода соответствовала 10,3-10,7 мг О г/л.

Быстрый рост рыб и высокая продуктивность достигаются только в случае, если рыбы обеспечены необходимым количеством питательных веществ: протеина, жира, углеводов, минеральных веществ и витаминов, и получают достаточное количество энергии для осуществления всех жизненных функций (Остроумова И. Н., 2001, Пономарев С. В., Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., 2013).

Ростовые процессы у гидробионтов зависят от целого комплекса внешних и внутренних факторов, среди которых одним из наиболее значимых является трофический, поскольку состав пищи и степень ее доступности во многом определяют линейно-весовую характеристику рыб (Дгебуадзе Ю. Ю., 2001, Lee D. J. et al, 1992, Okumuu O., Mazlum M. D., 2002).

В условиях аквакультуры форель выращивают на искусственных комбикормах, исходное сырье для производства которых должно максимально соответствовать естественной пище рыб. Введение в состав корма нехарактерных для натурального питания радужной форели компонентов может оказать значительное воздействие на метаболизм рыб и, как следствие, привести к изменению их физиологического состояния и ростовых процессов (Zaman M. U., Sarker S. R., Hossain S., 2008).

Изучение динамики массы молоди радужной форели в нашем исследовании показало, что начальная масса навески молоди во всех группах была одинаковая около 55,3–56,7 г (табл. 39).

Анализ полученных показателей свидетельствует, что особи, получавшие панкреатический гидролизат соевого белка набирали массу более интенсивно, разницу можно было заметить со второй недели выращивания по сравнению с I группой, что свидетельствует об усилении обменных процессов. По окончании выращивания продуктивность во II группе была выше на 5,6 %, в III группе на 17,8 %, а в IV группе на 9,1 %, по сравнению с I группой, не получавшей в рационе панкреатический гидролизат соевого белка. Нами была вычислена высокая положительная корреляционная связь между нормой ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион радужной форели и ее средней навеской $r=0,74$. Благодаря поддержанию оптимальных гидрохимических условий выращивания выживаемость особей во всех подопытных группах составила 100 %.

Таблица 39 – Средняя навеска радужной форели, г

Учетный период, нед.	Группа			
	I	II	III	IV
Начало опыта	56,29±5,7	55,33±5,3	56,67±3,7	55,71±3,9
1	63,29±8,8	65,17±5,5	67,67±4,1	63,71±4,4
2	66,50±9,7	71,92±6,8	70,83±4,7	67,43±5,8
3	80,57±10,9	79,33±7,5	80,92±6,3	80,00±4,9
4	87,14±11,5	88,08±7,8	87,83±5,6	86,00±5,9
5	91,00±11,9	94,33±7,6	97,50±6,3	91,43±5,9
6	99,71±12,0	106,50±6,2	114,08±7,0	107,71±6,4
7	108,21±12,2	115,00±7,2	128,07±6,8	120,00±7,2
8	121,29±13,2	128,20±7,1	142,92±7,6*	132,29±8,1

* - $P \geq 0,95$

Для характеристики интенсивности роста использовались показатели абсолютного, относительного и среднесуточного приростов, а так же коэффициент упитанности.

Нами рассчитывался показатель абсолютного прироста, с его помощью определялась интенсивность роста за конкретный промежуток времени (рис. 23).

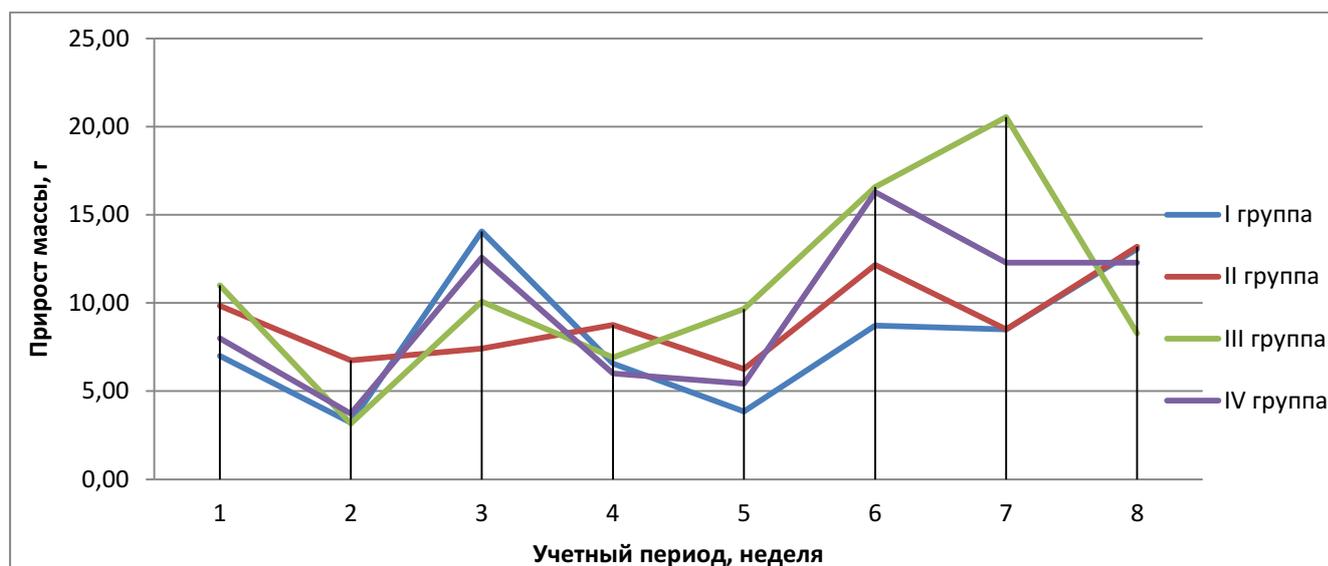


Рисунок 23. Абсолютный прирост массы радужной форели, г

Графическое изображение абсолютного прироста за период исследований отображает, интенсивный рост по всем группам, получавших панкреатический гидролизат соевого белка, при этом можно отметить неравномерность прироста. Стабильный рост наблюдался во II группе. В ней не было резких перепадов в увеличении массы. Наиболее интенсивно росли особи III группы, норма ввода добавки, в рационе которой составила 1,0 мг на 1,0 кг живой массы. По окончании исследований прирост в ней был выше на 29,7 %, по сравнению с I группой. В IV группе, где норма ввода была 1,25 мг на 1,0 кг массы абсолютный прирост увеличился на 18,2 %, по сравнению с I группой.

О напряженности роста в течение периода исследований мы судили по показателю – относительный прирост массы форели (рис. 24). Из полученных данных видно, что лучшая динамики приростов наблюдается в группах II, III и IV,

в рацион которых вводили панкреатический гидролизат соевого белка. Во вторую неделю выращивания наблюдается спад в приростах во всех подопытных группах, кроме II группы. В третью неделю обнаруживается пик приростов, так же во всех подопытных группах кроме II группы. Это можно объяснить адаптацией к комбикорму, содержащему панкреатический гидролизат соевого белка, усилением переваримости и усвоения питательных веществ рационов.

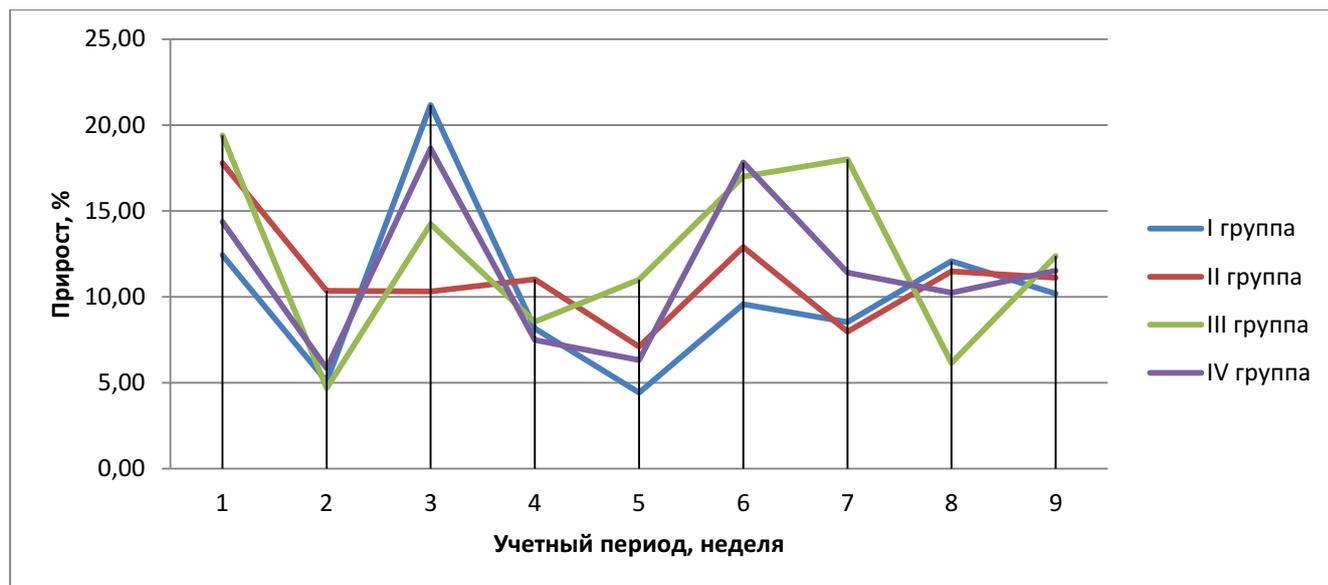


Рисунок 24. Относительный прирост радужной форели, %

Нами был проведен анализ среднесуточной удельной скорости роста рыб, которая отражает процентное изменение массы рыб за каждые сутки периода (табл. 40).

Нами было констатировано, что среднесуточные темпы роста были выше в группах, получавших панкреатический гидролизат соевого белка. За период исследований лучшие показатели были в III группе, а именно 1,65 %, во II группе этот показатель был равен 1,50 %, в IV группе 1,54 %. В I группе, не получавшей в добавку, этот показатель в среднем за весь период был самым низким и составил 1,37 %. Полученные данные согласуются с ранее полученными при выращивании радужной форели у других исследователей (Титарев Е. Ф., 2007).

Таблица 40 – Среднесуточный прирост радужной форели, %

Учетный период, нед.	Группа			
	I	II	III	IV
1	1,67	2,33	2,53	1,91
2	0,71	1,41	0,65	0,81
3	2,73	1,40	1,90	2,44
4	1,12	1,49	1,17	1,03
5	0,62	0,98	1,49	0,87
6	1,31	1,73	2,24	2,34
7	1,17	1,10	2,36	1,54
8	1,63	1,55	0,85	1,39

Универсальным показателем, характеризующим, как содержание жира в организме, так и физиологическое состояние рыбы, и ее потребительскую ценность является коэффициент упитанности. Нами данный показатель в период исследований был рассчитан по формуле Фультона (рис. 25).

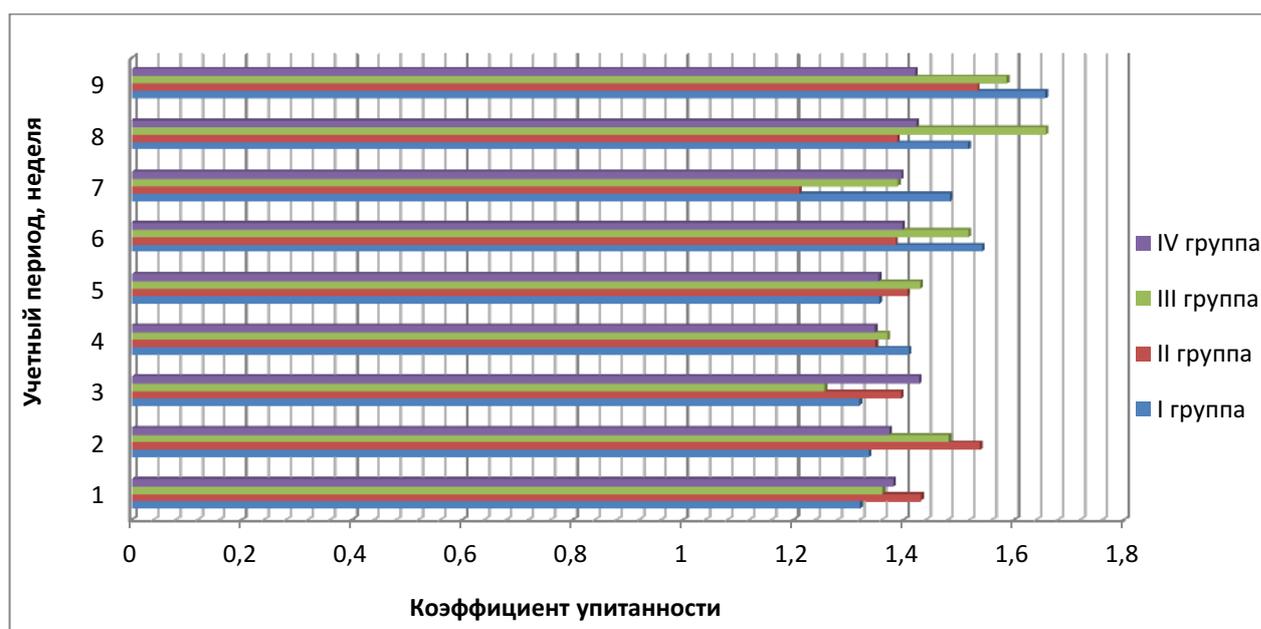


Рисунок 25. Коэффициент упитанности радужной форели по Фультону

Обработка материала позволила установить, что во всех подопытных группах рыба интенсивно набирала массу, за счет наращивания мышечной массы, о чем свидетельствует коэффициент упитанности не ниже 1,2. Это согласуется с данными других ученых из проанализированной литературы (Мурза И. Г., Христофоров О. Л., 2009, Хабжоков А. Б., Казанчев С. Ч., Алоев А. Х., 2014). Наилучший показатель был в III группе, получавшей панкреатический гидролизат соевого белка в количестве 1,0 мл на 1,0 кг массы радужной форели.

Введение панкреатического гидролизата соевого белка в рацион радужной форели способствует повышению усвоения питательных веществ рациона и повышению обменных процессов в организме.

В кормлении использовался гранулированный комбикорм с диаметром гранул 3,0 мм. Состав корма и питательность соответствовали периоду выращивания рыбы и представлены в главе «Материалы и методы исследований».

Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды и массы рыбы. Ежедневно определяли поедаемость корма и сохранность рыбы. Условия кормления рыб регламентировались рекомендациями М. А. Щербина и Е. А. Гамыгина (2006), и ГОСТом Р52346-2005.

Проанализировав поедаемость кормов и сопоставив ее с приростом ихтиомассы рыбы, мы пришли к выводу, что затраты кормов на 1 кг прироста массы радужной форели были на оптимальном уровне (табл. 41, 42).

Благодаря хорошим условиям выращивания соответствующим требованиям для выращивания радужной форели и сбалансированности рациона по всем питательным веществам кормовой коэффициент на протяжении всего периода выращивания не имел значительных отклонений от нормы. Лучшее всего трансформация корма в прирост массы проходила в III группе разница с I группой составила 17,9 %.

Таблица 41 – Затраты комбикорма на 1 кг прироста массы рыбы, кг

Учетный период, нед.	Группа			
	I	II	III	IV
1	1,23	0,86	0,79	1,07
2	3,02	1,48	3,28	2,63
3	0,72	1,49	1,08	0,82
4	1,88	1,39	1,79	2,04
5	3,46	2,16	1,39	2,43
6	1,60	1,19	0,90	0,86
7	1,45	1,54	1,01	1,08
8	1,02	1,07	1,06	1,20

Анализ полученных данных позволил установить, что использование в кормлении радужной форели панкреатического гидролизата соевого белка способствует снижению затрат корма, протеина и энергии в группах II, III и IV. Из проанализированных источников литературы известно, что форели при использовании полноценного сбалансированного корма на 1 кг прироста рыбы требуется 550-600 г протеина. Если этот уровень повышается, то можно говорить о вероятности нерациональных затрат белка на прирост рыбы (Ogino С., 1980). Как видно из таблицы оптимальными все показатели были в III группе, получавшей 1,0 мл добавки на 1 кг массы рыбы.

Таблица 42 – Эффективность использования корма

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,67	1,55	1,37	1,47
Обменной энергии, Мдж	37,48	34,86	31,17	33,24
Сырого протеина, г	736,17	681,91	609,96	651,51

Полученные данные позволяют сделать вывод о положительном влиянии панкреатического гидролизата соевого белка на эффективность использования комбикормов при выращивании радужной форели. При этом наиболее эффективная норма дачи добавки составляет 1,0 мл на 1,0 кг живой массы рыбы.

Важным показателем физиологического состояния рыб, характеризующим количество и качество используемых комбикормов, условия выращивания и адаптивные способности радужной форели является кровь (Кцоева И. И., Габолаева А. Р., 2013).

Для характеристики общего состояния организма нами было проведено биохимическое исследование сыворотки крови. Мы изучили биохимические показатели: общий белок и ферменты, принимающие участие в обмене аминокислот в организме аланинаминотрансфераза (АлТ) и аспаратаминотрансфераза (АсТ). Биохимическое исследование крови радужной форели было проведено в конце опыта его результаты отображены на рисунке 26.

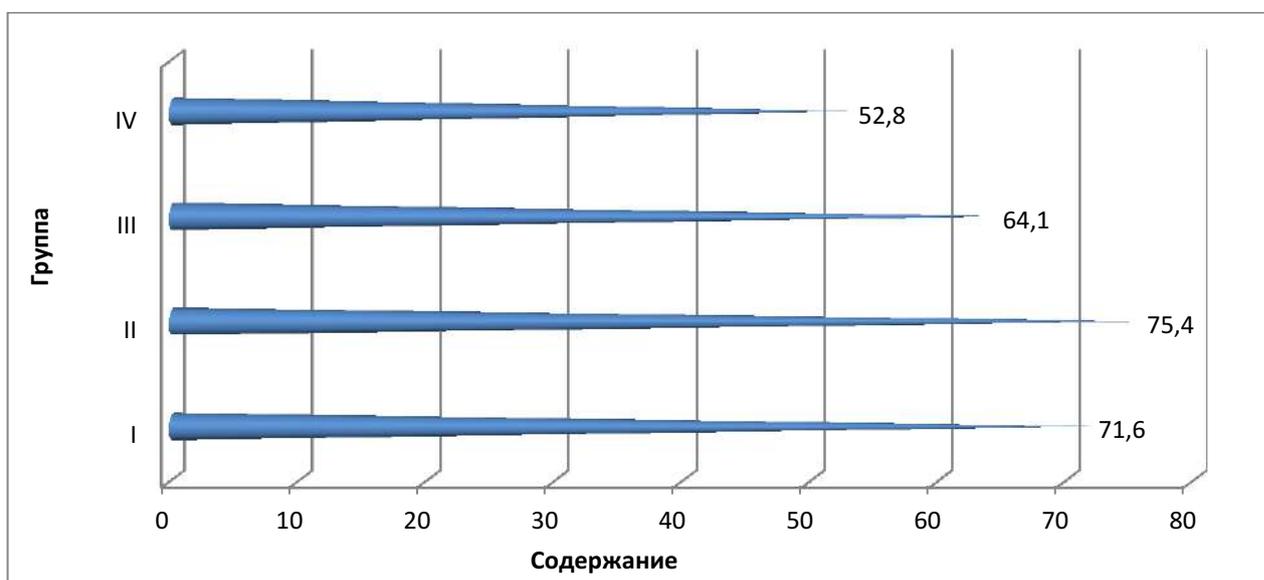


Рисунок 26. Содержание общего белка в плазме крови, г/л

Уровень концентрации белка в сыворотки крови рыб по окончании исследования во всех группах соответствовал физиологической норме, что подтверждает благоприятные условия питания и хорошее общее физиологическое

состояние организма. Содержание белка снижалось по мере увеличения нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм для выращивания радужной форели, что связано с увеличением течения реакций переаминирования и белкового обмена в их организме.

Наши данные соответствуют мнению исследователей, которые сообщают, что снижение содержания общего белка в плазме крови опытных особей обусловлено более интенсивными процессами белкового обмена в их организме и высокой энергией роста (Ростовцев А. А., Законнова Л. И., 2013, Граевская Ю. А., Васильев В. Ю., 2014, Дерень О. В., 2014, Тупицкая О. Н., Смоленский О. О., Курбатова И. Н., 2015).

Так же, нами был проанализирован уровень содержания ферментов аланинаминотрансфераза и аспартатаминотрансфераза. Эти данные могут служить показателями, отражающими функциональные нарушения в печени, сердечной мышце и других внутренних органах (рис. 27).

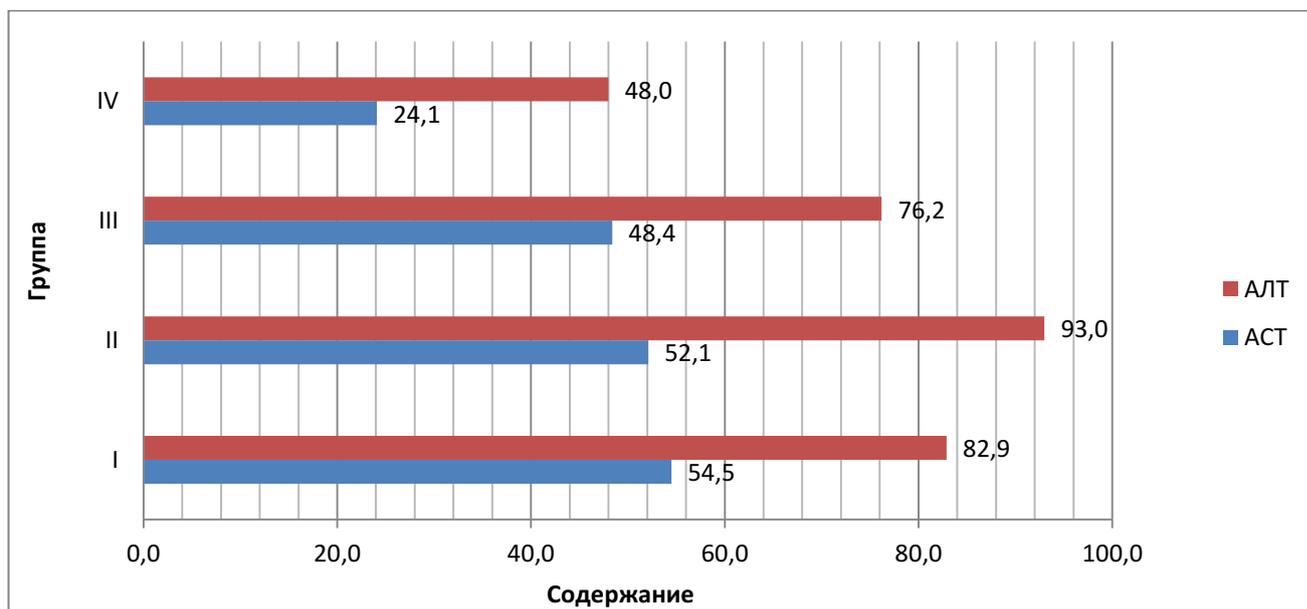


Рисунок 27. Активность аминотрансфераз в плазме крови молоди карпа, Ед/л

На графике отображены выявленные изменения активности сывороточных аминотрансфераз, на фоне скармливания нетрадиционного источника белка,

которые связаны с интенсивностью роста молоди радужной форели и обусловлены высоким уровнем анаболических процессов азотистых веществ.

В группах II, III и IV, получавших панкреатический гидролизат соевого белка, в крови уменьшался уровень активности АсТ и АлТ в соответствие с нормой его ввода в рацион. При этом активность АсТ (интегрирующего фермента белкового синтеза) была на достаточно высоком уровне (в верхних пределах), что указывает на эффективное использование протеина кормового рациона. При этом наименьший белковый коэффициент наблюдался во II и IV группах.

По окончании исследований нами был проведен клинический осмотр молоди радужной форели всех подопытных групп и патологоанатомическое вскрытие по три особи из каждой группы.

Молоди во всех подопытных группах вели себя активно, не обнаруживалось механических повреждений кожных покровов и плавников. Слизь полностью покрывала особи, её было достаточное количество, чтобы обеспечить защиту радужной форели от воздействия воздушной среды. Чешуйчатый покров циклоидный без повреждений, отсутствовали опухоли, цисты, язвы или рубцы. Глаза были круглые, прозрачные, без кровоизлияний. Жаберные крышки полностью закрывали жаберные дуги, по 4 с каждой стороны. На вогнутой стороне каждой из жаберных дуг были видны жаберные тычинки насыщенного красного цвета.

Патологоанатомическое вскрытие рыб позволило нам обследовать состояние внутренних органов радужной форели. Кровеносная система радужной форели состоит из сердца, которое располагалось непосредственно за жаберными крышками. У форели кровь проходит один круг кровообращения. Сердце двухкамерное и состоит из венозного синуса, предсердия желудочка и артериальной луковицы, выстлано оно однослойным плоским эпителием.

Еще одним органом кроветворения и выделения у рыб являются почки. Они не отличались по форме и размерам у форели разных подопытных групп. При осмотре мы не нашли следов кровоизлияния в этом органе. Патологий в развитии

кровеносной системы не было обнаружено. Различий в анатомическом строении в образцах подопытных групп так же не обнаружено.

Плавательный пузырь открытого типа. У всех осмотренных особей он был прозрачным без кровоизлияний, цист и отеков.

При осмотре печени так же не было обнаружено анатомических различий в ее строении между группами. Новообразований, кровоизлияний и гельминтов не найдено.

Пищеварительная система радужной форели начинается мелкими и острыми челюстными зубами, которые позволяют захватывать, разрывать и удерживать пищу, не допуская ее пережевывания. За ротовой полостью следует глотка, имеющая многочисленные железистые клетки, выделяющие слизь, которая облегчает заглатывание жертвы. Глотка переходит в короткий мускулистый пищевод, впадающий в желудок. Сифонообразный желудок обладает хорошо развитой мускулатурой. Он совмещает депонирующие и пищеварительные функции. Слизистая оболочка имеет мощный железистый аппарат, занимающий 80 % площади, а также многочисленные продольные складки. За счет этих складок желудок при наполнении пищей способен сильно растягиваться. Пища переваривается желудочным соком, содержащим соляную кислоту и ферменты, и превращается в химус. Состав желудочного секрета соответствует качеству и количеству пищи. Кишечник представляет собой короткую трубку, отношение длины которой к длине рыбы составляет 0,7-1,0. Реакция среды определяется рН желчи и изменяется в узком диапазоне – от 7,7 до 8,3. Эпителий всех отделов кишечника состоит из энтероцитов и многочисленных железистых бокаловидных клеток, которые вырабатывают слизь и способствуют прохождению пищевого комка по кишечнику. Пилорические придатки в количестве 40–50 отходят от переднего отдела кишечника приблизительно в 6 раз. Поверхность их слизистой оболочки в 3 раза больше поверхности тонкой кишки и в 2 раза – кишечника в целом. За передним отделом кишечника следуют средний и задний. Слизистая оболочка задней (толстой) кишки имеет хорошо выраженную

спиральную складку, увеличивающую поверхность слизистой и замедляющую скорость прохождения пищи. Патологий в развитии пищеварительной системы не было обнаружено. Различий в анатомическом строении в образцах подопытных групп так же не обнаружено.

Печень у форели компактная и объемистая с небольшим числом долек. Желчный пузырь располагается на ее внутренней стороне. Диффузная поджелудочная железа образует с печенью единую структуру и открывается общим гепатопанкреатическим протоком непосредственно в желудок. Патологий в развитии печени и желчного пузыря во всех подопытных группах нами не было обнаружено. Различий в анатомическом строении в образцах печени подопытных групп не обнаружено.

В процессе патологоанатомического вскрытия нами была изучена степень ожирения по шкале М. Л. Прозоровского. У особей из I, II и IV группы была видна широкая полоска жира в середине между вторым и третьим отделами кишечника. В петле между вторым и третьим отделами эта полоса расширялась. По верхнему краю второго отдела и нижнему краю третьего отмечены широкие жировые полосы. У первого изгиба кишечника, если считать от головного конца, имелся жировой вырост в виде треугольника. Анальный конец кишечника в подавляющем большинстве случаев был залит тонким слоем жира, что соответствует 3 баллам.

У особей III группы кишечник был почти целиком покрыт жиром за исключением маленьких просветов, где видна кишка. Эти просветы обычно бывают на второй петле и на третьем отделе кишечника. Иногда их можно встретить и на втором отделе. Жировые выросты на обеих петлях мощные, что соответствует 4 баллам.

Таким образом, можно отметить, что наилучший эффект на продуктивность и физиологическое состояние радужной форели оказывает введение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка при норме 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы.

Основным строительным материалом в организме рыб являются белки синтезируемые главным образом из протеиногенных аминокислот кормов. Эффективность использования протеина на рост в значительной степени зависит от сбалансированности кормов по всем питательным веществам, в первую очередь по белку и незаменимым аминокислотам, в соответствие с потребностями рыб (Джабаров М. И., 2006, Китаев И. А., 2014).

Обычно корма содержат все необходимые аминокислоты, но их количество и соотношение могут не соответствовать оптимальному уровню. Важнейшим элементом полноценного питания является сбалансированность аминокислотного состава рациона в соответствие с потребностями организма, при определении которых устанавливают, сколько и каких незаменимых аминокислот должно быть в корме для нормального роста и жизнедеятельности рыб. Недостаток какой-либо незаменимой аминокислоты неизбежно ограничивает использование для синтеза белка других аминокислот, что снижает его эффективность (Пашенко А. Е., 1985, Джабаров М. И., 2006, Китаев И. А., 2015).

Уровень белково-аминокислотного обмена и содержание отдельных свободных аминокислот в различных тканях организма является важным критерием оценки физиологического состояния рыб. От особенностей становления аминокислотного статуса у рыб будут зависеть уровень белково-аминокислотного обмена, темп морфо-функционального формирования и степень функционирования важнейших физиолого-биохимических систем организма, а так же его устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды (Сидоров В. С., 1985, 1997, Джабаров М. И., 2006, Weltzien F. A., 1999).

Ценным критерием оценки физиологического состояния рыб является уровень белково-аминокислотного обмена и содержание отдельных свободных аминокислот в мышечной ткани организма. В начале исследования нами была проведена идентификация аминокислот в опытных образцах комбикорма, она представлена в главе «Материалы и методы исследований». По окончании периода исследований нами был проведен убой форели и проведен анализ по

определению содержания аминокислот в её мышечной ткани, для этого были отобраны особи массой примерно 150,0 г по три особи из каждой группы (табл. 43).

Таблица 43 - Содержание протеиногенных аминокислот в мышечной ткани радужной форели, % 100 г продукта

Аминокислота	Группа			
	I	II	III	IV
<i>Незаменимые</i>				
Аргинин	1,07±0,02	1,34±0,09*	1,99±0,05***	2,03±0,04***
Лизин	1,24±0,03	1,89±0,07***	2,23±0,26*	1,77±0,04***
Фенилаланин	0,53±0,01	0,87±0,03***	0,96±0,04***	0,22±0,01***
Гистидин	0,12±0,03	0,17±0,08	0,18±0,02	0,09±0,04
Лейцин+Изолейцин	1,75±0,06	2,55±0,07***	2,84±0,07***	1,10±0,01***
Метионин	0,32±0,03	0,52±0,20	0,85±0,01***	1,21±0,04**
Валин	0,68±0,01	0,98±0,07*	1,22±0,11**	1,06±0,04**
Триптофан	1,21±0,01	1,29±0,04	1,21±0,01	1,24±0,02
<i>Заменимые</i>				
Пролин	0,39±0,03	0,70±0,06*	0,95±0,05***	1,47±0,03***
Треонин	0,71±0,03	1,07±0,01***	1,24±0,12*	1,73±0,04***
Серин	0,77±0,04	0,99±0,01*	1,48±0,02***	1,83±0,05***
Аланин	1,00±0,04	1,36±0,11	2,18±0,19**	1,33±0,03***
Глицин	0,66±0,04	1,14±0,02***	1,81±0,17**	2,05±0,04***
Тирозин	0,39±0,02	0,43±0,01	0,63±0,02***	0,37±0,01
Суммарное содержание	10,85	15,28	19,78	17,50

* - P>0,95; ** - P>0,99; *** - P>0,999

Аминокислотный анализ мышечной ткани радужной форели, представленный в таблице 43, позволяет нам сделать вывод, что ее белок

содержит комплекс незаменимых аминокислот, при этом их общая массовая доля превышает 65,0 % во всех исследуемых образцах. Суммарное содержание свободных аминокислот мышечной ткани было выше всего в III группе. Несмотря на то, что норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рационе была выше всего в IV группе. Полученный результат отражает избыток протеина в кормлении радужной форели IV группы, что так же ухудшает использование питательных веществ корма.

В количественном отношении эти показатели варьируют по исследуемым группам. Содержание аргинина, глицина, серина, треонина, пролина и метионина увеличивается в мышечной ткани прямо пропорционально норме ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион. Содержание остальных же протеиногенных аминокислот в IV группе снижается, что свидетельствует о несбалансированности белка мышечной ткани и снижении пищевой ценности рыбы данной группы.

Полученные в наших исследованиях данные позволяют сделать заключение, что существует прямая зависимость между общим содержанием свободных аминокислот в мышечной ткани радужной форели и нормой ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм, но избыточное его содержание угнетает обменные процессы и пищевая ценность мышечной ткани рыб по аминокислотному составу снижается. Норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм III группы способствовала лучшему балансированию мышечной ткани радужной форели аминокислотами. Состав мяса рыб III группы наиболее оптимален для физиологически полноценного питания человека, по сравнению с рыбами других подопытных групп. Таким образом, введение в комбикорм для радужной форели панкреатического гидролизата соевого белка в количестве 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы положительно сказывается на белково-аминокислотном составе её мышечной ткани.

Основной задачей товарного форелеводства является выращивание рыбы в наиболее короткий срок и с минимальными затратами. Одним из основных

факторов, влияющих на быстрый рост рыбы, является поддержание оптимальных условий выращивания и полноценность кормления. Вопрос о кормлении форели имеет большое значение, определяющее успех ведения форелевого хозяйства.

Результаты экономической эффективности использования различных норм ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорма для радужной форели приведены в таблице 44.

Таблица 44 – Экономическая оценка эффективности норм скармливания панкреатического гидролизата соевого белка

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Ихтиомасса в начале опыта, кг	0,56	0,55	0,57	0,56
Ихтиомасса в конце опыта, кг	1,21	1,28	1,43	1,32
Прирост ихтиомассы за период, кг	0,65	0,73	0,86	0,77
Стоимость всего посадочного материала, руб.	197,0	193,7	198,4	194,9
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	126,0	126,0	126,0	126,0
Скормлено комбикорма на группу, кг	1,09	1,13	1,18	1,12
Стоимость комбикорма, руб.	137,02	142,01	148,90	141,70
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250,00	250,00	250,00
Скормлено ПГСБ, л	-	0,042	0,060	0,070
Стоимость скормленной ПГСБ, руб.	-	10,55	14,93	17,59
Стоимость комбикорма с ПГСБ, руб.	137,02	152,56	164,85	159,29
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,67	1,55	1,38	1,47
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	450,00	450,00	450,00	450,00
Выручка от реализации рыбы, руб.	545,79	576,90	643,11	595,29
Себестоимость рыбы, руб.	334,03	346,22	363,19	354,28
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	275,41	270,06	254,13	267,81
Прибыль от реализации рыбы, руб.	211,75	230,68	279,92	241,01
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	174,59	179,94	195,87	182,19
Доход от использования ПГСБ, руб.		5,35	21,28	7,60

Как видно, из таблицы 44, наибольшее количество корма было затрачено в III группе, при этом и эффективность использования комбикормов здесь выше на 17,5 % по сравнению с I группой. Использование панкреатического гидролизата соевого белка увеличило стоимость комбикормов на 11,3 % во II группе, на 20,3 % в III группе и на 16,3 % в IV группе, повысив, таким образом, себестоимость выращивания рыб. Тем не менее, выручка от реализации, за счет получения дополнительной товарной продукции, так же увеличилась на 5,7 % во II группе, на 17,8 % в III группе и на 9,1% в IV группе, по сравнению с I группой.

Обобщение полученных результатов позволяет сделать вывод о положительной экономической эффективности использования панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении радужной форели.

3.2.2. Результаты научно-хозяйственного опыта

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию радужной форели с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка в промышленных условиях проводили в ФГУП «Тёпловский Рыбопитомник» (р.п. Новые Бурасы Саратовская область) по схеме, представленной в главе «Материалы и методы исследований».

Форель содержалась в бассейнах размером 3,0x0,7x1,0 м. Плотность посадки радужной форели составили 148 шт./м³. В лотки непрерывно поступала вода из скважины, за счет чего содержание кислорода не опускалось ниже 10 мг/л, водообмен был на уровне 2 раз в час.

Для научно-хозяйственного опыта была отобрана молодь радужной форели по принципу аналогов массой около 55,5 г и расформирована на две группы по 310 особей в каждой. I группа получала полнорационный гранулированный комбикорм, а II группа получала тот же комбикорм, с введением в него панкреатического гидролизата соевого белка. Продолжительность эксперимента составила 24 недели.

Существуют четыре жизненно важных фактора наиболее влияющих на продуктивность форели: температура воды, содержание в ней растворенного кислорода, проточность воды и сбалансированность кормления рыбы.

В период наших исследований вода в рыбоводные лотки поступала самотеком из пруда отстойника, источником водоснабжения служила артезианская скважина. Температура воды в рыбоводных лотках менялась в течение периода исследований от 6 до 14 °С. Средняя температура воды за период исследований составила 11,5 °С, что является оптимальной для разведения радужной форели. Содержание растворенного кислорода в воде на протяжении научно-хозяйственного опыта не опускалось ниже 10 мг/л. Водородный показатель был в пределах 6,5-7,0. Анализ источника водоснабжения для рыбоводных лотков свидетельствовал об отсутствии в воде азотсодержащих соединений, таких как аммиак, нитриты и нитраты. Жесткость воды не превышала 9,0 мг-экв/л. В период научно-хозяйственного исследования вода полностью соответствовала, предъявляемым требованиям к источникам водоснабжения форелевых хозяйств ОСТ 15.312.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания радужной форели.

Количество скармливаемых рыбе кормов зависит от температуры воды, насыщению ее кислородом и массой рыбы, в связи с этим в наших исследованиях суточная дача кормов корректировалась еженедельно.

Общее количество скормленного комбикорма за период исследования в I группе было равным 116,04 кг, во II группе оно составило 127,56 кг.

Проанализировав поедаемость кормов и сопоставив ее с приростом ихтиомассы рыбы, мы пришли к выводу, что затраты кормов на 1 кг прироста массы радужной форели были на оптимальном уровне (рис. 28).

На графике хорошо видно, что в течение всего периода выращивания затраты кормов на 1 кг прироста были выше в I группе, неполучавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка. Полученные данные по

конверсии корма радужной форелью согласуются с исследованиями других авторов для данного периода выращивания (Пономарева Е. Н., Пономарев С. В., 1993, 2003).

Для анализа эффективности использования комбикормов нами был рассчитан коэффициент конверсии корма, а так же затраты сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста массы рыбы (табл. 45).

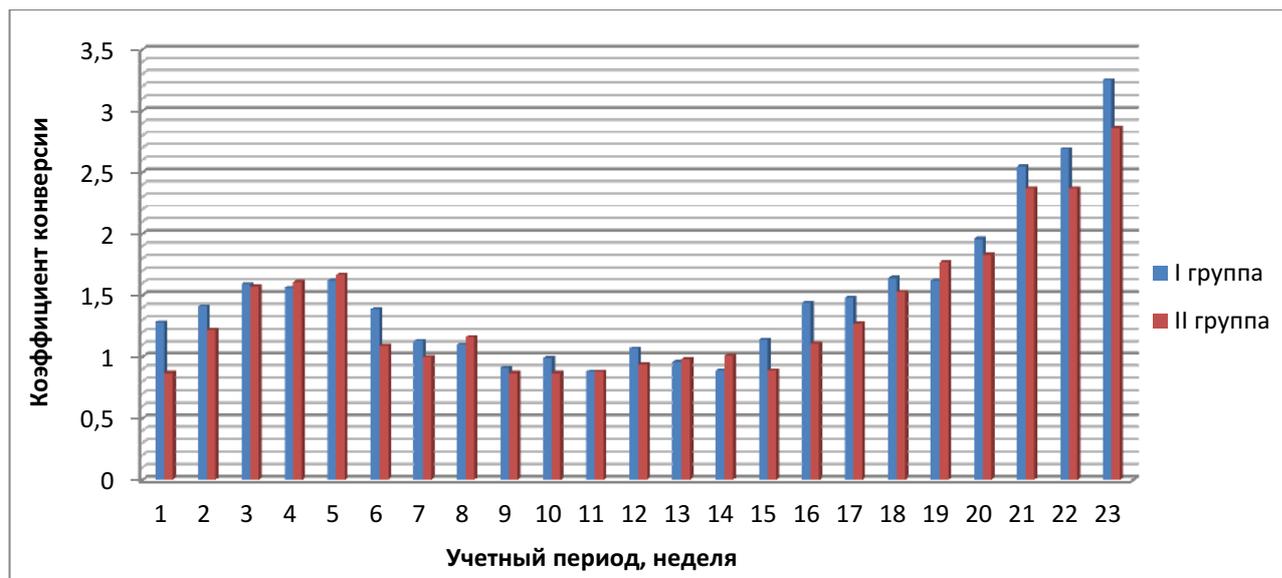


Рисунок 28. Затраты корма на 1 кг прироста ихтиомассы рыбы, кг

Результаты исследований свидетельствуют об оптимальных затратах комбикорма на 1 кг живой массы рыбы, в связи с хорошей сбалансированностью рациона на протяжении всего научно-хозяйственного опыта, затраты на 1 кг прироста массы радужной форели во II группе были в среднем ниже на 6,9 %, чем в I группе. При этом за счет повышенного содержания протеина в рационе II группы, затраты его на 1 кг прироста массы были так же выше. Из проанализированных источников известно, что форели при использовании полноценного сбалансированного корма на 1 кг прироста рыбы требуется 550 - 700 г протеина, что соответствует полученным нами затратам. Если этот уровень повышается, то можно говорить о вероятности нерациональных затрат белка на прирост рыбы (Ogino С., 1980).

Таблица 45 – Затраты корма на 1 кг прироста

Показатель	Группа	
	I	II
Комбикорма, кг	1,53	1,43
Сырой протеин, г	690,87	696,41
Обменная энергия, МДж	42,04	47,49

Добавление в комбикорм для радужной форели панкреатического гидролизата соевого белка при выращивании в промышленных условиях способствует конверсии корма и снижению затрат энергии на 1 кг массы рыбы.

Рост рыбы - это увеличение её длины и массы тела. Характерной чертой роста рыб является его периодичность. Рост рыбы зависит от различных факторов, прежде всего от условий среды: температуры, химических свойств воды, плотности посадки и наличия пищи. Для каждого вида рыбы существует свой температурный оптимум, при котором у данного вида наиболее успешно происходит обмен веществ и обеспечивается наиболее быстрый рост. Решающим фактором, определяющим рост, является сбалансированность кормления.

Оптимальный температурный диапазон для жизнедеятельности молоди радужной форели колеблется в пределах от 14 до 18 °С, летальной для выращивания радужной форели является температура свыше 25 °С (Walton M. J., 1984).

Для нормального роста рыбам необходим определенный набор питательных и биологически активных веществ. Они, являясь хладнокровными, не затрачивают энергию на поддержание температуры тела. Поэтому энергия может откладываться у них в виде жира.

В период научно-хозяйственного опыта мы еженедельно проводили исследования темпов роста и развития рыб на основании результатов контрольных обловов по 3 партии, в навеске по 10 экземпляров. Число отловленных для взвешивания рыб в зависимости от количества посаженных составляло 5 – 10 % (табл. 46).

Таблица 46 – Средняя навеска радужной форели, г

Учетный период, нед.	Группа	
	I	II
Начало опыта	55,3±2,2	55,5±2,8
1	61,4±2,4	63,9±2,6
2	66,7±2,6	70,3±5,6
3	71,8±2,9	75,8±5,1
4	77,4±3,0	81,5±2,9
5	83,2±3,1	87,5±3,3
6	90,5±3,5	95,3±4,1
7	99,0±4,4	104,6±4,5
8	107,8±5,1	113,5±5,3
9	119,4±5,8	126,3±6,0
10	131,7±5,7	140,6±6,0
11	146,4±6,1	156,3±6,3
12	160,9±5,9	172,6±6,5
13	177,3±6,3	189,8±6,5
14	196,6±5,1	208,2±6,0
15	215,2±4,2	231,1±6,2*
16	229,8±5,1	251,5±6,3**
17	243,5±4,7	268,9±6,9**
18	256,6±6,7	284,4±8,3**
19	270,6±4,5	298,6±8,6**
20	282,8±6,6	313,0±7,2**
21	292,6±5,0	325,7±6,4***
22	302,3±8,3	337,8±6,9***
23	310,4±9,5	348,2±10,11**

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

Анализ полученных данных свидетельствует, что использование в рационе радужной форели панкреатического гидролизата соевого белка оказывает благотворное влияние на ее продуктивность. С первых недель выращивания видна не большая разница в скорости прироста массы рыбы, а к 15-й недели она становится достоверной. За весь период выращивания масса радужной форели достигла товарной навески, при этом масса во II группе на 12,2 % была выше, чем в I группе. Выживаемость рыб в период исследований сохранялась на высоком уровне и составила 96,5 % в I группе и 98,7 % во II группе.

Для характеристики интенсивности роста нами так же анализировался показатель абсолютного прироста живой массы рыбы (рис. 29), относительный (рис. 30) и среднесуточные приросты радужной форели (рис. 31).

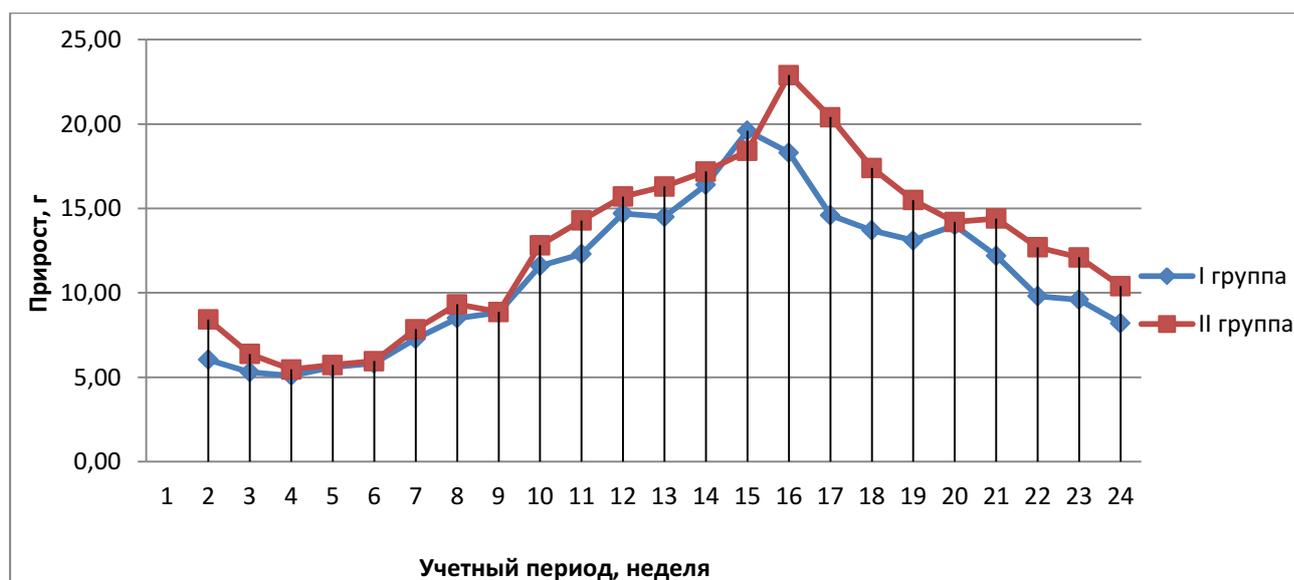


Рисунок 29. Абсолютный прирост живой массы радужной форели, г

Графическое изображение абсолютных приростов позволяет сказать, что в обеих подопытных группах начиная с 4-ой недели наблюдалось его увеличение до 15 недели в I группе и до 16 недели во II группе. Таким образом, можно отметить, что внесение в рацион радужной форели панкреатического гидролизата соевого белка положительно сказывается на интенсивности роста, не только способствуя

повышенным показателям, но и продолжительности их поддержания на этом уровне.

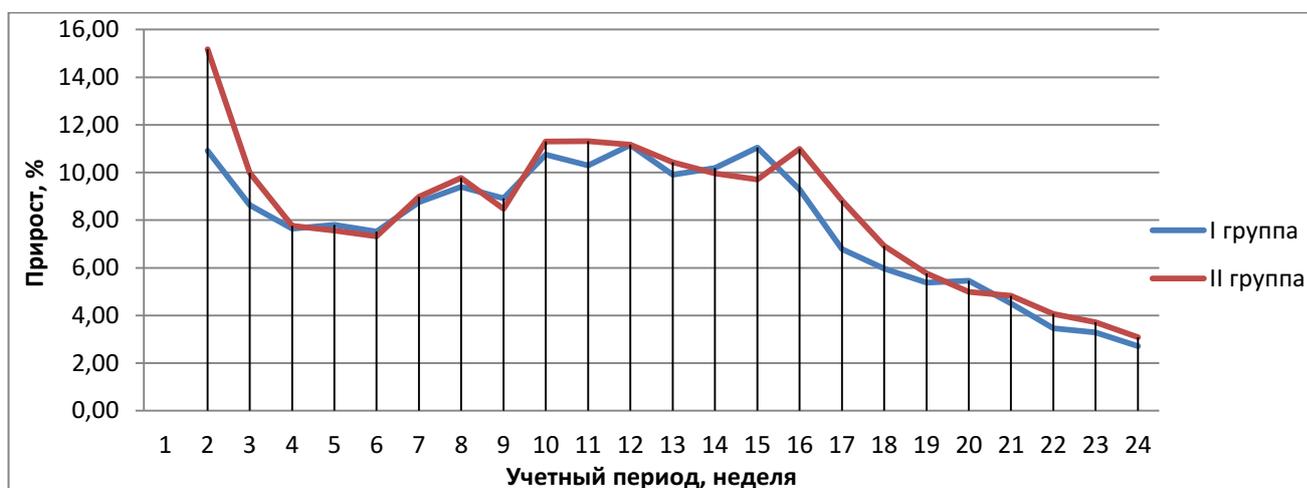


Рисунок 30. Относительный прирост массы рыбы, %

Данные показывают, что относительный прирост был наиболее высоким в первые недели выращивания, далее так же наблюдается постепенное снижение темпов роста, но II группе этот показатель выше, чем в I группе.

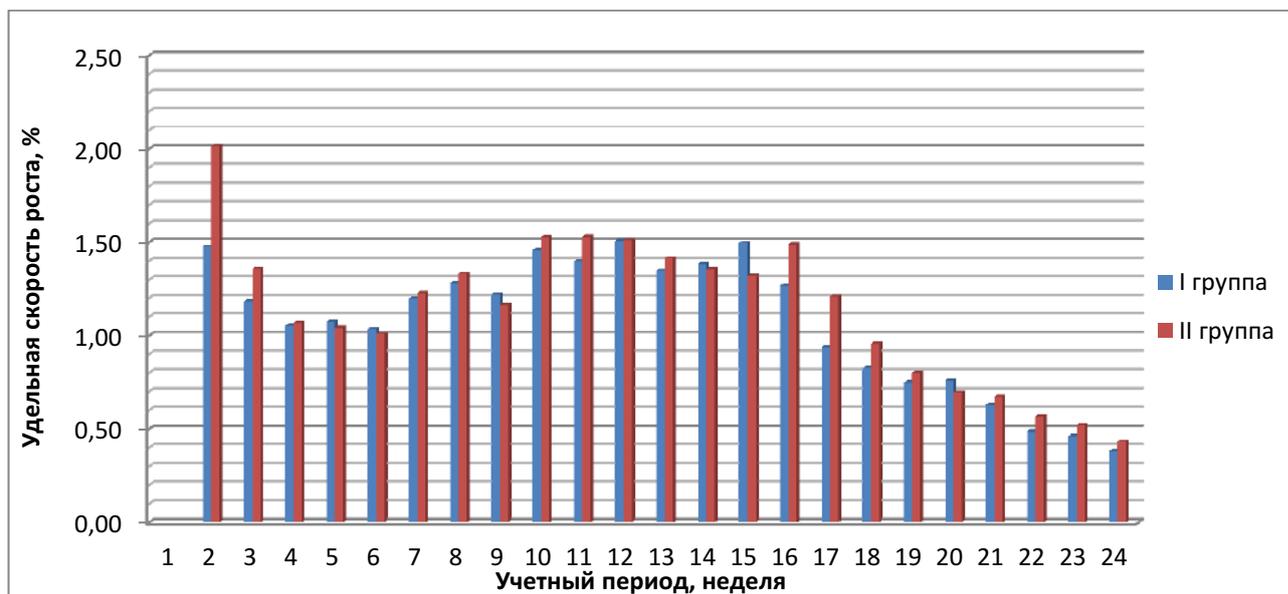


Рисунок 31. Среднесуточная удельная скорость роста радужной форели, %

На рисунке видно, что темп роста радужной форели во II группе, получавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка в основном выше, чем в I группе. В среднем за период научно-хозяйственного опыта этот показатель составил в I группе 1,07 %, а во II группе 1,14 %.

Таким образом, использование в кормлении радужной форели панкреатического гидролизата соевого белка увеличивает интенсивность роста.

Исследования в области кормления рыб показали, что даже кратковременное полноценное кормление обуславливает значительные изменения в показателях крови рыб. При использовании сбалансированных рационов получают оптимальные показатели (Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А., 2013).

Важным показателем для оценки физиологического состояния рыб является содержание белка и ферментов, принимающих участие в обмене аминокислот в организме аланинаминотрансфераза и аспартатаминотрансфераза. Они являются биохимическими маркерами гидробионтов и применяются даже в водной токсикологии (Немова Н. Н., Высоцкая У. Р., 2004, Немова Н. Н., 2005, Назарова М. А., Васильева О. Б., Немова Н. Н., 2011). Хотя свойства многих белков крови рыб уже детально изучены (Лукьяненко В. И., 1971; Андреева А. М., 2008), все таки требуется рассмотрение их функциональной активности и при скармливании панкреатического гидролизата соевого белка.

При рассмотрении содержания общего белка крови радужной форели в подопытных группах установлено достоверное ($P \geq 0,95$) уменьшение его в группе II, получавшей рацион с панкреатическим гидролизатом соевого белка (рис. 32). Снижение концентрации общего белка в сыворотке крови на 23,9 % объясняется интенсивными обменными процессами в организме форели, а именно усилением процесса переаминирования.

Полученные результаты согласуются с данными характеризующими адаптацию организма к воздействиям внешних факторов, в том числе

использование сбалансированного комбикорма (Palmer T. K, Ryman B. E. 1972, Inyang I. R., Daka E. R., Ogamba E. N. 2010).

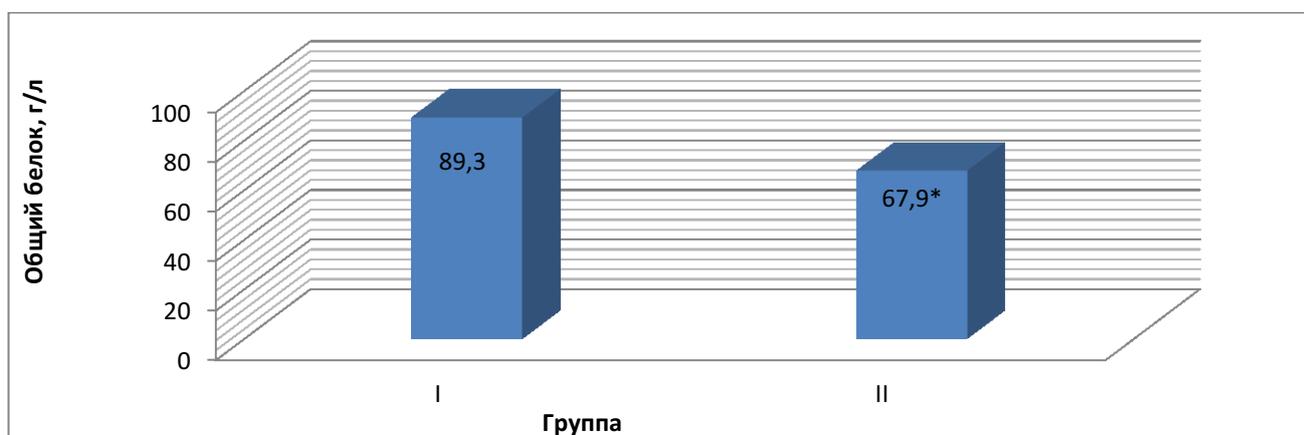


Рисунок 32. Содержание общего белка в крови радужной форели

Нами были так же проанализирована активность ферментов аланинаминотрансфераза и аспартатаминотрансфераза, которые присутствуют как в клетках печени, так и в клетках сердца, в связи с этим они имеют большую диагностическую ценность при заболеваниях печени и сердца (рис. 33).

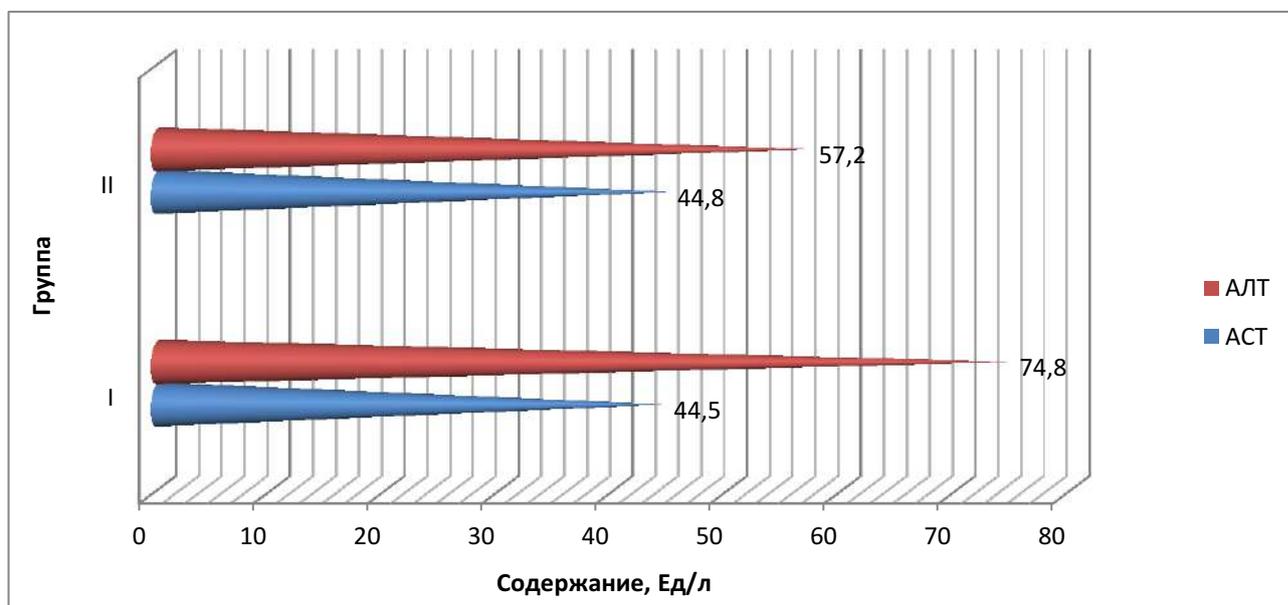


Рисунок 33. Активность аминотрансфераз в плазме крови радужной форели

Проанализировав полученные данные можно сказать, что содержание аспартаминотрансферазы достоверно ($P \geq 0,95$) уменьшилось во II группе, по сравнению с I группой, не получавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка. Важным показателем при оценке полученных данных является коэффициент Де Ритиса, его значение в I группе составило 0,59, а во II группе 0,78, что свидетельствует о нормальном протекании физиологических процессов в организме радужной форели.

С хозяйственной точки зрения радужная форель – один из ценных видов рыб, имеющий высокие пищевые и товарные качества. В наших исследованиях товарные качества рыбы выращенной в индустриальных условиях изучали по окончании научно-хозяйственного опыта, для этого определяли соотношение съедобных и несъедобных частей тела по принятым в рыбоводстве методикам (Кудряшева А. А., Саватеева Л. Ю., Саватеев Е. В., 2007). Для проведения исследований отбирали по 3 особи из каждой подопытной группы (табл. 47, рис. 34).

Полученные после анализа морфологического состава тела радужной форели данные показывают, что в связи с повышенной интенсивностью роста особей во II группе, масса всех частей тела была больше. При этом достоверно увеличилась масса мышечной ткани на 19,5 % и достоверно уменьшилась масса внутренних органов на 10,7 %. Как следствие масса съедобных частей во II группе была достоверно выше на 15,8 %, а масса несъедобных ниже на 11,6 % по сравнению с I группой, не получавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка.

На рисунке 34 отображена удельная доля съедобных и несъедобных частей подопытных групп. Во II группе, в рационе которой использовался панкреатический гидролизат соевого белка выход съедобных частей выше на 0,9 %, по сравнению с I группой.

Таблица 47 – Морфологический состав тела радужной форели

Масса	Группа	
	I	II
Рыбы, г	304,3±2,3	347,3±1,1
Головы, г	50,67±0,68	54,15±0,96
Плавников, г	20,07±0,28	20,59±1,17
Костной ткани, г	19,71±0,55	24,92±2,02
Мышечной ткани, г	157,34±1,38	188,07±2,38***
Кожи, г	21,84±0,34	25,45±0,73
Внутренних органов, г	16,61±0,11	14,83±0,28***
Внутреннего жира, г	10,06±0,20	10,20±0,31
Слизи, крови, полостной жидкости, г	8,00±0,14	9,09±0,18
Съедобных частей, г	184,01±1,44	213,1±1,33***
Несъедобных частей, г	120,29±3,64	134,2±3,62**

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

Таким образом, можно констатировать, что использование в рационе радужной форели при индустриальных условиях панкреатического гидролизата соевого белка не значительно влияет на соотношение съедобных и несъедобных частей тела рыбы.

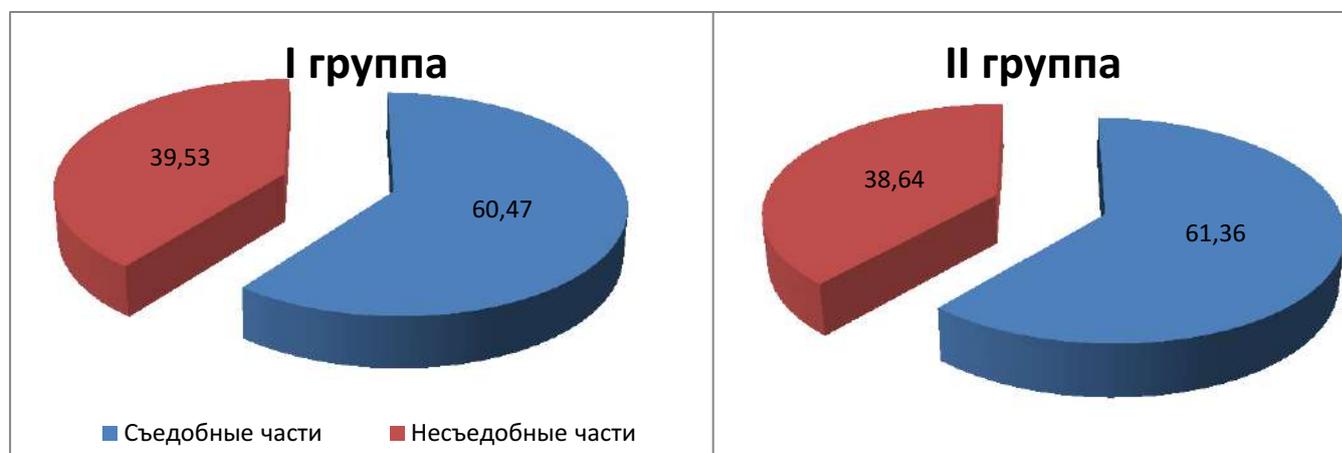


Рисунок 34. Выход съедобных и несъедобных частей радужной форели, %

Далее нами были проанализированы причины снижения массы внутренних органов во II группе, для этого провели их осмотр, определили массу и рассчитали основные морфофизиологические индикаторы.

Ранее Щербиной М. А. (1973) были проведены исследования, которые показали, что основным местом всасывания у радужной форели является передний отдел кишечника и область, примыкающая к пилорическим придаткам, где при оптимальном кормлении может быть резорбировано до 90 % белков, жиров и углеводов от их общего количества, которое доступно рыбам из пищи. Далее исследования пищеварительной системы Остроумовой И. Н. (1976, 2001) позволили сделать вывод, что желудочно-кишечный тракт форели достаточно быстро реагирует на физико-химические особенности пищи. В этой связи особое внимание мы обратили на развитие желудочно-кишечного тракта (рис. 35).

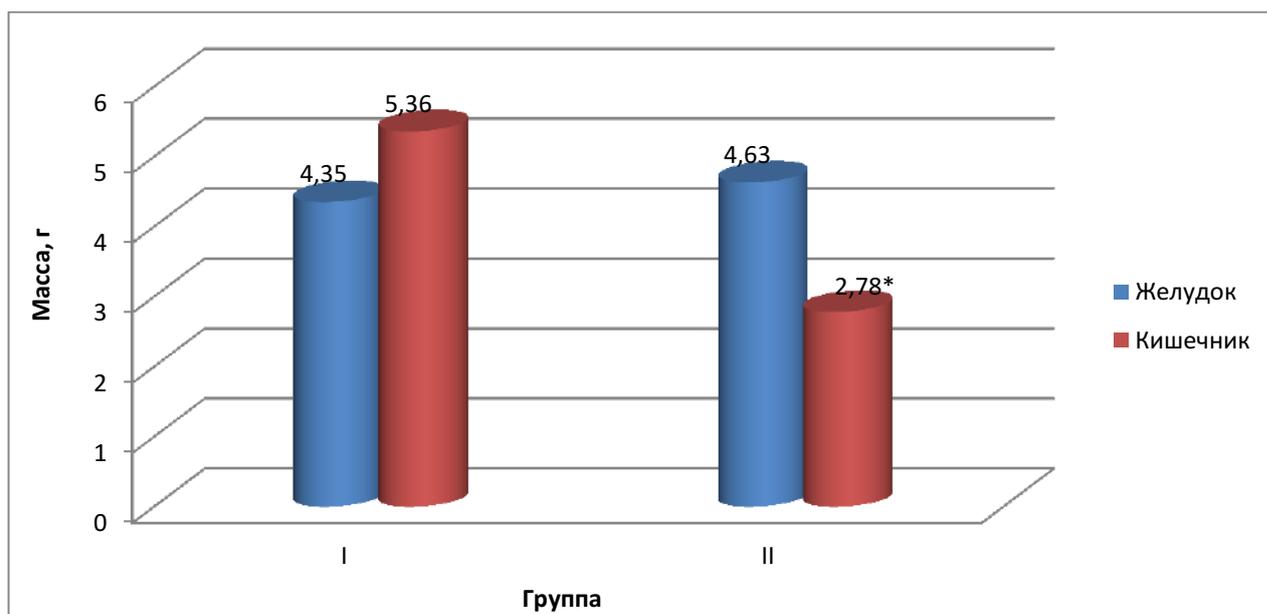


Рисунок 35. Масса органов желудочно-кишечного тракта, г

Масса желудка в процентном соотношении к массе особи отличается незначительно, в I группе она составила 1,4 %, во II группе на 0,1 % меньше. В массе кишечника имеется достоверное ($P \geq 0,95$) различие между группами во II группе она на 0,9 % меньше, чем в I группе. Это свидетельствует о

сбалансированном аминокислотном составе корма и более интенсивной его переваримости в переднем отделе кишечника. Полученные нами данные согласуются с изученными ранее источниками.

Остальные внутренние органы оценивались нами по морфофизиологическим индексам (табл. 48). Полученные показатели были в пределах нормы, характерной для форели, выращиваемой в промышленных условиях. Данные согласуются с многолетними исследованиями, полученными другими авторами при выращивании форели в промышленных условиях при различных рационах кормления (Тимошина Л. А., 1988, Князева Л. М., Шумилина А. К., Костюничев В. В., Остроумова И. Н., 2007).

После этого нами была изучена гистологическая структура внутренних органов радужной форели выращенной в промышленных условиях (рис. 36).

Таблица 48 - Морфофизиологические индексы, %

Индекс	Группа	
	I	II
Гепатосоматический	1,39±0,04	1,27±0,03
Кардиосоматический	0,30±0,02	0,26±0,04

Гистологический срез кишечника радужной форели демонстрирует несколько удлиненных ворсинок, пальцевидных отростков слизистой оболочки кишечника, глубоко погруженных в полость органа. Эти выросты покрыты однослойным цилиндрическим эпителием, включающим преимущественно всасывающие клетки (энтероциты) и секретирующими слизь или бокаловидные клетки. Внутренняя часть ворсинок заполнена соединительной тканью, содержащие кровеносные и лимфатические капилляры.



Рисунок 36. Поперечный срез стенки кишечника радужной форели II группы.
Ув. 40x22.

Анализ поперечного среза стенок кишечника радужной форели, в кормлении которой использовали панкреатический гидролизат соевого белка свидетельствует о нормальном развитии желудочно-кишечного тракта (Yamano K., 2005).

Гистологический срез печени свидетельствует, что ее паренхима состоит из многогранных гепатоцитов, с типично центральными ядрами. Паренхима имеет губчатое строение. Тяжи гепатоцитов, погружены в синусоидальную портальную кровь. В центре изображения видна вена. Так же встречаются желчные протоки (рис. 37).

Анализ поперечного гистологического среза печени радужной форели, выращенной в промышленных условиях на рационах с панкреатическим гидролизатом соевого белка, так же не выявил патологоанатомических нарушений в строении этого органа.

Обобщая полученные результаты можно сказать, что использование в рационе радужной форели, выращенной в промышленных условиях, панкреатического гидролизата соевого белка положительно влияет на скорость роста рыбы и как следствие на морфологический состав частей тела и развитие внутренних органов.

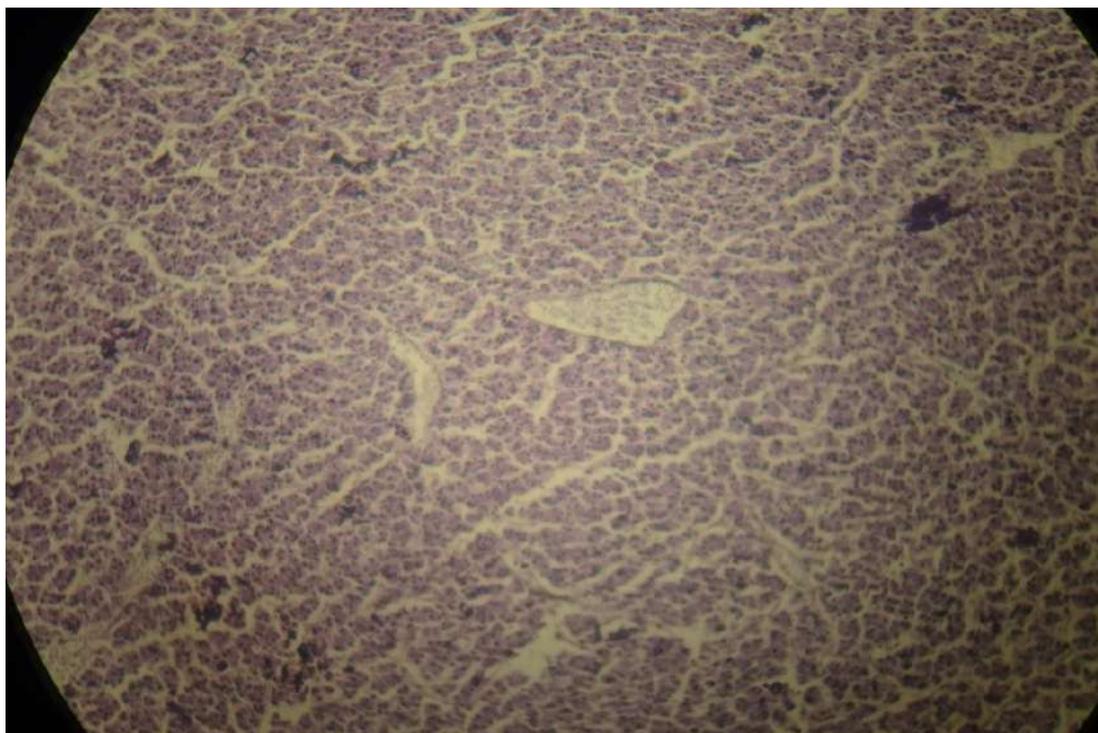


Рисунок 37. Поперечный срез печени радужной форели II группы
Ув. 40x22.

Для детального изучения влияния панкреатического гидролизата соевого белка на обменные процессы в организме форели нами был проведен химический анализ мышечной ткани (рис. 38).

Введение панкреатического гидролизата соевого белка в рацион радужной форели при промышленном выращивании способствовало достоверному увеличению во II группе сырого протеина на 15,2 % ($P \geq 0,95$) и достоверному уменьшению содержания сырого жира на 11,4 % ($P \geq 0,95$).

По данным только химического анализа сложно судить о биологической и пищевой ценности рыбы. Являясь источником полноценного белка для человека, рыба представляет большую пищевую ценность при полноценном аминокислотном составе мышечной ткани.

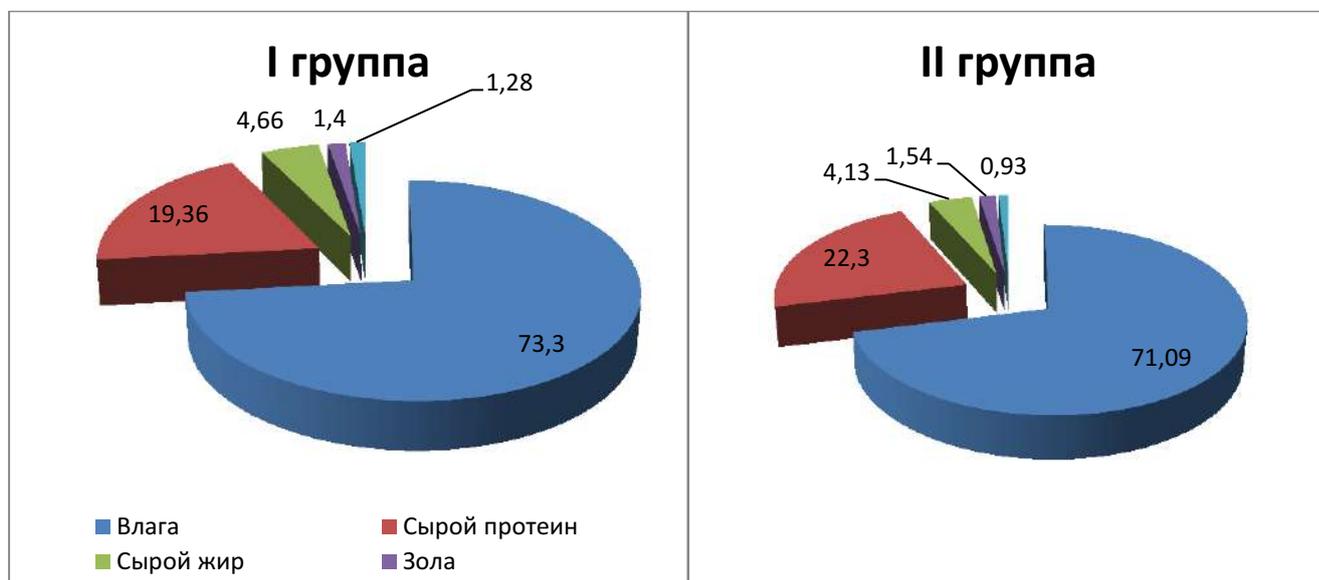


Рисунок 38. Химический состав мышечной ткани радужной форели, %

Биологическая ценность веществ связана с их способностью служить исходным материалом для построения важнейших элементов белкового происхождения. Одним из важнейших показателей его качества является аминокислотный состав. Синтез белка в организме животных представляет собой результат обмена аминокислот и зависит не только от их поступления с кормом, но и от способности организма к трансформации аминокислот в белке тела. Недостаток даже одной незаменимой аминокислоты в мышечной ткани ведет к дисбалансу и снижению полноценности протеина.

Для исследований аминокислотного состава мышечной ткани радужной форели были взяты особи, в конце выращивания, средней навеской около 300,0 г в I группе и около 350,0 г во II группе. Результаты аминокислотного анализа представлены в таблице 49.

Таблица 49 – Аминокислотный состав мышечной ткани радужной форели,
г/100 г белка

Аминокислота	Группа		Аминокислотный скор, %	
	I	II	I	II
<i>Незаменимые</i>				
Лизин	10,33±0,7	12,11±0,9	215,22	252,24
Треонин	5,17±0,4	7,62±0,7*	206,61	304,93
Фенилаланин+тирозин	5,17±0,3	7,62±0,4***	251,97	262,50
Лейцин+Изолейцин	14,98±0,8	18,83±1,0**	164,61	206,97
Метионин+цистин	5,17±0,1	7,62±0,3***	224,58	331,45
Валин	5,68±0,6	8,52±0,8*	142,05	213,00
Гистидин	3,10±0,4	4,04±0,5	193,70	252,24
<i>Заменимые</i>				
Пролин	3,10±0,1	3,59±0,2	-	-
Серин	4,65±0,2	6,73±0,4***	-	-
Аланин	7,75±0,4	9,87±0,6**	-	-
Аргинин	8,26±0,7	5,83±0,5*	-	-
Глицин	5,68±0,4	6,73±0,5	-	-
Глутаминовая кислота	3,62±0,3	3,59±0,3	-	-
Аспарагиновая кислота	9,81±0,7	10,31±0,9	-	-

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

Проанализировав данные полученные по аминокислотному составу мышечной ткани радужной форели можно сделать вывод о сбалансированности белка. По содержанию всех эссенциальных аминокислот показатели во II группе были выше. При этом достоверные различия обнаружались во II группе по содержанию треонина, фенилаланин+тирозина, лейцин+изолейцина, метионин+цистина, валина по сравнению с I группой. Из заменимых аминокислот

в белках мышечной ткани форели превалирует содержание аланина и аспарагиновой кислот.

Для большей наглядности полноценности белка нами был просчитан аминокислотный скор, который определяется как отношение содержания незаменимой аминокислоты в продукте к содержанию незаменимой аминокислоты в «идеальном белке». Состав идеального белка брали с учетом новейших данных физиологических потребностей людей разных возрастных групп утвержденных в 2011 году ФАО (FAO, 2013).

При расчете аминокислотного сора было выявлено, что аминокислотный состав мышечной ткани радужной форели во всех подопытных группах является сбалансированным, аминокислотный скор выше 100 %. Тем не менее для построения белковой структуры первой лимитирующей кислотой у рыб в I группе является валин, ее скор равен 142,1 %. Во II группе лимитирующим стал комплекс аминокислот лейцин+изолейцин скор которого равен 206,9 %. Суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка в I группе составило 54,8 г, а во II группе 69,5 г. Заменимых аминокислот в I группе содержалось 42,9 г, а во II группе на 3,8 г больше.

Нами была проведена оценка биологической ценности белка по основным показателям его полноценности: аминокислотный скор, коэффициенты утилитарности аминокислотного состава, коэффициент сопоставимой избыточности, коэффициент различия аминокислотного состава, биологическая ценность рыбы (табл. 50).

Полученные данные позволяют сказать, что лучше всего организмом человека будет использован белок рыб из II группы, где коэффициент утилитарности составил 0,85. Как свидетельствует коэффициент сопоставимой избыточности, из 100 г поступающего белка мышечной ткани радужной форели из II группы только 3,75 г не будет усвоено организмом, при этом из I группы 4,04 г, что на 7,2 % больше.

Таблица 50 – Биологическая ценность белка радужной форели

Показатель	Группа	
	I	II
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава, ед	0,74	0,85
Коэффициент сопоставимой избыточности, г/100 г белка	4,04	3,75
Коэффициент различия (КРАС) аминокислотного состава, %	50,55	46,82
Биологическая ценность, %	49,45	53,18

Коэффициент различия аминокислотного сора в исследуемых образцах показывает, что белок рыб II группы имеет меньшие различия в составе незаменимых аминокислот, что в последствие увеличивает его биологическую ценность на 3,73 % по сравнению с I группой.

С целью определения влияния ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион радужной форели на вкусовые качества рыбной продукции нами был проведен органолептический анализ рыбного бульона и филе в ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова.

Готовый продукт, бульон и вареное рыбное мясо оценивался нами по ряду свойств, значение которых базировалось на сенсорных показателях, сгруппированных на научных принципах. Вареное рыбное мясо оценивали по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету (рис. 39). Рыбный бульон – по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира (рис. 40).

Образцы рыбного мяса II группы, в рационе которой использовался панкреатический гидролизат соевого белка обладали по оценки экспертов чуть более приятным цветом, насыщенным вкусом, плотной консистенцией и сочностью.

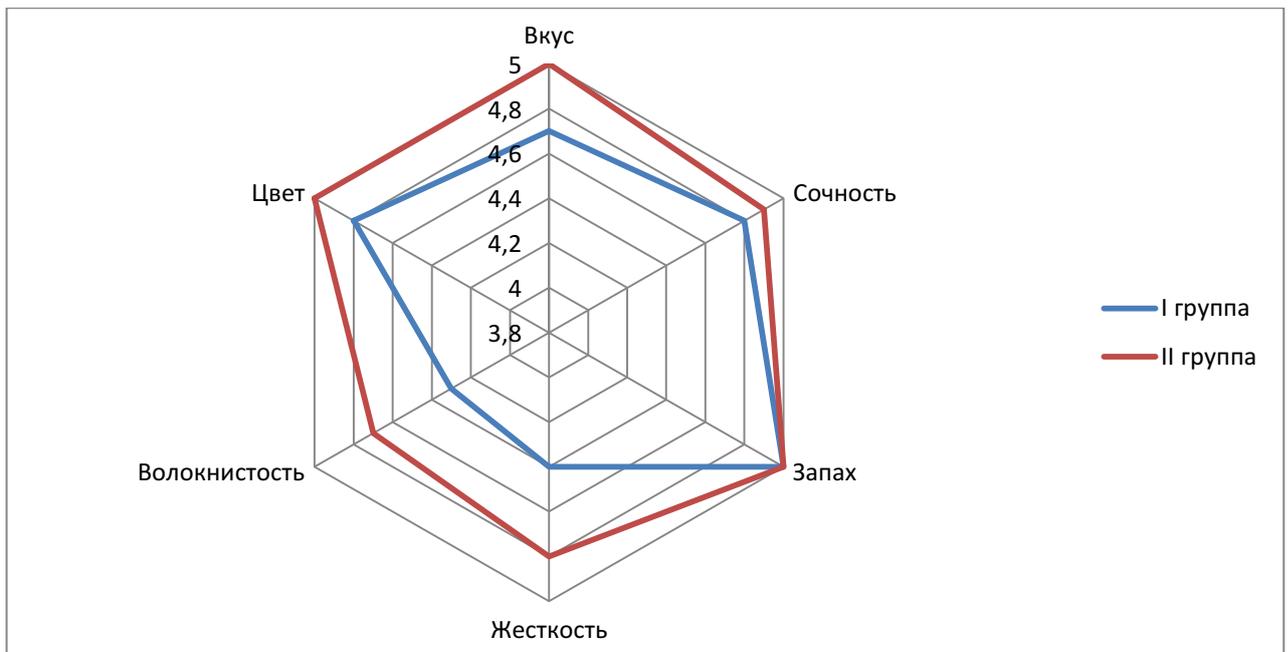


Рисунок 39. Профилограмма подопытных образцов вареного рыбного мяса радужной форели

Образцы рыбного бульона, полученного при варке съедобных частей и костной ткани радужной форели, так же во II группе по оценке экспертов были чуть лучше по количеству капелек жира, наваристости, приятному аромату и цвету.

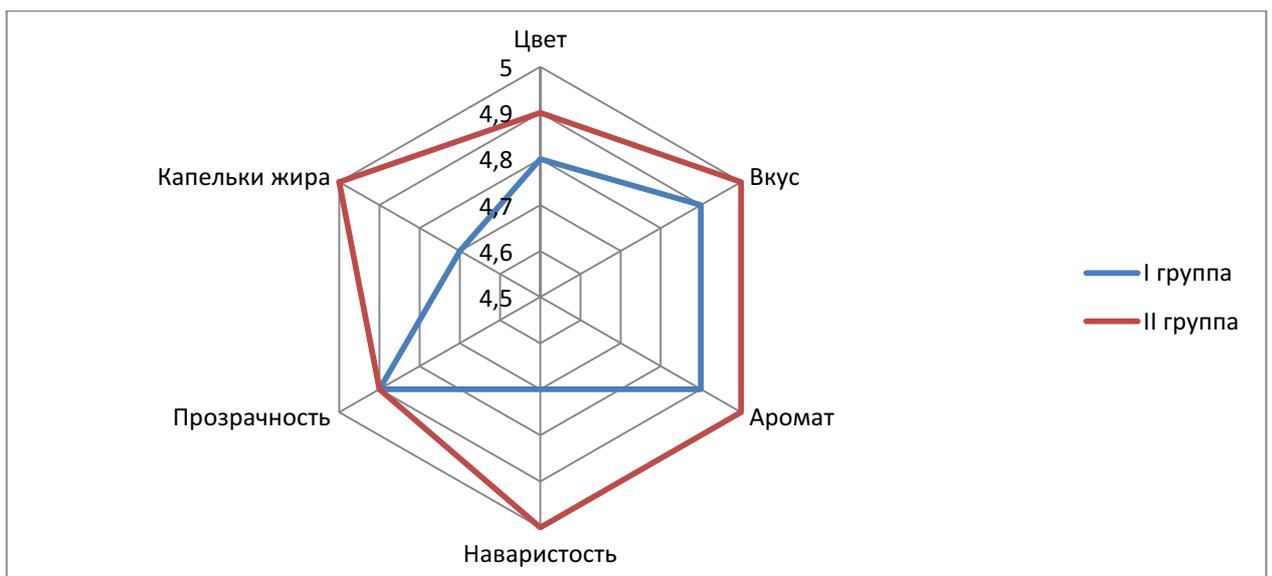


Рисунок 40. Профилограмма подопытных образцов рыбного бульона

Анализ результатов органолептической оценки позволяет сделать вывод, что использование панкреатического гидролизата соевого белка незначительно влияет на органолептические свойства рыбного филе и бульона.

3.2.3. Экономическая эффективность выращивания

Интенсивный промысел и другие антропогенные воздействия резко снизили численность многих лососевидных рыб в водоемах не только Российской Федерации, но и в Швеции и Финляндии. Поэтому, товарное выращивание радужной форели приобретает все большее значение для внутреннего рынка нашей страны.

Стоит отметить, что являясь перспективной отраслью сельскохозяйственного производства форелеводство в IV рыболовной зоне России, сталкивается с определёнными трудностями, связанными с природно-климатическими особенностями региона и биологическими особенностями форели. Однако разумная организация производства товарной форели способствует повышению рентабельности ее выращивания.

Заключительным этапом анализа эффективности использования панкреатического гидролизата соевого белка в рационах радужной форели при индустриальном выращивании была оценка рентабельности её производства (табл. 51).

Оценка экономической эффективности выращивания радужной форели в индустриальных условиях с использованием в ее рационе панкреатического гидролизата соевого белка позволяет сделать вывод о целесообразности использования данной кормовой добавки.

Таблица 51 – Экономическая оценка эффективности выращивания радужной форели

Показатель	Группа	
	I	II
Количество рыбы в начале, шт.	310	310
Количество рыбы в конце, шт.	299	306
Ихтиомасса в начале, кг	17,16	17,21
Ихтиомасса в конце, кг	92,82	106,55
Валовый прирост рыбы, кг	75,66	89,34
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	7,72	7,74
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	153,00	153,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	116,04	127,56
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	17,75	19,52
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250
Количество скормленного ПГСБ, л	-	6,61
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	-	1,65
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	17,99	21,43
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	450,00	450,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	41,77	47,95
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	25,71	29,17
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	16,06	18,78
Уровень рентабельности, %	62,47	64,38

Благодаря введению в рацион форели панкреатического гидролизата соевого белка увеличивается валовый прирост рыбы на 18,1 %, способствуя росту выручки от реализации рыбы на 14,8 %. Денежные средства, потраченные на приобретения добавки, окупаются и дополнительно полученная прибыль за счет ее использования составляет 2,72 тыс. руб. Уровень рентабельности товарного выращивания форели с введением в ее рацион панкреатического гидролизата соевого белка повышается на 1,91 %.

3.2.4. Производственная апробация комбикорма с панкреатическим гидролизатом соевого белка

В целях проверки результатов, полученных при разработке нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикормах форели и научно-хозяйственном опыте, и подтверждения экономической целесообразности использования гранулированного комбикорма с данной кормовой добавкой нами была проведена производственная апробация в ФГУП «Тёпловский Рыбопитомник» (р.п. Новые Бурасы, Саратовская область).

Комбикорм, сбалансированный по основным питательным веществам и аминокислотному составу, был произведен на комбикормовом заводе ООО «Агроресурс» (Аркадакский район Саратовская область) по разработанным нами рецептам с включением в него панкреатического гидролизата соевого белка в соответствии с разработанной нормой для частичной замены рыбной муки. Состав и питательность комбикорма представлены в главе «Материалы и методы исследований». Содержание обменной энергии в 1 кг комбикорма подопытных групп было на уровне 15,78 МДж в I группе, и 14,95 МДж во II группе, протеина в I группе составило 50,96 %, а во II группе 53,51 %. Данные показатели соответствовали потребности радужной форели в питательных веществах на период выращивания (Князева Л. М., Шумилина А. К., Костюничев В. В., Остроумова И. Н., 2007, Гамыгина Е. А., Щербина М. А., 2016, Kaushik S. J., Seiliez I., 2010).

Форель содержалась в бассейнах размером 3,0x0,7x1,0 м. Плотность посадки радужной форели составили 148 шт./м³. В лотки непрерывно поступала вода из скважины, за счет чего содержание кислорода не опускалось ниже 8 мг/л, водообмен был на уровне 2 раз в час. Средняя температура воды в лотках была на уровне 13,0 °С. Физические показатели и химические свойства воды в водоеме находились в пределах ОСТ 15.372-87 «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания лососевых рыб.

Для производственной апробации отобрали особей радужной форели средней навеской около 60 г. По окончании периода выращивания мы получили массу одной особи в I группе – 323,0 г, во II группе – 348,0 г, выживаемость особей была на уровне 97,5 в группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка и на 1,4 % выше во II группе, конверсия корма в I группе составила 1,56 кг, а во II группе ниже на 0,07 кг. Для удобства восприятия производственных показателей мы сделали экономический расчет на 10,0 т форели (табл. 52).

Таблица 52 – Результаты производственной апробации в расчете 10,0 т радужной форели

Показатель	Группа	
	I	II
Количество рыбы в начале, шт.	31754	29055
Количество рыбы в конце, шт.	30960	28736
Ихтиомасса в начале, кг	1936,97	1743,31
Ихтиомасса в конце, кг	10000,00	10000,00
Валовый прирост рыбы, кг	8063,03	8256,69
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	1587,68	1452,76
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	155,00	155,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	12578,33	12302,46
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,56	1,49
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	1949,64	1906,88
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	500,00	500,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	5000,00	5000,00
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	3537,32	3359,64
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	1462,68	1640,36
Дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.		177,68
Уровень рентабельности, %	41,35	48,83

Введение в рацион радужной форели, выращенной в индустриальных условиях, панкреатического гидролизата соевого белка в количестве 9,0 % от структуры рациона, без потери питательной ценности способствовало снижению себестоимость выращивания на 5,0 %.

Основными затратами при индустриальном выращивании радужной форели были комбикорма, которые составили более 65,0 % структуры рациона. В связи с этим наблюдается снижение затрат корма на 1 кг прироста на 4,5 % и интенсивный рост рыбы во II группе. За счет сбалансированности рационов по аминокислотному составу получили дополнительную прибыль на 12,1 % в группе, получавшей панкреатический гидролизат соевого белка взамен рыбной муки. Таким образом, уровень рентабельности товарного выращивания радужной форели на комбикормах с частичной заменой рыбной муки панкреатическим гидролизатом соевого белка был выше на 7,5 %.

3.3. Использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра

Семейство ОСЕТРОВЫЕ (*Acipenseridae*) являются наиболее древней группой ихтиофауны мира и составляют национальное достояние России. Усиление антропогенного воздействия привело к снижению запасов осетровых до критического уровня (Мамонтов Ю. П., Гепецкий Н. Е., Литвиненко А. И. и др., 2000, Алтуфьев Ю. В., Мережко Ю. А., 2001, Никоноров С. И., Баранникова И. А., Малютин В. С., 2004, Кольман Р., Гуштин А. В., 2009, Paaver T., 1996, Pavlov D. S., Ruban G. I., 2002, Williot. P., Arlati G., Chebanov M. S., 2002). Представители данного семейства обладают уникальным строением и наделены способностью приспосабливаться к изменяющимся условиям обитания (Рубан Г. И., 1999).

Товарное осетроводство является быстро развивающимся и перспективным направлением в аквакультуре. К сожалению оно не сможет решить проблему восстановления природных запасов, но помогает снизить нагрузку по

промысловым уловам осетровых из естественных ресурсов и позволит потреблять осетровую продукцию высокого качества (Михайлова Ю. И., 2000).

Наиболее перспективным объектом товарного осетроводства считается ленский осетр (*Acipenser baerii* Brant), который хорошо адаптирован к искусственным условиям выращивания.

Для выращивания осетровых, как правило, используется два основных метода: садковая аквакультура и установки замкнутого водоснабжения. Оба метода являются индустриальными и требуют особого внимания к составу и питательности кормов.

3.3.1. Разработка оптимальной нормы скармливания панкреатического гидролизата соевого белка ленскому осетру

Разработку оптимальных норм ввода в рацион ленского осетра панкреатического гидролизата соевого белка проводили в аквариумной установке (Васильев А. А., Волков А. А., Гусева Ю. А. и др., 2010). Установка позволяет синхронно создавать одинаковый гидрохимический режим и оптимальное санитарно-гигиеническое состояние воды для проведения различных вариантов научных исследований. В аквариумы поступала вода, прошедшая через дихлоратор, вместимость каждого аквариума составляла 250 л, при водообмене 20 л/ч.

Для разработки оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка были сформированы методом аналогов 4 группы. В каждой по 10 особей ленского осетра породы Лена-1 средней навеской 150,0 г, возраст (1+), по схеме, представленной в главе «Материалы и методы исследований».

Гидрохимические исследования проводились в начале и конце исследований согласно общепринятым в рыбоводстве методикам. Наиболее важные показатели, такие как температура воды и содержание растворенного кислорода измеряли ежедневно. Полученные данные свидетельствуют, что вода,

поступавшая в аквариумную установку, по химическому составу и физическим показателям отвечала требованиям ОСТ 15.372.87 «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания осетровых видов рыб по всем показателям.

Правильная организация биологически полноценного кормления рыб способствует максимальному проявлению их генетического потенциала по продуктивности. Важным фактором в решении проблемы полноценного кормления животных и рыб является обогащение их комбикормов различными биологически активными добавками, которые увеличивают питательную ценность и снижают степень использования корма животными.

Важнейшим показателем эффективности использования комбикормов является рост и развитие особи. В наших исследованиях оценку темпов роста и развития ленского осетра при разработке нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка проводили еженедельно путем взвешивания всей рыбы на контрольных весах. Полученные результаты представлены в таблице 53.

Таблица 53 – Средняя навеска ленского осетра в период исследований, г (n=10)

Учетный период, нед.	Группа			
	I	II	III	IV
Начало исследований	150,0±1,1	152,0±1,3	151,0±1,2	150,0±1,1
1	158,2±2,3	158,6±2,2	159,7±2,1	160,6±2,3
2	168,6±3,4	170,2±3,0	178,6±3,8*	179,4±3,3**
3	185,7±4,7	194,6±4,6**	204,3±4,7**	206,2±4,9**
4	205,0±5,2	220,4±5,2**	249,8±5,9**	252,7±5,5**
5	214,1±5,6	235,8±5,8**	262,5±6,0**	265,2±6,0**
6	231,6±6,0	261,6±6,3**	282,9±6,4**	283,2±6,5**

* - P>0,95; ** - P>0,99; *** - P>0,999

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что использование панкреатического гидролизата соевого белка достоверно повышает продуктивность ленского осетра со второй недели выращивания. Наибольшая продуктивность проявляется в III и IV группах, где норма ввода добавки соответствует 1,0 мл и 1,5 мл на 1,0 кг массы рыбы. Средняя навеска за 6 недель выращивания во II группе была выше на 12,95 %, в III группе на 22,15 %, а в IV группе на 22,28 %, чем в I группе, в рационе которой не использовался панкреатический гидролизат соевого белка. Нами была получена высокая положительная корреляционная связь между нормой ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион осетра и его средней навеской $r=0,93$. Благодаря поддержанию оптимальных условий выращивания выживаемость особей во всех подопытных группах составила 100 %.

Оценка продуктивного действия корма строится на сопоставлении комплекса показателей: абсолютный и относительный приросты, удельная скорость роста рыб и их конечная масса, получаемая рыбопродукция, затрат корма и экономическая эффективность его использования.

Для определения интенсивности роста в период проведения исследований нами был рассчитан абсолютный прирост ленского осетра (табл. 54).

Таблица 54 – Абсолютный прирост особи ленского осетра, г

Учетный период, нед.	Группа			
	I	II	III	IV
1	8,20	6,60	8,70	10,60
2	10,40	11,60	18,90	18,80
3	17,10	24,40	25,70	26,80
4	19,30	25,80	45,50	46,50
5	9,10	15,40	12,70	12,50
6	17,50	25,80	20,40	18,00
Итого за период	81,60	109,60	131,90	133,20

Полученные данные позволяют сделать вывод, что за период исследований показатели прироста во всех подопытных группах были на высоком уровне. Наибольшим оказался прирост в III и IV группах. Общий прирост за период исследований в этих группах был выше соответственно на 61,6 % и 63,2 %, чем в I группе.

Удельная скорость роста рыбы показывает процентное изменение массы рыб за каждые сутки периода исследований. Данные представленные на рисунке 41 отражают интенсивный набор массы рыбой III и IV подопытных групп, именно в этих группах наблюдается наивысшая удельная скорость роста до 2,9 % за четвертую неделю выращивания. Далее мы наблюдали небольшой спад в интенсивности роста рыб, но это не изменило динамику набора массы средней навески в этих группах. Наименьшая удельная скорость роста наблюдалась в I группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка.

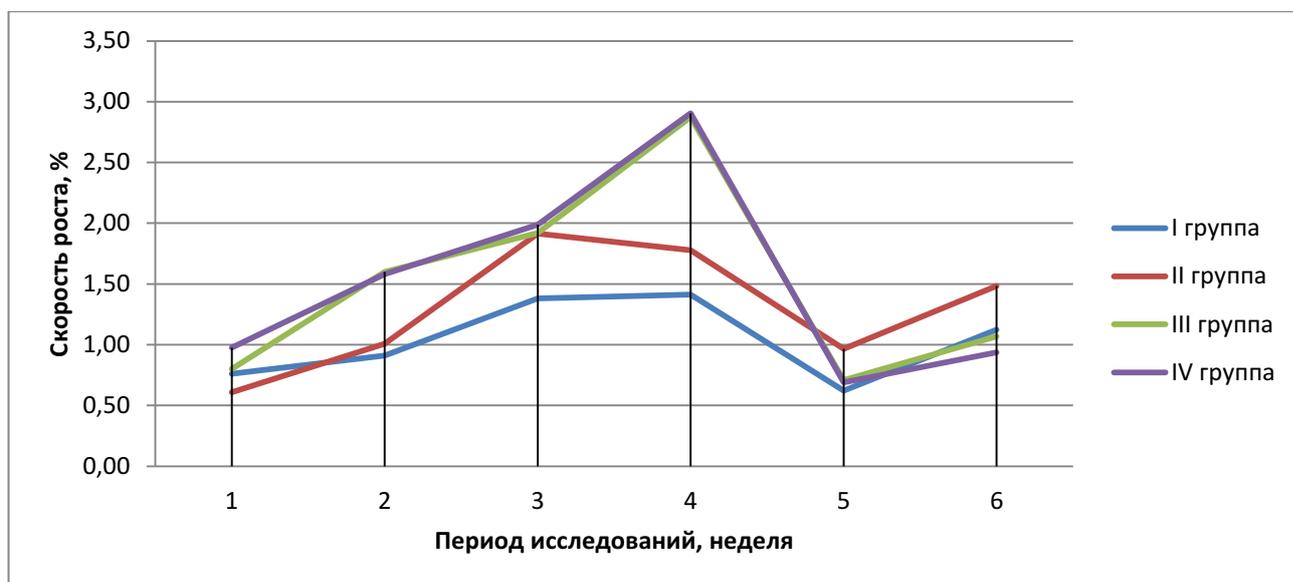


Рисунок 41. Удельная скорость роста ленского осетра

Накопление в теле рыбы резервных питательных веществ, главным образом жира, отражается коэффициентом упитанности. В ихтиологических исследованиях для определения упитанности обычно применяют формулу

Фультона (Гершанович А. Д., Маркевич Н. Б., Дергалева Н. Т., 1984, Щербина М. А., 2006).

В наших исследованиях мы так же использовали этот коэффициент для определения упитанности рыб (рис. 42).

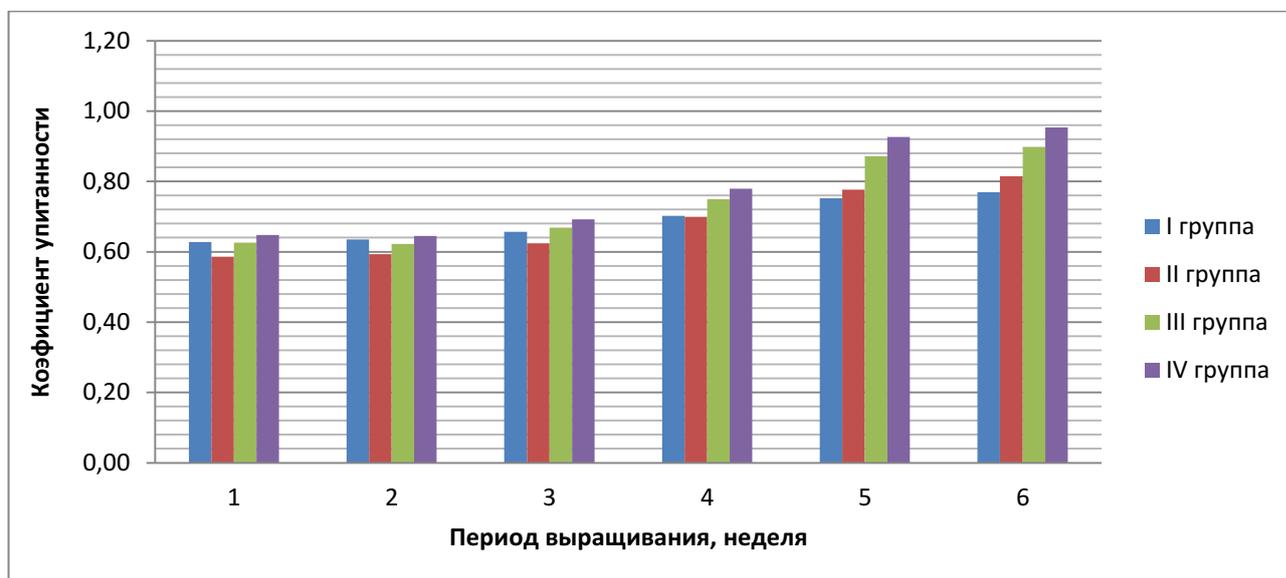


Рисунок 42. Коэффициент упитанности ленского осетра подопытных групп по Фультону

Анализ полученных данных позволяет сказать, что рыба в начале исследований была с низким коэффициентом упитанности, это объясняется диетой перед и во время транспортировки. Далее мы наблюдали, постепенное повышение данного показателя и к 6 недели выращивания в группах получавших панкреатический гидролизат соевого белка коэффициент упитанности по Фультону был выше 0,8, а в III и IV группе достиг значения 0,9, что свидетельствует о высокой упитанности особей.

Наиболее ярко эффективность использования технологии выращивания и кормления отражает показатель затраты корма на единицу прироста массы рыб (табл. 55). В условиях аквариумной установки на этот показатель помимо качества корма большое влияние оказывает степень насыщения воды кислородом, температура и состояние среды.

Благодаря тому, что химический состав и физические показатели воды в период исследований соответствовали технологическим нормативам для выращивания осетровых рыб затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы в подопытных группах не превышали допустимых пределов.

Таблица 55 – Затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы, кг

Период выращивания, нед.	Группа			
	I	II	III	IV
1	2,05	2,58	1,94	1,58
2	1,70	1,53	0,95	0,96
3	1,10	0,78	0,78	0,75
4	1,08	0,84	0,50	0,50
5	2,52	1,60	2,20	2,26
6	1,37	1,02	1,44	1,65

Так же нами были изучены затраты сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста массы в среднем за период исследований (табл. 56).

Таблица 56 – Затраты на 1 кг прироста массы ленского осетра

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Комбикорма, кг	1,48	1,16	1,02	1,02
Обменная энергия, МДж	22,93	18,26	16,15	16,58
Сырой протеин, г	343,80	271,35	239,16	241,92

В результате проведенных исследований выяснилось, что в III и IV группах затраты на 1 кг прироста сырого протеина и обменной энергии были почти одинаковыми. При этом они были ниже, чем в группе не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка затраты обменной энергии в III группе

на 29,6 % и IV на 27,7 %, затраты сырого протеина в III группе на 30,4 % и IV на 29,6 %. Наименьшие затраты корма на 1 кг прироста массы рыбы наблюдались в III и IV опытных группах и составили 1,02 кг. В I группе, не получавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка кормовой коэффициент был выше на 31,1 %. Полученные данные согласуются с изученными ранее источниками литературы по затратам сырого протеина и обменной энергии при сбалансированном кормлении осетровых (Пономарев С. В., Пономарева Е. Н., 2003, Вилутис О. Е., Поддубная И. В., Васильев А. А., Тарасов П. С., 2014, Омаров М. О., Слесарева О. А., Османова С. О., 2016).

Обобщая полученные данные можно сказать, что использование панкреатического гидролизата соевого белка при норме ввода в комбикорм 1,0 и 1,5 мл на 1,0 кг массы рыбы показывают почти идентичные результаты по интенсивности роста, упитанности и эффективности использования комбикормов.

Биохимические показатели крови способны отражать особенности промежуточного обмена и находятся под контролем нервной и эндокринной системы, это важные диагностические показатели, быстро реагирующие на изменения экзогенных и эндогенных факторов (Серпунин Г. Г., Лихачева О. А., и др. 2002, Камышников В. С., 2004, Гулиев Р. А., Мелякина Э. И., 2014).

В ходе разработки нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка нами были установлены положительные изменения в рамках физиологической нормы большинства биохимических показателей. Для эффективного использования кормового белка рациона большое значение имеют процессы переаминирования, позволяющие экономно расходовать аминокислоты (рис. 43).

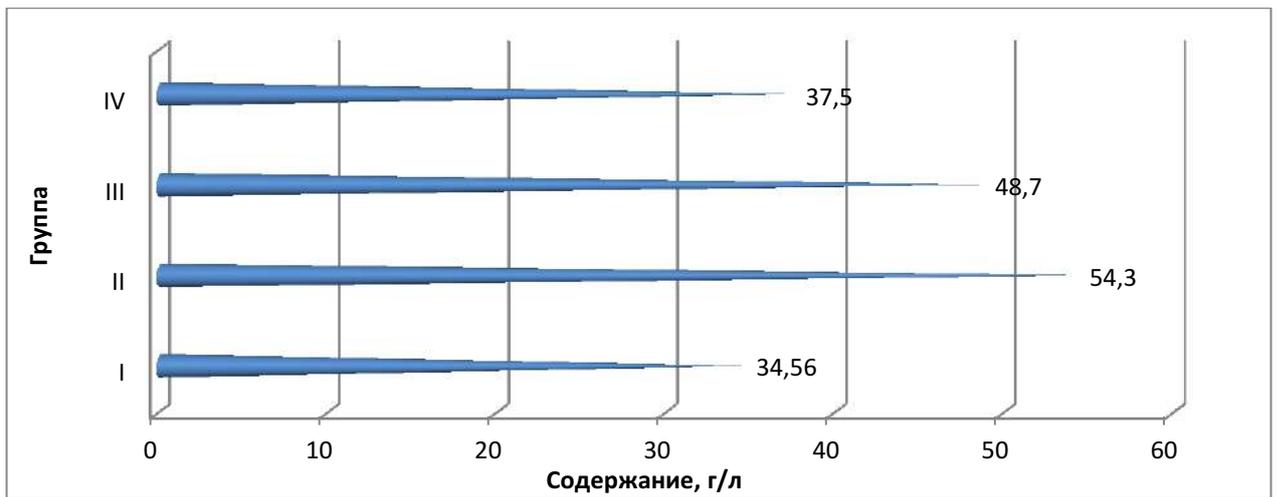


Рисунок 43. Содержание общего белка в сыворотке крови ленокского осетра

В период исследований, по применению панкреатического гидролизата соевого белка в рационах ленокского осетра, так же как и у других рыб установлено усиление обменных процессов свидетельствующих об интенсивности их роста. При увеличении содержания протеина в комбикормах содержание белка в плазме крови уменьшается в зависимости от величины ввода. Разница в средних величинах содержания общего белка в плазме крови I и IV группах незначительна. Полученные данные согласуются с результатами исследований по изучению влияния оптимизированных рационов ленокского осетра на биохимические показатели плазмы крови (Зименс Ю. Н., Поддубная И. В., Васильев А. А., 2015, Нурутдинова С. И., Ноздрин Г. А., Морузи И. В., Леляк А. А., Глушко С. В., 2016).

Так же нами были проанализированы ферменты принимающие участие в обмене аминокислот в организме – это аланинаминотрансфераза и аспаратаминотрансфераза. Данные ферменты могут служить показателями, отражающими нарушения в функции печени, сердечной мышце и других внутренних органах (рис. 44).

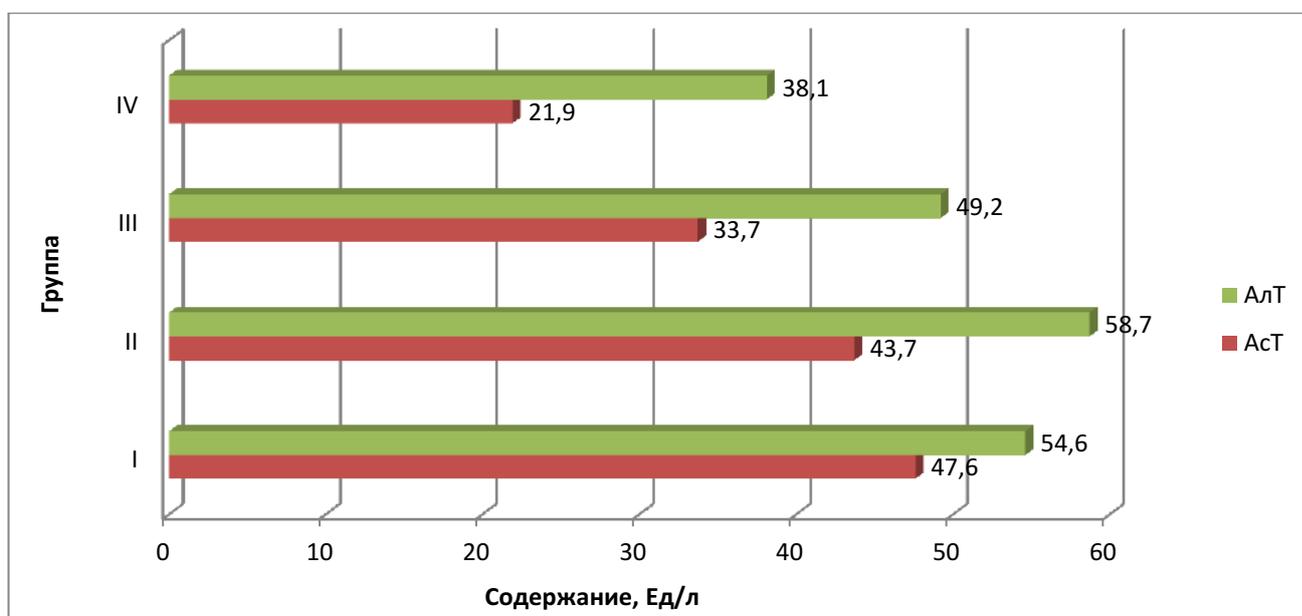


Рисунок 44. Активность аминотрансфераз в плазме крови ленокского осетра

Полученные данные по содержанию аланинаминотрансферазы в плазме крови ленокского осетра, в рацион которого, вводили панкреатический гидролизат соевого белка, позволяют сделать вывод, что активность данного фермента уменьшается в соответствии с повышением нормы ввода добавки. Это свидетельствует об интенсивных аминокислотных обменных процессах в организме. Так содержание аланинаминотрансферазы в III группе было ниже на 9,9 %, а в IV на 30,2 %, по сравнению с I группой. Активность аспаратаминотрансферазы уменьшалась соответственно на 29,2 % и 53,9 % по сравнению с данными у рыб I группы.

Полученные данные позволяют сказать, что введение в рацион ленокского осетра панкреатического гидролизата соевого белка усиливает белковый обмен в организме рыб.

По окончании периода исследований по разработке нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион ленокского осетра нами был проведен клинический осмотр и затем патологоанатомическое вскрытие особей подопытных групп по три особи из каждого аквариума.

При клиническом осмотре не было обнаружено повреждений, опухолей, цист и некротических изменений тканей рыб. Глазное яблоко и слизь были прозрачными.

При патологоанатомическом вскрытии ленского осетра установили, что поверхность жаберного аппарата компактная и сильно васкулиризованная. Это свидетельствует о том, что они богаты кровеносными сосудами. От внешней среды жабры у осетра предохраняет жаберная крышка, под ней располагаются четыре хорошо развитые жаберные дуги. На жаберной дуге, на стороне, обращенной к ротовой полости, располагаются жаберные тычинки, которые задерживают частички пищи и не участвуют в процессе дыхания. Со стороны, обращенной в жаберную полость, находятся жаберные лепестки, несущие дыхательную поверхность. У основания жаберные лепестки сливаются друг с другом, а свободные концы их расходятся. Жаберные лепестки двух соседних жаберных дуг плотно прилегают друг к другу, образуя жаберную решетку, через которую прокачивается вода. Основу жаберного лепестка составляет костистый скелет, который удерживает их в точном и постоянном отношении друг к другу и к другим лепесткам. Поперек жаберного лепестка расположены складки, называемые жаберными лепесточками. Они представляют собой функциональную дыхательную поверхность и покрыты густой сетью кровеносных капилляров. Поэтому имеют насыщенный красный цвет. Патологий в их развитии не обнаружено. Различий в строении в образцах подопытных групп так же не обнаружено.

Особым аспектом газообмена у рыб является гидростатическая функция плавательного пузыря. Он является производным кишечника. При вскрытии у ленского осетра видно сообщение его с пищеводом воздушным потоком. Он имеет форму мешка молочно-серебристого цвета, расположен между позвоночником и кишечником, а изнутри покрыт многорядным эпителием, в стенках которого располагаются гладкие мышечные волокна, он разделен на две

части. Патологий в его развитии не обнаружено. Различий в строении в образцах подопытных групп так же не обнаружено.

При исследовании кровеносной системы отмечено, что сердце имело относительно небольшие размеры. Оно состоит из четырех отделов: венозного синуса или пазухи, где собирается венозная кровь; предсердия; желудочка и артериального конуса. Патологий в развитии сердца не обнаружено. Различий по внешнему строению в образцах подопытных групп так же не обнаружено.

Пищеварительная система осетра состоит из пищевода, желудка, переднего и заднего отдела кишки, спирального клапана в заднем отделе средней кишки и органов, участвующих в пищеварении: селезенка и поджелудочная железа. Слизистая оболочка органов желудочно-кишечного тракта бледно-розового цвета, это естественно для ленского осетра. Патологий при осмотре желудочно-кишечного тракта не обнаружено. Различий в строении в образцах подопытных групп так же не обнаружено.

При патологоанатомическом вскрытии осетров была исследована их выделительная система. Почки были темно-красного цвета. Располагались в полости тела под позвоночником по обе стороны спинной артерии. Патологий в их развитии не обнаружено. Различий в строении в образцах подопытных групп так же не обнаружено.

В процессе патологоанатомического вскрытия нами была изучена степень ожирения по шкале М. Л. Прозоровского. У особей I и II групп обнаружили полосу плотного жира между вторым и третьим отделами кишечника. По верхнему краю второго отдела – узкая непрерывная полоска жира, по нижнему краю третьего отдела – отдельные небольшие участки жира, что соответствует 2 баллам. У особей III и IV групп кишечник почти целиком покрыт жиром за исключением маленьких просветов, где видна кишка. Жировые выросты на обеих петлях мощные, что соответствует 4 баллам. Таким образом, можно отметить, что наилучший эффект на продуктивность и физиологическое состояние ленского

осетра оказывает введение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка норма 1,0 мл и 1,5 мл на 1 кг массы рыбы.

Для определения оптимальной нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорма необходимо было дать оценку экономической эффективности его использования (табл. 57).

Таблица 57 – Оценка экономической эффективности использования панкреатического гидролизата соевого белка

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Ихтиомасса рыбы в конце исследований, кг	2,32	2,62	2,83	2,83
Рыночная стоимость рыбопосадочного материала, руб.	1500,00	1500,00	1500,00	1500,00
Рыночная стоимость 1 кг комбикорма, руб.	140,00	140,00	140,00	140,00
Общие затраты комбикорма за период на группу, кг	1,21	1,27	1,35	1,36
Стоимость комбикорма за период, руб.	169,40	177,80	189,00	190,40
Рыночная стоимость 1 л кормовой добавки, руб.	-	250,00	250,00	250,00
Общие затраты добавки за период, л	-	0,04	0,08	0,13
Стоимость кормовой добавки за период, руб.	-	9,90	21,10	31,87
Общая стоимость комбикорма с добавкой, руб.	169,40	187,70	210,10	222,27
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	700,00	700,00	700,00	700,00
Выручка от реализации рыбы, руб.	1624,00	1834,00	1981,00	1981,00
Доход от продажи с учетом затрат на комбикорма и рыбопосадочный материал, руб.		146,30	270,90	258,73

Как видно, из данных таблицы 57, введение панкреатического гидролизата соевого белка в рацион ленского осетра повышает затраты на кормление, но его воздействие на организм рыбы способствует увеличению ихтиомассы, что положительно отражается на выручке от реализации товарной рыбы. Так же

следует отметить, что наибольший доход от продажи рыбы с учетом затрат на комбикорма и рыбопосадочный материал был получен в III группе, получавшей с комбикормом 1,0 мл панкреатического гидролизата соевого белка на 1 кг массы рыбы в период исследований. Это позволяет считать данную норму оптимальной для скармливания ленскому осетру при выращивании в индустриальных условиях.

3.3.2. Влияние панкреатического гидролизата соевого белка на продуктивность ленского осетра в садках

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию ленского осетра с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка в садках проводили в пруду площадью 157 га, расположенном на территории Бородаевского муниципального округа Марксовского района Саратовской области по схеме, представленной в главе «Материалы и методы исследований».

Система садков, разработанная Г. А. Хандожко, В. В. Вертей и А. А. Васильевым (2008) включала в себя 4 садка размером 2,5x2,5x2,5 м, садки были изготовлены из безузловой латексированной дели с размером ячеек стенок 10 мм, а дна 3 мм. Глубина водоема в месте расположения системы садков была 4,9 м.

Расположение садков обеспечило постоянство химического состава и физических показателей воды. Скорость течения воды в период проведения нами научно-хозяйственных опытов в месте установки садков была 0,2-0,3 м/с, при смене погоды и порывах ветра скорость течения доходила до 0,7 м/с. Это создавало в садках водообмен, достаточный для поддержания необходимого кислородного режима и вымывания продуктов жизнедеятельности рыбы.

Средняя температура воздуха в летний период была в диапазоне от 16,3 до 38 °С. Температура воды на дне садка была в диапазоне от 16 до 27,3 °С. Содержание растворенного кислорода в воде не опускалось ниже 8,0 мг/л. Все гидрохимические показатели в период научно-хозяйственного опыта были в пределах физиологической нормы.

Для опыта мы отобрали 200 особей ленского осётра возрастом (1+), приобретенных в рыбноводном хозяйстве «ИП Вертей» (Саратовский район Саратовская область). По методу аналогов сформировали 2 группы по 100 особей в каждой, средняя масса навески около 100,0 г, молодь была приучена к поеданию гранулированных комбикормов. Продолжительность исследования составила 20 недель.

Кормление ленского осётра производилось ручным методом 4 раза в светлое время суток, через равные промежутки времени полнорационными комбикормами с размером гранул 3 мм. Состав и питательность используемого комбикорма представлены в главе «Материалы и методы исследований».

Важным показателем при выращивании рыбы в индустриальных условиях является конверсия корма, для её снижения не только должен быть использован полноценный сбалансированный по всем питательным веществам комбикорм, но и минимизированы его потери при скармливании. Осетровые поедают корм со дна, так как это донный вид рыб. В связи с этим возникает проблема потери части кормов вследствие вымывания гранул из садков течением и волной создаваемой ветром, а также при движении самих рыб в садках. Потери корма возрастают пропорционально скорости течения воды или обратно пропорционально скорости, с которой гранулы достигают дна садка, где их потребляют рыбы.

В период научно-хозяйственного опыта мы заметили, что использование сухих гранул комбикорма, увеличивает его потери, часть гранул сносит течением за пределы садковой системы. Данный факт намного увеличивает пищевую кормокурентность рыбы и сокращает площадь потребления корма. Для сокращения затрат корма на 1 кг прироста нами был разработан способ скармливания панкреатического гидролизата соевого белка рыбами.

Для этого 25 % раствор панкреатического гидролизата соевого белка сначала смешивают с водой, а затем в соотношении 1:1 с гранулированным комбикормом в течение времени определенного по формуле:

$$T = 5D + Q, \text{ где}$$

T - время замачивания гранул комбикорма, мин.;

D - диаметр гранул комбикорма, мм;

Q - коэффициент равный 30.

Водостойкость гранул комбикорма должна быть не менее 2 часов. Согласно нормам дачи комбикорма, составленному из расчета показателей температуры воды и массы рыбы, определяют норму скармливания комбикорма и панкреатического гидролизата соевого белка для каждого кормления и диаметр гранул комбикорма в мм. Установленное количество комбикорма взвешивают и помещают в имеющуюся емкость. Для соблюдения соотношения 1:1 отмеряют необходимое количество воды и панкреатического гидролизата соевого белка, далее заливают ими комбикорм на время, определенное по вышеуказанной формуле. Воду и раствор перед замачиванием одноразово перемешивают. Затем вносят корм на поверхность воды. Гранулы комбикорма замоченного в водном растворе быстрее начинают тонуть и практически все достигают дна садка, и лишь незначительная их часть вымывается за его пределы.

Для оценки эффективности использования комбикормов ленским осетром при выращивании в садках с использованием панкреатического гидролизата соевого белка нами был изучен коэффициент конверсии корма (рис. 45).

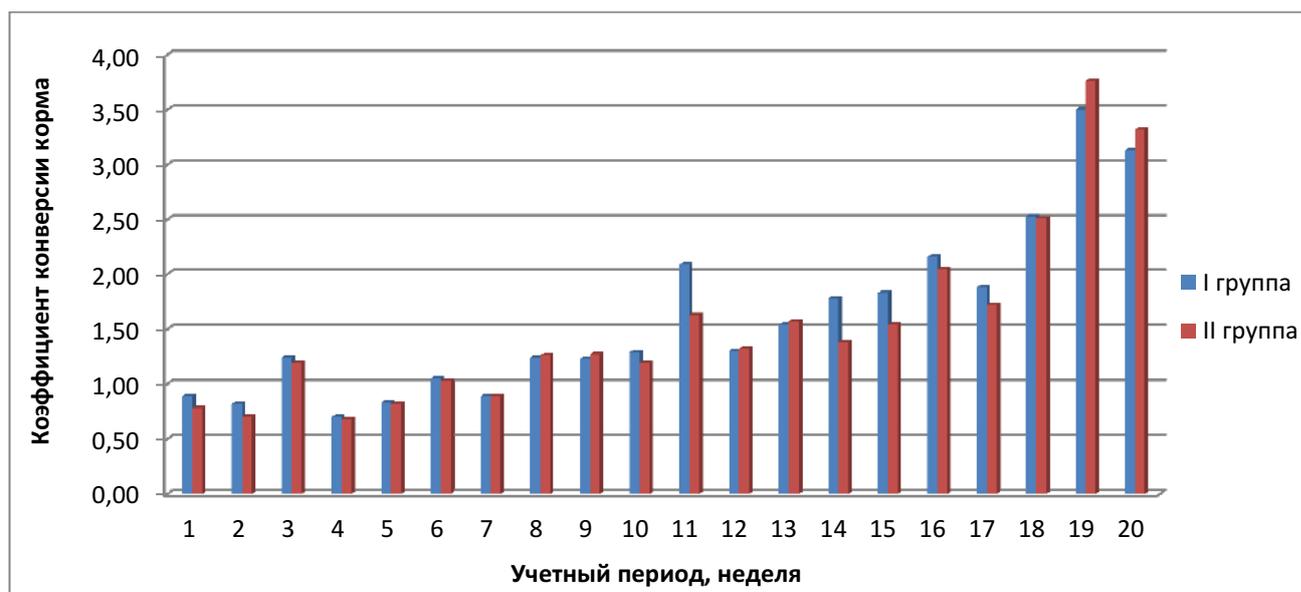


Рисунок 45. Затраты корма на 1 кг прироста массы ленского осетра

Графическое отображение затрат корма на 1 кг прироста в подопытных группах свидетельствует, что в I и II группах коэффициент конверсии корма был в пределах допустимой нормы. Во II группе он не превышал до 16 недели выращивания показатель 2,0. Меньшие затраты корма почти в каждую неделю выращивания были во II группе, в рационе которой использовали панкреатический гидролизат соевого белка. С 18 недели выращивания коэффициент конверсии корма во II группе повысился, по сравнению с I группой. Это было связано со снижением температуры воды, плохим потреблением корма рыбой и снижением скорости её роста.

Нами так же была проанализирована эффективность использования сырого протеина и обменной энергии корма в среднем за период научно-хозяйственного опыта (табл. 58).

Таблица 58 – Затраты на 1 кг прироста массы ленского осетра

Показатель	Группа	
	I	II
Комбикорм, кг	1,43	1,36
Сырой протеин, г	664,38	736,85
Обменная энергия, МДж	44,30	58,59

Использование в рационе панкреатического гидролизата соевого белка способствовало снижению затрат кормов на 1 кг прироста массы осетра во II группе на 4,89 %. Но за счет повышения белковой питательности и обменной энергии рациона затраты сырого протеина и энергии в этой группе, так же увеличились, но не превышали допустимых показателей нормы.

Показатели, отражающие влияние условий кормления и содержания ленского осетра являются: линейный рост, динамика массы и физиологическое развитие рыбы (табл. 59).

Таблица 59 - Средняя навеска ленского осетра, г (n=100)

Учетный период, нед.	Группа	
	I	II
Начало опыта	99,7±2,2	100,2±2,3
1	121,7±4,0	125,3±4,5
2	150,8±6,1	160,3±6,3
3	173,8±9,2	185,8±9,1*
4	213,7±12,7	229,7±12,0*
5	255,2±14,5	275,0±14,4*
6	297,2±12,1	318,0±13,7*
7	350,8±16,1	375,7±16,7**
8	396,3±15,9	423,8±15,5**
9	448,3±18,1	477,7±18,0**
10	502,2±21,4	533,8±21,1**
11	547,2±23,1	585,5±24,7**
12	600,3±25,7	641,2±26,2**
13	641,3±31,3	684,0±31,3**
14	681,3±34,3	729,2±34,0***
15	722,8±35,7	772,3±35,9***
16	753,2±37,9	806,5±36,9***
17	784,0±39,1	842,7±39,3***
18	805,7±40,5	866,2±40,4**
19	820,2±41,0	880,7±41,6***
20	836,7±43,2	897,4±43,4***

* - P>0,95; ** - P>0,99; *** - P>0,999

Изучение динамики массы молоди осетра в наших исследованиях показала, что наиболее интенсивный рост наблюдался во II группе. Уже к 4 недели масса рыбы составила 229,7±2,6 г (P>0,95), а в I группе 213,7±3,7 г. С 3 недели

выращивания разница массы осетра между II и I группами была достоверной. Таким образом, за 20 недель научно-хозяйственного опыта ленский осетр достиг массы в I группе $836,7 \pm 5,2$ г, а во II группе $897,4 \pm 7,4$ г ($P > 0,999$). Высокие показатели роста объясняются тем, что молодь была приспособлена к условиям кормления и содержания и быстро адаптировалась. Выживаемость особей в подопытных группах была высокой 93 % в I группе и 98 % во II группе.

Оценку интенсивности роста ленского осетра проводили с помощью абсолютного прироста массы особи (рис. 46).

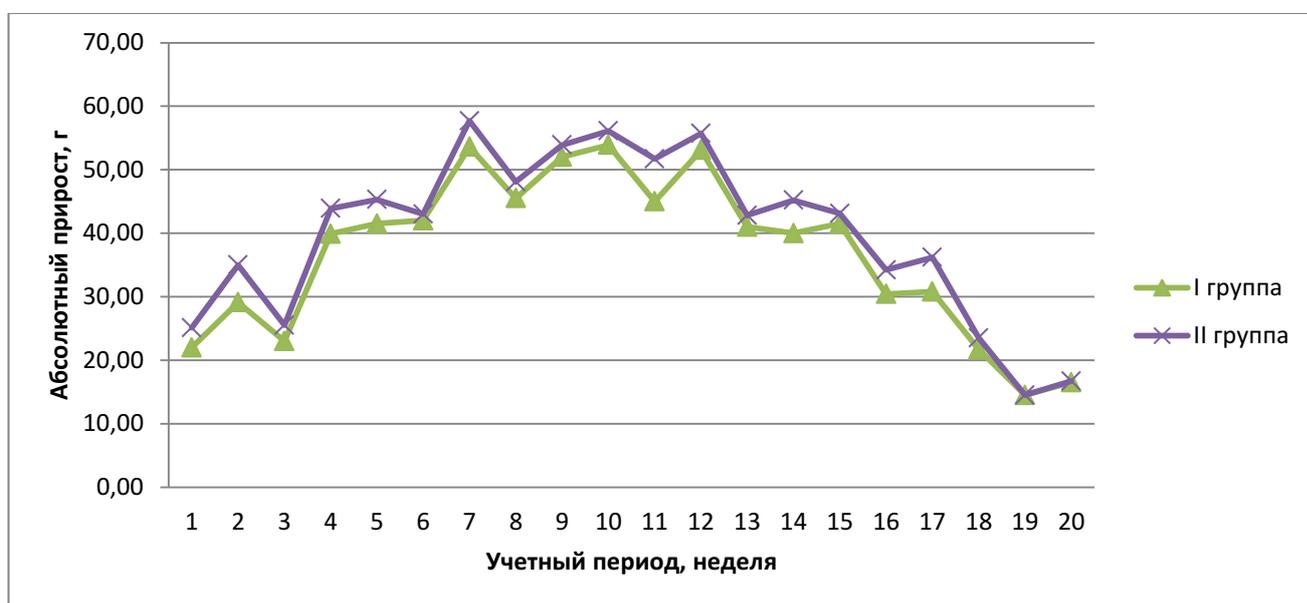


Рисунок 46. Абсолютный прирост массы ленского осетра подопытных групп

Интенсивность роста в подопытных группах была не равномерна, на рисунке отчетливо прослеживаются спады и пики приростов, которые связаны с колебаниями температуры воды в водоеме. До 7-ой недели выращивания показатели увеличивались. Во II группе приросты были более равномерны и как можно видеть на графике выше, чем в I группе и выше по показателям.

Для понимания, как изменялась масса осетра за одни сутки, мы рассчитали удельные среднесуточные приросты (табл. 60).

Таблица 60 – Среднесуточные приросты ленского осетра, %

Учетный период, нед.	Группа	
	I	II
1	2,84	3,18
2	3,05	3,50
3	2,02	2,11
4	2,94	3,02
5	2,53	2,56
6	2,17	2,07
7	2,36	2,38
8	1,74	1,72
9	1,76	1,71
10	1,62	1,58
11	1,23	1,32
12	1,32	1,30
13	0,94	0,92
14	0,86	0,91
15	0,84	0,82
16	0,59	0,62
17	0,57	0,63
18	0,39	0,39
19	0,25	0,24
20	0,28	0,27
Среднее за учетный период	1,52	1,56

Интенсивный прирост массы более 2,0 % в сутки наблюдался в подопытных группах до 8-ой недели выращивания. Во II группе показатели были выше на протяжении всего учетного периода и в среднем за период составили 1,56 %, что на 0,04 % выше, чем в I группе.

Полученные в исследованиях данные свидетельствуют, что использование панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра при его выращивании в индустриальных условиях способствует интенсивному росту молоди.

Для оценки физиологического состояния ленского осетра выращенного в садках при использовании в кормлении панкреатического гидролизата соевого белка были изучены гематологические показатели рыбы подопытных групп (табл. 61).

По мере роста осетров отмечается достоверное увеличение в их крови количества эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, гемоглобина, среднее содержание гемоглобина в эритроците, средняя концентрация гемоглобина в эритроците.

Во II группе, в рационе которой использовался панкреатический гидролизат соевого белка, выявлено достоверное снижение концентрации лейкоцитов, тромбоцитов, средний объем эритроцита, гемоглобина, средняя концентрация гемоглобина в эритроците. Снижение содержания лейкоцитов и тромбоцитов можно объяснить активацией обменных процессов и снижением защитных функций организма в данной группе по сравнению с I группой. Снижение содержания гемоглобина в крови и средней его концентрации в эритроцитах связано с интенсивными темпами роста особей II группы.

Изменения гематологических показателей осетров, выращиваемых в садках с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка, находятся в пределах физиологической нормы и свидетельствуют о широкой пластичности этого объекта, способного легко приспосабливаться к изменяющимся условиям содержания и кормления. Гематологические показатели у выращенной товарной рыбы соответствует нормальному физиологическому состоянию. Полученные нами показатели не противоречат исследованиям других авторов в области кормления и содержания осетровых рыб (Власов В. А., Есавкин Ю. И., Йаздани М. А. и др., 2005, Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А., 2007,

Металлов Г. Ф., Распопов В. М. и др., 2007, Корчунов А. А, Металлов Г. Ф. и др., 2012, Пономарева Е. Н., Металлов Г. Ф. и др., 2014).

Таблица 61 – Гематологические показатели ленского осетра

Период исследований	Группа	
	I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$		
Начало	0,43±0,03	
Окончание	0,41±0,02	0,48±0,02
Лейкоциты, $10^9/л$		
Начало	143,44±2,16	
Окончание	213,2±1,1	194,1±1,3***
Тромбоциты, $10^9/л$		
Начало	258,5±3,2	
Окончание	281,6±5,3	274,5±4,8
Гематокрит, %		
Начало	9,15±0,35	
Окончание	5,87±0,25	6,7±0,31
Средний объем эритроцита, фл		
Начало	211,8±0,48	
Окончание	147,2±0,52	140,4±0,38***
Гемоглобин, г/л		
Начало	32,3±0,03	
Окончание	90,0±1,16	85,6±1,24*
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг		
Начало	54,1±2,4	
Окончание	160,7±4,3	178,6±5,2**
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л		
Начало	132,2±3,7	
Окончание	773,0±18,6	280,6±17,4***

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

Мясо осетровых рыб белое с прослойками межмышечного жира, характеризуется превосходными вкусовыми и пищевыми свойствами. Главным преимуществом его является то, что выход съедобных и условно съедобных частей достигает 85 %.

Осетрина относится к диетическим продуктам питания, это обуславливается отсутствием в филе углеводов. В составе осетра содержится глутаминовая кислота, благодаря которой рыба обладает своеобразным вкусом, схожим с мясом животных. Потребление осетрины оказывает благоприятное воздействие на функциональность органов желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы, стимулирует мозговую деятельность и иммунную защиту организма. Стабилизирует метаболические процессы и способствует регуляции артериального давления. Также укрепляет костную ткань и ускоряет процесс размножения ее клеток (Кудряшева А. А., Саватеева Л. Ю., Саватеев Е. В., 2007).

Осетровые дают очень небольшое количество несъедобных частей (не более 14 %) благодаря тому, что хрящи, из которых в основном состоят голова и скелет, а также позвоночная струна, используются в пищу. Отваренные хрящи добавляют в рассольники, солянки, а из хорды - спинной струны - готовят визигу (спинная струна без внутренней хрящевой массы, перерезанная вдоль и высушенная), которую используют как начинку для пирогов, расстегаев и кулебяк.

Осетр выращенный в садках в период научно-хозяйственного исследования с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка достиг средней навески в I группе - $836,7 \pm 5,2$ г, а во II группе - $897,4 \pm 7,4$ г ($P \geq 0,999$), но для товарной оценки были отобраны особи с одинаковой массой $831,0 - 838,0$ г и биологической длиной $52,1 - 53,4$ (табл. 62).

Введение в рацион ленского осетра панкреатического гидролизата соевого белка способствовало достоверному увеличению количества мышечной ткани во II группе на 5,2 % по сравнению с I группой. Вследствие чего увеличился и выход съедобных частей на 2 %. Так же следует отметить недостоверное уменьшение

массы внутренних органов и жира, что отмечалось ранее у карповых и лососевых видов. Удельная доля от массы рыбы съедобных, несъедобных и условно съедобных частей ленского осетра представлена на рисунке 47.

Таблица 62 – Морфологический состав тела ленского осетра, г

Масса	Группа	
	I	II
Рыбы	831,0±1,2	838,0±1,1
Головы и плавников	121,3±0,9	119,0±2,6
Кожи	98,9±1,7	97,5±3,0
Хрящевой ткани	104,5±1,6	102,2±2,6
Мышечной ткани	423,8±2,1	445,8±3,3 ^{**}
Внутренних органов и жира	44,0±1,1	41,9±1,4
Жабр, слизи, крови, полостной жидкости	14,1±0,8	8,4±1,0
Съедобных частей	474,5±2,7	495,3±2,3 ^{**}
Несъедобных частей	126,7±2,9	117,1±4,5
Съедобных и условно съедобных частей	704,3±0,7	720,9±1,1

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

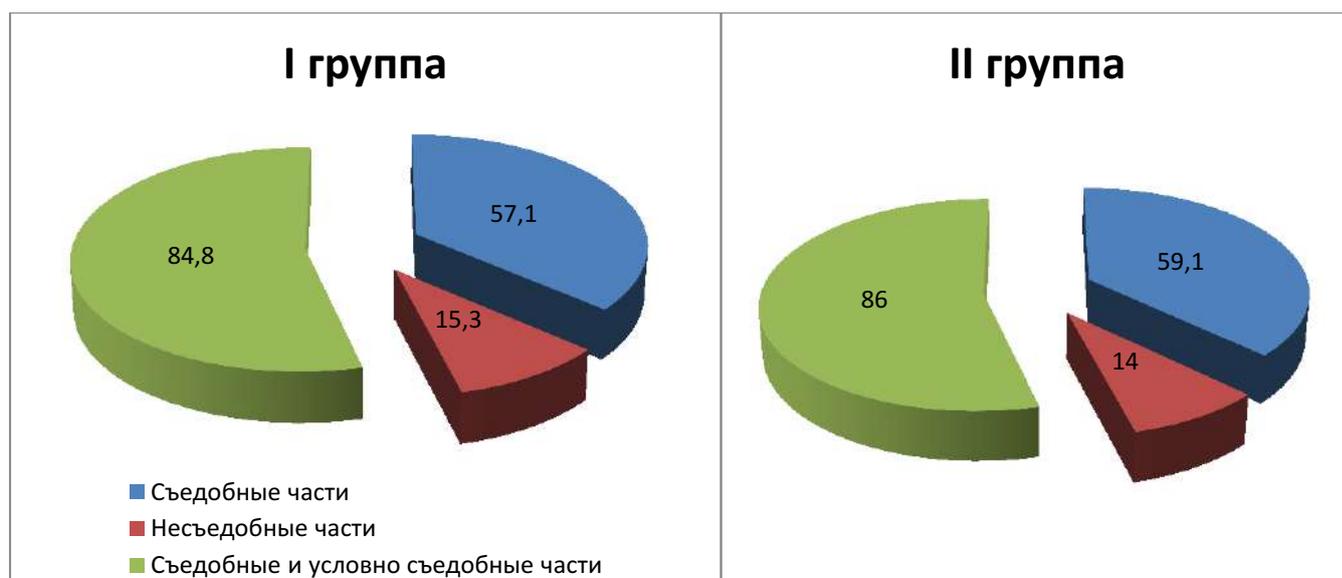


Рисунок 47. Выход съедобных, несъедобных и условно съедобных частей ленского осетра, %

В I группе, не получавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка удельная доля несъедобных частей была выше на 1,3 %. Выход съедобных и условно съедобных частей ниже на 1,2 %. Полученные данные не противоречат среднестатистическим данным по товарной оценке осетровых рыб (Кудряшева А. А., Саватеева Л. Ю., Саватеев Е. В., 2007).

Таким образом, можно констатировать, что использование в рационе ленского осетра при его выращивании в садках панкреатического гидролизата соевого белка положительно влияет на соотношение съедобных и несъедобных частей тела рыбы.

Для комплексной оценки физиологического состояния ленского осетра и установления причины разности масс внутренних органов в подопытных группах нами они были осмотрены, проведены их гистологические исследования и рассчитаны морфофизиологические индексы.

Первым этапом комплексной оценки развития внутренних органов стало вычисление морфофизиологических индексов печени и сердца (табл. 63).

Таблица 63 – Морфофизиологические индексы, %

Индекс	Группа	
	I	II
Гепатосоматический	0,60±0,03	0,68±0,02*
Кардиосоматический	0,20±0,01	0,23±0,03

* - $P \geq 0,95$

Данные свидетельствуют, что относительный вес печени особей II группы, поедавших в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка достоверно больше, чем у особей I группы. Относительный вес сердца у особей подопытных групп не отличался.

Вторым этапом мы провели гистологическое исследование печени для определения причин увеличения гепатосоматического индекса (рис. 48).

Результат гистологического анализа образцов печени II группы, получавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка свидетельствует о хорошо выраженной балочной структуре. Не выявлено кровоизлияний, застойных явлений и очагов некротических изменений. Клетки печени округлой формы с зернистой цитоплазмой.

Таким образом, гистологические исследования подтвердили отсутствие отклонений в структуре ткани печени, наблюдалась её хорошая функциональная активность.

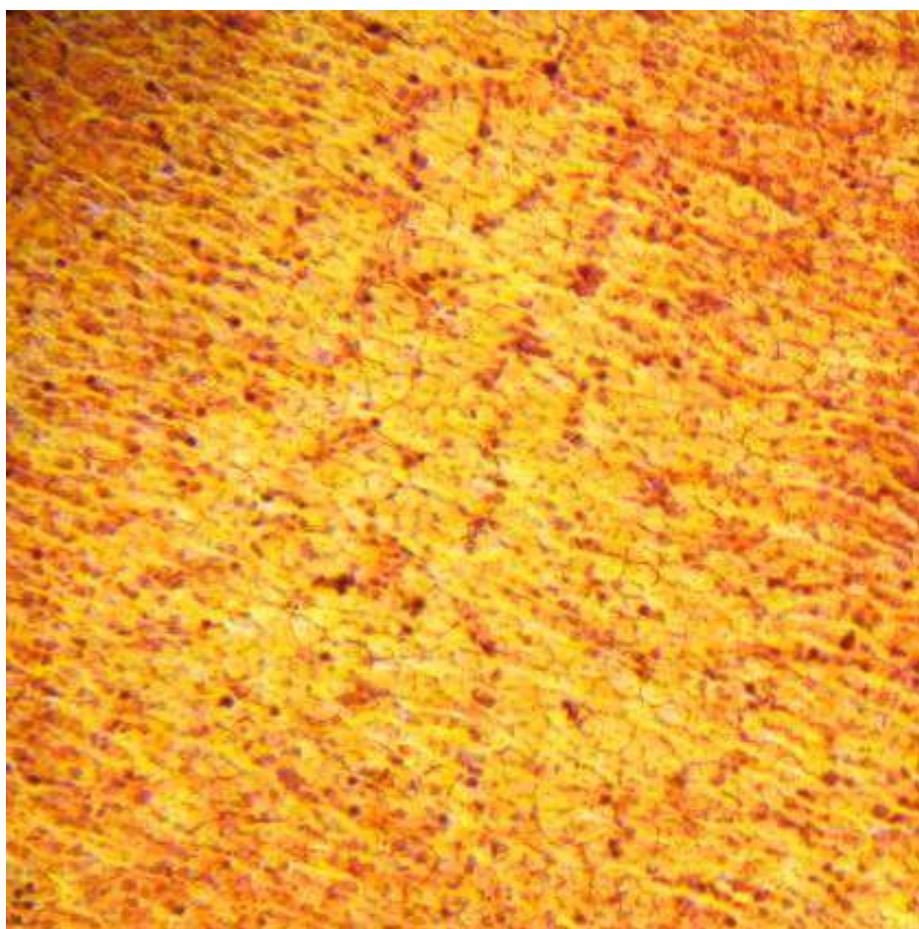


Рисунок 48. Фрагмент печени ленского осетра II группы.

Ув. 40x22

Пищеварительная система подопытных групп так же была нами осмотрена и взвешена (рис. 49). Анализ полученных данных свидетельствует об

интенсивном развитии желудка во II группе. Его масса была выше на 9,2 %, чем в I группе. Масса кишечника в этой группе была достоверно меньше на 19,9 % по сравнению с группой, получавшей панкреатический гидролизат соевого белка при кормлении. Уменьшение массы было связано с получением корма в более доступной для переваривания форме.

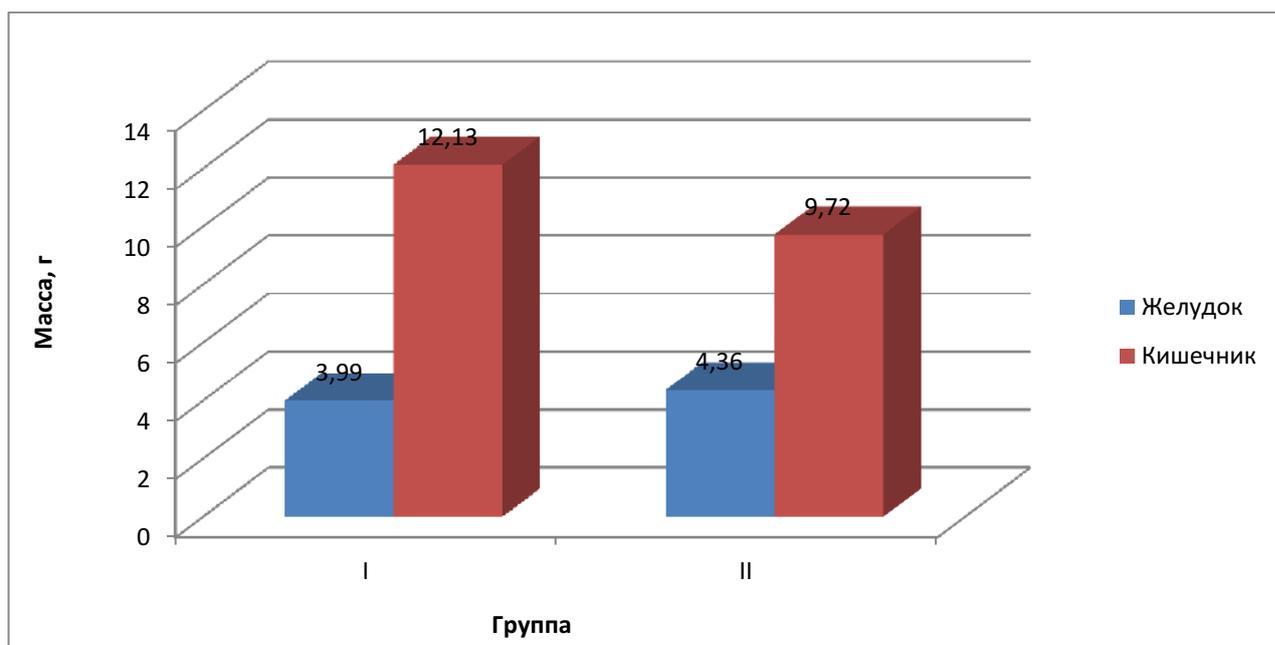


Рисунок 49. Масса внутренних органов ленского осетра, г

Гистологические исследования образцов стенок кишечника II группы не выявили существенных различий в структуре от физиологической нормы (рис. 50).

На изображении продемонстрировано большое количество удлиненных ворсинок, покрытых однослойным эпителием. Не обнаруживаются кровопотеклов или некротических изменений. Кишечник хорошо развит. Внесение панкреатического гидролизата соевого белка в рацион оказывает благоприятное влияние, сокращая площадь всасывания питательных веществ.

Для проведения товарной оценки необходимо установить пищевую ценность рыбы исследуемых образцов подопытных групп. Значимым показателем при этом является химический состав мышечной ткани, как правило, его

характеризует содержание влажности и сухого вещества: сырого протеина, сырого жира, золы и безазотистых экстрактивных веществ. Количественное содержание данных показателей зависит от условий выращивания и качества кормления рыбы.

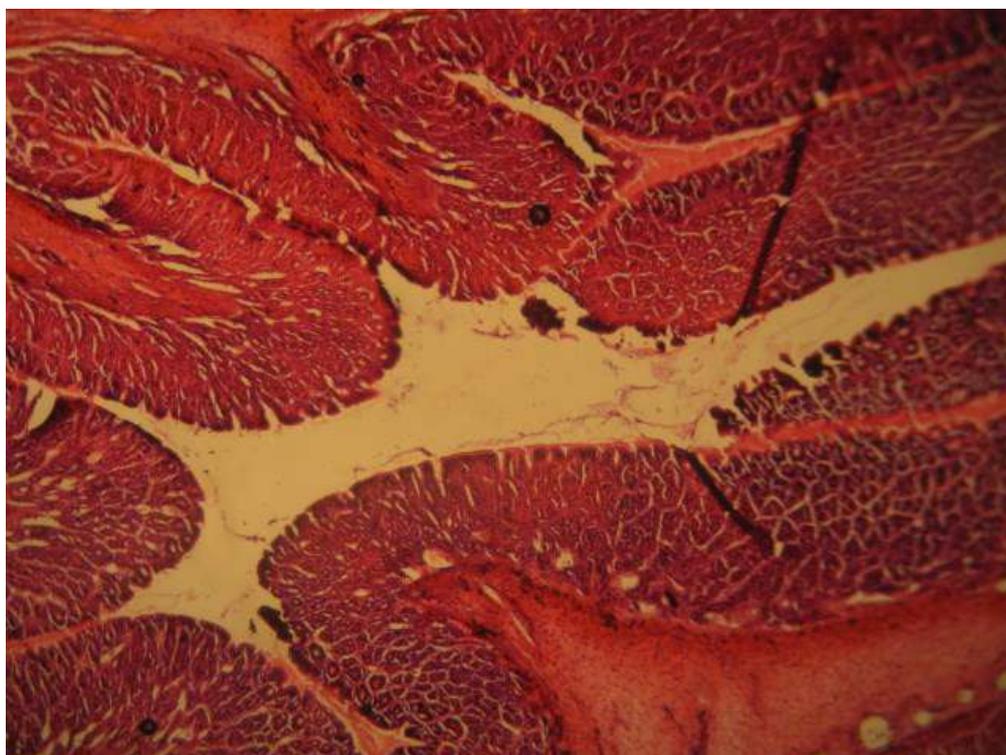


Рисунок 50. Поперечный срез кишечника ленского осетра II группы.

Ув. 40x22

Нами было отобрано для проведения химического анализа по 3 особи ленского осетра из каждой подопытной группы средней навеской 830,0 г (рис. 51).

Содержание влаги в группе I, неполучившей панкреатический гидролизат соевого белка выше на 1,8 %, при этом снижается содержание жира (0,2 %), золы (0,2 %) и протеина (1,5 %). Повышение содержания протеина во II группе является достоверным ($P \geq 0,95$) и говорит об интенсивном белковом обмене.

Качество протеина характеризуется его биологической ценностью, а именно качественным и количественным составом аминокислот.

Для исследования аминокислотного состава мышечной ткани ленского осетра были взяты по 3 особи в подопытных групп по окончания выращивания средней навеской около 830,0 г. Результаты аминокислотного анализа представлены в таблице 64.

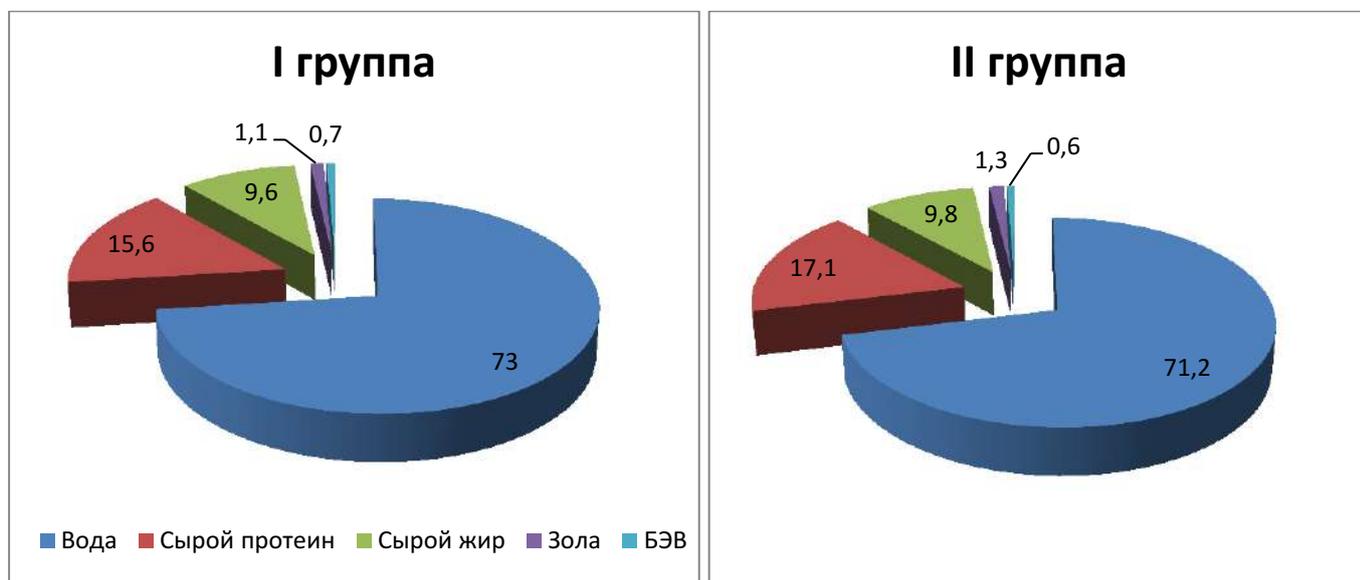


Рисунок 51. Химический состав мышечной ткани ленского осетра, %

Результаты, полученные при анализе аминокислотного состава мышечной ткани ленского осетра, свидетельствуют о сбалансированности белка по содержанию всех эссенциальных аминокислот. При этом в группе II, потреблявшей панкреатический гидролизат соевого белка, показатели чуть выше, чем в I группе, достоверная разница не обнаружена.

Расчет аминокислотного сора позволил констатировать высокую биологическую ценность белка мышечной ткани ленского осетра. Во всех подопытных группах показатель сора выше 100 %, не смотря на это содержание аминокислот не одинаково и в I группе лимитирующей для построения белка стал валин, его аминокислотный скор равен 120,2 %, во II группе лимитирующим стал лейцин аминокислотный скор которого равен 136,1 %.

Суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка в I группе составило 45,06 г, во II группе 48,60 г, заменимых в I группе 47,56 г, во II группе на 3,55 г больше.

Таблица 64 – Аминокислотный состав мышечной ткани ленского осетра, выращенного в садках, г/100 г белка

Аминокислота	Группа		Аминокислотный скор, %	
	I	II	I	II
<i>Незаменимые</i>				
Лизин	9,94±0,5	10,00±0,7	207,00	208,33
Треонин	4,29±0,2	4,56±0,2	171,79	182,46
Фенилаланин+тирозин	7,37±0,1	8,25±0,2*	179,80	201,11
Лейцин	7,76±0,3	8,30±0,4	127,15	136,13
Изолейцин	4,55±0,2	4,85±0,1	151,71	161,79
Метионин+цистин	3,21±0,2	3,57±0,1	139,35	155,10
Валин	4,81±0,3	5,56±0,2	120,19	138,89
Гистидин	3,14±0,1	3,51±0,2	196,31	219,30
<i>Заменимые</i>				
Пролин	3,01±0,3	3,27±0,2	-	-
Серин	3,91±0,2	4,27±0,4	-	-
Аланин	5,58±0,5	5,85±0,4	-	-
Аргинин	5,38±0,3	6,02±0,3	-	-
Глицин	4,23±0,2	4,74±0,1	-	-
Глутаминовая кислота	15,26±1,4	16,20±1,2	-	-
Аспарагиновая кислота	10,19±1,5	10,76±1,3	-	-

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

Нами была проведена оценка биологической ценности белка по основным показателям: коэффициенты утилитарности аминокислотного состава, коэффициент сопоставимой избыточности, коэффициент различия аминокислотного состава, биологическая ценность рыбы (табл. 65).

Таблица 65 – Биологическая ценность белка ленского осетра

Показатель	Группа	
	I	II
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава, ед.	0,76	0,80
Коэффициент сопоставимой избыточности, г/100 г белка	3,32	3,14
Коэффициент различия (КРАС) аминокислотного состава, %	41,47	39,26
Биологическая ценность, %	58,53	60,74

Большей питательной ценностью будет обладать мышечная ткань ленского осетра II группы, где коэффициент утилитарности составил 0,80. Из 100 г съеденного человеком белка из II группы только 3,14 г не будет усвоен организмом, при этом из I группы 3,32 г. Об этом свидетельствует коэффициент сопоставимой избыточности. Белок мышечной ткани ленского осетра II группы имеет меньшие различия в составе эссенциальных аминокислот. Биологическая ценность белка этой группы увеличивается на 2,22 % по сравнению с I группой.

Объективная органолептическая оценка позволяет выявить влияние вводимого в рацион панкреатического гидролизата соевого белка на качество пищевой товарной рыбы и дает важную информацию о потребительских предпочтениях.

По окончании научно-хозяйственного опыта проводили рыбного органолептические исследования филе и бульона ленского осетра, который основан на сравнении двух подобных образцов со слабовыраженными различиями, представленными в паре. Результаты органолептической оценки выражали посредством пятибалльной шкалы по методике Сафроновой Т. М.

(1998). Были заполнены и обработаны дегустационные листы, в них определено среднее арифметическое значение каждого единичного показателя качества с учетом коэффициента значимости. Таким образом, мы делали заключение о качестве пищевой продукции. Исследования были проведены на кафедре «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова».

Рыбное филе оценивали по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету (рис. 52), а рыбный бульон по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира (рис. 53).

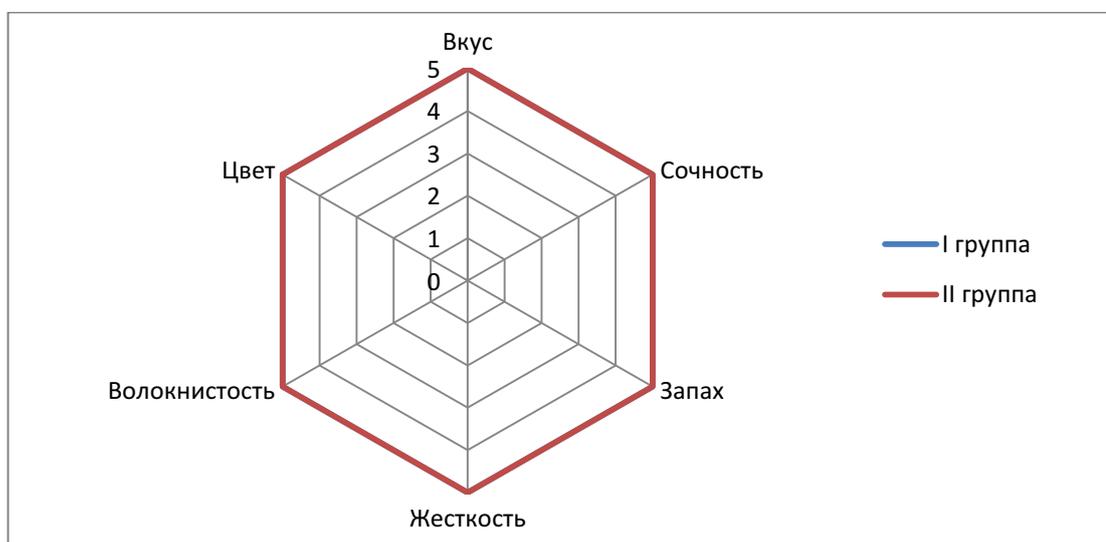


Рисунок 52. Профилограмма подопытных образцов рыбного филе ленского осетра

Органолептический анализ рыбного филе показал, что отличий в качестве потребителями не выявлено. Образцы I и II групп одинаково высоко были оценены дегустаторами.

Органолептический анализ рыбного филе также показал, что отличий в качестве потребителями не выявлено. Образцы I и II групп были хорошего качества и одинаково высоко оценены дегустаторами.

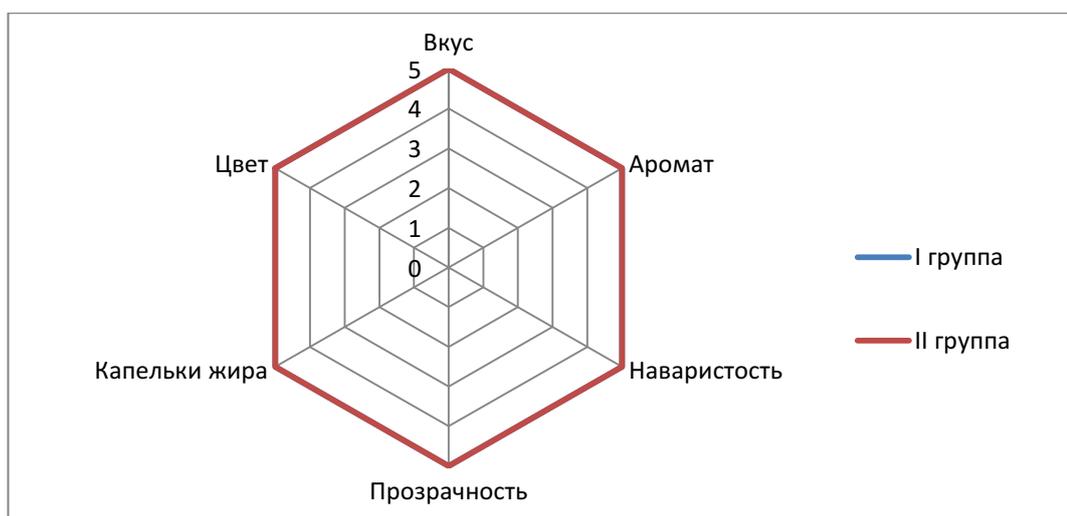


Рисунок 53. Профилограмма подопытных образцов рыбного бульона
ленского осетра

Осетровые рыбы - это высокоспецифичная группа рыб, они существенно отличаются от всех других представителей ихтиофауны, обитающих на нашей планете. Скелет осетровых хрящевой, позвонков нет, а окостенение захватывает только накладные кости головы и пять рядов жучек, расположенных вдоль тела. Несмотря на древность происхождения и примитивность морфологии, до сравнительно недавнего времени осетровые находились в состоянии биологического прогресса и занимали огромный ареал, охватывающий почти все северное полушарие Земли.

Товарное осетроводство занимает важное место в развитие аквакультуры в связи с сложившейся экологической ситуацией. Оно позволяет, использовать продукцию, сохраняя при этом численность естественной популяции. При этом необходимо понимать, что товарное осетроводство требует значительных затрат при выращивании: дорогостоящий посадочный материал и специализированные корма.

Нами в исследованиях была проведена оценка экономической эффективности выращивания ленского осетра с целью уточнения влияния панкреатического гидролизата соевого белка на себестоимость выращивания рыбы (табл. 66).

Таблица 66 – Экономическая оценка эффективности выращивания ленского осетра выращенного в садках

Показатель	Группа	
	I	II
Количество рыбы в начале, шт.	100,00	100,00
Количество рыбы в конце, шт.	93,00	98,00
Ихтиомасса в начале, кг	9,97	10,02
Ихтиомасса в конце, кг	77,81	87,95
Валовый прирост рыбы, кг	67,84	77,93
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	15,00	15,00
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	130,00	130,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	96,72	106,03
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	12,57	13,78
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250,00
Количество скормленного ПГСБ, л	-	6,89
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	-	1,72
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	12,57	15,51
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	800,00	800,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	62,25	70,36
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	46,15	47,36
Себестоимость выращивания 1 кг рыбы, руб.	59,31	53,86
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	16,10	22,99
Уровень рентабельности, %	34,88	48,54

Одним из основных результативных показателей, влияющих на рентабельность производства, является себестоимость продукции. Технология культивирования осетровых рыб определяет не только объемы производства, но и состав затрат. По результатам научно-хозяйственного опыта валовая себестоимость выращивания ленского осетра была выше во II группе, засчет

использования панкреатического гидролизата соевого белка на 2,6 %, чем в I группе. Но при пересчете данного показателя на 1 кг ихтиомассы рыбы мы видим, что во II группе он ниже на 10,1 %.

После реализации товарной продукции мы получили дополнительную прибыль от продажи особей во II группе в размере 6900 руб. Уровень рентабельности выращивания был выше так же в этой группе на 13,67 %, по сравнению с I группой.

Таким образом, можно сказать о повышении экономической эффективности товарного выращивания ленского осетра в садках при использовании в кормлении панкреатического гидролизата соевого белка.

3.3.3. Влияние панкреатического гидролизата соевого белка на продуктивность ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения

Выращивание различных гидробионтов в установках замкнутого водоснабжения относительно новое и динамично развивающееся во всем мире направление современной аквакультуры.

Важным преимуществом данной системы выращивания является возможность оптимизировать абиотические факторы среды обитания, что позволяет в 3-6 раз сократить время их выращивания и созревания производителей, круглогодично получать жизнестойкую молодь и крупный посадочный материал. Одновременно достигается высокая выживаемость выращиваемых объектов, обеспечивается локализация и предотвращение массовых заболеваний.

Использование высокой плотности посадок позволяет увеличивать рыбопродуктивность и сокращать занимаемые площади и трудозатраты на единицу продукции.

Ключевым моментом при выращивании рыбы в установках замкнутого водоснабжения является то, что единственным источником получения

питательных веществ рыбой будут искусственные комбикорма (Щербина И. Н., Абросимова Н. А., Сергеева Н. Т., 1985, Жигин А. В., 2011, Остроумова И. Н., 2012).

Одним из путей повышения эффективности искусственного кормления считается использование различных кормовых добавок. Однако имеются данные, что анаболическое действие используемых добавок на протоке и в замкнутых системах различаются. Эти различия вызваны циркуляцией препаратов в замкнутой системе и их повторным действием на рыб, и возможно вызывающих противоположный результат. В этой связи нами были проведены исследования по использованию панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра при выращивании в установках замкнутого водоснабжения.

Научно-хозяйственный опыт по выращиванию ленского осетра с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка в установках замкнутого водоснабжения проводили на базе научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ по схеме представленной в главе «Материалы и методы исследований».

Для исследований отобрали 200 особей ленского осетра средней массой около 100,0 г и разместили их по 100 штук в два полипропиленовых бассейна объемом 1,2 м³ каждый.

I (контрольная группа) получала гранулированный комбикорм, а II (опытная группа) в составе гранулированного комбикорма получала панкреатический гидролизат соевого белка из расчета 1,0 мл на 1,0 кг массы рыбы.

Скармливание гранулированного комбикорма и панкреатического гидролизата соевого белка проводили по предложенному ранее способу (Коробов А.П., Васильев А.А., Гусева Ю.А., Хандожко Г.А., 2009). Согласно, этого способа, готовили кормовые смеси: для I группы готовая смесь состояла из 50,00 % комбикорма и 50,00 % воды; для II группы - из 50,00 % комбикорма, 45,45 % воды и 4,55 % панкреатического гидролизата соевого белка. Химический состав и

питательность влажной кормовой смеси представлена в главе «Материалы и методы исследований».

Вода, поступающая в рыбные бассейны, при прохождении через систему очистки, насыщается кислородом и очищается от продуктов жизнедеятельности рыб: органических веществ, азотных соединений и углекислого газа.

Первостепенное значение при выращивании осетровых в установках замкнутого водоснабжения имеет температурный фактор, это изучалось и подтверждено многими авторами. Наибольшее ускорение роста для молоди, в сравнении с постоянными температурными условиями, отмечено в режимах $+25 \pm 2$ °С и $+23 \pm 4$ °С, кроме того, известно, что ленский осетр отличается эвритермностью, выдерживает повышение температуры воды до $+30$ °С (Никольская Н.Г., Сытина Л.А., 1978, Стеффенс В., 1985, Константинов А.С., Зданович В.В., 1991, Константинов А.С., 1993, Зданович В. В., Пушкарь В. Я., 1999, Голованов В.К. и др., 1996, 2000, Корнеев А. Н., 2002).

Выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения придает температурному фактору особенное значение, так как он является управляемым параметром. Оптимизация температурного режима составляет основу экономичной технологии выращивания осетра, обеспечивающего наиболее благоприятные условия для продуктивного потребления и использования комбикормов.

Не менее важным фактором выращивания осетровых и эффективности использования ими комбикормов является содержание растворенного кислорода в воде. Потребление кислорода зависит от многих факторов: плотность посадки, температура воды, средняя масса особей, режим кормления и проточность (Жигин А. В., 2011).

При проведении научно-хозяйственного исследования температура воды в бассейнах поддерживалась на уровне $+22 \pm 1,0$ °С, содержание растворенного кислорода в воде в бассейнах было 11,4 мг/л. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что все показатели воды в установке замкнутого

водоснабжения были стабильны и отвечали требованиям ОСТ 15.312.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания ленского осетра.

Благодаря оптимальным условиям выращивания ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения продуктивность его была на высоком уровне (табл. 67)

Таблица 67 - Средняя навеска ленского осетра, г (n=100)

Учетный период, нед.	Группа	
	I	II
1	2	3
Начало исследования	104,0±1,2	102,0±1,2
1	109,0±1,8	118,0±1,8*
2	116,0±1,9	130,0±2,0***
3	123,0±2,4	135,0±2,3**
4	132,0±2,5	139,0±2,6**
5	145,0±2,3	156,0±2,4
6	152,0±2,6	161,0±2,4*
7	157,0±2,6	169,0±2,7*
8	162,0±2,9	176,0±2,7**
9	167,0±3,3	188,0±3,1***
10	174,0±3,2	201,0±3,1***
11	178,0±3,5	210,0±3,7***
12	183,0±4,0	219,0±3,9***
13	199,0±4,3	227,0±4,3***
14	206,0±4,8	239,0±5,1***
15	213,0±5,0	249,0±5,1***
16	229,0±5,2	264,0±5,0***

1	2	3
17	234,0±5,1	283,0±5,2***
18	273,0±5,3	307,0±5,4***
19	311,0±5,4	342,0±5,3***
20	329,0±5,3	361,0±5,5***
21	345,0±5,5	371,0±5,6**
22	376,0±5,7	394,0±5,6*
23	396,0±6,1	426,0±5,8*
24	412,0±6,4	452,0±6,1***
25	422,0±6,6	467,0±6,4***
26	435,0±6,8	485,0±6,7***
27	449,0±7,3	504,0±7,0***
28	486,0±7,5	516,0±7,6**
29	508,0±8,1	543,0±10,1*

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

По результатам выращивания можно сказать, что осетр II группы, получавшей в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка, уже с первой недели рос более интенсивно, опережая особей из I группы. К 29 недели исследования средняя навеска особей II группы была на 6,99 % выше, чем в I группе. Таким образом, можно говорить о благоприятном влиянии панкреатического гидролизата соевого белка на динамику массы ленского осетра выращенного в установке замкнутого водоснабжения.

Интенсивность роста в течение научно-хозяйственного опыта отразил анализ абсолютный прирост особей (рис. 54). На графическом изображении интенсивности роста ленского осетра выращенного в установке замкнутого водоснабжения видно его равномерность. Это связано с благоприятными условиями содержания и сбалансированностью кормления в учетный период.

Общий прирост массы одной особи составил в I группе – 404,0 г, а во II группе – 414,0 г.

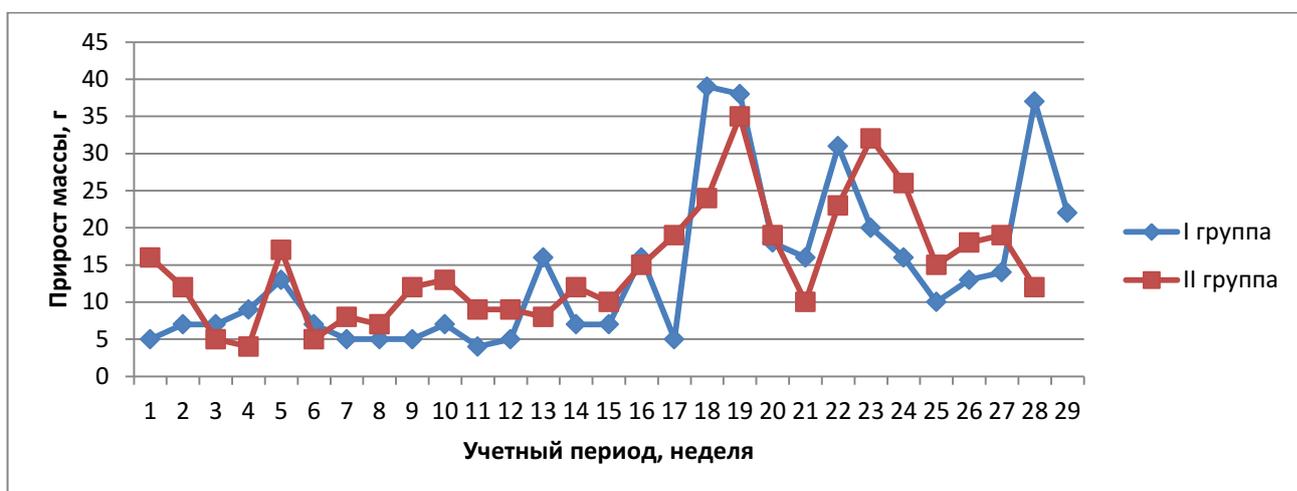


Рисунок 54. Абсолютный прирост особей ленского осетра, г

Определение абсолютного прироста не отражает напряженность роста рыбы за сутки, для этого нами был рассчитан другой показатель - среднесуточный удельный прирост (рис. 55).



Рисунок 55. Среднесуточный прирост массы ленского осетра, %

На рисунке 55 видно, что среднесуточные приросты массы особей ленского осетра были не равномерны. В I и II группах имеются пики приростов и спады

продуктивности, но данные показатели не выходят за пределы норм выращивания молоди ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения. В среднем за период научно–хозяйственного опыта удельная скорость роста за сутки в I группе составила 0,78 %, а во II группе, потреблявший в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка 0,82 %.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии панкреатического гидролизата соевого белка на продуктивность ленского осетра выращиваемого в установках замкнутого водоснабжения.

Все питательные вещества, необходимые для нормального роста и развития ленского осетра, выращенного в установках замкнутого водоснабжения, можно получить только из сбалансированного комбикорма. В таких условиях выращивания это единственный источник питания, в связи, с чем следует уделять особое внимание сбалансированности кормления.

Применение кормов низкого качества, неправильная раздача и нормирование при выращивании в установках замкнутого водоснабжения ведут к увеличению концентрации загрязняющих веществ, что вызывает накопление органического вещества и азотных соединений, что в свою очередь приводит к нарушению метаболических процессов и переваримости кормов.

При кормлении ленского осетра в период научно–хозяйственного опыта нами строго соблюдались рекомендации по норме дачи корма, в зависимости от массы рыбы, температуры воды и содержания в ней растворенного кислорода (Матишов Г. Г., Матишов Д. Г., Пономарева Е. Н., 2008).

В период исследований нами было скормлено в I группе 51,40 кг комбикорма, а в II группе 59,10 кг и 5,74 л панкреатического гидролизата соевого белка.

Проанализировав поедаемость кормов и сопоставив ее с приростом икhtiомассы рыбы, мы пришли к выводу, что затраты кормов на 1 кг прироста массы ленского осетра были на оптимальном уровне (рис. 56).

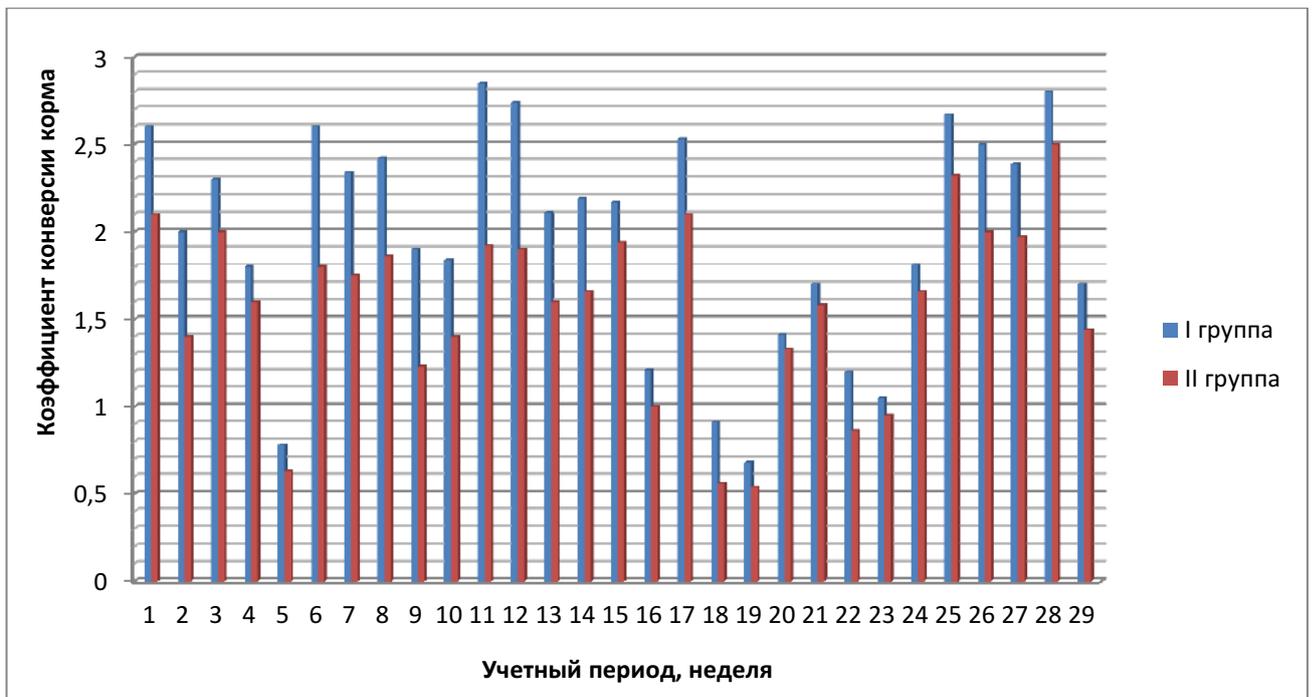


Рисунок 56. Затраты корма на 1 кг прироста массы ленского осетра, кг

Затраты корма на 1 кг прироста за период научно-хозяйственного опыта были не равномерны. Так с первой недели выращивания особи, использовавшие комбикорм с содержанием панкреатического гидролизата соевого белка значительно лучше потребляли корм, видимо это было связано с его вкусовой привлекательностью. Известно, что корм привлекает рыбу не только внешним видом и по консистенции, но и по запаху и вкусу. Многими исследователями было установлено, что для большинства рыб вкусовая привлекательность кормовых организмов или имитирующих их искусственных смесей веществ в значительной степени обеспечивается фракцией свободных аминокислот (Касумян А. О., Морси А. М., 1996, Касумян А. О., 1997, 2016, Takeda M., Takii K., Matsui K, 1984, Johnsen P. B., Adams M. A., 1986, Mearns K. J. Ellingsen O. F., Doving K. B., Helmer S., 1987, Takaoka O., Takii K., Nakamura M. and at., 1990).

Нами были посчитаны средние затраты комбикорма, сырого протеина и обменной энергии на 1 кг прироста за период научно-хозяйственного опыта (табл. 68).

Таблица 68 – Эффективность использования комбикормов

Показатель	Группа	
	I	II
Комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,97	1,59
Сырой протеин, г	915,26	861,46
Обменная энергия, МДж	61,03	68,50

Результаты анализа эффективности использования комбикормов свидетельствуют, что затраты комбикорма в среднем за опыт были ниже во II группе на 19,3 %, затраты сырого протеина в этой группе были ниже, чем в I группе на 5,9 %. Затраты обменной энергии были выше, чем в I группе на 39,1 %. Все показатели не превышали данных полученных ранее другими исследователями при выращивании осетровых рыб в установках замкнутого водоснабжения (Матишов Г. Г., Матишов Д. Г., Пономарева Е. Н. и др., 2008, Жигин А. В, 2011, Николаев С. И., Дигусаров В. Г., Ранделин Д. А. и др., 2016).

Использование панкреатического гидролизата соевого белка способствует снижению коэффициента конверсии корма для ленского осетра выращенного в установках замкнутого водоснабжения.

В связи с систематическим положением, особенностями среды обитания и образа жизни, у разных видов рыб различается и морфологическая, и биохимическая характеристика крови. Внутри одного вида эти показатели колеблются в зависимости от сезона года, условий содержания, возраста, пола, физиологического состояния особей.

Система крови рыб подвергается выраженным функциональным расстройствам и патологическим изменениям при действии неблагоприятных факторов внешней среды, при инфекционных и алейментарных заболеваниях. Изменения гематологических показателей могут служить надежным индикатором степени воздействия повреждающих факторов и физиологического статуса рыб.

В наших исследованиях для изучения влияния панкреатического гидролизат соевого белка на организм рыб был проведен анализ крови рыб по основным морфобиохимическим показателям (табл. 69).

Таблица 69 – Морфологические и биохимические показатели крови

Показатель	В начале опыта	В конце опыта	
		I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$	0,23±0,01	0,31±0,02	0,38±0,02*
Лейкоциты, $10^9/л$	201,60±2,20	225,20±2,60	234,10±3,10*
Тромбоциты, $10^9/л$	86,70±6,40	121,80±5,30	134,50±7,10
Гематокрит, %	4,05±0,20	4,70±0,30	5,20±0,25
Гемоглобин, г/л	4,70±0,35	8,00±0,38	9,50±0,47**
Содержание белка в сыворотке крови, г/л	20,10±1,30	30,60±1,20	38,50±1,40***
АсТ, Ед/л	20,3±0,20	29,7±0,3	36,8±0,25***
АлТ, Ед/л	19,6±0,15	25,4±0,2	31,2±0,15***
Билирубин общий, ммоль/л	2,6±0,31	2,8±0,53	4,4±0,42*
Мочевина, ммоль/л	0,74±0,07	1,02±0,10	1,03±0,20
Глюкоза, ммоль/л	1,23±0,32	1,76±0,44	1,93±0,39
Холестерин, ммоль/л	3,61±0,70	4,3±0,53	4,6±0,90
Щелочная фосфатаза, Ед/л	167,50±31,4	207,40±45,1	212,60±37,6
Кальций, ммоль/л	1,61±0,46	1,90±0,49	2,36±0,53
Фосфор, ммоль/л	0,86±0,08	0,91±0,09	1,22±0,14
Магний, ммоль/л	0,97±0,11	1,15±0,16	1,26±0,14
Натрий, ммоль/л	145,00±43,9	161,41±33,2	167,32±28,7
Калий, ммоль/л	2,64±0,21	3,13±0,33	4,36±0,37
Триглицериды, ммоль/л	0,47±0,21	0,52±0,24	0,64±0,33

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

Эритроциты крови рыб переносят кислород, поддерживают кислотно-щелочное равновесие и выполняют функцию транспортирования низкомолекулярных органических соединений. В наших исследованиях установлено повышение во всех группах концентрации эритроцитов в конце опыта. Разница этого показателя между I и II группами в конце опыта статистически достоверна.

Лейкоциты обеспечивают специфические иммунологические реакции, общее количество их в период опыта изменялось незначительно, превышая содержание тромбоцитов.

Тромбоциты участвуют в свертывание крови и обладают фагоцитарной активностью, в наших исследованиях их содержание увеличилось на $47,6 \times 10^9/\text{л}$ в конце опыта.

Гемоглобин является важным диагностическим показателем изменения содержания кислорода. В наших исследованиях наблюдается более высокое содержание гемоглобина в конце опыта во всех опытных группах. Возможно, это связано с более интенсивным обменом у особей развивающихся в оптимальных температурных условиях.

Проанализировав полученные данные, можно сказать, что гематологические показатели у выращенной товарной рыбы соответствуют нормальному физиологическому состоянию.

Биохимический анализ крови осетров показывает достоверное увеличение, в процессе роста рыб, содержания белка в сыворотке крови.

Содержание АсТ и АлТ, ферментов участвующих в обмене аминокислот, свидетельствует, что у ленского осетра нет нарушений в работе сердца, печени и других внутренних органах. Коэффициент Де Ритиса в период исследования во всех группах находился в пределах физиологической нормы.

Сопоставив результаты содержания ионов макроэлементов Ca, P, Mg, Na и K в крови ленского осетра, мы установили разницу между содержанием их в начале и конце опыта. Катионный состав сыворотки крови у осетра II группы

существенно увеличивается в отличие от катионного состава сыворотки крови осетра I группы.

Изменения биохимических показателей свидетельствуют о том, что введение в рацион осетров панкреатического гидролизата соевого белка вызывает активизацию белковых обменных процессов, усиливая реакцию процессов переаминирования. Все изученные показатели находились в пределах физиологической нормы.

У осетровых рыб все части делятся на съедобные (мускулатура, сердце, печень, икра, молоки), условно съедобные, то есть съедобные после тепловой обработки (хрящи, плавники, голова) и несъедобные (чешуя, жабры, пищевой тракт, плавательный пузырь, почки). У осетровых рыб выход съедобных частей составляет – до 88 %, несъедобных частей – не более 15 % (Кудряшева А. А., Саватеева Л. Ю., Саватеев Е. В., 2007).

Такой маленький выход несъедобных частей дается благодаря тому, что хрящи, из которых в основном состоят голова и скелет, а также позвоночная струна, используются в пищу. Отваренные хрящи добавляют в рассольники, солянки, а из хорды - спинной струны - готовят визигу (спинная струна без внутренней хрящевой массы, перерезанная вдоль и высушенная), которую можно использовать, как начинку для кулинарных изделий.

Ленский осетр, выращенный в установке замкнутого водоснабжения набрал за период исследования среднюю массу в I группе $508,0 \pm 8,1$, а во II группе – $543,5 \pm 10,1$, но для товарной оценки нами были отобраны особи с аналогичной массой около 500,0 г по 3 головы из каждой группы, это позволило качественно сравнить полученные результаты (табл. 70).

Представленный морфологический состав тела ленского осетра отражает достоверное увеличение во II группе на 15,65 % содержание мышечной ткани, по сравнению с I группой в состав рациона которой не входил панкреатический гидролизат соевого белка. Так же имелись достоверные различия в массе плавников и головы, кожи, внутреннего жира и хрящевой ткани. Общая масса

съедобных частей была достоверно выше во II группе на 11,42 %, а съедобных и условно съедобных на 18,85 %, чем в I группе, не получавшей в рационе панкреатический гидролизат соевого белка. Нами был рассчитан выход съедобных и несъедобных частей особей подопытных групп (рис. 57).

Таблица 70 - Морфологический состав тела ленского осетра выращенного в установке замкнутого водоснабжения, г

Масса	Группа	
	I	II
Рыбы	501,0±1,1	507,0±1,2
Плавников и головы	77,66±2,7	68,95±2,9*
Кожи	61,12±1,4	53,24±1,3**
Мышечной ткани	238,48±3,5**	275,81±3,8**
Хрящевой ткани	74,15±2,0	66,32±2,2*
Внутреннего жира	30,56±1,6	24,34±1,4*
Крови, слизи, полостной жидкости, жабр	4,01±0,8	4,97±0,9
Внутренних органов	13,53±0,7	13,38±0,6
Съедобных частей	272,79±1,8	303,95±2,1***
Несъедобных частей	74,15±1,1	65,25±1,3***
Съедобных и условно съедобных частей	426,85±2,1	441,75±2,4***

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

Ленский осетр очень ценная рыба, выход съедобных и условно-съедобных частей у нее составил в I группе 85,2 %, а во II группе на 1,93 % больше. При этом выход несъедобных частей выше в I группе, чем во II группе на 1,93 %.

Оценка развития внутренних органов ленского осетра выращенного в установке замкнутого водоснабжения с использованием в рационе панкреатического гидролизата соевого белка проводилась по нескольким

показателям: расчет морфофизиологических индексов печени и сердца, и анализ состояния желудочно-кишечного тракта.

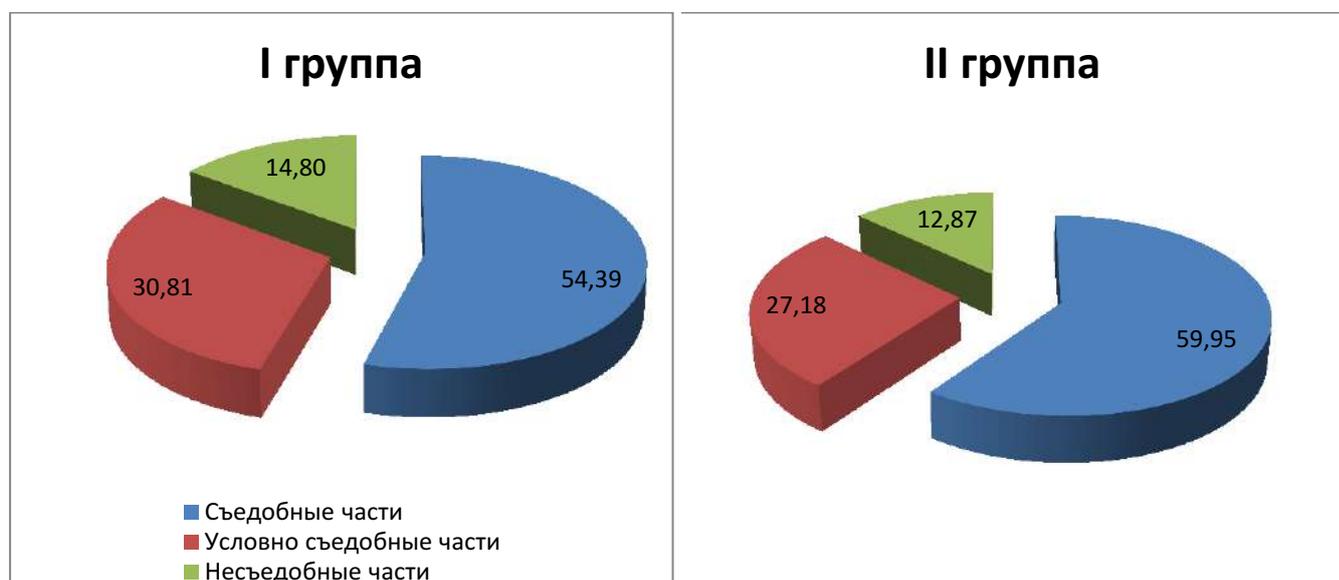


Рисунок 57. Выход съедобных и несъедобных частей ленского осетра, %

Результаты исследования печени и сердца, как наиболее важных органов для оценки физиологического состояния рыб представлены в таблице 71.

Таблица 71 – Морфофизиологические индексы, %

Индекс	Группа	
	I	II
Гепатосоматический	0,52±0,02	0,55±0,03
Кардиосоматический	0,17±0,01	0,20±0,02

* - $P > 0,95$

Морфофизиологические индексы свидетельствуют, что печень и сердце были в подопытных группах стандартного размера и хорошо функционировали. При осмотре внутренних органов не было обнаружено патологических нарушений в их строении.

Анализ состояния желудочно-кишечного тракта ленского осетра выращенного в установках замкнутого водоснабжения показал, что органы

подопытных групп хорошо развиты. Кишечник у рыб II группы, потреблявших панкреатический гидролизат соевого белка имел массу на 4,38 % меньше, чем в I группе (рис. 58). Это свидетельствует о лучшей сбалансированности рациона рыб II группы. При осмотре у них не выявлено воспалительных очагов, некротических участков или кровоизлияний.

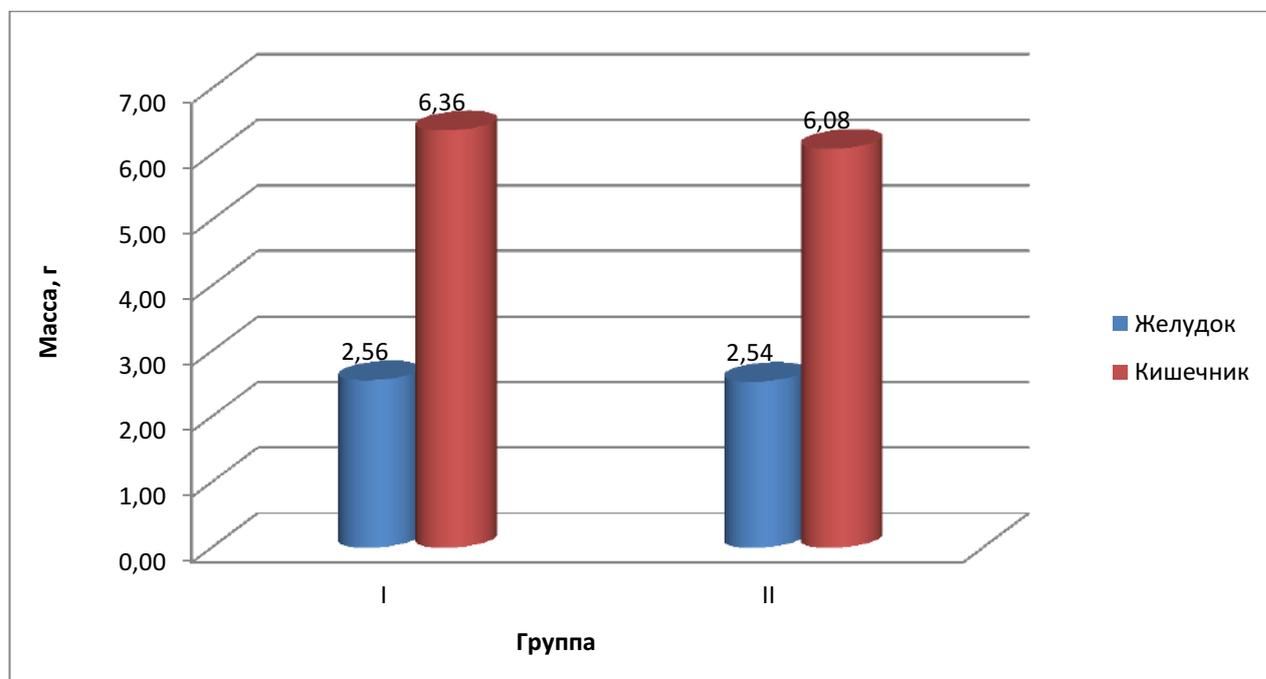


Рисунок 58. Масса внутренних органов, г

Результаты проведенных исследований позволяют сказать, что панкреатический гидролизат соевого белка оказывает положительное воздействие на анатомическое состояние внутренних органов рыбы и способствовал развитию внутренних органов ленского осетра, выращенного в установках замкнутого водоснабжения.

Химический анализ мышечной ткани является важным показателем для товарной оценки мышечной ткани ленского осетра, выращенного в установках замкнутого водоснабжения с использованием панкреатического гидролизата соевого белка. Данный анализ проводился нами по окончании научно-хозяйственного опыта, для этого были отобраны по три особи из каждой группы средней навеской около 500,0 г (рис. 59).

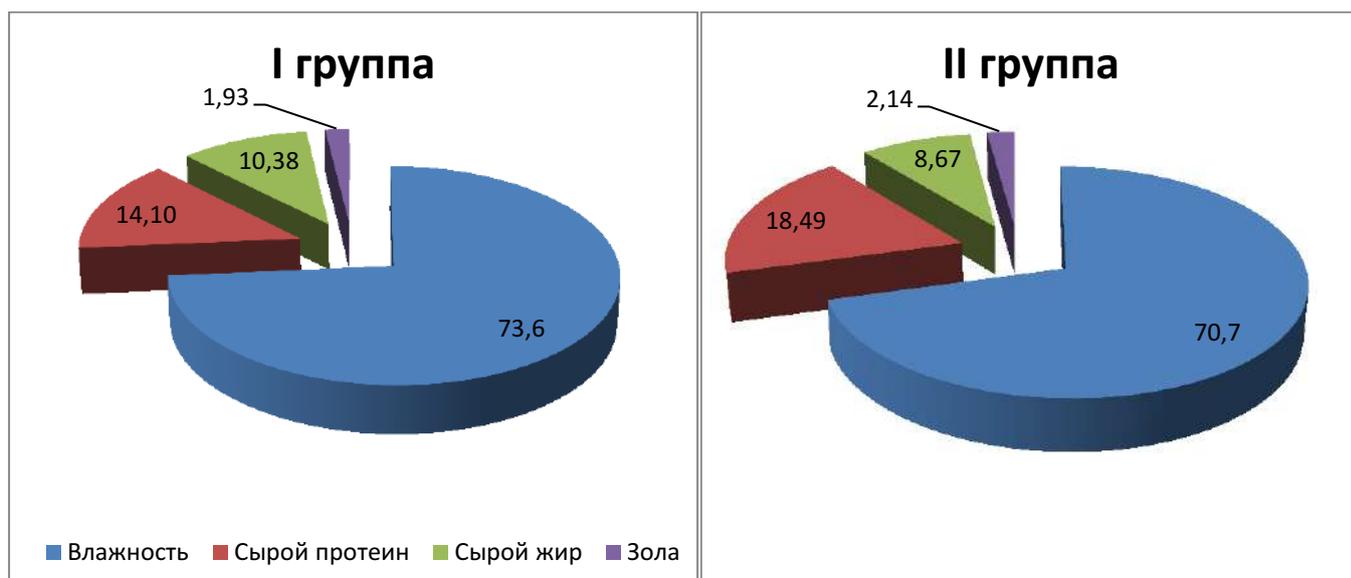


Рисунок 59. Химический состав мышечной ткани ленского осетра, выращенного в установке замкнутого водоснабжения, %

Содержание влаги в группе I, неполучившей панкреатический гидролизат соевого белка выше на 2,9 %, при этом снижается содержание жира на 1,70 %, золы на 0,21 % и протеина на 4,39 %, по сравнению со II группой. Повышение содержание протеина во II группе является достоверным ($P \geq 0,95$) и свидетельствует об интенсивных процессах обмена белка в организме.

Повышенное содержание протеина не всегда является показателем биологической ценности рыбы. Качество протеина характеризуется качественным и количественным составом аминокислот. Для исследования аминокислотного состава мышечной ткани ленского осетра, выращенного в установке замкнутого водоснабжения были взяты особи в подопытных группах по окончании выращивания средней навеской около 500,0 г (табл. 72).

Для большей наглядности полноценности белка нами был просчитан аминокислотный скор, который определяется как отношение содержания незаменимой аминокислоты в продукте к содержанию незаменимой аминокислоты в «идеальном белке», состав идеального белка брали с учетом

современных данных о физиологической потребности людей разных возрастных групп утвержденных в 2011 году ФАО (FAO, 2013).

Таблица 72 – Аминокислотный состав мышечной ткани ленского осетра, выращенного в садках, г/100 г белка

Аминокислота	Группа		Аминокислотный скор, %	
	I	II	I	II
<i>Незаменимые</i>				
Лизин	11,29±0,3	10,52±0,5	235,31	219,23
Треонин	5,04±0,2	4,93±0,2	201,44	197,08
Фенилаланин+тирозин	7,70±0,1	9,31±0,2*	187,75	226,99
Лейцин	8,85±0,3	8,82±0,4	145,06	144,59
Изолейцин	5,32±0,2	5,54±0,1	177,46	184,51
Метионин+цистин	3,88±0,2	3,95±0,1	168,91	171,90
Валин	4,60±0,3	5,11±0,2	115,11	127,74
Гистидин	3,53±0,1	3,71±0,2	220,32	231,90
<i>Заменимые</i>				
Пролин	3,24±0,3	3,53±0,2	-	-
Серин	3,67±0,2	4,93±0,4	-	-
Аланин	7,84±0,5	7,48±0,4	-	-
Аргинин	6,69±0,3	6,39±0,3	-	-
Глицин	6,19±0,2	6,51±0,1	-	-
Глутаминовая кислота	14,60±1,4	14,35±1,2	-	-
Аспарагиновая кислота	7,55±1,5	8,15±1,3	-	-

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

Результаты, полученные при анализе аминокислотного состава мышечной ткани ленского осетра, выращенного в установке замкнутого водоснабжения

свидетельствуют о сбалансированности белка по содержанию всех эссенциальных аминокислот. При этом в группе II, потреблявшей панкреатический гидролизат соевого белка, показатели выше, чем в I группе, но без достоверной разницы.

Расчет аминокислотного сора позволил констатировать высокую биологическую ценность белка мышечной ткани ленского осетра. Во всех подопытных группах показатель сора выше 100 %. Не смотря на это содержание аминокислот не одинаково и в I группе лимитирующей для построения белка стал валин, его аминокислотный скор равен 115,11 %. Во II группе лимитирующим так же стал валин, аминокислотный скор которого равен 127,74 %.

Суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка в I группе составило 50,22 г, а во II группе 51,89 г. Заменяемых аминокислот в I группе 49,78 г, а во II группе на 1,55 г больше.

В период исследований нами была проведена оценка биологической ценности белка по основным показателям: коэффициент утилитарности аминокислотного состава, коэффициент сопоставимой избыточности, коэффициент различия аминокислотного состава и биологическая ценность рыбы (табл. 73).

Полученные результаты показывают, что большей питательной ценностью будет обладать мышечная ткань ленского осетра II группы, где коэффициент утилитарности составил 0,70. Коэффициент сопоставимой избыточности свидетельствует, что из 100 г поступающего белка из II группы только 4,82 г не будет усвоено организмом, при этом из I группы 5,31 г. Белок мышечной ткани ленского осетра II группы имеет меньшие различия в составе эссенциальных аминокислот. Биологическая ценность белка этой группы увеличивается на 5,38 % по сравнению с I группой.

Методы исследования мяса рыбы химическими и физическими способами позволяют установить состав, входящих в него питательных веществ и консистенцию, но определить вкусовые качества можно только с помощью органолептической оценки. Органолептический анализ заключается в выявлении

качественных отличий или определении общего, или частичного качества пищевых продуктов с помощью органов чувств. Хотя это немного субъективный метод (индивидуальные привычки дегустации), он часто является окончательным и решающим при определении качества пищевых продуктов, в том числе и рыбы.

Таблица 73 – Биологическая ценность белка ленского осетра выращенного в установке замкнутого водоснабжения

Показатель	Группа	
	I	II
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава, ед.	0,65	0,70
Коэффициент сопоставимой избыточности, г/100 г белка	5,31	4,82
Коэффициент различия (КРАС) аминокислотного состава, %	58,94	53,56
Биологическая ценность, %	41,06	46,44

С целью изучения влияния панкреатического гидролизата соевого белка при выращивании ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения на вкусовые качества рыбы, мы провели органолептическую оценку качества мышечной ткани и бульона подопытных рыб на кафедре «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ.

Готовый продукт - бульон и вареное рыбное мясо оценивались нами по ряду свойств, значение которых базировалось на сенсорных показателях, сгруппированных на научных принципах. Вареное рыбное филе оценивали по вкусу, сочности, запаху, жесткости, волокнистости и цвету (рис. 60). Рыбный бульон оценивали по цвету, вкусу, аромату, наваристости, прозрачности и капелькам жира (рис. 61).

Полученные нами данные органолептической оценки рыбного филе показывают, что филе ленского осетра опытных групп имело более приятный цвет, отличалось хорошим вкусом, сочностью, нежной консистенцией и мягкостью.

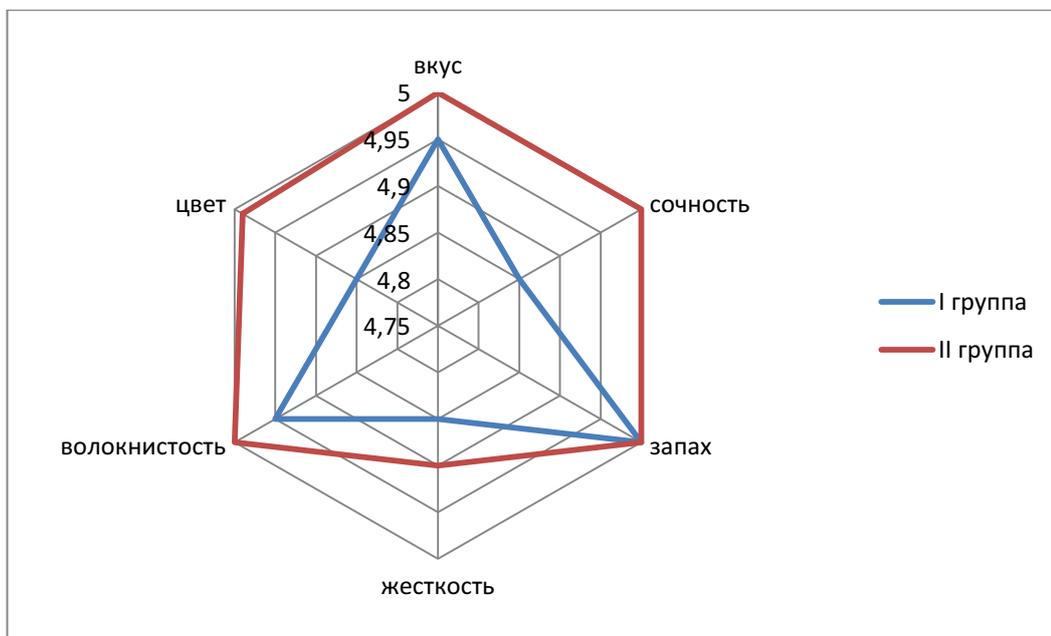


Рисунок 60. Профилограмма подопытных образцов вареного рыбного филе ленского осетра

Образцы рыбного бульона, полученного при варке съедобных частей и хрящевой ткани ленского осетра выращенного в установках замкнутого водоснабжения, так же во II группе по оценке экспертов так же были не много лучше по количеству капелек жира, наваристости, приятному аромату и цвету.

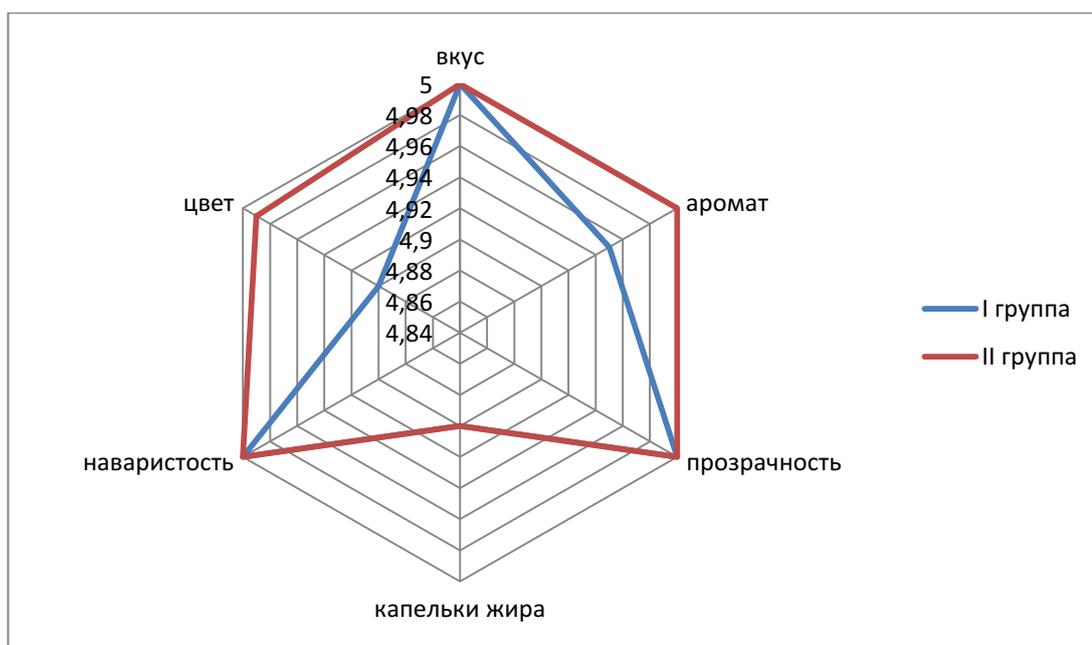


Рисунок 61. Профилограмма подопытных образцов рыбного бульона

Анализ результатов органолептической оценки позволяет сделать вывод, что использование панкреатического гидролизата соевого белка незначительно влияет на органолептические свойства рыбного филе и бульона.

3.3.4. Экономическая оценка эффективности норм скармливания панкреатического гидролизата соевого белка

Индустриальное рыбоводство – это узкоспециализированная отрасль агропромышленного комплекса, которая функционирует, как комплексная интегрированная система, использующая водные объекты и землю под водой.

Развитие индустриального рыбоводства осуществляется с учетом мировой практики, достижений науки и передового опыта. Важный фактор, обуславливающий индустриализацию отрасли - быстрая окупаемость вложений. Совокупность мер, осуществляемых государством, и использование достижений науки выдвинули отрасль в число важнейших источников пополнения ресурсов продовольствия.

Важнейшим условием выращивания рыбы в установках замкнутого водоснабжения является использование полноценных сбалансированных комбикормов. В связи с тем, что материальные затраты при выращивании в установках замкнутого водоснабжения повышаются, по сравнению с другими методами выращивания, на водопотребление и электроэнергию, то резервом сокращения затрат могут стать затраты на корма, посадочный материал и усовершенствование конструкции используемых аппаратов водоподготовки.

Проведенная оценка использования панкреатического гидролизата соевого белка при выращивании ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения свидетельствует о получении дополнительной прибыли за счет оптимизации кормления (табл. 74).

Таблица 74 – Экономическая оценка эффективности выращивания ленского осетра выращенного в установках замкнутого водоснабжения

Показатель	Группа	
	I	II
Количество рыбы в начале, шт.	100	100
Количество рыбы в конце, шт.	92	96
Ихтиомасса в начале, кг	10,40	10,20
Ихтиомасса в конце, кг	46,74	52,18
Валовый прирост рыбы, кг	36,34	41,98
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	12,00	12,00
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	120,00	120,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	51,41	59,10
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	6,17	7,09
Стоимость 1 л ПГСБ, руб.	-	250,00
Количество скормленного ПГСБ, л	-	5,74
Стоимость скормленного ПГСБ, тыс. руб.	-	1,43
Стоимость скормленного комбикорма с ПГСБ, тыс. руб.	6,17	8,53
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	800,00	800,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	37,39	41,74
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	29,67	32,03
Себестоимость выращивания 1 кг рыбы, руб.	634,82	613,82
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	7,72	9,71
Дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.		1,99
Рентабельность, %	26,02	30,33

Таким образом, можно сказать о повышении экономической эффективности товарного выращивания ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения за счет использования в кормлении панкреатического гидролизата соевого белка.

3.3.5. Производственная апробация комбикорма с панкреатическим гидролизатом соевого белка

В целях проверки результатов, полученных в научно-хозяйственных опытах, и подтверждения целесообразности использования гранулированного комбикорма с введением в него панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра была проведена производственная апробация в ООО «Тамбовский осетр» (Тамбовский район Тамбовская область).

Комбикорм был произведен на комбикормовом заводе ООО «Прометрика» (г. Саратов). Состав и питательная ценность разработанного комбикорма приведены в главе «Материалы и методы исследований». Содержание обменной энергии в рационах подопытных групп было следующим: в I группе 14,67 МДж, во II группе 13,93 МДж. Сырого протеина в I группе составило 46,87 %, а во II группе 49,94 %. Данные показатели соответствовали потребности ленского осетра в питательных веществах на период выращивания

Выращивание ленского осетра производилось в бассейнах диаметром 2,0 м, наполняемость объемом воды 2,5 м³. Полный водообмен в бассейне производился 1 раз в час. За период выращивания температура воды была в пределах 21 °С, концентрация растворенного кислорода в воде 7–8 мг/л, водородный показатель рН 7,5. Рыб кормили 4 раза в сутки через равные промежутки времени, корм задавали в ручным методом.

Для производственной апробации отобрали особей ленского осетра средней навеской около 250,0 г. По окончании периода выращивания мы получили массу одной особи в I группе – 863,0 г, во II группе – 954,0 г, выживаемость особей была на уровне 98,0 в группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка и на 1,0 % выше во II группе, конверсия корма в I группе составила 1,5 кг, а во II группе ниже на 0,2 кг. Результаты выращивания были нами пересчитаны на 10,0 т рыбы и приведены в таблице 75.

Таблица 75 – Результаты производственной апробации выращивания ленского осетра

Показатель	Группа	
	I	II
Количество рыбы в начале, шт.	11824	10588
Количество рыбы в конце, шт.	11587	10482
Ихтиомасса в начале, кг	2896,87	2594,07
Ихтиомасса в конце, кг	10000,00	10000,00
Валовый прирост рыбы, кг	7103,13	7405,93
Стоимость рыбопосадочного материала, тыс. руб.	1773,59	1588,21
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	168,00	168,00
Скормлено всего комбикорма на группу, кг	10654,69	9627,70
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,50	1,30
Стоимость всего комбикорма, тыс. руб.	1789,99	1617,45
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	700,00	700,00
Выручка от реализации всей рыбы, тыс. руб.	7000,00	7000,00
Себестоимость всей рыбы, тыс. руб.	3925,41	3547,05
Прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.	3074,59	3452,95
Дополнительно полученная прибыль от реализации всей рыбы, тыс. руб.		378,36
Уровень рентабельности, %	78,33	97,35

Использование в рационе комбикорма в состав, которого входит панкреатический гидролизат соевого белка способствовало более высокой выживаемости особей II группы. Для получения 10,0 тонн продукции нам бы понадобилось меньшее количество особей, а следовательно снизились и затраты на рыбопосадочный материал на 10,5 %. Разработанный нами рецепт комбикорма, сбалансированный по всем питательным веществам и аминокислотному составу позволил частично заменить дорогостоящую рыбную муку с повышением

показателя продуктивности рыбы на 10,5 % и снижению затрат на 1 кг прироста на 13,3 %. Таким образом себестоимость выращенной рыбы снизилась за счет использования панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорме на 10,7 %, что позволило повысить уровень рентабельности выращивания ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения на 19,02 %, по сравнению с I группой

Раздел 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

4.1. Обсуждение полученных результатов

Дефицит пищевого белка - это мировая проблема современного общества. По данным Института питания РАН, начиная с 1992 г. в России потребление животных белковых продуктов снизилось на 25-35 % и соответственно увеличилось потребление углеводсодержащей пищи. А отсутствие сбалансированного по аминокислотному составу белка не дает нормально развиваться организму человека. Одним из путей решения данной проблемы является увеличение ресурсов пищевого белка за счет повышения продуктивности рыб и улучшения товарных качеств рыбной продукции.

Важной проблемой не только остается, но и нарастает дефицит белковых кормовых продуктов. Производство комбикормов в Российской Федерации для животных, в том числе и рыб, плохо обеспечено полноценным по незаменимым аминокислотам белком.

Многими учеными ведется работа по совершенствованию рецептур продукционных комбикормов, поиску новых ингредиентов и ферментных композиций, увеличивающих продуктивность рыб, снижающих удельные кормовые затраты, повышающих рентабельность производства. Снизить долю стоимости кормов в общей структуре затрат предприятий аквакультуры можно за счёт частичной замены основных компонентов (рыбная мука и жир) альтернативными источниками белка (Скляров В. Я., 1981, Воронова Ю. Г., 1989, Гамыгин Е. А., Пономарев С. В., 1993, Запорожец Г. В., Запорожец О. М. и др.,

1994, Гамыгин Е. А., Набил С., 1996, Мамонтов В. А., Гамыгин Е. А., 1997, Щербина М. А., Гамыгин Е. А., Першина И. Ф., 1999, Шилин И. В., 2000, Абросимова Н. А., 2001, Желтов Ю. А., 2006, Скляр В. Я., 2008, Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А., 2013, Аринжаров А. Е., Мирошникова Е. П., 2015).

В настоящее время наиболее актуальным становится поиск доступных кормов, нетрадиционных и дешевых, близких по своей биологической ценности к традиционным и позволяющих уменьшить долю рыбной муки в рационах гидробионтов (Толоконников Г. Ю., 1979, Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., 1998, Гамыгин Е. А., Шилин И. В., 2000, Бойков Ю. А., Мухленов А. Г. и др., 2001, Остроумова И. Н., 2001, Гамыгин Е. А., Щербина М. А., Передня А. А., 2004, Абросимова Н. А., 2005).

Некоторые зарубежные авторы считают невозможным полностью заменить рыбную муку, благодаря ее высокой усвояемости и уровню содержания белка, сбалансированного по содержанию незаменимых аминокислот, витаминов и минеральных веществ на растительные корма (Windsor M., Barlow S., 1981).

Хотя большинство российских и зарубежных ученых работают над исследованием компонентов и последующей разработкой рецептов комбикормов для обеспечения сбалансированного питания рыб (Передня А. А., Гамыгин Е. А., Чикин В. Н., 2003, Скляр В. Я., 2008, Васильев А. А. и др., 2013, Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А., 2013, Ytrestøyl T., Aas T. S., Asgard T., 2015, Glencross B., 2016).

В качестве замены рыбной муки в комбикормах для рыб используют животный белок производимый из субпродуктов птицы и пушных зверей, мясо- и мясо-костную муку, но данные источники ставятся под сомнения в связи с возможностью их бактериального заражения. В связи с этим перспективным направлением в этой области кормления рыб являются исследования по использованию растительных белков (Шмаков Н. Ф., Гамыгин Е. А., 1997, Пономарев С. В., Зубкова Е. Б., 1999, Пономарев С. В., Пономарева Е. Н. и др.,

2001, Кононова С. В., Муранова Т. А. и др., 2016, Щербина М. А., Бондаренко О. Б., 2016).

Наиболее питательным из растительных ингредиентов является зерно сои и продукты ее переработки (Попов И. С. и др., 1975, Ермакова С. В., 1978, Бабич А. А., 1991, Чикова В. В., 2003). Многочисленные исследования демонстрируют, что концентрат соевого белка является альтернативой рыбной муке в комбикормах для рыб и креветок. Так, изучены варианты замены до 40 % рыбной муки на концентрат соевого белка без негативного влияния на продуктивность и физиологическое состояние рыбы (Чикова В. В., Скляр В. Я., 2001).

В последнее время ведутся научные исследования, которые показывают, что наиболее перспективным компонентом комбикорма для рыб является белковый гидролизат, который легко получается кислотным, щелочным, ферментативным гидролизом или автолизом белкового сырья. Ферментативный ступенчатый гидролиз позволяет получить необходимый набор белковых фракций, доступных для усвоения рыбами различных видов из белков животного происхождения (Канидьев А. Н., Гамыгин Е. А. и др., 1983, Турецкий В. И., Ильина И. Д., 1985, Канидьев А. Н., Турецкий В. И. и др., 1986, Разумовская Р. Г., Бигжи А. И., 2000, Аламдари Х., Пономарёв С. В., 2013, Berge G. M., Storebakken T., 1996).

Проведенные исследования дали положительные результаты скармливания гидролизатов из морских гидробионтов, но при сложившейся ситуации в аквакультуре и эти ресурсы могут оказаться так же дефицитными. В связи, с чем перспективными остается белковые гидролизаты, получаемые из растительных сельскохозяйственных культур (Muranova T. A., Zinchenko D. V., Kononova S. V., Belova N. A., Miroshnikov A. I., 2017).

Несмотря на достаточное разнообразие кормов для животных, разработка новых специализированных комбикормов, предназначенных для разных возрастных групп рыб, отличающихся оптимизированным составом с учетом всех физиологических особенностей, остается крайне актуальной. В связи с этим

необходимы исследования, направленные на разработку новых кормов, оказывающих благоприятное действие на организм животных и удовлетворяющих физиологические потребности их организма. Поэтому, особое место в кормлении животных занимает использование гидролизатов растительных белков. Чаще всего их применяют для животных, в питании которых требуется оптимально сбалансированный аминокислотный состав. Такие диеты характеризуются повышенной биологической доступностью и обеспечивают организм животных всеми незаменимыми аминокислотами.

Гидролизат — это продукт, полученный в процессе гидролиза. «Гидролиз» в буквальном переводе с латыни — это процесс расщепления какого-нибудь вещества при помощи воды, но на самом деле не воды, а кислоты или щелочи (есть гидролизаты щелочные и есть кислотные). Обычно расщепляют химические связи белков и полисахаридов. Например, расщепляя белок (все равно — растительного или животного происхождения), получают аминокислотные гидролизаты, включающие помимо кислот, входящих в состав данного конкретного белка (молочного, соевого, яичного и т. д.), еще пептиды и другие компоненты.

Белковые гидролизаты получают из белков содержащих отходов производств рыбной, мясной, птицеводческой и перерабатывающей промышленности, в частности после переработки рыбы, моллюсков, иглокожих и ракообразных, из шкур, рогов, копыт, пера, голов, а так же из растительных культур, например соя.

Наиболее перспективным является гидролиз белков, осуществляемый с помощью протеолитических ферментов. В процессе его не происходит патологических изменений продуктов гидролиза, и компоненты, полученные в результате расщепления, физиологичны, легко проникают в клетку и включаются в процессы клеточного метаболизма. В этом случае получается техническое моделирование функций желудочно-кишечного тракта, в частности с функцией гидролитического расщепления потребляемых организмом белков с помощью протеолитических ферментов (Костюрина К. В., Цибизова М. Е., 2007,

Цибизова М. Е., Аверьянова Н. Д., Язенкова Д. С., 2009, Цибизова М. Е., Костюрина К. В., 2010, Язенкова Д. С., Аверьянова Н. Д., Цибизова М. Е., 2011).

Проблема гидролиза белков и способа их применения в животноводстве с давних пор привлекают внимание исследователей (Скичко Н. Д., 1974, Берестов В. А., 1978, Неклюдов А. Д., 1985, Мовсум-Заде, К. К., 1989, Телишевская Л. Я., 2000, Невструев Н. А., 2004, Максимюк Н. Н., 2005).

Вопросами оптимизации белкового обмена у рыб путем применения гидролизатов животного и растительного происхождения посвящено немало работ и экспериментальных исследований (Неклюдов А. Д., Ивакин А. Н., Бердугина А. В., 2000, Пономарева Е. Н., Грозеску Ю. Н., Винокуров Е. Н., 2002; Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., 2006, Радомир М., 2007, Костюрина К. В., Цибизова М. Е., 2007, Цибизова М. Е., Аверьянова Н. Д., Язенкова Д. С., 2009, Цибизова М. Е., Костюрина К. В., 2010, Язенкова Д. С., Аверьянова Н. Д., Цибизова М. Е., 2011, Кальницкая О. И., Карелина Е. А., Чубарова Е. А., 2012, Тюпенькова О. Н., 2012, Аламдари Х., Пономарев С. В., 2013).

Согласно современным представлениям в области физиологии и биохимии питания рыб на усвояемость кормов значительное влияние оказывает фракционный состав их белковой компоненты. Это обуславливает эффективность ассимиляции пищи и, в свою очередь, сказывается на скорости роста и выживаемости.

В изученных нами источниках литературы отсутствует научное и практическое обоснование по использованию панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении рыб при выращивании в промышленных условиях.

Панкреатический гидролизат соевого белка, используемый нами при составлении рационов питания рыб, представляет собой 25 %-ный раствор панкреатического гидролизата соевого белка средней степени расщепления, состоящий из 20-30 % свободных аминокислот и 70-80 % низших пептидов. Отношение числа гидролизованных пептидных групп к общему числу - 0,5-0,6.

Содержание азота свободных аминогрупп -N3=1700-2200 мг%. Верхний предел молекулярных весов пептидов: 1К - 1 кЭа; 5К- 5КБа.

По степени токсичности панкреатический гидролизат соевого белка относится к IV классу опасности - малоопасные вещества (ГОСТ 12.1.007-76). Его введение в дозе до 24,0 г/кг массы тела не вызывает гибели и острой интоксикации животных и птиц, не влияет отрицательно на их общее состояние и поведение. При этом изучено разностороннее действие кормовой добавки на основе панкреатического гидролизата соевого белка на организм сельскохозяйственных животных: увеличение продуктивности, улучшение морфофизиологических показателей и повышение сохранности (Тюпенькова О. Н., 2011).

В качестве объекта в наших исследованиях использовались особи: карпа парской породы (*Cyprinus carpio carpio*), радужной форели породы Адлер (*Oncorhynchus mykiss*) и ленского осетра породы Лена – 1 (*Acipenser baerii Brant*).

На основании результатов проведенных лабораторных исследований по разработке норм ввода панкреатического гидролизата соевого белка в рацион карпа, радужной форели и ленского осетра нами были проведены научно-хозяйственные опыты по установлению экономической эффективности норм его ввода при индустриальном выращивании. Нами было отмечено, что использование данной кормовой добавки способствует увеличению скорости роста, снижению коэффициента конверсии корма, росту интенсивности белкового обмена и повышению коэффициента упитанности и выживаемости у особей карпа при введении нормы 0,75 мл на 1 кг массы рыбы, а у радужной форели и ленского осетра при норме 1,0 мл на 1 кг массы рыбы.

В период исследований по применению панкреатического гидролизата соевого белка в рационах рыб нами выявлено усиленное течение реакции переаминирования и белкового обмена в их организме. При увеличении содержания протеина в комбикормах содержание белка в плазме крови уменьшалось в соответствии с нормой ввода.

Наши данные соответствуют мнению исследователей, которые сообщают, что снижение содержания общего белка в плазме крови опытных особей обусловлено более интенсивными процессами белкового обмена в их организме и высокой энергией роста (Ростовцев А. А., Законнова Л. И., 2013, Граевская Ю. А., Васильев В. Ю., 2014, Дерень О. В., 2014, Тупицкая О. Н., Смоленский О. О., Курбатова И. Н., 2015).

Введение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка благотворно повлияло на функционирование кроветворных органов. Все гематологические показатели увеличились в значениях. По окончании исследований достоверно увеличилось содержание эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, среднее содержание гемоглобина в эритроците и средняя концентрация гемоглобина в эритроците. Полученные нами результаты согласуются с исследованиями других авторов (Иванова Н. Т., 1983, Головина Н. А., 1997, Tripathi N. K. et al., 2004, Ruchin A. B., 2006).

В наших исследованиях была проведена оценка товарных качеств рыбы выращенной в индустриальных условиях. Для этого мы определяли соотношение съедобных и несъедобных частей тела, провели расчет морфофизиологических индексов внутренних органов, изучили гистологическое строение кишечника и печени, а так же провели оценку биологической ценности мышечной ткани рыбы.

Нами выявлено достоверное повышение содержания съедобных частей во всех исследуемых образцах, в кормлении которых использовался панкреатический гидролизат соевого белка. Так же, в этих группах отмечено повышенное содержание протеина. Аминокислотный анализ белка мышечной ткани позволил сказать о сбалансированности аминокислотного состава и росте биологической ценности белка у всех видов рыб при индустриальном выращивании, при этом было отмечено, что повышенное внесение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка увеличивает общее содержание аминокислот, но вызывает их дисбаланс, таким образом вступает в силу «закон минимума», согласно которому дефицит лишь одной незаменимой аминокислоты

ограничивает не только эффективность использования других аминокислот, но и всего рациона.

Введение панкреатического гидролизата соевого белка уменьшило массу желудочно-кишечного тракта, благодаря усваиваемости корма и как следствие уменьшению массы кишечника, где идет основное переваривание пищи у рыбы. Наши данные согласуются с исследованиями проведенными Щербиной М. А. (1973) и Остроумовой И. Н. (2001), которые свидетельствовали, что под влиянием разнообразных источников пищи кишечник рыбы может изменяться.

Изучение гистологического строения кишечника и печени у рыб, получавших в своем рационе панкреатический гидролизат соевого белка не выявило нарушения функциональной активности клеток и патологических нарушений.

Нами был проведен расчет экономической эффективности товарного выращивания рыб с использованием в их рационе панкреатического гидролизата соевого белка. Во всех научно-хозяйственных опытах была получена дополнительная прибыль за счет введения панкреатического гидролизата соевого белка в рацион, не смотря на дополнительные затраты на приобретение кормовой добавки.

Завершающим этапом исследований на каждом виде рыб была производственная апробация. Для этого нами были приготовлены комбикорма с частичной заменой рыбной муки в рационе на панкреатический гидролизат соевого белка. За счет снижения себестоимости выращивания мы получили повышение уровня рентабельности у всех исследуемых видов рыб. В процессе разработки рационов мы оптимизировали норму ввода добавки для внесения ее в комбикорма, рассчитав ее на 1 кг комбикорма в зависимости от температуры воды в водоеме и изменения средней навески рыбы.

Таким образом, скармливание панкреатического гидролизата соевого белка при выращивании в промышленных условиях повысило рыбопродуктивность и качество продукции, что способствовало повышению

уровня рентабельности товарного выращивания ленского осетра, карпа и радужной форели. Полученные результаты дают возможность внести вклад в решение острой проблемы дефицита пищевого белка за счет увеличения объемов производства рыбной продукции, а для комбикормовой промышленности найти замену дефицитной и дорогостоящей рыбной муке на гидролизированный растительный белок отечественного производства.

4.1. Выводы

Анализ и обобщение данных полученных в результате научных исследований по формированию научных основ использования панкреатического гидролизата соевого белка в кормлении рыб позволяют сделать следующие выводы:

1. Оптимальная норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикорм, при выращивании в промышленных условиях, для карпа составляет 0,75 мл на 1,0 кг ихтиомассы, для радужной форели и ленского осетра 1,0 мл на 1,0 кг ихтиомассы.

2. Скармливание панкреатического гидролизата соевого белка годовикам и двухгодовикам карпа при выращивании в садках при норме ввода 0,75 мл на 1 кг ихтиомассы способствовало повышению продуктивности соответственно на 15,2 % ($P \geq 0,999$) и 15,1 % ($P \geq 0,999$), увеличению коэффициента упитанности на 10,1 % и выживаемости особей соответственно на 3,0 и 2,8 %, по отношению к группе, не получавшей кормовую добавку. Введение добавки в рацион радужной форели, при промышленном выращивании, при норме ввода 1,0 мл на 1,0 кг ихтиомассы способствовало увеличению продуктивности на 12,2 % ($P \geq 0,99$), коэффициента упитанности на 1,0 % и выживаемости особей на 2,2 % по отношению к группе, не получавшей панкреатический гидролизат соевого белка. Использование панкреатического гидролизата соевого белка, при норме ввода 1,0 мл на 1,0 кг ихтиомассы, в

кормлении ленского осетра при садковом выращивании и в установках замкнутого водоснабжения повысило продуктивность соответственно на 7,3 % ($P \geq 0,999$) и 6,9 % ($P \geq 0,95$), выживаемость особей на 5,0 % и 4,0 % и коэффициент упитанности на 12,5 %.

3. Панкреатический гидролизат соевого белка, балансирует комбикорм по аминокислотному составу и снижает конверсию корма у годовиков карпа на 7,9 %, двухгодовиков карпа на 13,5 %, радужной форели на 6,9 %, ленского осетра выращенного в садках на 4,9 %, а выращенного в установках замкнутого водоснабжения на 19,3 %.

4. Включение в состав комбикорма для рыб панкреатического гидролизата соевого белка активизирует обменные процессы в организме рыб и способствует усиленному течению реакции переаминирования и белкового обмена, положительно влияя на гистологическое состояние внутренних органов. При увеличении нормы ввода панкреатического гидролизата соевого белка в комбикормах содержание белка и уровень активности АсТ и АлТ в плазме крови уменьшается.

5. Поедание панкреатического гидролизата соевого белка рыбами улучшило их товарные качества и повысило содержание сырого протеина в мышечной ткани у карпа на 4,9 % ($P > 0,95$), радужной форели на 15,2 % ($P \geq 0,95$), ленского осетра на 1,5 % ($P \geq 0,95$). Биологическая полноценность белка мышечной ткани, за счет сбалансированности рационов по аминокислотному составу, повысилась у карпа на 15,86 %, у радужной форели на 3,7 % и ленского осетра на 2,2 %.

6. Экономическая эффективность индустриального выращивания рыб при использовании в кормлении панкреатического гидролизата соевого белка повышается. Так, уровень рентабельности выращивания карпа увеличивается на 7,2 %, радужной форели на 11,4 %, ленского осетра при выращивание в садках на 10,0 %, а при выращивании в установках замкнутого водоснабжения на 28,1 %.

4.2. Рекомендации производству

В целях повышения качества товарной рыбной продукции и уровня рентабельности рыбохозяйственной отрасли рекомендуем использовать панкреатический гидролизат соевого белка в кормлении рыб по следующим нормам:

1. В кормлении карповых рыб норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка на 1 т комбикорма, л

Масса рыбы, г	Температура воды, °С			
	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30
20 - 50	17,0	14,0	11,0	9,0
50 - 100	23,0	17,0	12,0	10,0
100 - 200	33,0	20,0	15,0	12,0
200 - 500	42,0	28,0	21,0	17,0
500- 1000	50,0	39,0	34,0	31,0

2. В кормлении лососевых рыб норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка на 1 т комбикорма, л

Масса рыбы, г	Температура воды, °С			
	12	14	16	18
50-100	60,0	50,0	40,0	50,0
100-200	70,0	60,0	50,0	60,0
200-300	80,0	60,0	50,0	60,0
300-400	80,0	70,0	60,0	70,0
400-500	90,0	70,0	60,0	70,0
500-750	90,0	80,0	60,0	80,0
750-1000	100,0	80,0	70,0	80,0

3. В кормлении осетровых рыб норма ввода панкреатического гидролизата соевого белка на 1 т комбикорма, л

Масса рыбы, г	Температура воды, °С					
	17	19	21	23	25	27
50-100	90,0	80,0	70,0	70,0	70,0	80,0
100-200	100,0	90,0	80,0	80,0	80,0	100,0
200-800	110,0	100,0	90,0	90,0	100,0	110,0
800-1000	130,0	110,0	100,0	100,0	120,0	140,0
1000-2000	140,0	130,0	120,0	110,0	130,0	170,0
2000-3000	200,0	170,0	150,0	140,0	170,0	200,0
3000-5000	270,0	230,0	210,0	190,0	210,0	270,0
более 5000	330,0	290,0	260,0	230,0	260,0	330,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимова, Н. А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры / Н. А. Абросимова, С. С. Абросимов, Е. Н. Саенко.- Ростов-на-Дону: Эверест, 2005.-144 с.
2. Абросимова, Н. А. Особенности протеина некоторых ингредиентов отечественного кормопроизводства / Н. А. Абросимова, Е. М. Саенко, А. Л. Гучакшев // Материалы докладов II международной научно- практической конференции: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития.- Астрахань, 2001.- С.125-127.
3. Аламдари, Х. Использование гидролизата рыбного белка для кормления осетровых рыб/Х. Аламдари, С. В. Пономарев// Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013. - № 11. - с. 49-59.
4. Александров, С. Н. Прудовое рыбоводство: Биология прудовых рыб. Кормление и селекция. Болезни и вредители / С. Н. Александров, В. В. Пожидаев: Попул. изд. – М.: АСТ, Сталкер, 2005. – 240 с.
5. Александров, С. Н. Садковое рыбоводство / С. Н. Александров – М.: «АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2005. - 270 с.
6. Алексеенко Л. П. Определение активности протеиназ по расщеплению белковых субстратов/ Л. П. Алексеенко// Современные методы в биохимии. М., 1968. Т. 2. С. 117.
7. Алтуфьев, Ю. В. Формирование промысла и экспорта осетровых и пути международного контроля продовольствия на Каспии: матер. конф./ Вторая международная научно-практическая конференция «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» / Ю. В. Алтуфьев, Ю. А. Мережко / – Астрахань, 2001. - С. 5-7.

8. Андреева, А. М. Структурно-функциональная организация белков крови и некоторых других внеклеточных жидкостей рыб: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М.: МГУ, 2008. - 48 с.
9. Анисимова, И. М. Ихтиология: учебное пособие для студентов вузов / И. М. Анисимова, В. В. Лавровский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Агропромиздат, 1991. - 288 с.
10. Антипова, Л. В. Совершенствование переработки вторичного кератинсодержащего сырья птицеперерабатывающих предприятий / Л. В. Антипова, В. В. Василенко, О. А. Шалимова др. // Мясная индустрия. - 2006. - №11. - С.56-58.
11. Антонова, Л. А. Морфофункциональные критерии оценки состояния туводных рыб Нижней Волги/ Л. А. Антонова, В. Н. Крючков // Вестн. Астрах. гос. техн. ун-та. - 1996.- № 2. - С. 89-92.
12. Анцышкина, Л. М., Динамика веса, упитанности и длины тела *Tilapia mossambica* Peters, выращиваемой на содержащих хлореллу гранулированных кормах/Л. М. Анцышкина, Н. С. Кириленко, Г. Б. Мельников, Ф. П. Рябов // Вопр. Ихтиологии. - 1968.- т.8.- вып. 4.- С. 722-727.
13. Бабич, А. А. Проблема белка в животноводстве/ А. А. Бабич // Зоотехния. - 1991. - № 6. - С. 32.
14. Байко, Н. Е. Антропогенное воздействие в раннем онтогенезе осетра и его возможные отдаленные последствия/ Н. Е. Байко// Международный симпозиум по марикультуре: Тезисы докладов. М., 1995. С. 16- 17.
15. Балакирев, Н. А. Применение белкового гидролизата из мышечной ткани норок в рационах молодняка соболей / Н. А. Балакирев, Е. А. Момотюк // Главный Зоотехник. – 2014. - № 7. – С. 31-37.
16. Баранникова, И. А. Функциональные основы миграции рыб/ И. А. Баранникова, Л., 1975. 210 с.
17. Барышникова, Т. Разведение рыб и раков / Т. Барышникова. - М.: Феникс, 2006. – 224 с.

18. Бахарева, А. А. Использование хитин-хитазана для улучшения качества комбикормов / А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску // Тез.докл. I междунар. научной студенческой конференции ассоциации университетов прикаспийских государств. – Астрахань, 1998. – С. 58-60.
19. Бахарева, А. А. Кормление рыб в индустриальном рыбоводстве / А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску // Материалы докладов междунар. научнопракт. конф.: Научно-производственное и социально-экономическое обеспечение развития комплексных мелиораций Прикаспия». - с. Соленое Займище Астраханской области, 2006. - С.560-567.
20. Безматерных, А. Белковый ферментативный корм из отходов птицеводства / А. Безматерных, А. Карташев // Птицеводство. - 2008. - №7. - С.49-51.
21. Берестов, В. А. Применение белковых гидролизатов в ветеринарии. / В. А. Берестов, К. Койчев, К. К. Мовсум-Заде // М.: Колос, 1978.-С.4-6.
22. Биоэнергетика и рост рыб: Пер. с англ./ Под ред. У. Хоара, Д. Рендолла, Дж. Бретта. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 408 с.
23. Богачев, А. И. Значение рыбохозяйственного комплекса в обеспечении продовольственной безопасности России/ А. И. Богачев// Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 1. С. 47-54.
24. Богданов, Н. И. Прудовое рыбоводство / Н. И. Богданов, А. Ю. Асанов. – Пенза, 2011. – 89 с.
25. Божко, А. М. Возрастная, половая и эколого-физиологическая изменчивость внутренних органов рыб / А. М. Божко // Гидробиологические исследования. – Тарту, 1962. – Т. 3. – С. 284–285.
26. Бойков, Ю. А. Новый подход к созданию стартовых кормов для ценных рыб / Ю. А. Бойков, А. Г. Мухленов, Е. А. Гамыгин, Ж. Т. Дергалева // Рыбоводство и рыболовство. 2001. - № 2. – С. 2-3.

27. Васильев, А. А. Резервы повышения рыбопродуктивности / А. А. Васильев, В. В. Кияшко, С. А. Маспанова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2013. – № 02. – 14–16 с.

28. Вилутис, О. Е. Эффективность использования комбикормов ленским осетром при различных уровнях йода / О. Е. Вилутис, И. В. Поддубная, А. А. Васильев, П. С. Тарасов // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции: «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы» – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2014. – С. 163-166.

29. Власов, В. А. Рост и морфо-физиологическая характеристика ленского осетра (*Acipenser baerii* Brand) различной массы, выращиваемого в искусственных условиях / В. А. Власов, Ю. И. Есавкин, М. А. Йаздани, А. П. Завьялов, Л. А. Нестерова // Сборник научных трудов ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Аквакультура и интегрированные технологии: Проблемы и возможности.- М.: РАСХН. - 2005. - Том 3.-С.116-130

30. Волков, И. В. Физиологическая характеристика системы крови и газообмена рыба рек Днепр, Нямунас и Кубань/ И. В. Волков, Е. А. Веселов, Г. Ш. Каприелова // Рыбец Вильнюс, 1976,-С. 71-108.

31. Воронова, Ю. Г. Использование беспозвоночных на пищевые и кормовые цели / Ю. Г. Воронова // Инф. Пакет. Сер.: Обработка рыбы и морепродуктов. -1989.- Вып 2(1).- С. 3-20.

32. Гамыгин, Е. А. Итоги работы по созданию новых кормов для ценных объектов аквакультуры / Е. А. Гамыгин, М. А. Щербина, А. А. Передня // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство.- 2004. - № 2. – С. 55-61.

33. Гамыгин, Е. А. Традиционное и новое кормовое сырье в кормопроизводстве рыб/ Е. А. Гамыгин, С. В. Пономарев// Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура: Обзорная информация. – М.: ВНИЭРХ. – 1993. – Вып. 5. – С. 1-31.

34. Гамыгин, Е. А. Экструдированные корма как один из способов минимизации пищевой экскреции у карпа/ Е. А. Гамыгин, И. А. Салькова, М. А.

Щербина//Первый конгресс ихтиологов России. Тез. Докл. Астрахань, 1997. – 329 с.

35. Гамыгин, Е. А. Эффективность использования хитозана в комбикормах/ Е. А. Гамыгин, И. В. Шилин, Т. Н. Сазонова и др.// Рыбное хозяйство. – 2000. - № 5. – С. 42-43.

36. Ганжа, Е. В. Физиологическое состояние лососевых рыб при использовании биотехнологий: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 2012. 24 с.

37. Гельман, А. Г. Некоторые данные по температурным и кинетическим характеристикам щелочной фосфатазы рыб тропической и бореальной областей/ А. Г. Гельман// Пути повышения продуктивности животных и растений. Рига, 1975а. - С. 54-63.

38. Гентен, Ф Атлас гистологии рыб: учебное пособие/ Ф. Гентен, Э. Тервинге, А. Данги; [пер. с англ. и науч ред. В. А. Шутов]. – СПб.: Проспект Науки, 2016. – 216 с. ISBN 978-5-906109-30-9.

39. Гершанович, А. Д. Об использовании коэффициента упитанности в ихтиологических исследованиях / А. Д. Гершанович, Н. Б. Маркевич, Ж. Т. Дергалева // Вопр. ихтиологии. 1984. Т.24. Вып. 5. С. 740-752.

40. Голованов, В. К. Термопреферендум сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt /В. К. Голованов, И. Г. Гречанов, А. С. Маврин, В. М. Обухов // Тез. докл. Международн. Конф: Осетровые на рубеже XXI века. – Астрахань. Изд-во КаспНИРХ, 2000. – С. 136 – 138.

41. Голованов, В. К. Эколого-физиологические аспекты терморегулярного поведения пресноводных рыб / В. К. Голованов // Поведение и распределение рыб. Докл. 2-го Всероссийского совещания «Поведение рыб». – Борок, 1996.– С. 16 – 40.

42. Головина, Н. А. Алиментарный токсикоз осетровых рыб и его последствия/ Н. А. Головина, М. А. Ланге. Т. В. Васильева, П. П. Головин // Осетровые на рубеже XXI века: Тез.докл. Международнойконф., Астрахань, 11-15 сент. 2000 г. - Астрахань, 2000,- С. 299-300.

43. Головина, Н. А. Использование гематологических показателей для оценки патогенного воздействия паразитов на рыб/ Н. А. Головина // Всерос. симп. Роль рос.гельминтол. шк. в развитии паразитол., Тез. докл.- М., 1997. - С. 11.
44. Головина, Н. А. Использование лейкоцитарного профиля для оценки лейкоцитоза рыб/ Н. А. Головина // Тр. Всес. н.-и. ин-т пруд, рыб хоз-ва,- 1978,- Т. 21.- С. 65-71.
45. Головина, Н. А. Испытание в аквакультуре биологически активных препаратов, повышающих иммунофизиологический статус рыб. / Н. А. Головина, Н.Н. Романова, О.В. Корабельникова //Рыбное хозяйство –2008, № 4. - 63-66 с.
46. ГОСТ 13496.2-91 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения клетчатки - М. : Изд-во стандартов, 2002. – 6 с.
47. ГОСТ 13496.3-92 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения влаги - М. : Стандартиформ, 2011. – 4 с.
48. ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания азота сырого протеина - М. : Стандартиформ, 2011. – 55 с.
49. ГОСТ 26226-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой золы - М. : Изд-во стандартов, 2003. – 6 с.
50. ГОСТ 26570-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания кальция - М. : Изд-во стандартов, 2003. – 13 с.
51. ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора - М. : Изд-во стандартов, 2017. – 9 с.
52. ГОСТ 32905-2014 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырого жира - М. : Стандартиформ, 2015. – 12 с.
53. ГОСТ 1368-2003 Рыба. Длина и масса. - М. : Стандартиформ, 2011. – 11 с.
54. ГОСТ Р 55569-2013 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза. – М.: Стандартиформ, 2014. – 15 с.

55. Граевская, Ю. А. Биохимические показатели крови карпа при использовании в рационе пробиотика/ Ю. А. Граевская, В. Ю. Васильев// Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2014. - № 220. - С. 91-93.
56. Грозеску, Ю. Н. Использование гематологических показателей для отбора рыбоводно-продуктивных самок и самцов осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та. Серия. Рыбное хозяйство.– 2008 – №3(44). – С.18-20.
57. Губанов, Е. П. Морфологический анализ различных групп азово-черноморских и атлантических анчоусов, различающихся антигенным составом крови/ Е. П. Губанов, В. В. Лиманский // Вопр. ихтиологии. Т. 8. Вып. 5. 1968. - С. 799– 806.
58. Гулиев, Р. А. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты Волги/ Р. А. Гулиев, Э. И. Мелякина// Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2014. - № 2. – С. 85-91.
59. Дадибян, М. Г. Об обеспеченности кормом и коэффициенте упитанности как её критерии / М. Г. Дадибян // Вопр. ихтиологии, Т. 7. Вып. 2. 1967. С. 338-347.
60. Дгебуадзе, Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб / Ю. Ю. Дгебуадзе. М.: Наука, 2001. – 276 с.
61. Дегли, С. Метабиологические пути/ С. Дегли, Д. Нильсон, М.: Медицина, 1973. 310 с.
62. Дерень, О. В. Влияние скармливания премикса ВМА и кормовых дрожжей на продуктивные характеристики и гематохимические показатели крови двухлеток карпа/ О. В. Дерень// Рибогосподарська наука України. - 2014. - № 4 (30). - С. 78-85.
63. Джабаров, М. И. Некоторые физиолого-биохимические показатели куринолососа в период выращивания в рыбоводных заводах/ М. И. Джабаров/ Семинар по интенсификации форелеводства. Тезисы докладов. М., 1987. – С. 17 – 18.

64. Джабаров, М. И. Содержание свободных аминокислот в мышцах и печени белуги из различных районов Каспийского моря/ М. И. Джабаров// III Всесоюзная конференция по морской биологии. Киев, 1988. – Ч. 1. – С. 30-31.
65. Джабаров, М. И. Аминокислотный состав тканей различных видов рыб в онтогенезе и при изменениях экологических условий / М. И. Джабаров. М. Изд-во ВНИРО. 2006. - 213 с.
66. Джабаров, М. И. Зависимость содержания свободных аминокислот в тканях мышц и печени от годовых биологических циклов у производителя сазана/ М. И. Джабаров// I симпозиум по экологической биохимии рыб. Ярославль, 1987. – С. 60-62.
67. Ермакова, С. В. Влияние гранулирования на доступность лизина в кормах рыб/ С. В. Ермакова //Изв. ГосНИОРХ, 1978, Т. 137. С. 52 - 56.
68. Желтов, Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах / Ю. А. Желтов. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 191-192 с.
69. Жигин, А. В. Замкнутые системы в аквакультуре: Монография/ А. В. Жигин. М: Изд-во РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2011. 665 с.
70. Жигин, А. В. Техничко-экономические аспекты использования замкнутых систем в рыбоводных хозяйствах/ А. В. Жигин, Н. В. Мовсесова// Рыбоводство и рыбное хозяйство.- 2014.- № 7.- С. 66-75.
71. Жигин, А. В. Техничко-экономические аспекты использования замкнутых систем в рыбоводных хозяйствах/ А. В. Жигин, Н. В. Мовсесова // Рыбоводство и рыбное хозяйство.- 2014.- № 8.- С. 47-57.
72. Житенева, Л. Д. Экологические закономерности ихтиогематологии/ Л. Д. Житенева. - Ростов-на-Дону. АзНИИРХ, 1999. - 56 с.
73. Житенева, Л. Д. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб: Справочник/ Л. Д. Житенева, О. А. Рудницкая, Т. И. Калюжная - Ростов-на-Дону: Молот, 1997.-152 с.
74. Жуков, А. Н. Исследование концентрации инсулина в крови лиц различного возраста методом изолированной крысиной диафрагмы/ А. Н. Жуков//

Проблемы эндокринологии и гормонотерапии. – М.: - 1964. – Т. 10. - № 2. – С. 99-102.

75. Жуков, Н. А. К вопросу о внутрисекреторной функции поджелудочной железы в возрастном аспекте/ Н. А. Жуков// Проблемы эндокринологии и гормонотерапии. – М.: 1962. – С. 67 – 69.

76. Зданович, В. В. Переменный терморезим как фактор оптимизации биотехнологии выращивания молоди рыб / В. В. Зданович, В. Я. Пушкарь // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: материалы докл. Второго международрн. Симпозиума. Краснодар, 1999. – С. 37 – 38.

77. Зименс, Ю. Н. Влияние йодированных дрожжей на биохимические показатели крови ленского осетра / Ю. Н. Зименс, И. В. Поддубная, А. А. Васильев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий – Саратов ИЦ «Наука». – 2015. - С. 154-160.

78. Зиновьев, С. Применение гидролизованной перьевой муки в рационах цыплят / С. Зиновьев // Птицеводство. - 2010. - №8. - С.26-27.

79. Иванов, А. А. Физиология рыб/ А. А. Иванов. - Мир, 2003. - 284 с. ил. - (Учебники и учеб, пособия для студентов высших учебных заведений). - ISBN 5-03-003564-8.

80. Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб. Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб / Н. Т. Иванова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 182 с.

81. Иванова, Н. Т. Метод морфологического анализа крови в ихтиопатологических исследованиях/ Н. Т. Иванова//Изв. Гос. н.-и. ин-тоз. иреч. рыб.хоз-ва,- 1976,- Т. 105,- С. 105-108.

82. Иванова, Н. Т. Система крови / Н. Т. Иванова.- Ростов-на-Дону, 1995. - 155 с.

83. Ивлев, В. С. Экспериментальная экология питания рыб/ В. С. Ивлев, М.: Пищепромиздат, 1955. – 37. – 198 с.

84. Извекова, Г. И. Микрофлора, ассоциированная с пищеварительно-транспортными поверхностями рыб и паразитирующих в них цестод/ Г. И. Извекова, Н. А. Лаптева // Экология, 2004. №4. С. 205-209.
85. Ильясов, С. В. Значение рыбного хозяйства/ С. В. Ильясов// Право и безопасность. – 2004. - №4 (13). – С. 9-13
86. Кальницкая, О. И., Применение белковых гидролизатов для создания функциональных кормов/ О. И. Кальницкая, Е. А. Карелина, Е. А. Чубарова// Российский журнал проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2012. - № 1 (7). – С. 151-160.
87. Камышников, В. С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике/ В. С. Камышников. – М.: МЕДПресс-информ, 2004. – С. 56-60.
88. Канидьев, А. Н. Гидролизаты рыбной муки в стартовых кормах для личинок сиговых рыб как ведущий фактор эффективности кормления / А. Н. Канидьев, В. И. Турецкий, С. В. Пономарев и др. // Биологические основы рационального кормления рыб. - М. - 1986. - С.121-126.
89. Канидьев, А. Н. Стартовые корма для личинок карпа/А. Н. Канидьев, Е. А. Гамыгин, Т. М. Боева, Е. А. Милославова// Рыбное хозяйство.- 1983. - N 2. - с. 38-39.
90. Карзинкин, Г. С. Основы биологической продуктивности водоемов/ Г. С. Карзинкин. М.: Пищепромиздат, 1952. – 326 с.
91. Карпевич, А. Ф. Задачи экологической физиологии рыб в свете современных требований. Современные вопросы экологической физиологии рыб / А. Ф. Каревич, П. А. Коржуев, Н. С. Строганов - М. Наука, 1979.-С. 5-11.
92. Карпевич, А. Ф. Темпы переваривания у морских рыб/ А. Ф. Карпевич, Е. Н. Бокова// Зоологический журнал, 1936. – т. 15. – вып. 1. – с. 143-168.
93. Касумян, А. О. Вкусовая чувствительность карпа *Cyprinus carpio*, к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам/ А. О. Касумян, А. М. Морси//Вопр. ихтиологии. 1996. Т. 36. № 3. С. 386 – 399.

94. Касумян, А. О. Вкусовая привлекательность и физико-химические и биологические свойства свободных аминокислот (на примере рыб)/ А. О. Касумян// Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2016, т. 52, № 4. С. 245-254.
95. Касумян, А. О. Вкусовая рецепция и пищевое поведение рыб/ А. О. Касумян // Вопр. ихтиологии. 1997. Т. 37. Вып. 1. С. 78-93
96. Кильчешская, М. А. Метаболический атлас/ М. А. Кильчешская. Минск, 1976. 200 с.
97. Ким, Е. Д. Белки и аминокислоты в органах и тканях неполовозрелых рыб/ Е. Д. Ким// Гидробиологический журнал. – Киев. – 1987. – С. 48.
98. Китаев, И. А. Влияние использования гидролизата соевого белка на товарные качества ленского осетра / И. А. Китаев, Ю. А. Гусева // В сборнике: Аграрная наука: поиск, проблемы, решения, Материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2015. - 308-311 с.
99. Китаев, И. А. Выращивание ленского осетра в промышленных условиях с применением кормовой добавки «Абиопептид» / И. А. Китаев, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, С. С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал. 2014. - № 12. - 10-12 с.
100. Китаев, И. А. Повышение продуктивности ленского осетра при его выращивании в установках замкнутого водоснабжения / И. А. Китаев, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, С. С. Мухаметшин // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. - № 7-1 (26). - 63-65 с.
101. Китаев, И. А. Эффективность использования препаратов «Абиопептид» и «Ферропептид» в кормлении ленского осетра в установках замкнутого водоснабжения / И. А. Китаев, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, С. С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал. 2014. - № 7. - 9-11 с.
102. Князева, Л. М. Биологические особенности молоди сиговых и форели в условиях промышленного выращивания / Л. М. Князева, А. К. Шумилина, В. В. Костюничев, И. Н. Остроумова - СПб.: Изд-во ФГБНУ «ГосНИОРХ». – 2007. – 56 с.

103. Козлов, В. И. Краткий словарь рыбовода/ В. И. Козлов, Л. С. Абрамович - М.: Россельхозиздат, 1982.- 160 с.
104. Кольман, Р. В. Современный статус и возможности восстановления осетра в Балтийском море / Р. В. Кольман, А. В. Гущин // Рыбное хозяйство.- 2009.- № 1. – С. 78-81.
105. Кононова, С. В. Биотехнологические подходы при использовании белков рапса и сои в кормах аквакультуры лососевых рыб/ С. В. Кононова, Т. А. Муранова, Д. В. Зинченко, Н. А. Белова, А. И. Мирошников// Биотехнология. – 2016. - № 5. – С. 57-68.
106. Константинов, А. С. Влияние колебаний температуры на рост, энергетику и физиологическое состояние молоди рыбы / А. С. Константинов // Изв. РАН, 1993. Сер. Биол. № 1. – С. 55 – 63.
107. Константинов, А. С. Некоторые характеристики поведения молоди рыб в термоградиентном поле / А. С. Константинов, В. В. Зданович // Вестн. МГУ, 1991. Сер 16. Биология. № 1. – С. 32 – 38.
108. Корженко, В. П. О стабильности аминокислотного состава суммарных мышечных белков рыб/ В. П. Корженко, Г. Г. Новикова// Обмен веществ и биохимия рыб. – М.: - 1967. – С. 247-253.
109. Корма и физиологическое состояние молоди кижуча / Г. В. Запорожец, О. М. Запорожец, С. В. Пономарев, Е. А. Гамыгин// Рыбное хозяйство. – 1994. - № 2. – С. 44 -46.
110. Корнеев, А. Н. Биологические основы индустриального рыбоводства на базе теплых вод энергетических объектов /А. Н. Корнеев // Избр. Труды ВНИИПРХ в 4-х томах. Кн.2 Т. III-IV. Дмитров. Изд. дом «Север Подмосковья»,2002. – С. 127 – 132.
111. Корчунов, А. А. Динамика биохимического состава тела и половых продуктов стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) естественных популяций и выращенных в установках замкнутого водоснабжения /А. А. Корчунов, Г.Ф. Металлов, В. А. Григорьев, А. В. Ковалева // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 2012.- №1.- С. 136-143.

112. Костюрина, К. В. Изучение ферментативной кинетики протеинсодержащего сырья как основополагающего биотехнологического процесса при получении новых продуктов / К. В. Костюрина, М. Е. Цибизова // Вестник АГТУ. - 2007. - № 3 (38). - С. 125-129.
113. Кретович, В. Л. Основы биохимии растений/ В. Л. Кретович, Москва, 1971. 464 с.
114. Крылов, О. Н. К методике гематологического обследования рыб при отравлениях/ О. Н. Крылов //Изв. Гос. н.-и. ин-тозер. иреч. рыб. хоз-ва,-Л., - 1974а.- Т. 98.-С. 95-98.
115. Крылов, О. Н. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии/ О. Н. Крылов. - Л.: ГосНИОРХ, 1974б. - 40 с.
116. Крылов, О. Н. Пособие по профилактике и диагностике отравлений рыб вредными веществами/ О. Н. Крылов. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1980,- 116 с.
117. Кудрявцев, А. А. Гематология животных и рыб / А. А. Кудрявцев, Л. А. Кудрявцева, Т. И. Привольнев. - Москва: Колос, 1969. - 320 с., 8 л. ил. : ил.; 22 см.
118. Кузьмина, В. В. Закономерности процессов пищеварения у рыб Рыбинского водохранилища/ В. В. Кузьмина// Труды института биологии внутренних вод РАН, 2015. - № 72 (75). – С. 30-49.
119. Кузьмина, В. В. Активность протеаз энтеральноймикробиоты рыб: влияние температуры и рН/ В. В. Кузьмина, Е. Г. Скворцова, К. А. Первушина // Журн. биол. внутр. вод. - 2002. - № 4. - С. 69 74.
120. Кузьмина, В. В. Индуцированный аутолиз: роль в процессах пищеварения рыб/ В. В. Кузьмина, В. А. Цветкова // Журн. биол. внутренних вод, 2001. - №3. - С. 3-10.
121. Кузьмина, В. В. Мембранное пищеварение у круглоротых и рыб/ В. В. Кузьмина // Вопр. ихтиологии, 1978. Т. 18, №14. С. 684 696.

122. Кузьмина, В. В. Нутритивные адаптации ферментов, осуществляющих мембранное пищеварение у пресноводных костистых рыб/ В. В. Кузьмина // Журн. общ. биол. 1981. Т. 42, №2. С. 258-265.

123. Кузьмина, В. В. Основные закономерности мембранного пищеварения у рыб/ В. В. Кузьмина // Мембранное пищеварение и всасывание. Тез.докл. III Всес. симп. Рига: Зинатне, 1986. С. 69-71.

124. Кузьмина, В. В. Регуляторные свойства ферментов, обеспечивающих процессы мембранного пищеварения у рыб/ В. В. Кузьмина // Журн. общей биологии, 1987. Т. 48, №6. С. 828-838.

125. Кцоева, И. И. Изменения биохимических показателей крови радужной форели при использовании биологически активных добавок / И. И. Кцоева, А. Р. Габолаева// Известия Горского Государственного Аграрного Университета. 2013. - № 3. – С. 146-150.

126. Лукьяненко, В. И. Иммунобиология рыб. М.: Пищевая промышленность. 1971. - 360 с.

127. Магерамов, Ч. М. Оценка плотности запаса молоди осетровых у западного побережья Среднего Каспия/ Ч. М. Магерамов// Труды ЦНИОРХ, 1970. Т. 2. С. 64-68.

128. Макоедов, А. Н. Основы рыбохозяйственной политики России/ А. Н. Макоедов, О. Н. Кожемяко М.: Национальные рыбные ресурсы. 2007. 477 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19842430>

129. Маляревская, А. Я. Влияние экстремальных факторов среды на обмен веществ рыб. Биологические основы рыбоводства/ А. Я. Маляревская // Актуальные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. М., 1984. С. 116-133.

130. Мамонтов, В. А. Новый стартовый комбикорм для черного амура / В. А. Мамонтов, Е. А. Гамыгин // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. Докл. – М.: ВНИРО, 1997. – С. 333.

131. Мамонтов, Ю. П. Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоемах России / Ю. П. Мамонтов, Н. Е. Гепецкий, А. И.

Литвиненко, Палубис С. У., Печников А. С., Чебанов М. С. С-Петербург, 2000. - С. 47-85.

132. Мартинчик, А. Н. Питание человека (основы нутрициологии)/ А. Н. Мартинчик, И. В. Маев, А. Б. Петухов А.— М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002. — 572 с.

133. Матишов, Г. Г. Основы осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения в условиях фермерских хозяйств/ Г. Г. Матишов, Д. Г. Матишов, Е. Н. Пономарева, М. Н. Сорокина, А. В. Казарникова, М. В. Коваленко. Р-н-Д: Изд-во Южн. Науч. Центра РАН, 2008. – 110 с.

134. Мацук, В. Е. Изучение некоторых физиологобиохимических особенностей ранних периодов жизни микижи *Parasalmonykiss*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1975. 21 с.

135. Мацук, В. Е. Некоторые особенности жирового обмена двух форм гольцов *Salvelinus fontinalis* оз. Азабачьего (Камчатка)/ В. Е. Мацук, В. И. Лапин // Вопр. ихтиологии. Т. 12. Вып. 5. 1972. - С. 917–922.

136. Металлов, Г. Ф. Биохимические и морфофизиологические показатели русского осетра в современных экологических условиях Волго-Каспия / Г. Ф. Металлов, В. М. Распопов, В. П. Аксёнов, В. Г. Чипинов // Сборник материалов и докладов Международного симпозиума: Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. – Астрахань, 2007.— С. 484-486.

137. Микодина, Е. В. Некоторые биохимические показатели двухгодовиков триплоидной радужной форели в условиях Южного Вьетнама/ Е. В. Микодина, Е. В. Ганжа, Е. Д. Павлов // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2010. С. 117–119.

138. Микодина, Е. В. Синтез нуклеиновых кислот в онтогенезе радужной форели, индуцированный синтетическим аналогом лей-энкефалинадаларгином/ Е. В. Микодина, Т. И. Лаптева// Вопр. ихтиологии. Т. 30. Вып. 4. 1990. С. 158–161.

139. Микулин, А. Е. О функциональном значении каротиноидов в эмбриональном развитии костистых рыб/А. Е. Микулин, С. Г. Соин // Вопр. ихтиологии. 1975.Т. 15. Вып. 5 (94). С. 833–844.
140. Микулин, А. Е. Причины разнообразия количественного содержания каротиноидов в икре пинагора *Cyclopteruslumpus* L. (Cyclopteridae)/ А. Е. Микулин // Вопр. ихтиологии. 1981а. Т. 21. Вып. 2 (127). С. 386–390.
141. Микулин, А. Е. Спектральные характеристики икринок некоторых видов рыб/ А. Е. Микулин // Вопр. ихтиологии. 1981б. Т. 21. Вып. 4 (129). С. 737–741.
142. Микулин, А. Е. Функциональное значение пигментов и пигментация в онтогенезе рыб/ А. Е. Микулин М.: Изд-во ВНИРО, 2000. - 231 с.
143. Мирошникова, Е. П. Изменение гематологических параметров карпа под влиянием наночастиц металлов / Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова // Достижения науки и техники АПК. - 2013. - № 5. - С. 55-57.
144. Мирошникова, Е. П. Практикум по рыбоводству / Е. П. Мирошникова, А. Н. Жариков. – Оренбург: ФГУП «ИПК Южный Урал», 2003. – 148 с.
145. Михайлова, Ю. И. Резервы повышения экономической эффективности товарного осетроводства / Ю. И. Михайлова // Проблемы современного товарного осетроводства : I науч.-практич. конф. (24–25 марта 1999 г.). Астрахань, 2000. С. 25–34.
146. Мишунина, Т. М. Глутаматдекарбоксилазна активність та звязування ГАМК синаптичними мембранами структур мозку за умов стресу в інтактнихшурів та шурів із гормональну блокадою системи гіпоталамус-гіпофіз-кора наднирковихзалоз/ Т. М. Мишунина, В. Я. Кононенко // Украинский биохимический журнал. Киев, 2001. Т. 73. № 4. С. 84-88.
147. Мищенко, В. П. Влияние возраста на транспорт аминокислот. Молекулярные и функциональные основы онтогенеза / В. П. Мищенко. М.: - Медицина. – 1970. – С. 58.

148. Мищенко, В. П. Роль аминокислот в регуляции синтез белков в онтогенезе/ В. П. Мищенко// Проблемы возрастной физиологии, биохимии и биофизики. Киев, 1974. – С. 18 - 30.
149. Мовсум-Заде, К. К. Гидролизаты белка в ветеринарии / К. К. Мовсум-Заде, В. А. Берестов. - Петрозаводск: Карелия. 1989. - 156 с.
150. Морозов, А. В. О коэффициентах упитанности рыб / А. В. Морозов, К. П. Дубровская //Зоол. журн. 1951. Т. 30, вып. 3. С. 267- 272.
151. Мурза, И. Г. Об унификации расчёта коэффициента упитанности у лососевых рыб / И. Г. Мурза, О. Л. Христофоров // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Материалы XXVIII Международной конференции. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. - 376 – 379 с.
152. Мусил, Я. Современная биохимия в схемах /Я. Мусил, О. Новакова, К. Кунц. М.: Наука. 1981. 215с.
153. Мясников, Г. Г. Кормление карпа / Г. Г. Мясников – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2006. – 156 с.
154. Набил, Саид Альтернативные ингредиенты вместо рыбной муки в корме для водных животных/ С. Набил // J. Appl. PoultryRes. - 1996 – 5. – С. 395–407.
155. Назарова, М. А. Использование биохимических параметров рыб для оценки влияния деятельности форелевых хозяйств на экосистемы внутренних водоемов карелии / М. А. Назарова, О. Б. Васильева, Н. Н. Немова // В сборнике: Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов материалы докладов I Всероссийской конференции с международным участием в 2 томах. Москва, 2011. С. 579-580.
156. Назарова, М. А. Оценка темпа роста радужной форели, культивируемой на различных комбикормах / М. А. Назарова, О. Б. Васильева, П. О. Рипатти, Н. Н. Немова // Материалы четвертой научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса» – М.: Изд-во ВНИРО, 2013. - 102-105 с.

157. Наседкина, Е. А. Аминокислотный состав икры и тканей тела приморской горбуши / Е. А. Наседкина, А.Н. Неваленный, Н. Ф. Пушкарева, С.Н. Егоров, С.Г. Коростелев // Рыбное хозяйство. 1969. № 12. С. 53-56.

158. Неваленный, А. Н. Исследование адаптации пищеварительной функции у рыб/ А. Н. Неваленный // 1 Конгр. ихтиологов России, Астрахань, 1997а. Тез.докл. С. 334-335.

159. Неваленный, А. Н. Исследование процессов аккумуляции углеводов и аминокислот в кишечнике осетровых рыб / А. Н. Неваленный, А.В. Туктаров / Межд. конф. Осетровые на рубеже 21 века. Тез.докл. Астрахань, 2000. С. 178 - 179.

160. Неваленный, А. Н. Исследование процессов мембранного пищеварения у рыб различных экологических групп / А. Н. Неваленный, Д. А. Бедняков, А. В. Туктаров // Тезисы докладов VI Всероссийской конференции «Механизмы функционирования висцеральных систем». - СПб., 2008. - С. 150.

161. Неваленный, А. Н. Функциональная организация и адаптивная регуляция процессов пищеварения у рыб / А. Н. Неваленный, А. В. Туктаров, Д. А. Бедняков / Астрахань, ФГОУ ВПО «Астр.гос. техн. ун-т». 2003. 152 с.

162. Невструев, Н. А. Физиологические и продуктивные показатели поросят-сосунов при применении гидролизина Л-103С и янтарной кислоты/ Н. А. Невструев // Новые методы профилактики и лечения болезней животных Труды КГАУ -Вып 406(434) Краснодар, 2004 –С. 174-179.

163. Неклюдов, А. Д. Получение белковых гидролизатов с заданными свойствами / А. Д. Неклюдов, С. М. Навашин // Прикл. биохимия и микробиология, 1985. -Т. 21.-С. 3-17.

164. Неклюдов, А. Д. Получение и очистка белковых гидролизатов (обзор)/ А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин, А. В. Бердугина // Прикладная биохимия и микробиология. – 2000. – Т. 36, № 4. – С. 371–379.

165. Немова, Н. Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб / Н. Н. Немова. Рос. акад. наук, Карел. науч. центр, Ин-т биологии. – М.: Наука, 2005. – 140 с. ISBN: 5-02-033694-7.

166. Немова, Н. Н. Биохимические индикаторы состояния рыб / Н. Н. Немова, Р. У. Высоцкая; отв. ред. М. И. Шатуновский; Ин-т биологии КарНЦ РАН. – М.: Наука, 2004. – 215 с. ISBN 5-02-032891-X.

167. Нефедова, З. А. Влияние ионов никеля на динамику липидного состава в процессе эмбриогенеза сига/З. А. Нефедова, Е. И. Лизенко// V Всесоюзная конференция по водной токсикологии. Тезисы докладов. Одесса, 1988. – С. 115 – 116.

168. Нечаева, Т. А. Применение в форелеводстве витаминно-аминокислотного комплекса гемобаланс в комбинации с пробиотиком ВЕТОМ 1.1/ Т. А. Нечаева.// Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2010. № 3. С. 50-53.

169. Никитин, В. Н. Регуляция функции в различные возрастные периоды / В. Н. Никитин, Л. Н. Блок, О. И. Галавина, Р. И. Голубицкая.- Киев: Наукова Думка, 1966. – 187 с.

170. Николаев, С. И. Использование кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» в комбикормах для осетровых рыб/ С. И. Николаев, В. Г. Дигусаров, Д. А. Ранделин, В. В. Шкаленко, А. К. Карапетян, и др.// Научный журнал КубГАУ. - №118(04). - 2016. - С. 1-14.

171. Николаева, М. А. Роль внешней торговли в развитии рыбных товаров в России / М. А. Николаева, Ю. Н. Клещевский, О. А. Рязанова // Российский внешнеэкономический вестник. 2017. № 10. С. 94–107. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30514457>.

172. Никольская, Н. Г. Сравнительный анализ действия постоянных температур на эмбриональное развитие разных видов осетровых / Н. Г. Никольская, Л. А. Сытина // Вопр. Ихтиологии. – 1978. – Т. 18. – Вып. 1. – С. 101-116.

173. Никоноров, С. И. Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации / С. И. Никоноров, И. А. Баранникова, В. С. Малютин и др. - М.: Экономика и информатика, 2004. - С. 6-10.

174. Носков, А. С. Об определении упитанности рыб / А. С. Носков // Тр. Балт. н.-и. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океа-ногр. Вып. 2. 1956. С. 90-95.

175. Нурутдинова, С. И. Изменение биохимических показателей крови сибирского осетра *Acipenser Baerii* при применении пробиотического препарата Аквапурин/ С. И. Нурутдинова, Г. А. Ноздрин, И. В. Моружи, А. А. Леляк, С. В. Глушко // Вестник Новосибирского Государственного аграрного университета. - 2016. - № 1 (38). – С. 99-104.

176. Оериу, С. Данные к познанию биохимического механизма процесса познания старения и к действию некоторых свойственных организму веществ на восстановление нарушенного биохимического равновесия у старого животного/ С. Оериу// Успехи современной биологии. М.: 1962. – Т. 54. – Вып. 2 (5). – С. 17-36.

177. Озернюк, Н. Д. Температурные адаптации у рыб: феноменология и механизмы/ Н. Д. Озернюк // Современные проблемы физиологии и экологии морских животных (рыбы, птицы, млекопитающие). Тез.докл. международно семинара. Ростов-на-Дону, 2002. С. 126- 128.

178. Омаров, М. О. Влияние антиоксиданта дигидрокверцетина и иммуностимулятора арабиногалактана в составе продукционных кормов осетровых рыб на эффективность использования энергии, протеина и комбикорма /М. О. Омаров, О. А. Слесарева, С. О. Османова// Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. - 2016. - Т. 5.- № 3. - С. 172-176.

179. Остроумова, И. Н. Белковый состав сыворотки крови лососевых рыб/ И. Н. Остроумова // Обмен веществ и биохимия рыб. М.: Наука. 1967. - С. 283–290.

180. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. Санкт – Петербург, 2001. - 372 с.

181. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб. / И. Н. Остроумова. СПб: Изд-во «Лема», 2012. – 564 с.

182. Остроумова, И. Н. О морфологических особенностях пищеварительной системы радужной форели в связи с использованием сухих гранулированных кормов/ И. Н. Остроумова// Известия ГосНИОРХ. 1976. – т. 72. – с. 5-23.

183. Остроумова, И. Н. О необходимости постоянного физиологического контроля и оптимизации кормления заводской молодежи лосося/ И. Н. Остроумова// Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб». Материалы докл. 2-ой междунар. научн. конф. (СПб., 16-18 апреля 2013 г.). – СПб.: Изд-во ФГБНУ «ГосНИОРХ». - 2013. - С. 312-317 . – 1 CD-ROM.

184. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>. – Загл. с экрана.

185. Парина, Е. В. Возраст и обмен белков/ Е. В. Парина. Харьковский госуниверситет, 1967. – 189 с.

186. Парина, Е. В. Изменение концентрации свободных аминокислот в скелетных мышцах животных разного возраста в зависимости от содержания белка/ Е. В. Парина, В. П. Мищенко// Всесоюзная конференция по мышечной биохимии. М., 1966. – С. 102 – 103.

187. Патент на изобретение №2400061 Российская Федерация, МПК: А01К61/00. Способ скармливания кормов для рыб в садках / А. П. Коробов, А. А. Васильев, Ю. А. Гусева, Г. А. Хандожко; патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Телемак-Наука». – 2009100176/21; заявл. 11.01.2009; опубл. 27.09.2010, Бюл. №

188. Патент на полезную модель № 132315 Российская Федерация, МПК А 01 К 63/00 (2006.01) Система садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы / А. А. Васильев, И. В. Поддубная, О. Е. Вилутис, П. С. Тарасов, А. А. Карасев; патентообладатель общество с ограниченной ответственностью «Центр индустриального рыбоводства». –2013114042/13; заявл. 28.03.2013; опубл. 20.09.2013, Бюл. № 26.

189. Патент на полезную модель № 75540 Российская Федерация, МПК:А 01 К 63/00 Система садков для выращивания рыбы / Хандожко Г. А., Вертей В. В., Васильев А. А.; патентообладатель федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». - 2008114038/22; заявл. 14.04.2008; опубл. 20.10.2008, Бюл. № 7.

190. Патент на полезную модель № 95972 Российская Федерация, МПК А 01 К 63/00 (2006.01) Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы / А. А. Васильев, А. А. Волков, Ю. А. Гусева., А. П. Коробов, Г. А. Хандожко; патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова». - 2010109565/22; заявл. 15.03.2010; опубл. 20.07.2010, Бюл. № 20.

191. Пащенко, А. Е. Свободные аминокислоты в головном мозге некоторых позвоночных/ А. Е. Пащенко, И. М. Турянина/ Эволюционная биохимия и физиология. – 1984. Т. XX. - № 5. – С. 474 – 477.

192. Передня, А. А. Использование продуктов глубокой переработки панцирей крабов (хитин, хитозан) в аквакультуре, сельском хозяйстве и медицине: монография/ А. А. Передня, Е. А. Гамыгин, В. Н. Чикин. – 2003. – 131 с. ISBN: 5-7596-0444-9

193. Плисецкая, Э. М. Уровень гликемии у круглоротых Cyclostomata и рыб Pisces/ Э. М. Плисецкая, В. В. Кузьмина // Вопр. ихтиологии. № 12. 1971. - С. 335–343.

194. Плоринь, А. П. Аминокислотный состав белка ласа сельди разного возраста/ А. П. Плоринь// Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. Рига: Изд-во АН Латс. ССР. – 1967. – С. 56-58.

195. Пономарев, С. В. Биологические основы применения полноценного протеина растительного происхождения в составе стартовых комбикормов для молоди осетровых рыб / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева, Е. Б. Зубкова, А. А. Бахарева // Вопросы рыболовства.- 2001. - Т.2. - № 2(6). - С. 351-356.

196. Пономарев, С. В. Корма и кормление рыб в аквакультуре / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. М. МОРКНИГА, 2013. – 417 с.

197. Пономарев, С. В. Применение витезара в комбикормах для осетровых рыб / С. В. Пономарев, Е. Б. Зубкова // 2-й Междунар. симп. «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре»: Матер, докл. (Адлер, Россия, 4-7 октября 1999.) Краснодар: Изд-во "Здравствуйте", 1999. - 212 с.

198. Пономарев, С. В. Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в промышленных условиях/ С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева: Монография. Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. – 188 с.

199. Пономарев, С. В. Технологические основы разведения осетровых и кормления лососевых рыб в промышленных условиях / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева. Монография. Астрахан.гос. техн. ун-т. – Астрахань: Издательство АГТУ, 2003. – 188 с.

200. Пономарева, Е. Н. Использование нового стартового комбикорма для молоди осетровых рыб / Е. Н. Пономарева, Ю. Н. Грозеску, Е. Н. Винокуров // Сб. докладов международной научно–практ. конф., посвященной проблемам Каспийского моря. - Баку, 2002. - С. 64-66.

201. Пономарева, Е. Н. Комбинированное выращивание двух форм форели: камлоопс и радужной форели/ Е. Н. Пономарева, С. В. Пономарев// Вест. Астрахан. гос. техн. ун-та. – 1993. - № 1. – С. 87 – 88.

202. Пономарева, Е. Н. Моделирование среды, как экологический способ решения актуальных проблем аквакультуры / Е. Н. Пономарева, Г. В. Металлов, О. А. Левина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2014. - Т. 16, - №1. - С. 188-191.

203. Попов, В. С. Картина крови в онтогенезе рыб в условиях нормы и патологии/ В. С. Попов // Северо-Кавказский научный центр высшей школы Ставрополь, 1986. - 30 с. - Деп. в ВИНТИ, № 9054-В86.

204. Попов, И. С., Протеиновое питание животных/ И. С. Попов, А. П. Дмитроченко, В. М. Крылов. - М.: Колос, 1975. - 368 с.

205. Пронина, Г. И. Физиолого-биохимические индикаторы в селекции карпа/ Г. И. Пронина, Н. И. Маслова, А. Б. Петрушин // Вест. РАСХН. 2011. № 6. С. 67–69.
206. Проскуренко, И.В. Замкнутые рыбоводные установки / И. В. Проскуренко // - М.: Изд-во ВНИЮ, 2003. - 152 с.
207. Прытков, В. Пух-перо - на корм / В. Прытков // Комбикорма.-1992.- №6.-С.34-37.
208. Разумовская, Р. Г. Разработка технологии получения гидролизата - основного ингредиента корма для молоди осетровых рыб/ Р. Г. Разумовская, А. И. Бигжи // Обработка рыбы и морепродуктов: Информпакет / ВНИЭРХ. - М., 2000. - С.18.
209. Рогов, Р. В. Применение белкового гидролизата при лечении гипотрофии поросят / Р. В. Рогов, О. В. Буханцев, П. Н. Абрамов// Актуальные проблемы инфекционной патологии в ветеринарной медицине: материалы II-ой конференции молодых ученых.- Покров, 2012. – С. 35-39.
210. Ростовцев, А. А. Опыт применения гематологических и биохимических методов для дифференциальной диагностики заболеваний беловского карпа/А. А. Ростовцев, Л. И. Законнова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2.
211. Рошак, Н. Использование отходов убоя птицы / Н. Рошак, А. Карташев, М. Трутнев // Птицеводство. - 2011. - №4. - С.31-33.
212. Рубан, Г. И. Сибирский осетр *Acipenser baerii* Brandt (структура вида и экология) /Г. И. Рубан. - М.: ГЕОС. 1999 - 235 с.
213. Рудницкая, О. А. Гематологический мониторинг азовских осетров/ О. А. Рудницкая, Л. Д. Житенева, М. В. Клименченко // Осетровые на рубеже XXI века: Тез.докл. Международной конф. - Астрахань, 2000,- С. 186-187.
214. Самсонова, М. В. Аспартаминотрансфераза и аланинаминотрансфераза в раннем онтогенезе кеты/ М. В. Самсонова, Н. О. Минькова, Т. И. Лаптева и др.// Онтогенез. 2003. Т. 34. № 1. С. 14–19

215. Сафронова, Т. М. Справочник дегустатора рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.
216. Сергеева, Г. Х. Влияние скармливания гидролизата травяной муки из амаранта на переваримость и усвоение питательных веществ рациона поросятами-отъемышами / Г. Х. Сергеева, В. Н. Шилов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. - Казань, 2011. - Т. 208. - С. 188-193.
217. Сивцева, Л. В. Качественный состав и распределение каротиноидов и витамина А в органах и тканях радужной форели/ Л. В. Сивцева // Вопр. ихтиологии. Т. 22. Вып. 1. 1982. - С. 104–107.
218. Сидоров, В. С. Аминокислоты рыб / В. С. Сидоров. Петрозаводск, 1985. - 103–137 с.
219. Сидоров, В. С. Достижения биохимии рыб / В. С. Сидоров, К. Ф. Сорвачев, Ю. Г. Юровицкий // I Конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. Астрахань, 1997. – 238 – с.
220. Сидоров, В. С. Экологическая биохимия рыб/ В. С. Сидоров. // Липиды. Л., 1983. 240 с.
221. Скичко, Н. Д. Опыт получения ферментативного и солянокислотногогепатолизина / Н. Д. Скичко // Тезисы докладов научно-производственной конференции ВГНКИ. - М. - 1974. - С. 162-164.
222. Скляр, В. Я. Биологические основы рационального использования кормов в аквакультуре / В. Я. Скляр, Н. А. Студенцова– М.: ФГНУ Росинформагротех, 2001. – 56 с.
223. Скляр, В. Я. Биологические основы рационального использования протеина в комбикормах для товарного откорма сеголеток карпа в садках / В. Я. Скляр, А. Ф. Овчаров, Л. В. Таран, В. Н. Троицкий // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1981. - вып. 176. - С. 117-125.
224. Скляр, В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В. Я. Скляр. - М.: Изд-во ВНИРО, 2008. - 150 с.

225. Соленова-Филиппова, И. П. Возрастные изменения концентрации инсулина в крови и реакции тканей на него/ И. П. Соленова-Филиппова// Молекулярная биология старения. Киев, 1969. – С. 115-123.
226. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Достижение целей устойчивого развития. Рим. ФАО. 2018. 209 с.
URL:<http://www.fao.org/3/I9540RU/i9540ru.pdf>
227. Соловьев, М. М. Значения рН и активность пищеварительных ферментов в желудочно-кишечном тракте рыб озера Чаны (Западная Сибирь)/М. М. Соловьев, Е. Н. Кашинская, Г. И. Извекова, В. В. Глупов // Вопросы ихтиологии, Российская академия наук, М. – 2015. - Т. 55. - № 2. С. 207 – 210.
228. Сорвачев, К. Ф. Основы биохимии питания рыб/ К. Ф. Сорвачев. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 247 с.
229. Справочная информация о развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 64 с.
230. Стеффенс, В. Индустриальные методы выращивания рыбы / В. Стеффенс. М.: Агропромиздат, 1985. – 384 с.
231. Тарчоков, Т. Т. Генетика и биотехнология: учебно-практическое пособие/ Т. Т. Тарчкова, В. И. Максимова, Ю. А. Юлдашбаев – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2016. – 112 с.
232. Татьяничева, О. Е. Применение перьевой муки при выращивании цыплят-бройлеров / О. Е. Татьяничева // Научное обеспечение агропромышленного производства.- 2012.- ч.1.- С.139-141.
233. Татьяничева, О. Е. Эффективность скармливания перьевой муки и мясные качества цыплят-бройлеров кросса « ISA-F15» / О. Е. Татьяничева, И. А. Бойко // ВКГСА.- 2010.- №5.- С.67-69.
234. Телишевская, Л.Я. Белковые гидролизаты. Получение, состав, применение / Л.Я. Телишевская // Монография, Москва, изд. Аграрная наука, 2000. С. 60.

235. Тимейко, В. Н. Развитие протеолитической активности в желудке сёмги в процессе личиночного развития/ В. Н. Тимейко, Г. Г. Новиков // Вопр. ихтиологии. Т. 27. Вып. 2. 1987. - С. 300–306.

236. Тимошина, Л. А. Эффективность выращивания молоди форели при использовании новых кормов с пониженным уровнем рыбной муки/ Л. А. Тимошина // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – 1988. - вып. 275. - С. 81-91.

237. Титарев, Е.Ф. Выращивание радужной форели товарной кондиции за один год / Е. Ф. Титарев // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ, 1974. – Вып. 3. – 11–20 с.

238. Титарев, Е. Ф. Инструкция по эксплуатации полносистемных форелевых хозяйств при использовании нагретой воды охлаждающей системы тепловых электростанций / Е. Ф. Титарев, А. Н. Канидьеv. – М.: ВНИИПРХ, 1975. – 66 с.

239. Титарев, Е. Ф. Рыбоводно-биологическая характеристика ремонтно-маточного стада форели Дональдсона / Е. Ф. Титарев // Сб. науч. тр. Вопросы селекции, генетики и племенного дела в рыбоводстве. – М.: ВНИИПРХ, 1989. - Вып. 58. – 105–108 с.

240. Титарев, Е. Ф. Холодноводное форелевое хозяйство / Е. Ф. Титарев // Монография. Москва, 2007. — 281 с.

241. Толоконников, Г. Ю. О возможности замены рыбной муки крилевой в диетах радужной форели / Г. Ю. Толоконников // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ: Индустриальные методы рыбоводства. - 1979. - вып. 24. - С. 85-89.

242. Тупикина, Е. Н. Продовольственная безопасность и роль рыбного хозяйства в её обеспечении/Е. Н. Тупикина //Российское предпринимательство, 2008, № 12 (2) С. 118-122.

243. Тупицкая, О. Н. Биохимические показатели крови карпа (*Cyprinus carpio*L.) под воздействием алифатических аминов/ О. Н. Тупицкая, О. О. Смоленский, И. Н. Курбатова// Вестник ТвГУ. Сер.: Биология и экология. – 2015. - № 4. – С. 33-39.

244. Турецкий, В. И. Пищевые потребности личинок карпа в гидролизированных деструктурированных белковых продуктах/ В. И. Турецкий, И. Д.

Ильина // Тез. Докл. Всесоюз. совещ. по промысловому и проблемам кормов, кормопроизводства и кормления рыб. - М., ВНИИПРХ, -1985. - С.155-158

245. Уголев, А. М. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб/ А. М. Уголев, В.В. Кузьмина. СПб: Гидрометеиздат, 1993. 238 с.

246. Фортунатова, К. Р. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги/ К. Р. Фортунатова, О. А. Попова. М.: Наука, 1973. – 271 с.

247. Фролова, М. А. Получение опытно-промышленной партии белкового гидролизата из тушек норок и изучение его токсичности / М. А. Фролова, А. И. Албулов, Р. В. Рогов// Экобиотех-2011. «Известия Самарского научного центра РАН».- Уфа-2011. том 13.№5.- С. 207-209.

248. Хабжоков, А. Б. Биологические варианты форели и их рыбоводно-биологическая характеристика / А. Б. Хабжоков, С. Ч. Казанчев, А. Х. Алоев // Фундаментальные исследования, 2014. - № 12. - 1677-1681 с.

249. Харламов, К. В. Перьевая мука – источник белка в комбикормах для бройлеров / К. В. Харламов // Комбикорма.- 2010.- №5.- С.59.

250. Хочачка, П. Стратегия биохимической адаптации/ П. Хочачка, Дж. Сомеро,- М.: Мир, 1977,398 с.

251. Хрусталева, Е. И., Возрастные изменения морфофизиологических показателей у судака первой генерации при выращивании в условиях замкнутого водоснабжения/ Е. И. Хрусталева, Т. М. Курапова, К. А. Молчанова// Вестник Оренбургского государственного университета 2016 № 12 (200). – С. 85 – 91.

252. Цибизова, М. Е. Изучение технологических свойств рыбных автолизатов, полученных из маломерного сырья Волго-Каспийского бассейна / М. Е. Цибизова, К. В. Костюрина // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. - 2010. - №1. - С. 176-181.

253. Цибизова, М. Е. Исследование возможности биотрансформации рыбного сырья как основного компонента биопродуктов / М. Е. Цибизова, Н. Д. Аверьянова, Д. С. Язенкова // Вестник АГТУ. : Рыбное хозяйство. - 2009. - № 1. - С. 170-175.

254. Чикова, В. В. Использование полножирной сои и продуктов ее переработки в продукционных кормах для форели/ В. В. Чикова //Междун. Научно практич. конференция «Скороспелость с/х животных и пути ее совершенствования», Краснодар, 2003. с 241.

255. Чикова, В. В. К вопросу об использовании полножирной сои в комбикормах для форели/ В. В. Чикова, В. Я. Складов //Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России. Научно-практическая конференция, Адлер, 24-27 сент. 2001 г. - Краснодар, 2001. с. 269.

256. Шарыгин, А. А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря/ А. А. Шарыгин, М.: Пищепромиздат, 1952. – 250 с.

257. Шатуновский, М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб/ М. И. Шатуновский, М.: Наука, 1980. 288 с.

258. Шварц, С. С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных животных / С. С. Шварц, В. С. Смирнов, Л. Н. Добринский // Сб. науч. тр. Ин-та экологии растений и животных. – Л., 1968. – Вып. 58. – С. 459–466.

259. Шварц, С. С. Методы морфофизиологических индикаторов экологии животных/ С. С. Шварц// Зоологический журнал. – 1958. – Т. 37. - № 4. – С. 58-63.

260. Шварц, С. С. Экологические закономерности эволюции. – М.: Наука, 1980. – 278 с.

261. Шевцов, А. А. Технология комбикормов: новые подходы и перспективы / А. А. Шевцов, В. Н. Василенко, Е. С. Шенцова, Л. Н. Фролова. — Воронеж: ВГТА, 2011. — 248 с.

262. Шилов, В. Н. Рост и развитие поросят-отъемышей при включении в рацион гидролизата травяной муки из амаранта / В. Н. Шилов, Г. Х. Сергеева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. - Казань, 2009. - Т. 199. - С. 201-207.

263. Шлыгин, Г. К. Секреторная деятельность тонкого кишечника. Физиология пищеварения/Г. К. Шлыгин, Л., 1974. – с. 453-474.

264. Шмаков, Н. Ф. Результаты использования пшеничных зародышевых хлопьев и жмыха в комбикормах для радужной форели / Н. Ф. Шмаков, Е. А.

Гамыгин, Д. Н. Шмаков, А. Н. Канидьев // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.: Современные проблемы аквакультуры.-1997. - Вып. 73.- С. 128 - 133.

265. Щербина, М. А. Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбоводства / М. А. Щербина, Н. А. Абрасимова, Н. Т. Сергеева Рекомендации. – Ростов н/Д: АзНИИРХ, 1985.-85 с.

266. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин: Монография: 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Сельскохозяйственные технологии, 2016. – 304 с.: ил. ISBN 978-5-905106-72-9.

267. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. - М.: Изд-во ВНИРО, 2006. - 360 с.

268. Щербина, М. А. Новый витаминный премикс к комбикормам для карпа ПК-П / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин, И. Ф. Першина // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: тез.докл. IIМеждунар. симп. – Адлер: КрасНИИРХ. - 1999. – С. 227.

269. Щербина, М. А. Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М. А. Щербина – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 130 с.

270. Щербина, М. А. Тритикале – перспективный компонент кормов для рыб / М.А. Щербина, О.Б. Бондаренко // Комбикорма. - 2016 . - №2. - С. 58- 64.

271. Эйриян, С. Белковый корм из отходов / С. Эйриян, Е. Черникова // Птицеводство. - 2002. - №8. - С.15-17.

272. Язенкова, Д. С. Некоторые аспекты получения белковой массы из маломерного рыбного сырья Волго-Каспийского бассейна / Д. С. Язенкова, Н. Д. Аверьянова, М. Е. Цибизова // Вестник АГТУ. Сер. : Рыбное хозяйство. - 2011. - № 2. - С. 186-192.

273. Angermeier, S. M. Glycine transport by the red cells of channel catfish/ S. M. Angermeier, M. O. Shepard, G Tunnicliff // Can. J. Jool., 1996, 74. № 4. P. 688-692.

274. Arakaki, J. Free and conjugated amino acids in the extractives of anchovy/ J. Arakaki, Suyama// Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1966. V. 32. P. 74-79.

275. Berge, G. M. Fish protein hydrolyzate in starter diets for Atlantic salmon *Saimosalarfru* / G. M. Berge, T. Storebakken // *Aquaculture*. - 1996. - Vol.145, N1. - P.205-212.
276. Blackwell, B. G. Relative weight (Wr) status and current use in fisheries assessment and management/ B. G. Blackwell, M. L. Brown, D. W. Willis // *Rev Fish Sci*. 2000. V.8, N1. P. 1-44.
277. Bolger, T. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition/ T. Bolger, P. L. Connolly // *J. Fish Biol*. 1989. V.34, N2. P. 171-182.
278. Brody, T. Classification of biological structure. Pp. 1-56 in *Nutritional Biochemistry*, Second Edition. San Diego, 1999. CA: Academic Press.
279. Buxbaum, E. *Fundamentals of Protein Structure and Function*/ E. Buxbaum, New York. 2007: Springer..
280. Carison B. M. A chromatographic analysis of the bound amino acids in lamprey muscle (*Petromyzontidae*)/ B. M. Carison// *J. Exp. Zool*. 1961. V. 147. P. 43-54.
281. Carpenter, K. J. A short history of nutritional science: Part 3(1912- 1944)/ K. J. Carpenter // *J. Nutr*. 2003. 133:3023-3032.
282. Chaplin, M. Do we underestimate the importance of water in cell biology/ M. Chaplin, *Nat. Rev. Mol. Cell. Bio*. 2006. 7:861-866.
283. Cone, R. S. The need to reconsider the use of condition indices in fishery science/ R. S. Cone // *Trans. Am. Fish. Soc*. 1989. V.118, N5. P. 510-514.
284. Cowey, C. B. The non proteinmigrigenousconstition of the muscle of parr and smolt stages of the Atlantic salmon (*Salmo salar*)/ C. B. Cowey, G. Parry // *Comp. Biochem. Physiol*. 1963/ V. 8. P. 47-51.
285. Cowey, C. B. Intermediary metabolism / C. B. Cowey, M. J. Walton. Pp. 259-329 in *Fish Nutrition*, Second Edition, J. E. Halver, ed. 1989. New York: Academic Press.
286. D'Mello, J. P. F. *Amino Acids in Animal Nutrition*. Edinburgh/ J. P. F. D'Mello 2003. UK: CAB1 Publishing.

287. Deng, J. D-lysine can be effectively utilized for growth by common carp (*Cyprinus carpio*) / J. Deng, X. Zhang, L. Tao, H. Bi, L. Kong, and X. Lei. *Aquacult. Nutr.* 2010.doi:10.1111/j.1365-2095.2010.00783.
288. Dersjant-Li, Y. The use of soy protein in aquafeeds. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.)/ Y. Dersjant-Li. 2002. *Avances en Nutrición Acuícola VI*.
289. Dietary protein quality evaluation in human nutrition : Report of an FAO Expert Consultation. – Rome : FAO, 2013 – 66 p. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>.
290. Dreyfus, I. C., Metabolism of Myosin and Live Time of Myofibrils/ I. C. Dreyfus, J. Kruh, G. Schapira // *Biochem. J.* 1960, 75, 3. - P. 574-578.
291. Dumas, A. Quantitative description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / A. Dumas, C. F. M. de Lange, J. France, and D. P. Bureau. 2007. *Aquaculture* 263:165-181.
292. Fajmonova, E. Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets / Fajmonova, E., Zelenka, J., Komprda, T., Kladroba, D. & Sarmanova, I. // *Czech Journal of Animal Science*, 2003. 48(2), 85-92.
293. Fielas, P. A. Amino acid sequence differences cannot fully explain interspecific variation in thermal sensitivities of gobiid fish (A-LDHS)/ P. A. Fielas G. N. Somera // *J. Exp. Biol.* 1997. 200. N 13. P. 1839-1850.
294. Finn, R. N. Requirement for amino acids in ontogeny of fish /R. N. Finn, and H. J. Fyhn. 2010. *Aquac. Res.* 41:684-716.
295. Fontaine, M. Modification in the concentration of certain free amino acids in the brain and muscle of young *Salmo calar* I. during smoltification/ M. Fontaine, J. Marchelidon // *C. r. heb. seanc. Acad. Sci. Paris*, 1971. V. 271. P. 94-97.
296. Fontaine, M. Teneur en azote amine du sang et du plasma du Saumon (*Salmo salar* L.) a diverses etapes de son cycle vital/ M. Fontaine, G. Berthelie, Mme.// *Pull. Centre etudes et res. scient. Biarritz* / 1961. T. 3. N. 3. P. 383-390

297. Gallardo, M. A. Regulation of the ASC system and Na/K pump activities in brown trout (*Salmo trutta*) hepatocytes/ M. A. Gallardo, J. Pesguero, M. Esteve, P. Canals, J. Sancher / *J. Exp. Biol.* 1996, 199. N 11. P 2459-2465
298. Gallardo, M. A. Seasonal variation in uptake of short chain neutral amino acid by red blood cells and hepatocytes in trout (*Salmo trutta*) / M. A. Gallardo., P. Canals, J. I. Albi, J. Resoquero, J. Sancher / *J. Exp. Biol.* 1997, 200, N 21. P. 2781-2787.
299. Gallardo, M. A. Uptake of L-leucine by trout red blood cells and peripheral lymphocytes/ M. A. Gallardo, J. L. Albi, J. Sancher / *J. Membrane Biol.* 1996. 152. № 1. P. 57-63.
300. Glencross, B. Understanding the nutritional and biological constraints of ingredients to optimize their application in aquaculture feeds/ B. Glencross// *Aquafeed Formulation.* – 2016. - Pages 33-73.
301. Guillaume, J. Nutrition et Alimentation des Poissons et Crustacés/ J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot, R. Metailler. Paris. 1999 : INRA Edition.
302. Halver, G. E. Fish Nutrition/ G. E. Halver. Acad. Press. – N. Y. – L. 1972.
303. Hansen, M. J. A method for correcting the relative weight (Wr) index for seasonal patterns in relative condition (Kn) with length as applied to walleye in Wisconsin/ M. J. Hansen, N. A. Nate // *N. Amer. J. Fish. Manag.* 2005. V. 25. P. 1256-1262.
304. Hughes, R. B. Chemical studies on the herring (*Clupea harengus*) – histidine and free sugars in herring flesh/ R. B. Hughes // *J. Sci. Fd. Agric.* 1964. V.15. P. 293-299.
305. Hughes, R. B. Chemical studies on the herring (*Clupea harengus*). II The free amino acids of herring flesh and their behavior during postmortem spoilage/ R. B. Hughes// *J. Sci. Fd. Agric.* 1959. V. 10. P. 558-564.
306. Inyang, I. R. Effect of sub-lethal concentrations of diazinon on total protein and transaminase activities in *Clarias gariepinus*/ I. R. Inyang, E. R. Daka, E. N. Ogamba // *Current research journal of biological sciences.* 2010. - V. 2. - № 6. - P. 390— 395.

307. Jeffay, H. The Metabolism of serum proteins the effect of dietary protein on the turnover of rat protein/ H. Jeffay, R. Winzeler // J. Biol. Chem., 1958, 1.- 231. P. 111 – 116.
308. Jefferson, G. S. Influence of Amino Acid Supply on Ribosomes and Protein Synthesis of Refused Rat liver/ G. S. Jefferson, A. Korner// Biochem. J. – 1969. – 111. - № 5. – P. 703 – 712.
309. Jobling, M. Effects of starvation on proximate chemical composition and energy utilization of plaice, *Pleuronectes platessa* L.// M. Jobling, J. Fish/ Biol. 1980, 17. N 3. P. 325-324.
310. Johnsen, P. B. Chemical feeding stimulants for the herbivorous fish, *Tilapia zillii*/ P. B. Johnsen, M. A. Adams// Comp. Biochem. Physiol. 1986. V. 83A. N1. P. 109-112.
311. Jonston, I. A. Quantitative studies of muscle breakdown during starvation in the marine flatfish *Pleuronectes platessa*/ I. A. Jonston // Cell. Tissue Res. 1981. 219. P. 369-386.
312. Kaushik , S. J. Dietary factors affecting nitrogen excretion by fish/ S. J. Kaushik, C. B. Cowey, Waste, C. B., C. Y. Cho / Pp. 3-20 in Nutritional Strategies and Aquaculture Waste, eds. Guelph, Ontario. 1991: University of Guelph.
313. Kaushik, S. J. Nutritional bioenergetics and estimation of waste production in non-salmonids/ S. J. Kaushik. Aquat. 1998. Living Resour. 11:211-217.
314. Kaushik, S. J. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish / S. J. Kaushik, I. Seiliez. Aquae. 2010. Res. 41:322-332.
315. Ketola, H. G. Amino acid nutrition of fishes: Requirements and supplementation of diets. Comp. Biochem. Phys/ H. G. Ketola. 1982. B 73:1-17.
316. Konusu, S. Amino acid composition of fish muscle protein/ S. Konusu, S. Katori, R. Ota, et al// Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1956. V. 21. P. 1161-1166.
317. Kovayashi, W. The fine structure and amino acid composition of the envelope of the chum egg/ W. Kovayashi// J. fac. Sci. Hokkaido Univ. 1982. Ser. 6, 23. N 1. P. 1-12.

318. Lee, D.J. Effect of ω 3 fatty acids on the growth rate of rainbow trout, *Salmogairdnerii* / D. J. Lee, J. N. Roehm, T. C. Yu, A. O. Sinnhuber // *J. Nutrition*. 1992. - V. 15. - 324–348 p.
319. Love, R. M. The Chemical biology of fishes/ R. M. Love // London etc. Acad. Press/ 1980. V. 2. P. 993.
320. Mambrini, M. Nutrition proteique / M. Mambrini, J. Guillaume. Pp. 113-146 in *Nutrition et Alimentation des Poissons et des Crustaces*, J. Guillaume, S. J. Kaushik, P. Bergot, and R. Metailler, eds. Paris. 1999: Collection du Labo au terrain, Editions INRA.
321. McLean, E. Gastrointestinal delivery of peptide and protein drugs to aquacultured teleosts / E. McLean, B. Ronsholdt, C. Sten, J. F. Najamuddin. 1999. *Aquaculture* 177:231-247.
322. Mearns, K. J. Feeding behavior in adult rainbow trout and Atlantic salmon parr, elicited by chemical fractions and mixtures of compounds identified in shrimp extract/K. J. Mearns, O. F. Ellingsen, K. B. Doving, S. Helmer // *Aquaculture*. 1987. V. 64. N 1. P. 47-63.
323. Millward, D. J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover/ D. J. Millward. 1989. *Aquaculture* 79:1-28.
324. Minakowski, W. Amino acids in developing eggs/ W. Minakowski// *Zesz. Nauk. Wyzszejszklyroin. Oestyme*, 1962. V. 12. N 1. P. 41-48.
325. Moughan, P. J. Protein metabolism in the growing pig/ P. J. Moughan, I. Kyriazakis, in *A Quantitative Biology of the Pig* ed. Wallingford, UK. 1999: CAB International, Pp. 299-331.
326. Moughan, P. J. Simulating the partitioning of dietary amino acids: New directions. *J Anim/ P. J. Moughan*. 2003. *Sci*. 81:60-67.
327. Murai, T. Portal absorption and hepatic uptake of amino acids in rainbow trout force-fed complete diets containing casein or crystalline amino acids./ T. Murai, H. Ogata, Y. Hirasawa, T. Akiyama, and T. Nose. *Nippon Suisan Gakk*. 1987. 53:1847-1859.

328. Muranova, T. A. Plant Protein Hydrolysates as Fish Fry Feed in Aquaculture. Hydrolysis of Rapeseed Proteins by an Enzyme Complex from King Crab Hepatopancreas/ T. A. Muranova, D. V. Zinchenko, S. V. Kononova, N. A. Belova, A. I. Miroshnikov // Applied Biochemistry and Microbiology, MaikNauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation). - том 53. – 2017. - № 6. - с. 680-687.
329. Nose, T. A note on amino acids essential for growth of young carp/ T. Nose, S. Arai, D.-L. Lee, Y. Hashimoto. B. Jpn. Soc. Sci. Fish. 1974. 40:903-908.
330. NRC. Nutrient Requirements of Fish. Washington. 1993. DC: National Academy Press.
331. Ogino, G. Protein requirements of carp and rainbow trout. Nippon suisangakkaishi/ G. Ogino, // Bull Jap. Soc. Sci. Fish., 1980. - 46. - № 3 - 385-388.
332. Ohzu, E. Amino acid composition of the egg chorion of rainbow trout/ E. Ohzu, M. Kusa // Annot. Zool. Jap. 1981. V. 54. N 4. P. 241-244.
333. Okumuu, O. Evaluation of commercial trout feeds: feed consumption, growth, feed conversion, carcass composition and bioeconomic analysis / O Okumuu, M. D. Mazlum // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2002. - № 2. - 101–107 p.
334. Ozernyuk, N. D. Mechanisms of thermal adaptation in poikilothermal aquatic animals/ N. D. Ozernyuk // Aquatic Ecology at the Dawn of XXI Centure. Book of abstracts. St.Petersburg, 2005. P. 69.
335. Paaver, T. A. common or Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio*, was caught in the Estonian waters of the Baltic sea / T. Paaver// The sturgeon Quart. - Vol 4. - N 3.- 1996 . - 7 p.
336. Palmer, T. K. Studies on oral glucose intolerance in fish/ T. K. Palmer, B. E. Ryman // Journal of Fish Biology. 1972. - V. 4. - № 2. - P. 311-319.
337. Pavlov, D. S. On the types of spawning migrations in sturgeon fishes (*Acipenseriformes*) of the world fauna / D. S. Pavlov, G. I. Ruban // Journal of Ichthyology. - Vol. 41, 2002. - P. 225-236.

338. Pellett, P. L. Evaluation of the use of amino acid composition data in assessing the protein quality of meat and poultry products / P. L. Pellett, V. R. Young. 1984. *Am. J. Clin. Nutr.* 40:718-736.
339. Phillips, A. M. Trout Feeds and Feeding. *Manual of Fish Cult.* / A. M. Phillips, 1970. Part 3. - V. 5. - BSFW. - Washington: D.C. - 49 p.
340. Pickova, J. Alternate oils in fish feeds / J. Pickova, T. Morkore // *European Journal of Lipid Science and Technology.* 2007. 109(3), - P. 256-263.
341. Portz, L. Comparison of the amino acid contents of roe, whole body and muscle tissue and their A / L. Portz, J. E. P. Cyrino / E ratios for largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacep&le, 1802). 2003. *Aquae. Res.* 34:585-592.
342. Ricker, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations/ W. E. Ricker // *Bull. Fish. Res. Board Canada.* 1975. V 192. 382 p.
343. Ruchin, A. B. Effect of light on white blood cell count in carp *Cyprinus carpio* L./ A. B. Ruchin // *Biology Bulletin.* – 2006. – Vol. 33(5). – P. 517-520.
344. Sakagush, M. The change in the composition of free amino acids in carp muscle the growth of the fish / M. Sakagush, A. Kawei / *Mem. Inst. Fd. Sci. Kyoto Univ.* 1970. V. 31. P. 19-21.
345. Serpunin, G. G. Blood parameters of carp (*Cyprinus Carpio* L.) kept in heated water culture at different feeding regimes/ G. G. Serpunin, O. A. Lihaceva, R. Trzebiatowski, J. Sadowski, D. Odebralska // *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus.* - 2002. - C. 121.
346. Shearer, K. D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids/ K. D. Shearer, 1994. *Aquaculture* 119:63-88.
347. Steffens, W. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinea tinea*) / Steffens W. & Wirth, M. // *Aquaculture International*, 2007, 15(3-4), - P. 313-319.
348. Steinbock, H. Plasma protein the effect of the protein content of the dief on turnover/ H. Steinbock, A. H. Tarver // *J. Biol. Chem.*, 1954. 209. N. 1. P. 122-132.

349. Takaoka, O. Identification of feeding stimulants for marbled rockfish/ O. Takaoka, K. Takii, M. Nakamura, H. Kumai, M. Takeda // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1990. V. 56. N 2. P. 345 -351.
350. Takeda, M. Identification of feeding stimulants for juvenile eel/ M. Takeda, K. Takii, K. Matsui // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1984. V. 50. № 4. P. 645-651/
351. Tripathi, N. K. Hematologic reference intervals for koi (*Cyprinus carpio*), including blood cell morphology, cytochemistry, and ultrastructure / N. K. Tripathi, K. S. Latimer, V. V. Burnley // Veterinary Clinical Pathology. – 2004. – Vol. 33(2). – P. 74-83.
352. Walton, M. J. The effects of dietary tryptophan levels on growth and metabolism of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / M. J. Walton, R. M. Coloso, C. B. Cowey, J. W. Adron, D. Knox // Brit. J. Nutr. 1984. - 51: - 279-287 p.
353. Weijs, P. J. M. Dietary Protein, Physiological Condition and Metabolic Amino Acid Utilization/ P. J. M. Weijs. 1993. Ph.D. Dissertation, Proefschrift Wageningen.
354. Weltzien, F. A. Free amino acid and protein contents of start feeding larvae of turbot (*Scophthalmus maximus*) at three temperatures / F. A. Weltzien // Mar. Biol. 1999. - V. 133. №2. - 327 – 336 p.
355. Williot, P. Status and management of Eurasian sturgeon: overview / P. Williot, G. Arlati, M. S. Chebanov // Intern. Rev. of Hydrobiol., 87, 2002. - P. 483-506.
356. Wilson, R. P. Amino acid composition of whole body tissue of rainbow trout and Atlantic salmon/ R. P. Wilson, C. B. Cowey. 1985. Aquaculture 48:373-376.
357. Wilson, R. P. Amino acids and proteins in Fish Nutrition, Second Edition/ R. P. Wilson, J. E. Halver, ed. New York. 1989: Academic Press. Pp. 111-151
358. Windsor, M. Fish Meal Production, Introduction to Fishery By-Products(1st ed.) / M. Windsor, S. Barlow / Surrey, England: Fishing News Books Ltd., 1981. - 187pp.
359. Yamano, K. The role of thyroid hormone in fish development with reference to aquaculture / K. Yamano // JARQ. - 2005.- Vol. 39.- № 3. - P. 161-168.

360. Ytrestøyl, T. Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway/ T. Ytrestøyl, T. S. Aas, T. Åsgård // *Aquaculture*. – 448. – 2015. – P. 365–374.

361. Zaman, M. U. The effects of industrial effluent discharge on lipid peroxide levels of puncti fish *Puntius sophore* tissue in comparison with those of freshwater fish / M. U. Zaman, S. R. Sarker, S. Hossain // *Journal of Food Lipids*. 2008. -V. 15. № 2. - 198–208 p.

362. Zubay, G. *Biochemistry, Third Edition*/ G. Zubay, W. C. Brown, ed. Dubuque, IA. 1993: Brown Publishers.

Гусева Юлия Анатольевна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры
«Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»

Васильев Алексей Алексеевич

доктор сельскохозяйственных наук, профессор заведующий кафедрой
«Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»

Фрэнк Андрей Михайлович

генеральный директор ООО Фирма "А-Био"

Ариповский Александр Викторович

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник
ФБУН ГНЦ прикладной микробиологии и биотехнологии